

Unterrichtsblätter

für

Mathematik und Naturwissenschaften

XLV. Jahrgang

Unterrichtsblätter

für Mathematik und Naturwissenschaften

Gegründet unter Mitwirkung von
Bernhard Schwalbe und Friedrich Pietzker

Herausgegeben
in Verbindung mit der Reichswaltung des NS.-Lehrerbundes,
Reichssachgebiet Mathematik und Naturwissenschaften,
von Oberstudiendirektor Dr. Kuno Fladt, Tübingen,
Reichssachbearbeiter.

Schriftleiter:
Oberstudiendirektor Bruno Kerst in Meißen

45. Jahrgang 1939

OS
V
18
87

Verlag Otto Salle · Frankfurt am Main und Berlin



P. 850/39

Inhaltsverzeichnis.

(Die Ziffern bedeuten die Seitenzahlen.)

A. Sachverzeichnis.

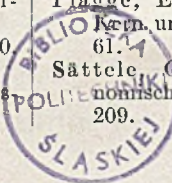
Abhandlungen.

Mathematik.

- Bäßmann, Fritz, Geometrischer Anfangsunterricht nach Salkowski 132.
 Behmann, Heinrich, Zur Berechnung der Logarithmen 231.
 Busche, Erich, Die Bewegung des Geschosses durch den Luftraum 135.
 Denk, Franz, Geometrische Ableitung der Formeln zu $\sin(\alpha \pm \beta)$, $\sin \alpha \pm \sin \beta$ für Winkel $< 180^\circ$. 138.
 Ebner, Max, Zur geometrischen Ableitung der Formel für $\sin \alpha \pm \sin \beta$ 223.
 German, Wilhelm, Dreiecksverwandlung im Gelände 108.
 Hammann, Adolf, Straßenbau als Thema für eine mathematische Arbeitsgemeinschaft 1, 37.
 Herrmann, Horst, Zur mathematischen Behandlung des Schallmeßverfahrens 83.
 Heußel, Georg, Zur Geometrie im Gelände 278.
 Hönig, Gustav, Zum Übergang von der sphärischen zur ebenen Geometrie 107.
 Killat, Rudolf, Bemerkungen zur Behandlung der eingekleideten Gleichungen ersten Grades 97.
 Kohrs, Heinrich, Eine alte Aufgabe in erweiterter Form 197.
 Lippold, Heinrich, Eine Parabelkonstruktion ohne Benutzung des Brennpunktes 235.
 Peter, Fritz, Geographische Ortsbestimmung durch Höhenmessung 23.
 Saebisch, Walther, Warum spritzt mein Rad so sehr? Eine Aufgabe für mathematisch-naturwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaften 20.
 Scheer, Roderich, Die Herstellung der Rot-Grün-Raumbilder im Unterricht 117.
 Schmidt, Reinhold, Zeichnerische Lösung von Aufgaben aus der mathematischen Erdkunde 177.
 Steffen, Bernhard, Über Aufgaben aus der Photogrammetrie (III. Teil) 241.
 Strohhäcker, Erich, Einige Minimumaufgaben in elementarer Behandlung 161.
 —, Die wirtschaftliche Geschwindigkeit bei Lastkähnen 267.
 Sutor, Josef, Bemerkungen zu: Die Herstellung von Rot-Grün-Bildern im Unterricht 237.
 Weitbrecht, Theodor, Einführung von e 260
 —, Zum Taylorschen Satz 283.
 Wolff, Georg, Johannes Müller aus Königseckberg i. Bayern 57.

Naturwissenschaften.

- Brandt, Otto, Bestimmung der Erdbeschleunigung als Beispiel einer schulgemäßen Feinmessung 281.
 Eichler, Paul, Quantitative Hörfähigkeitsprüfungen an Schülern 99.
 Flörke, Wilhelm, Die Untersuchung eines Waschmittels 26.
 Franck, Walther, Der Gasreaktionskolben 280.
 Friedrich, Artur, Wehroptik 148, 182.
 Gebhardt, Martin, Andreas Gärtner (1654 bis 1727) 103.
 Gentil, Karl, Elektrowärmegeräte für den Haushalt 167.
 Goerges, Ernst, Die Metallfrage im Vierjahresplan 13, 43.
 Graewe, Herbert, Die Spektroskopie der Röntgenstrahlen 52, 92, 125, 157.
 Hansen, Hans, Für die Praxis 30.
 Hermann, Heinrich, Der Physikalische Inhalt der Rotheraschen Ballistik 72.
 Heußel, Georg, Die langsame Kondensator-entladung 265.
 Hofmann, August, Die Fallbeschleunigung 201.
 Könnemann, Franz, Eine Schußtafel für Wurfparabeln 145.
 Koops, Werner, Chemieunterricht und Vierjahresplan 139, 254.
 Korn, Kurt, Gewinnung von Öl aus Kaffeesatz mit dem Soxhlet'schen Fettextraktionsapparat 250.
 Krumm, Erich, Ein Demonstrationsapparat zur Entstehung stehender Wellen 59.
 —, Eine Wippe mit vielseitiger Verwendung 218.
 —, Einige Interferenzversuche in der Akustik 251.
 —, Friedrich August Haselwander. Zum Jubiläum der Drehstromerfindung 257.
 Lichtecker, Karl Josef Loschmidt 9.
 Mihr, Franz, Die Polymerisation des Butadiens und die Molekularformel des synthetischen Kautschuks 116.
 Oden, Hildegard, Hauswirtschaftliche Physik an Oberschulen für Mädchen 27.
 Piel, Carl, Georg Simon Olum 273.
 Pietzker, Karl, Kieselgel als Trockenmittel 107.
 Plagge, Ernst, Das Zusammenwirken von Kern- und Zytoplasma bei der Vererbung 61.
 Sättele, Otto, Überblick über die astronomische Forschung der Jahre 1937/38 209.



Sättele, Otto, Flugbahnbilder und Ammannsche Schußtafel 250.
Schilling, Karl, Über Hohlspiegel 201.
Schneeweiß, Vinzenz, Der Kohlebadeofen im Physikunterricht 22.
Schultze, Ernst, Pflanzen- und Tierwanderungen 188, 224.
Schumacher, Alois, Die Glimmröhre, ein Ersatz für das Stoßgalvanometer 232
Stark, Johannes, Zur Neuordnung des physikalischen Unterrichts 81.
Stracke, Heinrich, Herstellung eines Kreisels für den Unterricht 68.
Winderlich, Rudolf, Johann Wolfgang Döbereiner 129.
—, Karl Wilhelm Schcele 262, 284.

v. Witsch, Hans, Versuche zur Entwicklung und Keimung des Pollenkorns 121.
Zeitler, Hans, Nachtrag zu der Arbeit „Die Darstellung des Magnesiums als Unterrichtsversuch“ 109.

Vorträge von der ersten Tagung 1938 des Reichssadgebietes Mathematik und Naturwissenschaften im NSLB.

Hönig, Gustav, Zum Aufbau der Maße bei der Einführung in die Lehre von der strömenden Elektrizität 113.
Schmidt, Robert, Welche Zweige der Mathematik u. Physik braucht der Artillerist, und für welche Teilgebiete ist eine eingehende Behandlung im Unterricht erwünscht ? 33.

B. Namenverzeichnis.

Bäßmann, Fritz, St.-R., Siegen 132.
Bchmann, Heinrich, Dr., Dozent, Halle a. d. S. 231.
Brandt, Otto, St.-R. Dr., Berlin 281.
Busche, Erich, Regierungsrat, Kiel 135.
Denk, Franz, St.-R., Erlangen 138.
Ebner, Max, St.-R., Berlin 223.
Eichler, Paul, St.-R. Dr., Dresden 99.
Flörke, Wilhelm, Dr., Gießen 26.
Franck, Walther, Prof. Dr., Hamburg 280.
Friedrich, Artur, St.-R., Chemnitz 148, 182.
Gebhardt, Martin, Prof. Dr., Dresden 103.
Gentil, Karl, St.-R. Dr., Frankfurt a. M. 167.
German, St.-R. Dr., Tübingen 108.
Georges, Ernst, St.-R. Dr., Frankfurt a. d. O. 13, 43.
Graewe, Herbert, St.-R. Dr., Halle a. d. S. 52, 92, 125, 157.
Hammann, Adolf, St.-R., Berlin 1, 37.
Hansen, Hans, Ob.-St.-Dir., Düsseldorf 30.
Heußel, Georg, St.-R. Dr., Gießen 265, 278.
Hofmann, August, St.-R., Garmisch-Partenkirchen 201
Hönig, Gustav, Ob.-St.-R., Danzig-Langfuhr 107, 113.
Killat, Rudolf, St.-Ass., Berlin 97.
Kohrs, Heinrich, Dipl.-Ing., Oberregierungsrat, Kiel 197.
Könnemann, Franz, St.-R., Glogau 145.
Koops, Werner, St.-Ass. Dr., Hamburg 139, 254.
Korn, Kurt, St.-Ass., Berlin 250.
Krumm, Erich, Prof., Offenburg i. B. 59, 218, 251, 257.
Lichtenecker, Karl, Prof. Dr., Prag (Reichenberg) 9.
Lippold, Heinrich, St.-R., Glauchau 235.

Mihr, Franz, St.-R. Dr., Sohlingen-Ohligs 116.
Peter, Fritz, Prof. Dr., Freiburg i. B. 23.
Piel, Karl, Ob.-St.-R. Dr., Köln-Klettenberg 273.
Pietzker, Karl, St.-Ass. Dr., Gardelegen 107.
Plagge, Ernst, Dr., Berlin-Dahlem 61.
Saebisch, Walther, St.-R., Breslau 20.
Sättele, Otto, Ob.-St.-Dir., Ulm a. d. D. 109, 250.
Scheer, Roderich, St.-Ass., Berlin 117.
Schilling, Karl, St.-Ass., Berlin 201.
Schmidt, Reinhold, Ob.-St.-Dir. Dr., Schweidnitz 177.
Schmidt, Robert, Major, Dipl.-Ing., Berlin 33.
Schneeweiß, Vinzenz, Dipl.-Ing. St.-R., Lauban 22.
Schultze, Ernst, o. Prof. Dr., Dir. des Wirtschaftsinst. der Univ. Leipzig 188, 224.
Schumacher, Alois, St.-Ass., Warburg i. W. 232.
Stark, Johannes, Prof. Dr., Präsident der Phys.-Techn. Reichsanstalt, Berlin 81.
Steffen, Bernward, St.-Ass., Berlin 241.
Stracke, Heinrich, Dr., St.-Ass., Bad Harzburg 68.
Strohhäcker, Erich, St.-Ass. Dr., Möckmühl (Wttbg.) 161, 267.
Sutor, Josef, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr 237.
Weitbrecht, Theodor, Ob.-St.-Dir. Dr., Stuttgart 260, 283.
Winderlich, Rudolf, Ob.-St.-R. i. R. Prof., Oldenburg i. O. 129, 262, 284.
v. Witsch, Hans, Dr., Univ.-Assistent, Marburg (Lahn) 121.
Wolff, Georg, Ob.-St.-Dir. Dr., Düsseldorf-Oberkassel 57.
Zeitler, Hans, St.-R., Berlin 109.

C. Bücherbesprechungen.

Baravalle, Dr. Hermann v., Zahlen für jedermann aus Physik und Technik 76.
Bauer, Hans Adolf, Grundlagen der Atomphysik 175.
Benz, W., Leitfaden der Stereometrie 111.
Biologenhandbuch, Deutsches 142.
Brandt, Rudolf, Himmelswunder im Feldstecher 143.

Brockmüller, Joh., Fernschender und Kathodenstrahlempfänger 144.
Bülow, K. v., W. Cranz und E. Sonne, Wehrgeologie 78.
Datsch, Spannung, Widerstand, Strom 79.
Diebner, Kurt, und Eberhard Graßmann, Künstliche Radioaktivität 240.

- Dörge, Karl, Wahrscheinlichkeitsrechnung für Nichtmathematiker 271.
- Ehringhaus, A. Dr., Das Mikroskop, seine wissenschaftlichen Grundlagen und seine Anwendungen 76.
- Erinnerungsschrift an das 50jährige Bestehen des Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Vereins in Württemberg 79.
- Eucken, Jakob, Der Chemieingenieur 269.
- Fischer, P. B., Arithmetik 111.
- Fitting, F., Panmagische Quadrate und magische Sternvierecke 206.
- Freundenberg, Karl, Organische Chemie 240.
- Freyberg, Bruno v., Thüringen 140.
- Gey-Teichmann, Einführung in die Lehre vom Schuß 79.
- Gheyselinek, R., Die ruhelose Erde 77.
- Götz, Rudolf, Dr., Chemie des Luftschutzes 32.
- Graf, Ulrich, Trigonometrie der Ebene 111.
- Greinacher, H., Dr., Physik in Streifzügen 269.
- Grimschl-Tomaschek, Lehrbuch der Physik 112.
- Grüb, G., Variationsrechnung 110.
- Günther, Hans, Das große Fernschbuch 112.
- Hamel, Georg, Integralgleichungen 238.
- Haupt, O., unter Mitarbeit von G. Aumann, Differential- und Integralrechnung 143.
- Haushofer, Karl, und U. Crämer, Macht und Erde 141.
- Helmbrecht, Wilhelm, RfdU.-Filme im Unterricht 288.
- Hennig, Edwin, Leben der Vorzeit 76.
- Hennig, R., und L. Körholz, Einführung in die Geopolitik 140.
- Henseling, Robert, Sternbüchlein 173.
- Hessenland, Max, Praktikum der gewerblichen Chemie 270.
- , Deutschlands Kampf um seine Rohstoffe 271.
- Himmelswelt, Die, 75, 144, 174.
- Hinrichs, E., und W. Weber, Das neue Reich im Erdkundeunterricht 79.
- Hoheisel, Guido, Gewöhnliche Differentialgleichungen 142.
- Hueck, Kurt, Pflanzengeographie Deutschlands 255.
- Jacobs, Werner, Dr., Fliegen, Schwimmen, Schweben 255.
- Jaensch, E. R., und Fritz Althoff, Mathematisches Denken und Seelenform 206.
- Jahnke, Eugen, und Fritz Emde, Funktionentafel mit Formeln und Kurven 238.
- Jander, Wilhelm, Lehrbuch für das anorganisch-chemische Praktikum 270.
- Jung, Karl, Kleine Erdbebenkunde 288.
- Kalender der Technik 1939, bearb. von Conselmann 31.
- Kepler, Johannes, Gesammelte Werke 174, 272.
- Kohlschütter, H. E., Anorganische Chemie 31.
- Kollmann, Franz, Das kleine Lexikon der Technik 237.
- König, Denes, Theorie der endlichen und unendlichen Graphen 237.
- Kowalewski, Gerhard, Magische Quadrate und magische Parkette 110.
- , Der Keplersche Körper und andere Bauispiele 206.
- , Die klassischen Probleme der Analysis des Unendlichen 287.
- , Grundbegriffe und Hauptsätze der höheren Mathematik 288.
- Kritzinger, H., und E. Stuhlmann, Artillerie und Ballistik in Stichworten 239.
- Kuhn, Werner, Physikalische Chemie 144.
- Lenard, Philipp, Deutsche Physik IV 174.
- Leonhardt, W., Wehrchemie, II. Teil 31.
- Lipfert, Kurt, Das Fernsehen 79.
- Luedecke, Heinz, Schiffe erobern die Luft 238.
- Männchen, P., Freihandversuche zur Schießlehre 76.
- Meusemann und Stange, Mathematik und Marine 76.
- Möbius, Karl, Flugfunkwesen 32.
- Moeller, Friedrich, Versuche zur elektrischen Resonanz mit hochfrequenten und niederfrequenten Wechselströmen 176.
- , Deutschlands Elektrizitätsversorgung 207.
- Müller, Reiner, Medizinische Mikrobiologie, Bakterien, Parasiten, Immunität 176.
- Niklitschek, Alexander, Wunder überall 239.
- Opladen, Heinrich, Dr., Tierzähmung und Tierzucht 75.
- Peters, Gerhard, Das chemische Luftschutz-ABC 111.
- Pietsch, E., Sinn und Aufgaben der Geschichte der Chemie 77.
- Pricks, H., Einfache Lehrversuche mit Aluminium und seinen Legierungen 144.
- Prodinger, Wilhelm, Organische Fällungsmittel in der quantitativen Analyse 239.
- Reche, O., Verbreitung der Menschenrassen 78.
- Regler, Josef, Physikalische Aufgabensammlung für höhere Schule und Studium 175.
- Riezler, Wolfgang, Einführung in die Kernphysik 239.
- Rüchardt, E., Dr., Sichtbares und unsichtbares Licht 255.
- Schilling, Rudolf, Die Welt in Umrissen 77.
- Schäfer, Clemens, Einführung in die theoretische Physik 175.
- Schmidt, Reinhold, Dr., Flug und Flieger im Pflanzen- und Tierreich 269.
- Schubert, Hermann, Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen 142.
- Steffen, Bernhard, Aufgaben aus dem Gebiet der Luftbildmessung 208.
- Tiere der Vorzeit 78.
- Umschau, Die, in Wissenschaft und Technik 78, 142, 208, 268.
- Ungewitter, Claus, Chemie in Deutschland 270.
- Valentiner, S., Vektoranalysis 111.
- Wagner, Arno, Wehrsportliche Zahlen 76.
- Zukowsky, Ludwig, Tiere um große Männer 80.

Abhandlungen.

Straßenbau als Thema für eine mathematische Arbeitsgemeinschaft.

VON ADOLF HAMMANN in Berlin-Friedenau.

Für die mathematische Arbeitsgemeinschaft der Oberschule, die der Auslese und Heranbildung mathematisch-naturwissenschaftlich besonders begabter Schüler dient, wird man Themen wählen, die sich für eine vielseitige, logisch aufbauende Behandlungsweise eignen und die der Erlebniswelt unserer Jugend nahestehen. Ein Stoffgebiet, das diesen Erfordernissen entspricht, ist der Straßenbau. Ganz abgesehen von der Möglichkeit, dieses Thema historisch, wehrpolitisch und geographisch auszuwerten, enthält es typisch mathematisch-technische Fragen. Die folgenden Ausführungen sollen zeigen, wie man das Thema Straßenbau von der geometrisch konstruktiven und z. T. auch rechnerischen Seite her in einer mathematischen Arbeitsgemeinschaft entwickeln kann.

Man hat auch bisher schon im Mathematikunterricht einzelne Aufgaben über Wege und Gräben gestellt. Aber es handelte sich dabei doch meist nur um ganz elementare Dinge wie Querschnittsformen, die als Beispiele zur Flächenberechnung herangezogen wurden, oder um die Bestimmung eines Böschungswinkels gelegentlich der Einführung in die Trigonometrie. Im Unterricht der darstellenden Geometrie sind vielfach auch Aufgaben über Böschungen, Dämme und Wegeabzweigungen, wie sie sich bei G. SCHEFFERS und W. KRAMER¹⁾ finden, konstruktiv gelöst worden. Diese Aufgaben sind für die Einführung in unser Gebiet recht geeignet, weil sie die Grundtatsachen klar herausstellen und vielfältige Möglichkeiten für die Anwendung des Böschungskügels bieten. Allerdings beschränken sie sich auf ebenflächig begrenzte Gebilde, womit wir bei den vorliegenden Untersuchungen nicht auskommen. Wir werden es auch mit allgemeinen Geländeflächen zu tun haben, bei deren Behandlung wir die „Darstellende Geometrie des Geländes“ von R. ROTHE²⁾ zugrunde legen. Wir gehen von der Betrachtung einfacher Weganlagen aus, um schrittweise zu schwierigeren Fragen vorzudringen, wie sie beim Bau moderner Straßen auftreten.

In ebenem Gelände werden Straßen im allgemeinen als kürzeste Verbindungen zweier Orte, d. h. als Geraden ausgeführt. In hügeligem und bergigem Gelände spielen die Höhenunterschiede der zu verbindenden Orte für die Straßenführung eine ausschlaggebende Rolle. Je nach dem Zweck, dem ein Weg oder eine Straße dienen soll, darf ein bestimmtes Maß der Steigung nicht überschritten werden. So ist für Waldwege eine Steigung von 8% und mehr zulässig, während man bei Verkehrsstraßen, auch im Gebirge, meist nicht über 5–6% hinausgeht. Bei der Planung einer Straße werden die Höhenverhältnisse nach einer Schichtlinienkarte (Meßtischblatt 1:25000) beurteilt, und in diese wird die Straße zunächst als Streckenzug eingetragen.

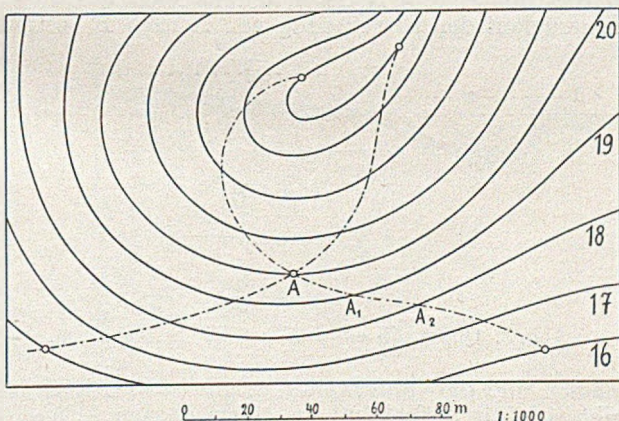


Abb. 1. Böschungslinien von gegebenem Gefälle, die von einem Punkte ausgehen.

Wir behandeln im Unterricht eine entsprechende Teilaufgabe (Aufg. 1): In einen vorgelegten Schichtlinienplan vom Maßstab 1:1000 ist von einem Punkte A aus ein Gefällezug von gegebener Steigung (5%) einzuzeichnen (Abb. 1).

¹⁾ G. SCHEFFERS und W. KRAMER, Leitfaden der darstellenden und räumlichen Geometrie. 1. Teil.

²⁾ R. ROTHE, Darstellende Geometrie des Geländes. Mathematische Bibliothek, Bd. 14.

Die Lösung dieser Aufgabe geht zurück auf die Anwendung des Böschungskegels, der hier als bekannt vorausgesetzt werden kann. Bei einem Gefälle von 5% kommt auf eine horizontal gemessene Entfernung von 20 m ein Höhenunterschied von 1 m. In dem Plan, der im Maßstab 1 : 1000 dargestellt ist und Schichtlinien im Abstand von 1 m enthält, hat der Böschungskegel von der Höhe 1 m den Radius $r = 2$ cm. Man schlägt also mit r um den Anfangspunkt A auf der Höhenlinie 20 den Kreis, der die Höhenlinie 19 in A_1 schneidet. Von A_1 aus gelangt man in derselben Weise zu einem Punkt A_2 auf der Höhenlinie 18 usw. Die Aufgabe ist nur lösbar, wenn das Gefälle des Streckenzuges nicht größer ist als das Gefälle der Falllinien

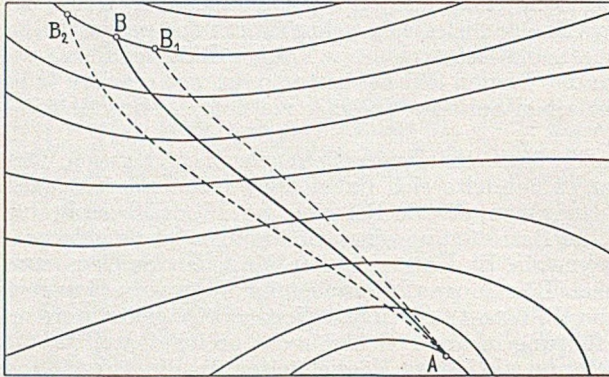


Abb. 2.

Verbindung zweier Punkte durch eine Böschungslinie.

Aus der Gleichung $\frac{h}{AB} = \frac{1}{r_1}$ entnimmt man den Radius r_1 des zugehörigen Böschungskegels und führt damit die Konstruktion wie in Aufgabe 1 aus. Man gelangt so zu einem Punkt B_1 auf der Höhenlinie von B. Bei einem weiteren Versuch mit einem größeren Radius r_2 erreicht man B_2 . Dabei liege B zwischen B_1 und B_2 . Durch Interpolation findet man dann leicht einen Wert von r , der mit hinreichender Genauigkeit den Streckenzug von A nach B bestimmt. Ist der Höhenunterschied

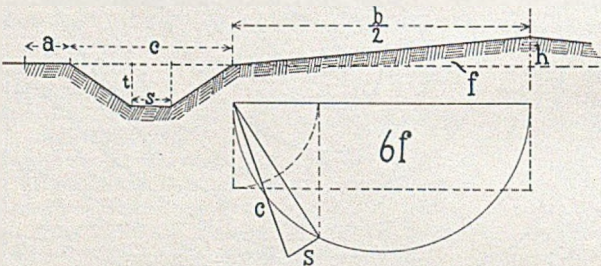


Abb. 3. Querprofil eines Weges mit Seitengräben.

der zu verbindenden Punkte im Verhältnis zu ihrer Entfernung zu groß, so wird man den Weg entsprechend verlängern, indem man etwa die Straße um einen Bergkegel herumführt (vgl. Brockenbahn) oder indem man Kehren einlegt.

Bei den Ausführungen von Weganlagen ist man bestrebt, die Erdarbeiten auf ein Mindestmaß zu beschränken, d. h. die zu bewegenden Erdmassen und die Förderweiten möglichst niedrig zu halten. Im einfachsten Falle ergibt sich die Aufgabe 3: In einem ebenen Gelände ist ein Weg von der Breite b mit doppelseitigem Quergefälle 1 : q und zwei begrenzenden Gräben von gleichem Querschnitt zu bauen. Das Böschungsverhältnis sei 1 : $n = 1 : 1,5$, und die Sohlenbreite der Gräben sei s . Man zeichne den Querschnitt der Weganlage (Abb. 3).

Da die Anlage zur Mitte des Weges symmetrisch ist, genügt es, eine Hälfte zu zeichnen. Die Wegkrone hat in der Mitte die Höhe h über der Horizontalebene (Nullebene). Der Querschnitt der Aufschüttung ist ein rechtwinkliges Dreieck von der Höhe h und der Breite $\frac{b}{2}$. Der Querschnitt des Grabens muß, wenn ein Minimum

der Geländefläche. Man erkennt ferner, daß im allgemeinen von einem Punkt im Gelände zwei verschiedene Böschungslinien ausgehen, deren Gefälle einen gegebenen Wert hat.

Aufgabe 2. Sollen zwei Punkte A und B durch eine Linie von konstantem Gefälle verbunden werden, so greift man aus dem Plan die Strecke AB ab und bestimmt den zugehörigen Höhenunterschied h

(Abb. 2). Dann ergibt $\frac{h}{AB}$ ein ungefähres Maß für die Steigung.

von Erdarbeit vorausgesetzt wird, mit der Aufschüttung flächengleichen Querschnitt haben. Die gestellte Aufgabe kommt also darauf hinaus, ein Dreieck in ein flächengleiches gleichschenkliges Trapez zu verwandeln, von dem eine Grundseite und die Steigung der Schenkel gegeben ist. Rechnerisch bieten sich, je nachdem die Tiefe t des Grabens oder seine obere Breite c bestimmt werden soll, aus der Gleichsetzung der Flächeninhalte zwei einfache Ansätze:

$$f = t \cdot \left(\frac{3}{2} t + s\right); f = \frac{3}{2} t^2 + st \text{ und } f = \frac{c+s}{2} \cdot t = \frac{c+s}{2} \cdot \frac{c-s}{3},$$

da $t = \frac{2}{3} \cdot \frac{c-s}{2}$ ist; also $f = \frac{c^2 - s^2}{6}$ oder $c^2 = 6f + s^2$.

Hierin ist $f = \frac{b}{2} \cdot \frac{h}{2}$ der Querschnitt des Auftrages.

Setzt man noch $h = \frac{b}{2} \cdot \frac{1}{q}$, so ist $f = \frac{b^2}{8q}$.

Nach dem zweiten Ansatz ist c mit Hilfe des pythagoreischen Lehrsatzes leicht zu konstruieren. Man verwandelt zunächst $6f$ in ein Quadrat und nimmt s^2 dazu; die Seite des dann entstehenden Hypotenusenquadrates ist gleich der Breite c des Grabens (Abb. 3).

Soll der Weg in einem Gelände mit geneigter Oberfläche angelegt werden, so wird man es meistens so einrichten, daß der Querschnitt der abzutragenden Erdmasse gleich dem der aufzutragenden ist.

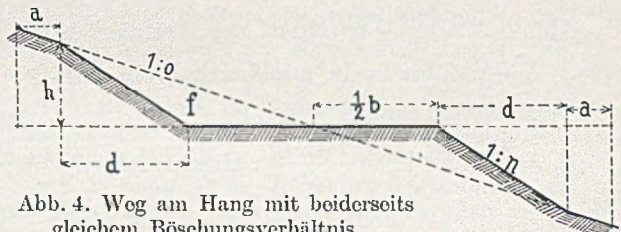


Abb. 4. Weg am Hang mit beiderseits gleichem Böschungsverhältnis.

Aufgabe 4. Für eine horizontale Fahrbahn von der Breite b mit beiderseits gleichen Böschungsverhältnissen $1:n$ ist in einem Gelände mit der Böschung $1:o$ der Querschnitt der zu bewegenden Erdmasse zu bestimmen³⁾.

Aus Abb. 4 ergibt sich

$$f = \frac{b}{2} \cdot \frac{h}{2} \text{ und } h = \frac{d}{n} = \frac{\frac{b}{2} + d}{o}; \quad \frac{d}{\frac{b}{2} + d} = \frac{n}{o}; \quad \frac{d}{\frac{b}{2}} = \frac{n}{o-n};$$

$$h = \frac{d}{n} = \frac{b}{2(o-n)}$$

und schließlich $f = \frac{b^2}{8(o-n)}$.

Zahlenbeispiel: $b = 7 \text{ m}$; $1:o = 1:6$; $1:n = 1:1,5$. $f = \frac{49}{8 \cdot 4,5} = 1,36 \text{ qm}$.

Die Gesamtbreite des für die Weganlage benötigten Flächenstreifens wird bei Berücksichtigung von zwei a Meter breiten Randstreifen

$$B = b + 2d + 2a$$

$$B = b + b \frac{n}{o-n} + 2a$$

$$B = \frac{b(o-n)}{o-n} + \frac{bn}{o-n} + 2a$$

$$B = \frac{b \cdot o}{o-n} + 2a.$$

In der Praxis wählt man aus Festigkeitsgründen für Böschungen im „Auftrag“ kleinere Böschungswinkel als für Böschungen im „Abtrag“.

³⁾ G. SCHEWIOR, Einfache Weganlagen und ihre Unterhaltung. Verlag B. F. Voigt, Leipzig.

Aufgabe 5. Das Böschungsverhältnis im Abtrag ist $1:n$, das im Auftrag aber $1:n'$, das Böschungsverhältnis des Hanges ist wie vorher $1:o$. Es soll der Querschnitt der zu bewegenden Erdmasse bestimmt werden.

Die Figur ist nicht mehr symmetrisch, d. h. die Straßenbreite wird nicht mehr durch die Fallinie des Hanges halbiert, sondern die Fallinie teilt die Straßenbreite b in die Abschnitte b_1 und

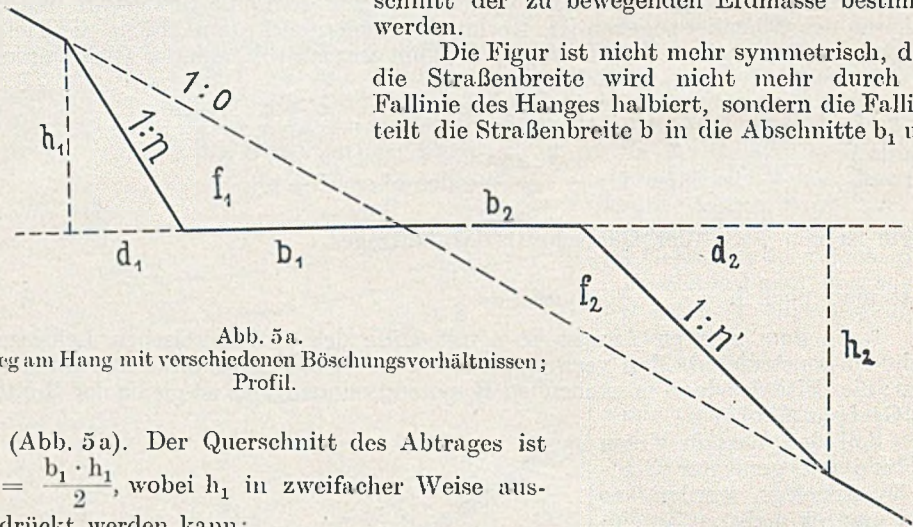


Abb. 5a.

Weg am Hang mit verschiedenen Böschungsverhältnissen;
Profil.

b_2 (Abb. 5a). Der Querschnitt des Abtrages ist $f_1 = \frac{b_1 \cdot h_1}{2}$, wobei h_1 in zweifacher Weise ausgedrückt werden kann:

$$h_1 = \frac{d_1}{n} \text{ und } h_1 = \frac{b_1 + d_1}{o}. \text{ Hieraus folgt: } \frac{d_1}{n} = \frac{b_1 + d_1}{o} \text{ oder } \frac{d_1}{b_1 + d_1} = \frac{n}{o}$$

$$\text{oder } \frac{d_1}{b_1} = \frac{n}{o - n} \text{ und } h_1 = \frac{d_1}{n} = \frac{b_1}{o - n}.$$

Der Querschnitt des Abtrages ist also

$$f_1 = \frac{b_1^2}{2(o - n)}.$$

Für den Querschnitt des Auftrages findet man in entsprechender Weise

$$f_2 = \frac{b_2^2}{2(o - n')}. \text{ Aus } f_1 = f_2 \text{ folgt } \frac{b_1^2}{b_2^2} = \frac{o - n}{o - n'}.$$

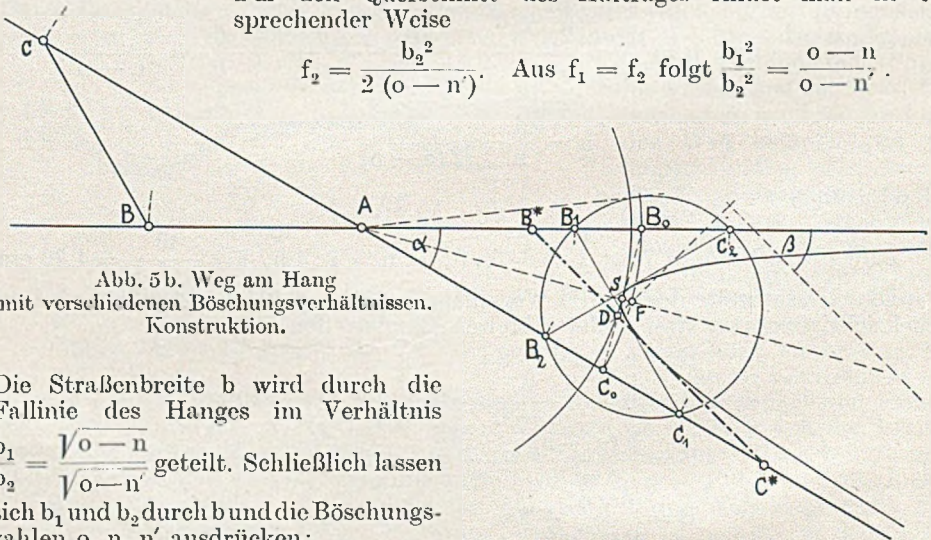


Abb. 5b. Weg am Hang
mit verschiedenen Böschungsverhältnissen.
Konstruktion.

Die Straßenbreite b wird durch die Fallinie des Hanges im Verhältnis $\frac{b_1}{b_2} = \frac{\sqrt{o-n}}{\sqrt{o-n'}}$ geteilt. Schließlich lassen sich b_1 und b_2 durch b und die Böschungszahlen o, n, n' ausdrücken:

$$b_1 = b \cdot \frac{\sqrt{o-n}}{\sqrt{o-n} + \sqrt{o-n'}}; \quad b_2 = b \cdot \frac{\sqrt{o-n'}}{\sqrt{o-n} + \sqrt{o-n'}}.$$

Zahlenbeispiel: $o = 2, n = 1, n' = 1,5, b = 8 \text{ m.}$

Ergebnis: $b_1 = 4,7 \text{ m; } b_2 = 3,3 \text{ m.}$

Die rein geometrische Lösung dieser Aufgabe führt auf eine interessante Dreiecksverwandlung.

Ein Dreieck ABC , bei dem der Winkel α fest bleiben soll, ist in ein flächengleiches Dreieck zu verwandeln, in dem die dem festen Winkel gegenüberliegende Seite eine gegebene Richtung einnehmen soll (Abb. 5b).

Denkt man sich durch Verlegen der Geraden BC nach B_1C_1, B_2C_2, \dots weitere flächengleiche Dreiecke in den Winkel gezeichnet, so gilt für alle diese Dreiecke, daß das Produkt $AB \cdot AC = AB_1 \cdot AC_1 = AB_2 \cdot AC_2 \dots$ konstant ist. Die Seiten $B_1C_1, B_2C_2 \dots$ sind Tangenten an eine Hyperbel, die die Schenkel des Winkels α zu Asymptoten hat. Der Brennpunkt F der Hyperbel liegt auf der Winkelhalbierenden von α , wobei $AF = AB_0 = AC_0$ mittlere Proportionale zwischen AB und AC ist. Diese kann nach dem Sekantentangentensatz an dem durch die symmetrisch gelegenen Punktepaare B_1C_2 und B_2C_1 gehenden Kreis ermittelt werden. B_0C_0 ist Scheiteltangente, ihr Schnittpunkt mit AF ist der Scheitel S der Hyperbel, und der Kreis um A mit AS ist Scheitelkreis. Man hat nun an die Hyperbel diejenige Tangente zu legen, die mit der Geraden AB den vorgeschriebenen Winkel β bildet. Das geschieht, indem man durch F zu der gegebenen Richtung die Senkrechte zieht. Diese schneidet den Scheitelkreis in D . Die in D auf DF errichtete Senkrechte ist die gesuchte Tangente und bildet gleichzeitig die dritte Seite des verlangten, zu ABC flächengleichen Dreiecks AB^*C^* . Das Verhältnis der Strecken AB_1 und AB^* ist gleich dem vorher rechnerisch bestimmten Verhältnis der Abschnitte b_1 und b_2 . Ist die Breite b des Weges gegeben, so hat man diese im Verhältnis $AB_1 : AB^*$ zu teilen. Aus den zeichnerisch oder rechnerisch ermittelten Größen der Querschnitte kann nun das Volumen der zu bewegendem Erdmassen bestimmt werden.

Die in den Aufgaben 3, 4 und 5 behandelten Querschnittsformen finden nur noch Anwendung bei einfachsten Weganlagen. Beim Bau von Straßen vermeidet man möglichst die Führung längs eines Hanges, weil gewachsener Boden und aufgeschütteter Boden von verschiedener Festigkeit sind; auch spielt hierbei die geologische Schichtung des Bodens eine ausschlaggebende Rolle. Auf die Anbringung von seitlichen Gräben wird nach Möglichkeit verzichtet. Der Mutterboden wird bei Neuanlagen zunächst weggeräumt und sorgfältig geschichtet, um bei der Befestigung der Böschungen Verwendung zu finden.

Bei Wegabzweigungen und Überführungen ist oft der Bau von Rampen erforderlich. Beispiele für die konstruktive Behandlung solcher Formen finden sich bei SCHEFFERS und KRAMER⁴⁾ in reicher Auswahl; hier wollen wir jedoch die Berechnung von zwei einfachen Rampen durchführen.

Aufgabe 6. Bestimme den Rauminhalt und die Größe der Böschungsflächen und der Bodenfläche einer geraden Rampe von der Breite b , die sich an eine senkrechte Mauer von der Höhe h anlehnt. Das Steigungsverhältnis der Fahrbahn sei $1 : m$, das Böschungsverhältnis $1 : n$ (Abb. 6).

Die Berechnung erfolgt in elementarer Weise, indem wir den Körper in ein Prisma (V_1) und in zwei Pyramiden (V_2) zerlegen.

$$V = V_1 + 2V_2$$

Die Länge der Rampe ist $L = m \cdot h$, die Projektion der vom obersten Punkt ausgehenden Falllinie ist $p = n \cdot h$. Für das Prisma ergibt sich

$$V_1 = \frac{h \cdot L}{2} \cdot b = \frac{m \cdot h^2}{2} \cdot b.$$

Zur Berechnung von V_2 ermitteln wir noch e , indem wir aus $\frac{e}{L} = \operatorname{tg} \alpha$ und $\frac{p}{L} = \sin \alpha$ ⁴⁾

α eliminieren, und erhalten $e = \frac{m \cdot n \cdot h}{\sqrt{m^2 - n^2}}$.

Dann ist $2V_2 = \frac{e \cdot L \cdot h}{3} = \frac{m \cdot n \cdot h}{\sqrt{m^2 - n^2}} \cdot \frac{m \cdot h^2}{3}$.

⁴⁾ Vgl. Fußnote 3; S. 43, Abb. 44: SCHEWIOR setzt offenbar $e = p = n \cdot h$.

Das Volumen der Rampe ist somit

$$(1) \quad V = \frac{m \cdot h^2 \cdot b}{2} + \frac{m^2 \cdot n \cdot h^3}{3\sqrt{m^2 - n^2}}.$$

Da im allgemeinen n gegen m verhältnismäßig klein ist, kann man n^2 gegen m^2 vernachlässigen und gelangt zu folgender Näherungsformel:

$$(1a) \quad V = \frac{m \cdot h^2 \cdot b}{2} + \frac{m \cdot n \cdot h^3}{3} = \frac{m h^2}{6} (3b + 2nh).$$

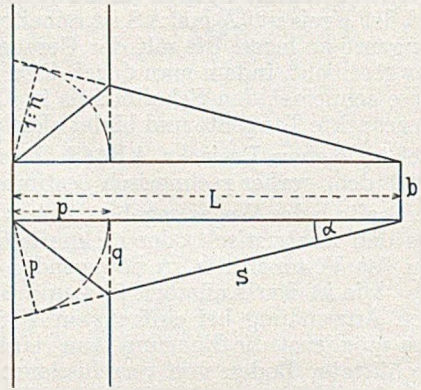
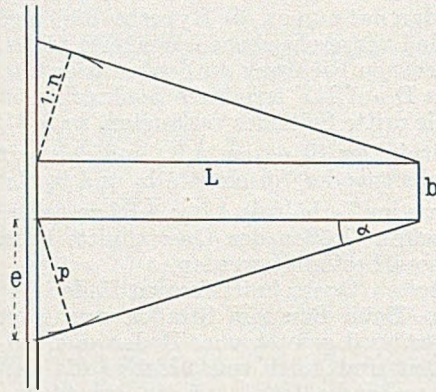
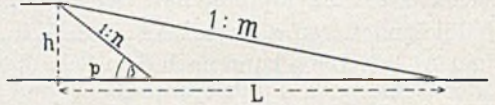
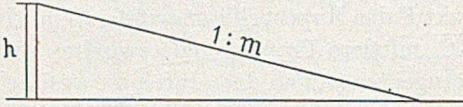


Abb. 6. Gerade Rampe,
die sich an eine senkrechte Wand anlehnt.

Abb. 7. Gerade Rampe,
die sich an einen Damm anlehnt.

Bei der Berechnung der Böschungsflächen ($2F$) geht man von der Projektion dieser Flächen auf die Grundebene aus. Bezeichnet man die Projektion einer solchen

Fläche mit F' , so ist $F' = e \cdot L$, wobei $e = \frac{n \cdot m \cdot h}{\sqrt{m^2 - n^2}}$ und $L = m \cdot h$ ist. Also

$F' = \frac{n \cdot m^2 \cdot h^2}{\sqrt{m^2 - n^2}}$. Ferner gilt $F' = F \cdot \cos \beta$, wobei β der Böschungswinkel und

$\cos \beta = \frac{n}{\sqrt{1 + n^2}}$ ist. Also wird $F = \frac{F'}{\cos \beta} = \frac{F' \cdot \sqrt{1 + n^2}}{n}$.

$$(2) \quad F = \frac{m^2 \cdot h^2 \cdot \sqrt{1 + n^2}}{\sqrt{m^2 - n^2}}.$$

Auch hier kann man n^2 gegen m^2 vernachlässigen und erhält als Näherungsformel:

$$(2a) \quad 2F = 2m \cdot h^2 \cdot \sqrt{1 + n^2}.$$

Die für die Anlage benötigte Bodenfläche ist:

$$(3) \quad B = 2F' + L \cdot b = 2 \cdot \frac{n \cdot m^2 \cdot h^2}{\sqrt{m^2 - n^2}} + m \cdot h \cdot b$$

$$\text{oder } B = 2 \cdot n \cdot m \cdot h^2 + m \cdot h \cdot b$$

$$(3a) \quad B = m \cdot h (2n \cdot h + b).$$

Zahlenbeispiel: $h = 6$ Meter, $b = 4$ Meter, $1 : m = 1 : 15$, $1 : n = 1 : 1,5$.

Nach Formel (1a) ist $V = 2700 \text{ m}^3$.

Nach Formel (2a) ist $2F = 1950 \text{ m}^2$.

Nach Formel (3a) ist $B = 1980 \text{ m}^2$.

Aufgabe 7. Bestimme den Rauminhalt und die Größe der Böschungsflächen einer geraden Rampe von der Breite b , die sich an die Böschung eines Dammes von der Höhe h anlehnt. Das Steigungsverhältnis der Rampe sei $1 : m$, das Böschungsverhältnis $1 : n$ (Abb. 7).

Die Rechnung verläuft ähnlich wie im vorigen Falle. Das Volumen der aufzuschüttenden Rampe setzt sich aus einem Prisma (V_1) und aus zwei Pyramiden (V_2) zusammen.

$$V = V_1 + 2V_2$$

Führt man für die Länge der Rampe wieder $L = m \cdot h$ und für die Projektion der Fallinie $p = n \cdot h$ ein, so ist

$$V_1 = \frac{(L-p)h}{2} \cdot b = \frac{b \cdot h^2 (m-n)}{2}$$

und

$$V_2 = \frac{h}{3} \cdot \frac{(L-p) \cdot q}{2} = \frac{h^2}{6} (m-n) q.$$

Hierin ist $q = (L-p) \operatorname{tg} \alpha$ und $\operatorname{tg} \alpha = \frac{p}{\sqrt{L^2 - p^2}}$. Also

$$q = \frac{(L-p) \cdot p}{\sqrt{L^2 - p^2}} = h \cdot \frac{(m-n) \cdot n}{\sqrt{m^2 - n^2}}.$$

Für die Wurzel des Nenners kann man näherungsweise m setzen, da n^2 gegen m^2 zu vernachlässigen ist. Dann ist

$$V_2 = \frac{h^3}{6} \cdot \frac{(m-n)^2 \cdot n}{m}.$$

Zu demselben Ergebnis gelangt man auch, wenn man für q von vornherein die nur näherungsweise gültige Proportion $\frac{q}{L-p} = \frac{p}{L}$ ansetzt. Für das Volumen der Rampe ergibt sich schließlich:

$$V = \frac{b \cdot h^2 (m-n)}{2} + \frac{h^3}{3} \cdot \frac{(m-n)^2 \cdot n}{m} \quad \text{oder}$$

$$(4) \quad V = \frac{h^2}{6} (m-n) \cdot \left(3b + 2n \cdot h \frac{m-n}{m} \right).$$

Die Größe der Böschungsflächen ($2F$) ermitteln wir aus dem Flächeninhalt ihrer Projektion ($2F'$) auf die Grundfläche (Abb. 7). Wir finden

$$F' = \frac{s \cdot p}{2} \quad \text{und} \quad \frac{L-p}{s} = \cos \alpha.$$

Dabei ist $\cos \alpha = \frac{\sqrt{L^2 - p^2}}{L} = \frac{\sqrt{m^2 - n^2}}{m}$, also ist $s = \frac{(L-p) \cdot m}{\sqrt{m^2 - n^2}} = \frac{h \cdot (m-n) \cdot m}{\sqrt{m^2 - n^2}}$

oder annäherungsweise $s = h \cdot (m-n)$. Beachtet man, daß $p = n \cdot h$ ist, so wird

$$F' = \frac{h^2 (m-n) \cdot n}{2}.$$

Der weitere Gang der Rechnung verläuft wie bei Aufg. 6.

$$F = \frac{F'}{\cos \beta}, \quad \cos \beta = \frac{n}{\sqrt{1+n^2}},$$

$$F = \frac{h^2 (m-n) \cdot \sqrt{1+n^2}}{2},$$

$$(5) \quad 2F = h^2 (m-n) \cdot \sqrt{1+n^2}.$$

Zahlenbeispiel: $h = 4$ Meter; $b = 5$ Meter; $1 : m = 1 : 20$; $1 : n = 1 : 1,5$.

Nach Formel (4) ist $V = 1290 \text{ m}^3$.

Nach Formel (5) ist $2F = 533 \text{ m}^2$.

Der Praktiker benutzt für die Bestimmung von Querschnittsflächen Tabellen und zur Berechnung von Rampen fertige Formeln³⁾. Hier kam es uns darauf an, zu zeigen, wie man solche Formeln gewinnen kann; dabei wird man besonderen Wert auf den Übergang zu Näherungsformeln legen.

Bei den bisherigen Ausführungen handelte es sich, abgesehen von Aufgabe 1 und 2, um ebenflächlich begrenzte Körper; das Gelände wurde entweder als horizontale oder geneigte Ebene aufgefaßt. Im folgenden soll die Anlage eines Weges in einem beliebigen Gelände untersucht werden.

Aufgabe 8. In einem durch einen Schichtlinienplan gegebenen Gelände ist ein gerader Weg von gegebener Richtung, Breite und Steigung anzulegen (Abb. 8).

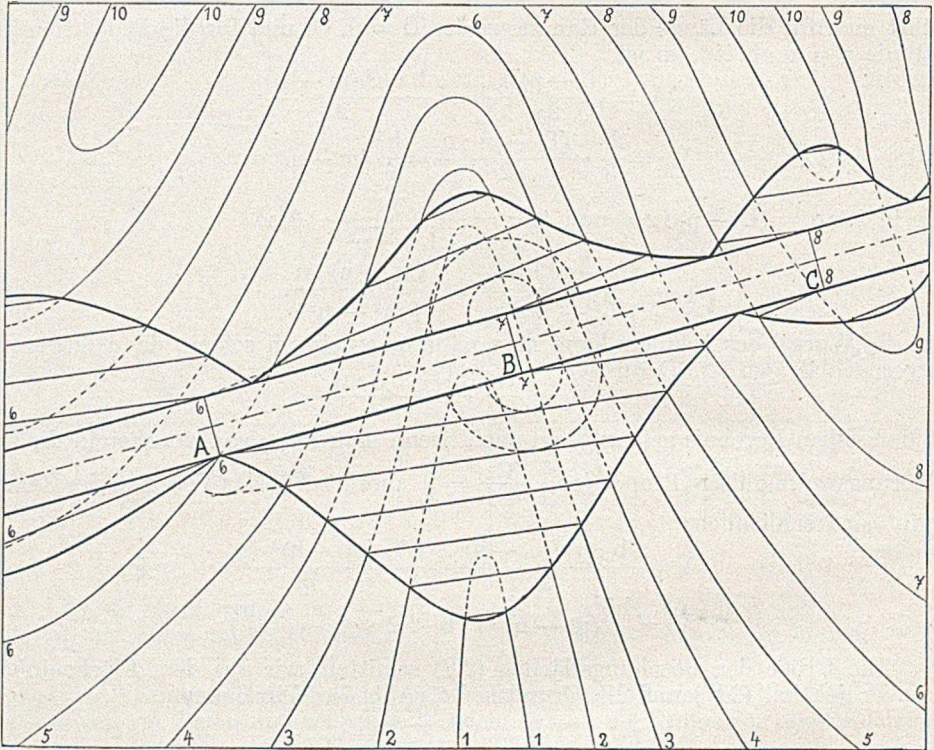


Abb. 8. Weg mit Steigung in einem beliebigen Gelände.

Der Weg habe an der Stelle A mit dem Gelände gleiche Höhenlage, ferner sei das Böschungsverhältnis bekannt. Die Schnittlinien der Böschungsflächen mit dem Gelände sind zu konstruieren.

Man legt zunächst die Wegachse der Richtung und Höhe nach fest. Sie hat bei A die Höhe 6, bei B die Höhe 7 und bei C die Höhe 8. Die Wegränder haben an den entsprechenden Stellen dieselbe Höhenlage. Die Böschungsflächen der Wegbegrenzungen sind Ebenen, ihre Schichtlinien zueinander parallele Geraden. Um diese zu konstruieren, bestimmt man aus dem gegebenen Böschungsverhältnis den Radius r des Böschungskegels, der zur Höhe 1 gehört. Man zeichnet nun z. B. um B den Kreis mit r und legt an ihn von A die Tangente; diese stellt in der Böschungsfläche die Schichtlinie der Höhe 6 dar. Die weiteren Schichtlinien sind zu der zuerst konstruierten parallel und haben voneinander den Abstand r . Bringt man die gleichkotierte Schichtlinien der Böschungsflächen mit denen des Geländes zum Schnitt, so bestimmen die erhaltenen Schnittpunkte den Verlauf der Schnittkurve der Böschungsflächen mit dem Gelände. Abb. 8 zeigt in der Mitte die Böschungsflächen eines Dammes und daneben die zweier Einschnitte.

Die Verallgemeinerung der Aufgabe 8 auf den Fall, daß der Weg nicht geradlinig verläuft, macht prinzipiell keine Schwierigkeiten. Weitere Beispiele über die Aufschüttung eines Dammes findet man bei ROTHE⁵⁾.

⁵⁾ Vgl. Fußnote 2. § 71 und § 74.

Nachdem so die Grundtatsachen erarbeitet worden sind, kann man daran gehen, Fragen des modernen Straßenbaues, insonderheit der Reichsautobahnen, zu erörtern. Eine Zusammenstellung über die Gestaltung und Baudurchführung dieses gewaltigsten Bauvorhabens des neuen Deutschland findet man in der Broschüre „Die Reichsautobahnen“⁶⁾. Über die Fortschritte der Arbeiten berichtet laufend die Zeitschrift „Die Straße“⁷⁾. Nachdem die Teilnehmer der Arbeitsgemeinschaft einen Überblick über den Gesamtplan und den Stand der Bauarbeiten gewonnen haben, kann man sich den Fragen der Trassierung zuwenden, die sich für eine Behandlung in einer mathematischen Arbeitsgemeinschaft in erster Linie eignen.

Zunächst seien hier einige Maße und Grundsätze mitgeteilt. Die Gesamtbreite der Reichsautobahn beträgt 24 m. Die beiden Fahrbahnen haben eine Breite von je 7,50 m und sind durch einen 5 m breiten Grünstreifen voneinander getrennt. Die Böschungsneigungen betragen bei Dämmen 1 : 1,5, in Einschnitten 1 : 2. Die Fahrbahnen haben in der Geraden ein nach außen gerichtetes Quergefälle von $1\frac{1}{2}\%$.

Um die Autobahnen den natürlichen Geländeformen anzupassen, hat man die Autobahnstrecken je nach Kuppenausrundung, Senkenausrundung, Krümmungsradius und zulässiger Steigung in drei Ausbauklassen eingeteilt⁸⁾. Der kleinste anzuwendende Krümmungshalbmesser ist $R = 600$ m (in Ausnahmefällen 300 m).

Während bei Eisenbahnanlagen⁹⁾ zwischen der Geraden und der kreisförmigen Krümmung ein Übergangsbogen eingelegt wird, führt man die Krümmungen der Autobahnen ohne Übergangsbogen aus, wenn ihr Krümmungsradius > 600 m ist. Die Fahrbahnen erhalten in den Krümmungen eine Querneigung nach der Krümmungsinneseite, die mindestens 2 % und höchstens 8 % betragen soll und am Bogenanfang erreicht sein muß. Beim Übergang aus der Geraden in eine Kurve ist daher eine Anrampung der Krümmungsaußenseite notwendig, die bereits in der Geraden mit einer Anrampungneigung von 1 : 200 ausgeführt wird. Da die Fahrbahnen in der Geraden ein Quergefälle nach außen von $1\frac{1}{2}\%$ aufweisen, muß die äußere Bahn eine entsprechend längere Anrampung erfahren als die innere Bahn.

(Schluß folgt.)

Josef Loschmidt.

Ein Lebensbild von Karl Lichtenecker in Reichenberg¹⁾.

Der Name JOSEF LOSCHMIDT ist weltbekannt und unvergänglich geworden durch seine Berechnung der Größe und der Zahl der Moleküle in Gasen. Die Unvergänglichkeit seines Namens ist dadurch anerkannt und gewährleistet, daß eine der ganz wenigen Naturkonstanten seinen Namen trägt, nämlich die Loschmidt'sche Zahl. Sie gibt an, wieviel Moleküle in 2 g Wasserstoff, in 32 g Sauerstoff, allgemein gesprochen, wieviel Moleküle in einem Mol eines beliebigen Gases enthalten sind. Es sind dies, wie in dem aufgeschlagenen Buche auf der Gedenktafel am Geburtshause verzeichnet steht, $6 \cdot 10^{23}$, also fast eine Billion Billionen.

Wie hat LOSCHMIDT es nun vermocht, diese Teilchen zu zählen, zu messen und zu wägen, die keines Menschen Auge je gesehen hat und schon wegen des Baues

⁶⁾ Die Reichsautobahnen. Grundsätzliches über Gestaltung und Baudurchführung, 1936. Volk und Reich Verlag, Berlin. (Neuaufgabe inzwischen erschienen.)

⁷⁾ Die Straße. Die Autobahn. Herausgegeben vom Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen.

⁸⁾ H. WEGELE, Die Linienführung der Eisenbahnen (Götschen 623).

¹⁾ Dieses Lebensbild ist nach einer Rede gestaltet, die der Verfasser in Putschirn bei Karlsbad im Sudetengau am Geburtshause LOSCHMIDTS im Auftrage der Deutschen wissenschaftlichen Gesellschaft zu Reichenberg gehalten hat. Zur Enthüllung der in Kupfer getriebenen Gedenktafel, für welche die genannte Gesellschaft die Mittel gewidmet hatte, war die heimat-treue Bevölkerung des Egerlandes, vor allem aber auch die studierende Jugend aus Karlsbad und Eger herbeigeeilt, um einen ihrer Größten zu ehren. Es kam daher nicht auf eine wissenschaftlich kritische Würdigung von Einzelheiten und schon gar nicht auf Vollständigkeit der Leistungen und Verdienste an, sondern auf eine möglichst klare und eindringliche Darstellung von Lebensleistung und Charakter. Wie dieser Charakter aus dem Kinde des Volkes den bahnbrechenden Forscher formte, war volksnah und lebendig zu gestalten.

unseres Auges nie wird sehen können? Die Einzelheiten einer solchen Forschertat können und sollen in der Schule nicht dargelegt werden; was aber angestrebt und erreicht werden muß, ist, den Grundgedanken klarzulegen, der LOSCHMIDTS säkularer Leistung zugrunde liegt. Ein großer englischer Naturforscher hat einmal mit vollem Recht gesagt: Wenn eine Wahrheit groß und echt ist, so muß sie sich auch in einfacher, allgemein verständlicher Form aussprechen lassen. Wir wollen das im folgenden mit lebendiger Anschaulichkeit, wirklich ohne jede Rechnung versuchen! Ein Landmesser beobachte mit seinem Vermessungsfernrohr in der Ferne jenseits eines Flusses oder jenseits einer unüberschreitbaren Staatsgrenze einen Straßenbau. Er kann durch sein Fernglas das Anrollen der Lastautos irgendeiner ihm bekannten Fabriktype beobachten, die Steinwürfel zum Pflastern der Straße herbeischaffen. Er kann auch das Fortschreiten der Pflasterung von seinem Standorte aus beobachten und aus der bekannten Straßenbreite und aus der Länge der gepflasterten Strecke, die er nach den Regeln der Feldmessung bestimmen kann, die täglich bepflasterte Fläche berechnen.

Kann nun unser Mann aus diesen ihm zur Verfügung stehenden Beobachtungen sagen, wie groß die Pflasterwürfel sind und wieviele jedesmal auf einem vollgeladenen Wagen liegen? Das ist offenbar möglich, sogar sehr leicht, und zwar auch dann, wenn der Ort, wo der Straßenbau vor sich geht, so weit entfernt ist, daß die einzelnen Pflastersteine selbst durch das Fernrohr überhaupt nicht erkannt werden können. Nehmen wir an, es handle sich bei der verwendeten Lastwagenart um sogenannte Dreitonner, dann wird der Wagen bei Kalkstein ziemlich genau einen Raummeter Gestein (Würfel von 1 m Kantenlänge) laden können. Dieser würfelförmige Felsblock von 1 m Kante bedeckt 1 qm Bodenfläche. Mache ich aus dem Würfel 8 kleine Würfel von $\frac{1}{2}$ m Kante und lege sie in einer Schicht auf den Boden auf, so bedeckt diese Gesteinsmasse jetzt nicht 1, sondern 2 qm Fläche. Hätte ich den Würfel in kleinere Würfel von $\frac{1}{3}$ m Kante zerhackt, so hätte ich 27 Würfel erhalten und hätte mit ihnen 3 qm Fläche pflastern können und so fort.

Je kleiner die Würfel sind, desto größer ist die Fläche, die mit einer Wagenladung von bestimmtem Gesamtgewicht bedeckt, gepflastert werden kann. Beobachtet unser Landmesser nun etwa, daß auf jedes anrollende Lastauto (Dreitonner) ein Flächenzuwachs des Pflasters um 20 qm entfällt, so schließt er daraus, daß die verwendeten Pflasterwürfel eine Kante besitzen, die der 20. Teil eines Meters, also 5 cm groß ist. Dann weiß er aber auch sofort, wieviel Pflasterwürfel jedesmal auf dem Lastkraftwagen liegen, nämlich $20 \cdot 20 \cdot 20 = 8000!$ Er hat also die Größe der Würfel, die er einzeln gar nicht sehen konnte, gemessen und ihre Zahl abgezählt!

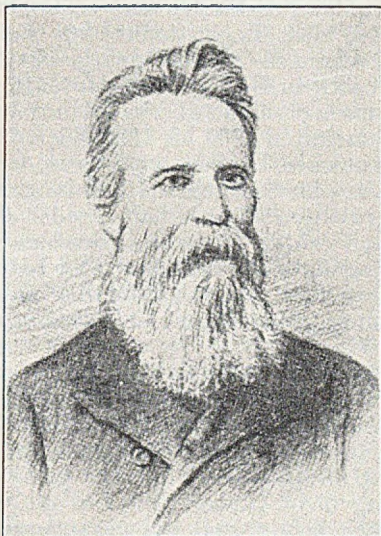
LOSCHMIDT sagte sich: ich brauche nur die Gesamtgröße aller Moleküle zu kennen, die in irgendeinem bestimmten Raume, z. B. in einem Liter enthalten sind, und außerdem die Größe der Fläche, die sie bedecken würden, wenn ich sie in einer Schicht ausbreiten könnte, um Zahl und Größe der Moleküle zu bestimmen. Auch hier war sein Weg ebenso einfach als genial und kühn. Das Gesamtvolumen der Moleküle eines Gases, sagte sich LOSCHMIDT, finde ich, wenn ich das Gas zur Verflüssigung zwingen. Flüssigkeiten sind ja nahezu unzusammendrückbar, im fließenden Zustand kann also zwischen den einzelnen Molekülen ein irgendwie beachtlicher Abstand nicht mehr bestehen. Die Stirnfläche aber, die die Moleküle bedecken, kann ich daraus bestimmen, wie rasch die Teilchen eines anderen Gases in das untersuchte Gas, z. B. in Luft, eindringen oder diffundieren. Man braucht nur an die Verbreitung des Geruchs ausströmenden Leuchtgas zu denken, das sich in die umgebende Luft verbreitet oder diffundiert. Je kleiner die Gesamtstirnfläche unserer Luftmoleküle ist, die sie einem eindringenden Leuchtgasmolekül darbieten, desto tiefer kann es eindringen, ehe es an ein Luftteilchen stößt und durch den elastischen Anprall wieder in der entgegengesetzten Richtung herausbefördert wird, desto rascher also diffundiert das Gas in die Luft.

So hat LOSCHMIDT aus dem Verflüssigungsvolumen als dem Gesamtvolumen der Luftmoleküle und aus der Diffusionsgeschwindigkeit als Maß der von den Molekülen dargebotenen Stirnfläche Größe und Zahl der Moleküle bestimmt; alles andere ist Fachhandwerk des Physikers. Diese Großtat gelang ihm zu einer Zeit, wo er zwar schon längst das 40. Lebensjahr überschritten, aber weder irdische Güter noch

irgendeine Stellung oder ein Amt zu erwerben verstanden hatte. Wie leicht hätte da seine Leistung unbeachtet bleiben und später von einem mehr oder weniger findigen Finder aufgegriffen und für sich ausgenützt werden können! Daß von alledem nichts geschah, daß für den außerordentlichen Menschen auch ein außerordentlicher Weg ausfindig gemacht wurde, der ihn und sein Wirken auf den berufenen Leuchter stellte, zum Wohle der Gesamtheit und zum Nutzen der Forschung, ist ein Ruhmesblatt der damaligen Wiener Physikerschule.

JOSEF LOSCHMIDT war wahrlich nicht mit irdischen Gütern gesegnet. Als Junge lief er über die Dorfwiesen, die Gänse zu hüten und Handreichungen zu tun in der winzigen Bauernwirtschaft der Eltern. Ein kluger Lehrer und ein wohlmeinender Seelsorger ermöglichten den Besuch der „lateinischen Schule“. Als LOSCHMIDT dann aber die Philosophie wählte an der Prager alma mater statt der Gottesgelahrtheit, da war es auch mit dem bescheidenen Unterkommen aus, und er mußte sich seinen

Unterhalt mühsam genug während der Studienzeit nebenher durch Stundengeben und durch Vorlesen im Hause eines augenleidenden Prager Hochschulprofessors erwerben. Eine neue Zeit des Ringens und Entbehrens begann, als LOSCHMIDT, unbefriedigt vom Philosophiestudium, sich tapfer den Naturwissenschaften zuwandte und an die



Bildnis Loschmidts aus seiner letzten Zeit.

Wiener Hohe Schule ging. An Fleiß fehlte es nicht, von Befähigung nicht zu reden. Die strengen Prüfungen wurden abgelegt, aber die Doktorpromotion fand niemals statt. Wir werden wohl kaum fehlgehen, wenn wir den Grund in der Kostenfrage, in der für LOSCHMIDTS Beutel unerschwinglichen Promotionstaxe vermuten. Nun folgen lange Wanderjahre, nicht ohne Fehlschläge und Enttäuschungen und Bitternisse. Um seine physikalisch-chemischen Erkenntnisse und Forschungen in die lebendige Wirk-

Wer es versteht, wie Lenard in seinem herrlichen Buche „Große Naturforscher“ sagt, in den Gesichtern der Großen zu lesen, der wird auch in diesem schlichten, unvollkommenen Bild einen Abglanz nicht bloß seines klaren Geistes, sondern ebenso auch seines grundgütigen und uneigennütigen Wesens erkennen.

lichkeit umzusetzen, finden wir ihn als Mitarbeiter, Mitbesitzer und Leiter einer von ihm neugegründeten chemischen Fabriksunternehmung. Der dauernde wirtschaftliche Erfolg blieb dem wohl mehr auf die wissenschaftliche als auf die lukrative Seite Eingestellten versagt. Da suchte der Abgekämpfte ein Unterkommen, das für einen Mann seiner schöpferischen Anlagen einen schweren Verzicht bedeutete: er wurde Lehrer an einer Mittelschule. Er erbat und erhielt die Erlaubnis, nebenbei am physikalischen Institut der Universität Wien experimentell arbeiten zu dürfen. Jetzt endlich fiel der Strahl eines gnädigen Geschicks auf den Weg des Schwergeprüften. An der Universität Wien war inzwischen STEFAN Vorstand des physikalischen Universitätsinstitutes geworden, ein Bauernsohn gleich wie LOSCHMIDT, aber ungleich ihm vom äußeren Erfolge begünstigt wie selten einer. STEFAN war schon mit 29 Jahren ordentlicher Professor, hochberühmt und in der ganzen Fachwelt anerkannt durch das von ihm entdeckte Strahlungsgesetz der Wärme. Dieser Sohn eines Kärtner Kleinbauern erkannte in dem 14 Jahre älteren Bauernsprössen aus dem Egerlande nicht nur den Funken ebenbürtigen Genies und faustischen Strebens, sondern er ließ der Erkenntnis auch die Tat folgen und zog mit seinen starken Armen LOSCHMIDT zu sich heran. Der Protektionslose, den niemand in Wien kannte, der nicht einmal den Doktorgrad aufzuweisen hatte,

wurde auf STEFANS Antrag Dozent an der Universität und gleich darauf Mitglied der Akademie der Wissenschaften. Inzwischen war LOSCHMIDTs weltbewegende Leistung getan, und die Universität Wien erteilte ihm endlich die Doktorwürde ehrenhalber. Der Weg zum außerordentlichen und ordentlichen Professor an der Universität Wien war damit für LOSCHMIDT frei. LOSCHMIDT und STEFAN aber verband bis zu ihrem Ende eine für die Naturforschung segensreiche, werktätige Freundschaft. Es waren die Jahre, in denen neben LOSCHMIDT und STEFAN als der jüngste, aber wohl der größte der drei, L. BOLTZMANN, in Wien wirkte. Auf der Grundlage des STEFANSchen Strahlungsgesetzes und der LOSCHMIDTschen Leistung, die die kinetische Gastheorie und Molekulartheorie vom Range einer Arbeitshypothese zum gesicherten Besitz wissenschaftlicher Erkenntnis erhoben und der weiteren Verwendung zugänglich gemacht hat, entwickelte BOLTZMANN die Wärmetheorie aus den Verteilungszuständen der von LOSCHMIDT berechneten Moleküle (Entropie proportional dem Logarithmus der Wahrscheinlichkeit des Verteilungszustandes). Damit waren die Grundlagen geschaffen, auf denen der größte lebende Physiker, MAX PLANK in Berlin, die Quantentheorie und damit die heute geltende Physik und Naturwissenschaft überhaupt neu begründen konnte. So war in den gesegneten drei Jahrzehnten 1860 bis 1890 Wien der Brennpunkt der Naturforschung nicht bloß in deutschen Landen, sondern in der ganzen Welt. Wenig hat man darüber in Wien, bei uns im Sudetenland und im ganzen damaligen Österreich gewußt, und diese hochverdienten Männer haben selbst nicht viel Aufsehen davon gemacht, sondern sich nach echter deutscher Forscherart mit der Freude an der Arbeit und der Leistung begnügt. Wir Heutigen aber haben die Pflicht, dieser Tatsachen eingedenk zu bleiben und sie auch öffentlich zu bekennen und zu lehren, als Dankeschuld den Dahingegangenen und als Mahnung und Ansporn den Heraufkommenden.

Dieser Gedanke möge den Abschluß meines Berichtes bilden. Viel hat LOSCHMIDT noch gearbeitet, manches Wertvolle experimentell und theoretisch geleistet, was an dieser Stelle aufzuzählen zu weit führen würde. Wo ihm die Palme des Erfolges versagt blieb, lag es oft nicht an ihm, sondern an den nicht hinreichend entwickelten technischen Hilfsmitteln, die ihn die genial und richtig erahnte und gesuchte neue Erscheinung nicht finden ließ. Das gilt, wie ich aus dem Munde eines inzwischen leider auch bereits von uns gegangenen Augenzeugen weiß, insbesondere von LOSCHMIDTs Raketenversuchen, denen er die letzten Jahre widmete, bis ein größerer Zündschlag in dem ihm als Altenteil zugewiesenen Laboratorium diesen Arbeiten ein vorzeitiges Ziel setzte. Daß selbst LOSCHMIDT technische Schwierigkeiten, die auch jetzt noch nicht überwunden sind, nicht meistern konnte, ist für uns heute selbstverständlich. Erstaunlich bleibt die Einsicht und die Kraft des Glaubens an die Zukunft der reinen Rückstoßkraft als Triebmittel der Raumschiffahrt. Bis in sein hohes Alter blieb er ein unermüdlicher, klarer Denker und Forscher, ein gütiger, liebenswerter Mensch, ein Freund und Förderer seiner Hörer und Schüler, unter denen er begehrteste Verehrer hatte.

Nachwort.

Die Angaben über die persönlichen Verhältnisse und Schicksale weiland Professor LOSCHMIDTs fußen in erster Reihe auf dem Aufsätze, den GUSTAV JÄGER, o. ö. Professor der Physik an der Wiener Universität, für die „Sudetendeutschen Lebensbilder“, Verlag Gebrüder Stiepel 1926, verfaßt hat. Der Herausgeber dieses Werkes, ERICH GIERACH, München, hatte als Präsident der Deutschen wissenschaftlichen Gesellschaft in Reichenberg einen Hauptanteil an der Ehrung LOSCHMIDTs in seinem Geburtsorte.

Putschirn ist eine Dorfgemeinde im jetzigen Regierungs-Bezirk Karlsbad in Westböhmen. Dort stand das Geburtshaus LOSCHMIDTs, ein kleines Bauernhäuschen, von ihm selbst niedrigerissen und durch ein stattliches, einstöckiges Haus ersetzt. Hier hat LOSCHMIDT, wenn er nicht im benachbarten Karlsbad zur Kur weilte, seine Ferienzeit und die Jahre seines Ruhestandes verbracht, das tiefe Wort erfüllend:

„Nescio, qua natale solum dulcedine cunctos
Ducit et immemores non sinit esse sui.“

Die Metallfrage im Vierjahresplan.

Von ERNST GOERGES, Frankfurt a. M.

Die Rolle des Werkstoffes ist in der Kulturgeschichte durch die Namen Stein-, Bronze- und Eisenzeit gekennzeichnet. Die Wahl des Metalles ist keine zufällige, sie ist nicht gegeben durch Erzfunde, sondern durch die Möglichkeit, aus Erzen Metalle zu isolieren und sie technisch zu verarbeiten. Daher ist das leichter schmelzbare und mit Zink oder Zinn besser zu verarbeitende Kupfer eher in den Kulturbereich getreten als das Eisen. Dieses ist erst im 19. Jahrhundert als Werkmetall führend geworden, besonders seit man gelernt hat, Flußstahl zu erzeugen.

Wir können uns heute die Metalle nicht mehr aus der Kultur fortdenken. Daher sind auch die Kulturländer die Hauptverbraucher, sie haben ihre eigenen Lagerstätten schon stark abgebaut und beuten nun die der auf geringerer Höhe stehenden Völker aus. Bolivien führt 93 %, Chile und Mexiko 50 % seiner Erze aus; Chile verbraucht noch nicht 1 % seiner Kupferförderung selbst, Mexiko besitzt kaum 1 % seiner Erzgruben. Nordischer Geist ist hier in der Technik führend.

Wehrmacht, Wirtschaft und Verkehr verbrauchen gewaltige Mengen von Metall jeder Art. Die Technik richtet sich heute nicht mehr nach dem Rohstoff wie in der Eisen- und Bronzezeit, sondern sie stellt Anforderungen an ein Werkzeug und schafft den dazugehörigen Werkstoff. Die Metalle gestatten hier ein weitgehendes Variieren. Als Grundmetalle kommen hauptsächlich in Frage Eisen, Kupfer, Zink, Blei, Aluminium, Magnesium und Zinn. Die anderen Metalle wie Nickel, Chrom, Molybdän, Wolfram und andere treten als Veredler hinzu und ermöglichen durch mehr oder minder große Zusätze die gewünschte Legierung.

Bodenschätze in Gestalt von Erzen allein genügen nicht zum Aufbau einer Metallwirtschaft; diese ist von mehreren Faktoren abhängig. Der erste ist das Vorhandensein von Kohle, Zuschlägen, elektrischer Energie. Sodann müssen die Lagerstätten dem Verkehr erschlossen sein, geschulte Arbeitskräfte im Bergbau, der Metallverhüttung und Metallverarbeitung sind nötig. Das ist aber in keinem Land der Welt vereint. Die Bedeutung der Metalle für Wirtschaft und Wehr ist im Weltkrieg schlagartig erkannt worden. Rohstoffe wie Wolle und Kautschuk wachsen immer wieder nach, Metalle sind einmalig, Erze bilden sich nicht wieder neu. Krieg bedeutet ungeheure Steigerung des Verbrauches und Erzeugung um jeden Preis, Raubbau, Vernichtung oder langdauernde Schädigung von Lagerstätten. Wenn schon im Frieden ein Teil der Metalle durch Abschleifen, Rost und anderes unwiderbringlich verloren geht, dann bedeutet der Krieg durch seine Materialschlachten eine Zerstreuung von Metallen im Großen.

Schon vor dem Weltkrieg hat es in den Hauptkulturländern nicht genügend Erze zur Verarbeitung gegeben. Der Welthandel beruht nun einmal auf Gegenseitigkeit, die sich darin äußert, daß erzeiche Länder ohne Industrie ausführen und dafür Fertigwaren von Industrieländern empfangen. Deutschland ist eine große Werkstätte, in welche die anderen Länder ihre Rohstoffe schicken, um dafür Fertigwaren zu erhalten. Durch den Weltkrieg ist der Welthandel gestört worden, gegenseitiges Mißtrauen, Furcht vor neuen Kriegen, Währungsschwierigkeiten erschweren die Zusammenarbeit der Kulturländer. Alle Völker haben heute Sorgen um den Rohstoff Metall, weil sie wissen, daß Metallbesitz Macht verleiht. An Stelle des politischen Imperialismus tritt der Rohstoffimperialismus, der die wichtigsten Rohstoffe in seine Hand zu bekommen sucht. Die Kulturvölker suchen ihre Versorgungslage dadurch zu festigen, daß einmal Erzlager gesichert oder Lieferungen mit erzeichen Ländern abgeschlossen werden, ferner daß Raubbau der Lagerstätten verhindert wird, conservation nennen es die Amerikaner, daß man sparsamer als bisher mit Metallen umgeht, sie womöglich hortet. Manche Metalle sind monopolartig in der Hand einzelner Länder, z. B. Nickel (Kanada), Zinn (Bolivien, Hinterindien). Das bedeutet insofern eine Gefahr, als dadurch Preise diktiert, Zufuhr gesperrt und Druckmittel in der Politik angewandt werden können.

Deutschland befindet sich betreffs der Metallversorgung in einer besonders schweren Lage. Wir sind nur in den Rohstoffen Kohle und Kali unabhängig. Daher geht unser Streben dahin, uns in Wirtschaft und Wehr vom Ausland zu befreien.

Darum ist der Sinn des Vierjahresplanes: Alle technischen und wirtschaftlichen Kräfte des Volkes müssen mit dem Ziel eingesetzt werden: Selbstgenügsamkeit und Unabhängigkeit, daß kein politischer Gegner aus unserer Lage einen Vorteil ziehen kann. Der Vierjahresplan legt uns daher rationelle Wirtschaft auf und trifft folgende Maßnahmen:

1. Unsere Bodenschätze werden besser ausgenutzt, der deutsche Boden wird nach neuen Erzvorkommen untersucht.
2. Durch neue Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren stellen wir uns auf geringwertige Erze ein.
3. Wir sorgen für einen gut abwickelbaren Kreislauf der Metalle, d. h. für umfassende Bewirtschaftung des Altmaterials.
4. Die Korrosion (Verrottung) der Metalle wird stärker als bisher durch Oberflächenschutz und korrosionsfeste Legierungen bekämpft.
5. Wir stellen uns im Verbrauch der Metalle dahin um, daß für besonders devisenfordernde andere devisensparende Metalle und auch andere Werkstoffe herangezogen werden.

1. Ausnutzung der Bodenschätze.

1. Bergwerkserzeugung der Welt (nach Metallinhalt in 1000 t):

Jahr	Al	Pb	Cu	Zn	Sn	Ni
1937.	3653,4	1858,5	2288,6	1824,4	209,4	119,2
1936.	2833,5	1481	1694	1691	183,7	92,4
1935.	1784,4	1368,6	1467	1514	142	77,3
1932.	977	1191	896,8	923	100	21,9
1929.	1869	1687,8	1948,4	1702,5	195,7	58,1

2. Welterzeugung von Metallen in 1000 t:

Jahr	Al	Pb	Cu	Zn	Sn	Cd
1937.	490,6	1691,7	2257,1	1635,2	205,4	3,7
1936.	365,7	1468,7	1670,5	1477	186,4	3,25
1935.	258,4	1373	1453,4	1337	148	2,8
1932.	153,6	1148,8	911,2	783,3	100,7	0,865
1929.	282	1750,6	1894,8	1457,4	195,4	1,79

3. Weltverbrauch von Metallen in 1000 t:

Jahr	Al	Pb	Cu	Zn	Sn
1937.	501,7	1722	2062	1595,4	191,9
1936.	399,3	1579,2	1784,4	1513,5	174,1
1935.	305,3	1456	1526,3	1375,8	161,5
1932.	139,7	1103	903,7	836,6	116,7
1929.	276	1703	1761	1440,3	184,2
1900.	7,3	871,3	512,7	478,8	81,6

4. Weltverbrauch in Volumeneinheiten. Vol. in 1000 cbm:

Metall	spez. Gewicht	1900	%	1937	%
Al.	2,7	3	1	186	23
Pb	11,4	76	35	151	18
Cu	8,9	58	27	232	28
Zn	6,9	69	32	231	28
Sn	7,3	11	5	26	3
		217	100	826	100

Aus statistischen Zusammenstellungen der Metallgesellschaft AG. 39. Jahrgang, Frankfurt a. M. 1938, zum Teil abgerundet.

Weltverbrauch in % der Zahlen von 1929:

Jahr	Al	Cu	Zn	Sn	Pb
1937.	182	121	111	104	101
1936.	145	106	105	95	93
1932.	51	55	58	63	65
1929.	100	100	100	100	100

Metallverbrauch auf den Kopf der Bevölkerung:

	1900	1937	1937 in % von 1900
Bevölkerung der Erde in Mill.	1482,7	2116	143
Verbrauch von Al, Cu, Pb, Zn, Sn			
in 1000 t.	1947,7	6073	312
in 1000 cbm	217	826	381
pro Kopf in kg.	1,3	2,9	223
„ „ „ ccm	147	390	265

Eisenversorgung der Welt in Mill. t:

	1937	1936	1935	1932	1929	1913	1900
Welterzförderung	215	172,8	139,4	76,6	199	177,3	92
Weltroheisenerzeugung	105	91,2	73,3	39,7	98,8	80	41
Weltstahlerzeugung	136	124	98,2	51	122	76,5	28,8

Aus den Tabellen ist ein gewaltiger Anstieg des Metallverbrauches zu erschen. Besonders stark ist die Aluminiumerzeugung und der Verbrauch emporgeschwollen, der Kupferverbrauch hat sich seit 1900 fast vervierfacht. Ein Vergleich der Verbrauchsvolumina ergibt, daß der Aluminiumverbrauch nur noch von dem des Kupfers und Zinks übertroffen wird, also an dritter Stelle steht. Im Jahre 1937 ist der Hochstand des Konjunkturjahres 1929 übertroffen, bei Blei und Zinn nur in geringem Maße, weil diese Metalle weniger Konjunkturschwankungen unterworfen sind, und weil sie im Gebrauch zugunsten des Aluminiums jetzt zurücktreten. In dem Krisenjahr 1932 ist der Weltverbrauch auf 58 % des Jahres 1929 gesunken und ist 1937 auf 115 % von 1929 angestiegen. Nur Amerika hat mit 84 % den Stand von 1929 nicht wieder erreicht, während der asiatische Großraum ihn mit 226 % überschritten hat. Das kontinentale Europa liegt mit 118 % gegenüber 1929 über dem Weltdurchschnitt, das britische Imperium sogar mit 144 %. In Europa liegen 1937 nur Frankreich, Belgien, Österreich und Spanien unter dem Durchschnitt, die anderen Länder verzeichnen einen wesentlich stärkeren Verbrauch als 1929.

Metallverbrauch auf den Kopf der Bevölkerung

in den wichtigsten Verbrauchsgebieten im Jahre 1937 in kg pro Kopf der Bevölkerung:

	Al	Pb	Cu	Zn	Sn
Deutschland	1,95	3,33	5,09	3,37	0,25
Frankreich	0,67	2,32	2,96	2,1	0,21
England	1,06	7,5	7,35	4,97	0,59
USA	1,18	3,84	6,11	3,99	0,63
Rußland	0,34	0,57	0,97	0,42	0,074
Japan	0,22	1,21	1,91	0,91	0,091
Kanada	0,68	1,9	4,99	1,45	0,24
Italien	0,61	1,16	2,15	0,88	0,1
Schweden	0,72	3,06	8,14	2,44	0,3
Belgien	0,37	6	4,44	12	0,18
Holland	0,05	2,75	0,95	1,46	0,18

Der Spitzenverbrauch an Aluminium in Deutschland erklärt sich aus der Bedeutung, welche dieses Metall im Vierjahresplan bekommen hat; Schweden, das Land der Wasserkraft, verbraucht natürlich das meiste Kupfer.

Kann die Erzförderung mit einem derartigen Anstieg des Metallverbrauches Schritt halten? Alte, längst bekannte Lagerstätten gehen der Erschöpfung entgegen. In größerer Tiefe finden sich kaum noch Erzvorräte, da diese gewöhnlich an der Erdoberfläche vorkommen; Zink verdrängt z. B. das Blei in tieferen Lagen. Der Geologenkongreß von 1935 hat die Kupfervorräte der Welt auf 100 Mill. t geschätzt. Es soll nur noch für 50—60 Jahre lang Kupfererz vorhanden sein, während die Zinklagerstätten schon nach 30 Jahren erschöpft sein sollen. Es ist schwer, diese Vorräte zu beurteilen, zumal noch nicht der ganze Boden unseres Erdballes einwandfrei untersucht ist.

Ebenso kann man nicht von einer drohenden Eisenverknappung sprechen. Eine Schätzung der Welteisenvorräte wird ebenfalls aus den oben genannten Gründen

ungenau werden. USA. soll an hochwertigen Eisenerzen rund 1 Millrd. t besitzen, die weniger wertvoll sind nicht eingerechnet und noch gar nicht in Angriff genommen. Die Erzlager Kanadas sind fast noch unberührt, ebenso gewaltig sind die Lagerstätten Neufundlands (10 Millrd. t), Kubas (3 Millrd. t) und Brasiliens. (8 Millrd. t, mit einem Eisengehalt von 60 %). Brasilien ist ebenso wie Ägypten erst in letzter Zeit in den Kreis der eisenfördernden Länder getreten. In Ägypten hat man in der Nähe von Assuan bedeutende Eisenerzlager entdeckt, die durch den Nil sehr verkehrsgünstig liegen. Englische Interessen stehen hier mit denen Ägyptens in Widerspruch, da letzteres seine Gruben selbst ausbeuten und eine selbständige Eisenindustrie aufbauen will.

In Europa besitzt England sichere Vorräte von 2,5 Millrd. t, eine Zahl, die angesichts der noch möglichen Funde zu klein angegeben ist. Frankreich verfügt nach Versailles über 5,6 Millrd. t, Großdeutschland über 3 Millrd. t. Die besten Erze in Europa besitzt Schweden, 3,5 Millrd. t mit einem Eisengehalt von 60—70 %. Auch Spanien ist eisenreich, es verfügt über 1,5 Millrd. t, die geringwertigen Erze eingerechnet.

Neuzeitliche Forschungsmittel erleichtern die Auffindung neuer Lagerstätten und die Durchforschung noch nicht aufgeschlossener Länder. Erschwerend wirkt in Überseegebieten die Arbeiter- und Transportfrage. Unsere ehemalige Kolonie Togo hat reiche Eisenlager in einer Entfernung von 2500 km von der Küste, die darum schwer abzubauen sind. Ebenso kann Brasilien seine reichen Lager nur unter schwierigen Umständen ausbeuten, weil die Mittel zur Anlegung der Transportwege von dem Land nicht aufgebracht werden können. Nur bei Edelmetallen ist ein weiterer Transport lohnend. Die Engländer holen aus unserem ehemaligen Neuguinea Gold aus dem Inneren mittels Flugzeugen, in den Anden wird Silber durch Maultiere befördert.

Einige Metalle sind in der Erdrinde weit verbreitet, Eisen (5 %), Al (8 %), Mg (3,5 %). Es gibt kaum ein Gestein, das kein Eisen enthält, bei Gabbro und Basalt steigt der Eisengehalt bis auf 10 %. Bisher haben wir aber leider keine Möglichkeit, diese Riesenmengen von Eisen zu gewinnen, dagegen sind die Leichtmetalle Aluminium und Magnesium eher der Ausnutzung zuzuführen.

Im Bergbau wie in der Metallwirtschaft sind in der Nachkriegszeit weitgehende Änderungen eingetreten. Die moderne Technik gestaltet den Abbau gleichmäßig gelagerter, wenn auch minderwertiger Erze wirtschaftlicher als den hochwertiger, die gestört lagern, weil bei den ersteren die Gewinnung maschinell im Großen betrieben werden kann und kostspieliger Bergbau fortfällt. Die Kupfergewinnung aus den Lagerstätten Mittelamerikas mit nur 1 % Metallinhalt ist gewinnbringender als die der Ottawiminen, die 10 % Kupfer enthalten. Der Bedarf des Weltkrieges und der Nachkriegszeit hat dazu geführt, daß in allen Ländern der Bergbau stark gesteigert worden ist, aber nur in den reichen Gruben, während die weniger wirtschaftlichen zum Erliegen kamen. In Deutschland hat trotz Abneigung der Systemzeit gegen volksgebundene Wirtschaft der deutsche Bergbau, seiner Verantwortung dem Volk gegenüber bewußt, verhindert, daß trotz des ausländischen Wettbewerbes die Erzförderung nicht völlig zum Erliegen gekommen ist. Während vor 1914 die Kulturländer Erze aus Übersee bezogen haben, werden die Erze heute zum Teil dort aufbereitet und nur Erzkonzentrate ausgeführt oder, wie in Rhodesien, nur Elektrolytkupfer zur Ausfuhr zugelassen.

Das Eisen ist das wichtigste Gebrauchsmetall, mit dem wir uns aus eigener Kraft versorgen müssen, wenn wir den Vierjahresplan durchführen wollen. Großdeutschland besitzt Eisenvorräte erster und zweiter Ordnung in Höhe von rund 3 Millrd. t, die selbst bei dem jetzigen Tempo der Förderung noch über 100 Jahre reichen werden, Vorräte, die noch durch die der Sudetenländer erhöht werden. Durch den Verlust Lothringens haben wir fast 3 Millrd. t Eisenerz mit einer Jahresförderung von 20 Mill. t eirgebüßt. 1913 haben wir im deutschen Zollgebiet rund 36 Mill. t Eisenerz gefördert, 1937 8,5 Mill. t. Der Eisengehalt der Erze ist von 35,7 % (1932) auf 32,4 % (1937) zurückgegangen, weil wir heute auch geringwertige Erze zur Verhüttung heranziehen. Seit dem Frühjahr 1938 treten die Lagerstätten der Ostmark, die eines der ältesten Eisenlager der Welt ist, hinzu. Die Vorräte der

Ostmark werden auf 240 Mill. t geschätzt, bei einem Eisengehalt von 45 %, das bedeutet eine zusätzliche Förderung von 19 % zu der des Altreiches.

Die Entwicklung unserer Eisenversorgung zeigt folgende Tabelle:

Inländische Förderung

	1913	1929	1932	1933	1934	1935	1936	1937
von Eisenerz	35,9	6,4	1,3	2,6	4,3	6,04	7,6	8,5
Einfuhr von Eisenerz .	13,9	17,4	3,5	4,5	8,3	14,06	18,5	20,6
Roheisenerzeugung . .	19,3	15,5			8,7	12,8	15,3	16
Rohstahlgewinnung . .	18,6	16,2	5,76	7,6	11,9	16,4	18,6	19,85

Unsere Einfuhr von Eisenerzen ist seit 1932 dauernd gestiegen, sie ist durch Verträge geregelt. Schweden liefert 9 Mill. t, Frankreich 5,7, Luxemburg 1,5, Spanien 1 Mill. t, geringe Mengen kommen aus Neufundland (0,8 Mill. t), Algier (0,7 Mill. t), Norwegen (0,5 Mill. t), Südafrika und Brasilien. Unsere Eigenförderung deckt jetzt schon 30 % unseres Bedarfes. Die inländische Erzförderung, die Roheisen- und Rohstahlgewinnung, haben in der ersten Hälfte des Jahres 1938 schon die Zahlen des ersten Halbjahres 1937 überholt, so daß wir 1940 mit einer eigenen Erzförderung von 40 Mill. t und bei steigendem Schrottanfall mit einer Stahlerzeugung von 21 Mill. t rechnen können.

Der Eisenverbrauch ist heute stärker als im Konjunkturjahr 1929 und hat das Krisenjahr 1932 weit überschritten.

Wir sind trotz unserer hohen Eisenerzeinfuhr doch nicht so arm an Erzen wie es scheint. Alte, in den Krisenjahren stillgelegte Gruben sind wieder in Betrieb genommen worden, neue sind hinzugekommen. Hochwertige Erze (40 % Fe) sind im Kölner Bezirk bei Bergisch-Gladbach und bei Pfaffrath bei Köln erschlossen, ihr Bestand wird auf mehrere Millionen Tonnen geschätzt. Große Lagerstätten in Süddeutschland (Doggererze des Jura), bei Salzgitter im nördlichen Harzvorland, im Weser- und Wiehengebirge, sind bisher nicht abgebaut worden, obwohl ihr Eisengehalt nicht geringer ist als der der Lothringer Minette. Der Grund liegt in dem hohen Gehalt an Kieselsäure, daher werden diese Erze als saure bezeichnet.

Vergleich der Lothringer Minette und der sauren Salzgitter Erze (in Prozenten):

	Fe	Mn	P	S	SiO ₂	Kalk	Tonerde	MgO
Minette .	27—35	0,25—0,35	0,6	—0,8	0,025—0,035	6—7	11—20	4—5
Salzgitter								0,5—0,9
Erz . .	29—34	0,1	—0,14	0,35—0,6	0,02	—0,15	20—30	3—5
								5—9
								0,5—2

Der Vergleich beider Erze zeigt, daß der Eiseninhalt bei beiden fast derselbe ist; sie unterscheiden sich nur durch den Gehalt an Kieselsäure und Kalk. In früheren Zeiten hat man die Minette als minderwertiges Erz abgelehnt, weil man sie wegen ihres Phosphorgehaltes schlecht verarbeiten konnte, Schwierigkeiten, die heute überwunden sind. Heute können wir die sauren Erze verhütten. Wir sind auch nicht das einzige Land, das zu armen Erzen greift, selbst England hat ihre Verhüttung aufgenommen.

Das Verdienst, schon 1931 auf die sauren Erze des Harzvorlandes aufmerksam gemacht zu haben, gebührt der NSDAP Braunschweig unter Dietrich Klagges, welche das Ziel verfolgte, die dortigen Gruben und Hüttenwerke vor dem Verfall zu bewahren.

Versuche, diese Lager auszuweiten, sind schon nach dem Weltkrieg unternommen worden. Im Diktat von Versailles ist nämlich festgelegt worden, daß die Besitzer der Lothringer Gruben für die entrissene Minette entschädigt werden sollten. Die Entschädigung haben aber nicht die Ententemächte, wie zu erwarten gewesen wäre, geleistet, sondern die deutsche Regierung ist verpflichtet worden, Mittel zur Auffindung neuer Erzlager in Deutschland bereitzustellen. Bei Ringelheim und Salzgitter sind Bohrungen in die Tiefe getrieben, aber nach Erschöpfung der Reichsmittel wieder eingestellt worden. Immerhin hat man Eisenerzlager von 130 m Mächtigkeit festgestellt. Dietrich Klagges hat 1937 Generalfeldmarschall Göring auf die Bedeutung dieser Lager für die deutsche Eisenversorgung aufmerksam gemacht, daraufhin ist dann die Erstellung der Reichswerke Hermann Göring in Angriff genommen worden.

Die Salzgitterer Erze liegen in sekundärer Lagerstätte und sind wahrscheinlich als Verwitterungsrückstände dort abgelagert worden. An der Oberfläche ist das Erz krümelig, in tieferen Lagen fester. Im Harzvorland ist die Lagerung muldenförmig, wobei die Erze an den Rändern der Mulden zutage treten. Nach Norden zu sind die Lagerstätten weniger gestört, sie erstrecken sich wahrscheinlich bis weit in die Heide hinein.

Das Erz wird zu Anfang im Tagesbau gefördert werden, die ersten Erze gehen in das Ruhrgebiet, das später im Austausch gegen Kohle dauernd 6 Mill. t verhütten wird. In zwanzig Gruben werden sodann 21 Mill. t Erz gefördert, die später an Ort und Stelle verarbeitet werden. Die nötige Kohle schickt die Ruhr auf dem Mittellandkanal. Zur Gewinnung des nötigen Koks sind große Kokereien geplant, das anfallende Gas wird in Ferngasleitungen von der Umgegend aufgenommen werden. Der Wasserbedarf der Werke, der achtmal so groß ist wie der der Stadt Braunschweig, wird durch das Flußsystem der Oker gedeckt, dabei sind Talsperren der Ilse, Oker und Ecker notwendig. Eventuell muß auch Grundwasser und der Mittellandkanal herangezogen werden. Das neu entstehende Industriegebiet zwingt ferner zum Bau eines ausgedehnten Verkehrsnetzes, das einen großen Güterbahnhof (2000 Waggon täglich), Anschluß an den Kanal mit entsprechendem Hafen und Verbindung mit der Reichsautobahn benötigt.

Nichteisenmetalle.

Großdeutschlands Erzförderung in 1000 t nach Metallinhalt:

	1937	1936	1935	1934	1933	1932	1929
Al	18	12,6	8,3	6,6	1,7	0,4	2
Pb	80	69,4	64,7	61,5	58,3	52,6	60,2
Cu	32,8	29,8	30,3	28,1	31,6	31,1	31,2
Zn	188	166,1	142,4	113,2	108,3	88,8	154,1

Großdeutschlands Erzförderung in Prozenten, bezogen auf 1929:

	1937	1935	1932	1929
Al	900	415	85	100
Pb	133	106	96	100
Cu	105	97,2	99,9	100
Zn	122	92,6	53,2	100

Großdeutschlands Metallerzeugung in 1000 t:

	1937	1936	1935	1934	1933	1932	1929
Al	131,6	100,8	73,2	39,3	21	21,3	36
Pb	173,2	147,7	103,3	125,6	121,2	97,2	104,5
Cu	67,6	63,4	57,9	53,6	50,8	52,9	57,5
Zn	163,3	136,4	124,2	72,9	50,9	42	102
Sn	7	6,7	6,5	7	6	4,5	4
Cd	0,36	0,3	0,17	0,014	0,015	0,02	0,04

Großdeutschlands Metallerzeugung in Prozenten, bezogen auf 1929:

	1937	1935	1932	1929
Al	365	203	59	100
Pb	165	124,5	93	100
Cu	117	100,1	88,5	100
Zn	160	124	41	100
Sn	175	162	112	100
Cd	900	425	50	100

Großdeutschlands Metallverbrauch in 1000 t:

	1937	1936	1935	1934	1933	1932	1929
Al	132,9	104,7	87,4	52,9	28,6	19,5	39,8
Pb	231,4	203,2	177,3	165,4	147,4	116	227,4
Cu	247,6	196,7	223,3	231,2	177,2	143,6	233,5
Zn	236,6	215,3	209,8	187,1	152,6	132	205,8
Sn	17,5	16	17,7	17,6	17,6	14,3	17,5

Großdeutschlands Metallverbrauch in Prozenten, bezogen auf 1929:

	1937	1935	1932	1929
Al	334	219	49	100
Pb	103	79	51,2	100
Cu	106	95,6	61,6	100
Zn	115	102	64,2	100
Sn	100	101	81,5	100

Die Tabellen zeigen, daß wir in der Erzförderung zwar Fortschritte (bei Zink fast 100 % gegenüber 1932) gemacht haben, daß aber zwischen Erzförderung und Metallverbrauch immer noch ein Mißverhältnis besteht. Ein Vergleich mit dem Konjunkturjahr 1929 läßt ersehen, daß die Erzeugung stark, der Verbrauch weniger gestiegen ist, weil Nichteisenmetalle schon weitgehend durch Austauschstoffe ersetzt werden. Zur Erforschung des deutschen Bodens und zur Begutachtung alter Gruben hat die Freiburger Studiengesellschaft Untersuchungen angestellt, die an vielen Stellen Erfolg gehabt haben. Die Bergbaubetriebe im Oberharz, Thüringen, Schlesien und im Erzgebirge sind erneut in Angriff genommen worden. Bei Freiburg i. d. Oberrhein ist $\frac{1}{2}$ Mill. t Bleierze erschlossen worden, ebenso sind die Zinnlagerstätten des Fichtelgebirges nachgeprüft worden. Die Frankensteiner Nickelerze (Schlesien), die während des Weltkrieges Nickel geliefert haben, werden trotz ihres geringen Nickelgehaltes (1 %) erneut abgebaut und haben 1937 87000 t Nickelerz geliefert. Auch die Gruben bei Horbach im Schwarzwald liefern wieder Erze (12,5 % Ni, 1,4 % Cu) und ergeben einen Jahresbetrag von 600—700 t Nickel. Die Quecksilbergruben der Rheinpfalz bei Obermoschel sind ebenfalls mit Erfolg in Betrieb genommen worden. Nach dem Abbau der reicheren Erze im 19. Jahrhundert sind sie stillgelegt worden; heute vermag man aber die ärmeren Erze und die alten Halden zu verarbeiten und ist zu einem Tagesdurchsatz von 2000 t Erz gelangt.

Unsere Buntmetallförderung beschränkt sich in der Hauptsache auf Kupfer, Blei und Zink. Unsere Kupferquelle ist der Kupferschieferhorizont des Zechsteins, der in seinen Randgebieten eine 10 cm dicke Schieferschicht mit 2—3 % Kupfer führt. Diese Erze hat man in Mansfeld schon seit 700 Jahren abgebaut. Trotz des geringen Kupfergehaltes der Erze ist Mansfeld heute die größte Kupferhütte Europas. Auch die meisten Blei- und Zinkerze sowie der Siegerländer Spateisenstein geben bei der Verhüttung Kupfer.

Mit Zink haben wir uns 1914 fast aus eigener Kraft versorgt. Die Hälfte unserer Zinkgruben und Zinkhütten ist nach dem Krieg an Polen gefallen, so daß wir 1919 unsere Erze polnischen Hütten zuführen mußten. Heute ist wenigstens ein Wandel dahin eingetreten, daß wir unsere Erze wieder in eigenen Hütten verarbeiten können. Wir gewinnen zusätzlich Zink aus den Meggener Kiesabbränden (1 Mill. t mit 6—10 % Zn). Durch Zusatz von Chloriden bildet sich in den Hochöfen Zinkchlorid, das in den oberen Zonen zu Oxychlorid zersetzt wird und sich im Waschschlamm als Hydroxyd niederschlägt. Die Zinkelektrolyse, die heute mehr und mehr den Ofen verdrängt, ist eine Quelle für Kadmium, das als Austauschmaterial für Zinn dient. Zur Verbesserung unserer Zinnversorgung sind die Zinnbergwerke bei Altenberg im Erzgebirge (7 % Zinnerz) neu in Angriff genommen und liefern als Nebenprodukt Wolfram. Im Erzgebirge sucht man durch Auslaugen von Gestein mit Säuren Vanadium zu gewinnen, ebenso aus dem Kalkstein des Kaiserstuhls (Koppit) Niobium.

Von den Leichtmetallen kann Aluminium fast, Magnesium ganz als deutsches Metall angesehen werden. 93 % des Aluminiumwertes ist deutsche Arbeit, der Aufwand für Bauxit beträgt 7 %. Deutschland marschiert zwar in der Aluminiumerzeugung in Europa an der Spitze, hat aber nur geringe Bauxitförderung.

Bei keinem Metall sind Erzförderung und Metallgewinnung räumlich so weit getrennt. Unser Bauxitbedarf wird im wesentlichen durch Einfuhr aus Ungarn, Jugoslawien, Italien und Griechenland gedeckt, während Frankreich als Lieferant in letzter Zeit zurückgetreten ist. Unsere Lagerstätten sind erzarm, der Bauxit des Vogelsberges liegt an sekundärer Lagerstätte und ist unrein. Bedeutender sind die neu hinzugekommenen Bauxitlager der Ostmark, die sich am Untersberg bei Salz-

burg, am Höllgraben in der Steiermark und bei Dreistätten südlich Wien befinden. 90 % der Aluminiumerzeugung entfallen auf Länder, die nur über geringe Bauxitlager verfügen. Infolge des starken Produktionsanstieges ist der Aluminiumpreis in Deutschland von 25,— RM. (1890) auf 1,33 RM. (1937) gesunken.

Aluminium ist als Silikat das auf der Erdoberfläche am weitesten verbreitete Metall (8%). Der steigende Bedarf an Aluminium und der Mangel an eigenem Bauxit hat in Deutschland das Augenmerk auf das Problem, Aluminium direkt aus Ton zu gewinnen, gerichtet. Diese Frage ist heute gelöst, die Gewinnung aus deutschem Ton wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen.

Zu dem Aluminium ist seit einigen Jahren das Magnesium als Grundmetall für Legierungen getreten und gewinnt dauernd mehr an Bedeutung. Heute bestreiten wir 75 % der Welterzeugung, und unsere eigene Erzeugung seit 1931 hat sich verzehnfacht. Magnesium ist wie Aluminium weit auf der Erdoberfläche verbreitet (3,5%). Als Ausgangsstoffe zur Magnesiumgewinnung dienen: Dolomit, Magnesit, Karnallit und die Magnesiumlauge der Salzlager, Rohstoffe, die in Deutschland reichlich vorkommen. Die Förderung von Magnesit allein ist von nichts auf 21000 t 1937 gestiegen und wird sich noch weiter erhöhen. (Schluß folgt.)

Warum spritzt mein Rad so sehr?

Eine Aufgabe für math.-nat. Arbeitsgemeinschaften.

Von WALTHER SAEBISCH in Breslau.

Wenn man nach einem Regen über die nassen Straßen fährt, kann man die Beobachtung machen, daß Regen- und Schmutzteilchen, die horizontal (vor dem Schutzblech) abgeschleudert werden, sich schneller bewegen als das Rad. Es muß

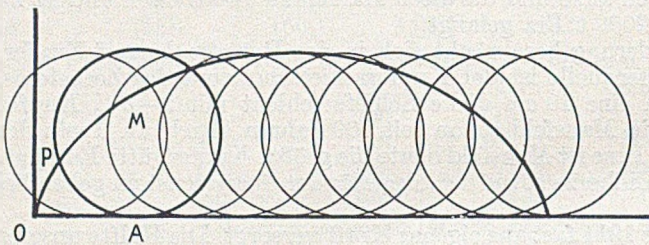


Abb. 1.

also ein — zumindest ein etwa gerade horizontal sich bewegender — Punkt des Rades eine andere Geschwindigkeit in seiner eigenen Bahn besitzen als das Rad selbst. Diese und ähnliche Beobachtungen führen zur Untersuchung der Eigenschaften der Zyklode, die überhaupt ein dankbarer Gegenstand für

Anwendungen der Integralrechnung ist. Da die Rektifikation der Kurven auch nach den neuen „Richtlinien“ kein Gegenstand des laufenden Unterrichts ist, so

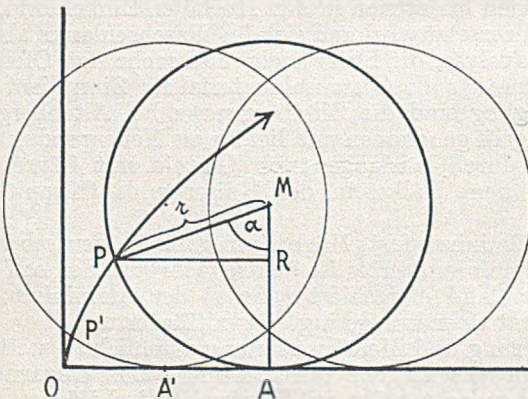


Abb. 2.

bleiben zu ihrer Behandlung noch die Arbeitsgemeinschaften übrig; unüberwindliche Schwierigkeiten bietet die Rektifikation auch unentwickelter Funktionen einem interessierten Schüler nicht.

1.

(Abb. 1.) Wählen wir den Umfang des abrollenden Rades $u = 10$ cm, dann ergibt sich aus 10 Hilfskreisen im Mittelpunktsabstand 1 cm und den

Wälzungswinkeln $\alpha_n = n \cdot 36^\circ$ ($n = 0 - 10$) eine sehr einfache Zeichnung. (Abb. 2.) Schon aus dem Vergleich der

Strecken OA' und OA bzw. OP' und OP ist zu ersehen, daß die Geschwindigkeit eines Punktes in der Zyklode vom ersten Umkehrpunkt aus rasch zunimmt.

Wegen der größeren Einfachheit aller Berechnungen setzen wir die Gleichung der Zyklode in der bekannten Form an:

Da $\widehat{PA} = r \cdot \alpha$ und $OA = \widehat{PA} = r \cdot \alpha$,
 ist $x = r(\alpha - \sin \alpha)$ und $y = r(1 - \cos \alpha)$.

Die Länge der Zyklode (bei einmaligem Abrollen) beträgt dann bekanntlich:

$$L = \int_0^{2r\pi} dx \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}, \text{ oder, da } \frac{dy}{dx} = \frac{d\alpha}{d\alpha} \text{ ist,}$$

$$= r \int_0^{2\pi} d\alpha \sqrt{2(1 - \cos \alpha)} = 2r \int_0^{2\pi} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot d\alpha = 8r \dots \dots \dots (I).$$

2.

Aus dem letzten Integral folgt also zunächst die Weggleichung der Zyklode:

$$s = -4r \cos \frac{\alpha}{2} + 4r, \dots \dots \dots (IIa)$$

wobei $0 \leq \alpha \leq 2\pi$.

Will man α auch größere Werte als 2π zubilligen (beliebig viele Umdrehungen), dann bekommt man

$$s = 8kr - 4r \cos \frac{\alpha - 2k\pi}{2} + 4r, \dots \dots \dots (IIb)$$

wobei $k = 0, 1, 2, \dots$ ist.

Da die Erscheinungen sich aber periodisch wiederholen, genügt eine Auswertung der Gleichung IIa.

3.

Bis jetzt ist über die Bewegungsform des abrollenden Rades noch nichts voraussetzen gewesen. Der Einfachheit halber soll es sich gleichförmig bewegen; die Geschwindigkeit des Mittelpunktes sei \bar{v} . Dann ist die Winkelgeschwindigkeit des Wälzungswinkels auch konstant. Sie beträgt:

$$\omega = \frac{\bar{v}}{2r\pi} \cdot 2\pi = \frac{\bar{v}}{r},$$

und da $\alpha = t \cdot \omega$,

$$\text{ist } s = -4r \cos \frac{\omega \cdot t}{2} + 4r \dots \dots \dots (III).$$

Demnach ist die Geschwindigkeit in der Zykloidenbahn:

$$v = \frac{ds}{dt} = 2\omega r \sin \frac{\omega \cdot t}{2} \dots \dots \dots (IV).$$

Für $t = 0$ bzw. $t = \frac{2\pi}{\omega}$, also in den beiden Umkehrpunkten, wird

$$v = 0.$$

Nach bekannter Rechnung ergibt sich aus

$$\frac{dv}{dt} = \omega^2 r \cos \frac{\omega \cdot t}{2}$$

ein Höchstwert für

$$\frac{\omega \cdot t}{2} = \frac{\pi}{2}, t = \frac{\pi}{\omega}, \text{ also } \alpha = \pi \text{ (Horizontale Lage des betreffenden Radpunktes).}$$

Der Höchstwert selbst beträgt:

$$v_{\max} = 2\omega \cdot r; \text{ da } \omega = \frac{\bar{v}}{r}, \text{ ist}$$

$$v_{\max} = 2 \cdot \bar{v} \dots \dots \dots (V)$$

Ergebnis: Ein Punkt eines mit der Mittelpunkts- \bar{v} rollenden Rades hat in seiner Bahn (Zykloide) im höchsten Punkt die Höchstgeschwindigkeit $2 \cdot \bar{v}$; in den Umkehrpunkten ist die Geschwindigkeit 0.

Die Beschleunigung

$$a = \frac{d^2s}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = \omega^2 r \cdot \cos \frac{\omega \cdot t}{2}$$

beträgt in den Umkehrpunkten ($t = 0$, bzw. $t = \frac{2\pi}{\omega}$)

$$a_0 = \pm \omega^2 \cdot r = \pm \frac{\bar{v}^2}{r},$$

in der Höchstlage ($t = \frac{\pi}{\omega}$)

$$a_1 = 0.$$

Weitere Anregungen ergeben sich z. B. aus dem Vergleich der Projektionen eines Punktes der Zykloidenbahn mit der eines Pendels mit gleicher Amplitude.

Der Kohlebadeofen im Physikunterricht.

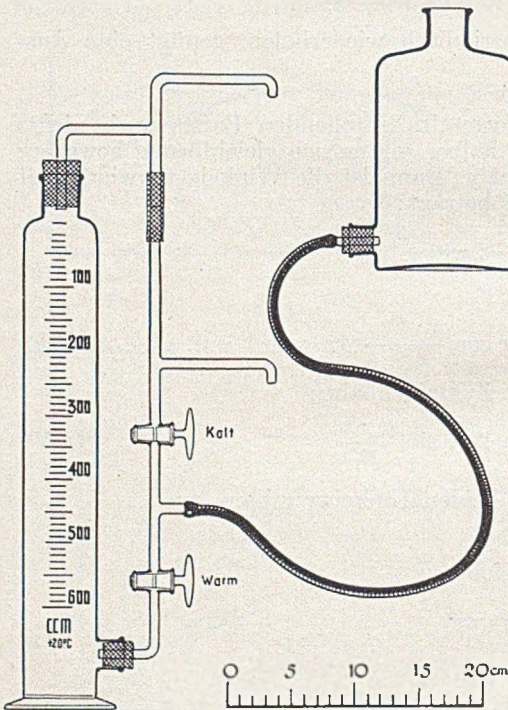
Von VINZENZ SCHNEEWEISZ in Lauban.

Es ist schon im Sinne der Schadenverhütung angebracht, den Kohlebadeofen im Unterricht zu besprechen. Es gibt wohl kaum einen Haushalt, wo noch nicht

durch eine Unachtsamkeit am Badeofen ein Schaden entstanden ist, der sich bei besserer Kenntnis der Verhältnisse hätte vermeiden lassen. Außerdem ist die Rohrleitung mit ihren zwischengeschalteten Hähnen reizvoll genug, um den Unterricht in Hydrostatik und Wärmelehre zu beleben. Es ist z. B. wenig bekannt, daß der Badeofen im Falle des Versagens der Wasserleitung (Rohrbruch) als Wasserspeicher dienen kann. Besonderes Interesse sollten die Mädchenschulen an diesen Dingen nehmen.

Um die Verhältnisse zu zeigen, habe ich ein Modell anfertigen lassen, das sich vorzüglich für den Unterricht eignet (siehe Abb.). Alle modernen Badeöfen entsprechen mit wenigen Ausnahmen diesem Modell. Nur sind die Röhren z. T. ins Innere des Ofens verlegt und die beiden Hähne in einem zusammengebaut. Das Heizrohr, das den Ofen von oben nach unten durchsetzt, ist der Einfachheit halber im Modell fortgelassen. Das warme Wasser kann vom kalten durch Färbung unterschieden werden.

Zum Aufbau des Modells sind „Schulformen“ nach Dr. SCHINDERÜTTE¹⁾ verwendet worden. Die Gasmeßflasche Nr. 338 stellt den Ofen dar. Die Gummistopfen dazu sind Nr. 211 und Nr. 212. Die Glasröhren sind auf 8 mm Durchmesser



Modell eines Kohlebadeofens.

¹⁾ Vgl. diese Zeitschrift 41. Jahrg., 1935, S. 230.

außen festgelegt. Dazu kommt als Wasserreservoir (zur Darstellung der Wasserleitung) das Druckausgleichgefäß Nr. 339. Für Schulen, die schon die „Schulformen“ besitzen, ist also der Zusammenbau denkbar einfach. Um das Aufstecken zu erleichtern, ist der zusätzliche Glasteil in zwei Abschnitte zerlegt, die durch ein Stück Gummischlauch verbunden sind. Der der Übersichtlichkeit wegen in der Zeichenebene dargestellte Anschlußstutzen für das hochgestellte Druckausgleichsgefäß ist bei dem Modell nach hinten gerichtet.

In die Schlauchleitung legt man einen Quetschhahn. Dieser Hahn ist in Wirklichkeit auch immer zwischen Ofen und Wasserleitung vorhanden, wird aber bei normalem Betrieb nicht bedient. Man läßt nun den Ofen durch Aufdrehen von „Warm“ vollaufen, schließt dann ab und färbt das übrige Wasser im Reservoir blau. Auf diese Weise soll das kalte Wasser dargestellt werden. Durch Auflösen von etwas Kochsalz erreicht man ein höheres spezifisches Gewicht. Der Apparat ist damit betriebsfertig.

Öffnet man nun „Kalt“, so kommt das blaue Wasser direkt zum Wannenausfluß heraus. Öffnet man „Warm“, so strömt das blaue Wasser unten in den Ofen, wo es infolge seiner Schwere auch bleibt, und drückt das „warme“ Wasser oben heraus. Es läuft im Rohr herunter und kommt beim Wannenausfluß heraus. Die Dusche tritt in Tätigkeit, indem man den Wannenausfluß mit dem Finger zuhält. Beim richtigen Badeofen ist dazu noch ein Hahn (Wanne — Brause) vorhanden.

Einen Rohrbruch inszeniert man durch Tiefstellen des Reservoirs. Der Haushalt ist nun ohne Wasser. Öffnet man jetzt „Kalt“, so geht Luft in die Wasserleitungsröhren (Schlauch). Öffnet man „Warm“, so läuft das Wasser des Ofens in die Wasserleitungsröhren ab. Bei Öffnung beider Hähne kann beides geschehen. Jedenfalls gibt der Ofen so kein Wasser her. Anders, wenn man den Quetschhahn des Schlauches schließt (das ist der Hahn zwischen Ofen und Wasserleitung). Öffnet man jetzt „Kalt“ und „Warm“, so fließt das Wasser des Ofens beim Wannenausfluß ab (kommunizierende Gefäße). Der Ofen entleert sich dann bis zur Höhe des Wannenausflusses und gibt Wasser für den Haushalt her.

Um den Ofen bei Frostgefahr ganz zu entleeren, muß man also noch einen kleinen Hahn am Boden des Ofens öffnen. (Im Modell gespart.) Oft ist statt des Hahnes nur ein Schraubverschluß vorhanden, und das Ablassen bereitet einige Schwierigkeiten, weil sich das Wasser schlecht auffangen läßt.

Die Vorschrift: Vor Beginn des Heizens „Warm“ aufdrehen, bis Wasser läuft, läßt sich nun erklären. Befindet sich aus irgendeinem Grunde (z. B. Wasserablassen) im oberen Teil des Ofens kein Wasser, so besteht die Gefahr, daß beim Heizen die Temperatur oben weit über 100° steigt. Dadurch wird die Verlotung des Heizrohres mit dem Ofen gelöst. Ist oben auch Wasser, so ist die Temperatur auf 100° begrenzt, und die Lötung hält.

Weiter erkennt man, daß der Ofen immer wenigstens eine Öffnung hat (Brause), die man gar nicht verschließen kann. Auf diese Weise wird vermieden, daß der Ofen infolge Dampfbildung unter Druck kommt. Es könnten dann Explosionen stattfinden, wie sie tatsächlich bei älteren Badeöfen schon vorgekommen sind. Bei zu starker Heizung strömt der Dampf durch Brause und Wannenausfluß ab. Der Techniker sagt, der Ofen ist „narrenfest“.

Hierzu gehört auch, daß der Ofen nicht unter dem Wasserleitungsdruck steht. Man kommt so mit dünneren Wänden aus und spart Material.

So sieht man, daß zur Konstruktion des modernen Kohlebadeofens eine ganze Reihe physikalischer Gesetze Anwendung finden. Allein fünf Hähne sind zu bedienen. Ich glaube gezeigt zu haben, daß er es wert ist, wenn die Schule sich etwas für ihn interessiert.

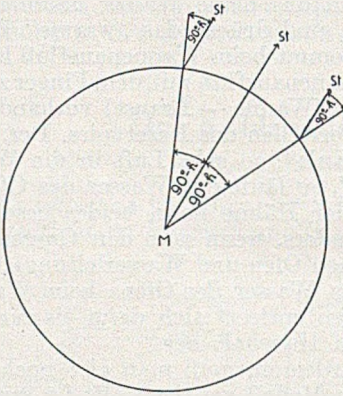
Geographische Ortsbestimmung durch Höhenmessungen.

Von FRITZ PETER in Freiburg.

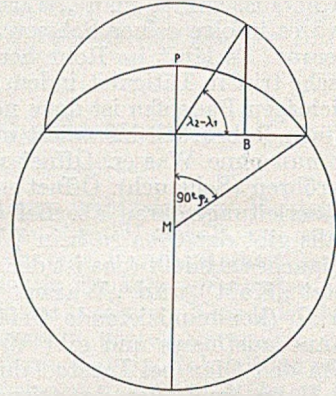
Zum eisernen Bestand der Aufgaben zur sphärischen Trigonometrie gehört die geographische Ortsbestimmung durch Messung der Zeit, der Höhe und des Azimuts eines Sternes oder der Sonne, wenn Deklination und Rektaszension (bzw.

Zeitgleichung) als bekannt vorausgesetzt werden. Ihre rechnerische und zeichnerische Lösung bietet keine Schwierigkeiten. Die Anwendbarkeit der Aufgabe ist aber beschränkt, da weder auf dem Schiff, noch im Flugzeug das Azimut mit genügender Genauigkeit gemessen werden kann. An ihre Stelle tritt die Ortsbestimmung mit Hilfe des Sextanten und der Uhr. Sie benützt zwei Höhenmessungen zu bekannter Zeit. Da wegen des Auftretens von Kleinkreisen die Durchrechnung der Aufgabe mit den Formeln der sphärischen Trigonometrie nicht möglich ist, spielte sie im Schulunterricht keine Rolle, so wichtig sie auch für die Anwendung ist. Es soll gezeigt werden, wie die Aufgabe zeichnerisch gelöst werden kann.

Kennt man von einem Stern oder von der Sonne die Deklination δ und den Stundenwinkel t für einen Ort von der geographischen Länge λ , so kann die Stelle A angegeben werden, an welcher in diesem Augenblick der Stern im Scheitelpunkt steht. Ihre geographische Breite ist δ , ihre Länge $\lambda + t$, wenn λ nach Westen positiv, nach Osten negativ gezählt wird. Benützt man mitteleuropäische Zeit und



Zeichnung 1.



Zeichnung 2.

beobachtet die Sonne, so kann aus Zeit und Zeitgleichung der Stundenwinkel der Sonne für einen Ort der Länge $\lambda = -15^\circ$ bestimmt werden. Entsprechend ist bei einem Stern unter Benützung der Sternzeit zu verfahren. Alle Orte, an denen zu gleicher Zeit der Stern (die Sonne) die Höhe h besitzt, liegen auf einem Kreis, der um den Punkt A mit dem Halbmesser $90^\circ - h$ geschlagen ist (Zeichnung 1). Bestimmen wir also die Höhen von zwei Sternen, von denen der eine zur Zeit der ersten Messung für den Punkt A, der zweite während der zweiten Messung für B im Scheitelpunkt steht, so liegt der Beobachtungspunkt offenbar in einem Schnittpunkt der zu den Höhen gehörigen Kreise. Es ist belanglos, ob sich die Messungen tatsächlich auf zwei verschiedene Sterne beziehen, oder ob zu verschiedenen Zeiten derselbe Stern beobachtet wird. Die Beobachtungen müssen aber an derselben Stelle gemacht werden. Liegen die Schnittpunkte der Kreise weit auseinander (und dafür läßt sich durch geeignete Wahl der Sterne stets sorgen), so kann kein Zweifel darüber entstehen, welcher Schnittpunkt dem eigenen Standpunkt entspricht. Im anderen Fall muß eine dritte Höhenmessung gemacht werden.

Durch Zeichnung auf der Kugeloberfläche ist die Aufgabe mit elementaren Mitteln lösbar. Sind die Kreise sehr klein, d. h. liegen die Sterne in unmittelbarer Nähe des eigenen Scheitelpunktes, so können die Kreise sofort in eine Karte eingezeichnet werden. Da dieser Fall praktisch bedeutungslos ist, werde er nicht weiter verfolgt. In folgender Weise kann die Lösung der Aufgabe nur unter Benützung von Kreisen und Geraden gefunden werden.

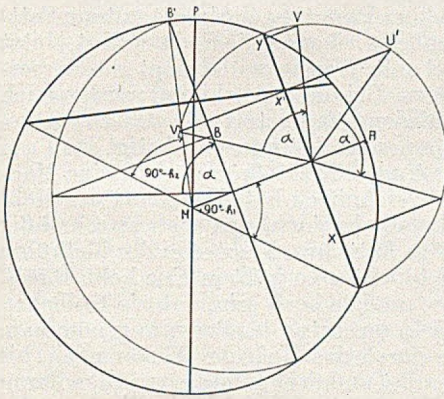
Es seien A und B die Stellen auf der Erde, an denen die beobachteten Gestirne zur Zeit der Messung im Scheitelpunkt stehen. Durch senkrechte Projektion wird die Kugel auf die Meridianebene von A abgebildet.

1. Zeichnung des Punktes B.

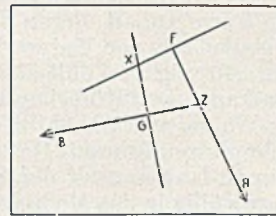
Mit Hilfe des Winkels φ_2 wird die Spur des zu B gehörigen Breitenkreises gezeichnet (Zeichnung 2). Legen wir diesen Breitenkreis in die Zeichenebene um, so kann in ihm der Längsunterschied $\lambda_2 - \lambda_1$ abgetragen und B gefunden werden.

2. Zeichnung des Beobachtungspunktes X.

Der Kreis um A bildet sich als Sehne QR ab (Zeichnung 3). Um die Zeichnung der Ellipse zu umgehen, die als Bild des Kreises um B auftreten müßte, drehen wir die Kugel um den Halbmesser AM, bis B auf den Rand (B') zu liegen kommt. Q bleibt dabei unverändert. Nach Umlegen des Kreises BB' in die Zeichenebene kann der Drehwinkel α gemessen werden. Jetzt bildet sich auch der Kreis um B' als Sehne (ST) ab. Die Schnittpunkte beider Kreise fallen in der Zeichnung zusammen ($X' = Y'$). Wird die Kugel in die ursprüngliche Lage zurückgedreht, so muß X' in den einen, Y' in den anderen Schnittpunkt der Kreise um A und B übergehen. Beide Punkte liegen auf QR. Um sie zu finden, legen wir den Kreis QR in die Zeichenebene um. Dann bildet sich X' in U', Y' in V' ab. Bei der Drehung wandert U' um den Drehwinkel α nach U, V' nach V. Füllen wir von U und V die Senkrechten auf QR, so erhalten wir die gesuchten Punkte X und Y. Ihre Länge und Breite wird durch Umkehrung des unter 1 angegebenen Verfahrens bestimmt.



Zeichnung 3.



Zeichnung 4.

In folgender Weise kann das Ergebnis noch verfeinert werden. Infolge des kleinen Maßstabes der Zeichnung ist das Ergebnis nicht so genau, wie es sich aus der Genauigkeit der Messungen ergeben müßte. Hat man aber eine Stelle Z ermittelt, in deren Nähe sich unser Standpunkt befindet, oder ist diese Stelle von vornherein bekannt (für den Beobachter im Flugzeug oder auf dem Schiff trifft das fast stets zu), so kann mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie und der Karte das Ergebnis verbessert werden.

Der Halbmesser der Kreise sei so groß, daß die Bogenstücke in der Nähe von Z durch Gerade ersetzt werden können; mit anderen Worten: die beobachteten Sterne sind nicht in der Nähe des Scheitelpunktes. Mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie werde der Winkel, den AZ in Z gegen den Meridian bildet, und die Entfernung AZ berechnet. Sie wird sich wenig von $90^\circ - h$ unterscheiden. Auf einer Karte der Umgebung von Z (Zeichnung 4) tragen wir in Z die Richtung nach A ab und wählen auf AZ den Punkt F so, daß FA genau $90^\circ - h$ wird. Dann kann die in F gezeichnete Senkrechte zu FA als Stück des gesuchten Kreises um A betrachtet werden. Entsprechend zeichnen wir die Senkrechte zu ZB in dem geeignet gewählten Punkte G. Der Schnittpunkt beider „Kreise“ ist die verbesserte Lage X des Beobachtungsortes. Der Punkt X ist um so genauer bestimmt, je näher er an Z liegt.

Im Klassenunterricht wird die Behandlung der Aufgabe mit den Mitteln der darstellenden Geometrie genügen, da sie das Wesentliche der Methode erkennen läßt. Dagegen ist die Durchführung einer Ortsbestimmung von der Messung bis zur Auswertung mit einer der Messung entsprechenden Genauigkeit eine dankbare Aufgabe für Arbeitsgemeinschaften.

Die Untersuchung eines Waschmittels.

Von Dr. WILHELM FLÖRKE, Gießen.

Die heute allgemein als Waschmittel verwendeten Seifenpulver sind Gemische, die als Hauptbestandteile Seife und Soda enthalten, wozu meist noch ein Bleichmittel tritt. Als Bleichmittel werden sauerstoffabspaltende Substanzen, z. B. Natriumperborat und Natriumperoxyd benutzt. Häufig enthalten die Seifenpulver noch kleine Mengen Alkalisilikate und Alkaliphosphate. Eine quantitative Untersuchung eines solchen Gemischs nach gewichtsanalytischen Methoden ist im Schulpraktikum rein aus Zeitgründen auch dann kaum durchführbar, wenn auf höchste Genauigkeit verzichtet wird. Die Hauptbestandteile lassen sich aber ohne großen Zeitaufwand und auf einfache Weise sogar im Klassenunterricht bestimmen, wenn man so verfährt, wie im folgenden dargelegt wird.

1. Bestimmung des Seifengehaltes. Man wiegt eine geeignete Menge des lufttrocknen Seifenpulvers ab und bringt sie in ein 100-ccm-Kölbchen. Dort wird das Pulver mit Wasser durchfeuchtet und dann mit einer hinreichenden Menge verdünnter Essigsäure versetzt. Die Säure spaltet die Seife und bringt die darin enthaltene Fettsäure krümlig-bröcklig zur Abscheidung. Nebenbei wird auch die Soda zerlegt. Jetzt füllt man das Kölbchen zu etwa zwei Drittel mit Wasser und bringt durch vorsichtiges Erwärmen die Fettsäure zum Schmelzen. Bei diesem Erhitzen werden auch die Oxydationsmittel zerlegt und der abgeschiedene Sauerstoff wie das zuvor gebildete Kohlendioxyd ausgetrieben. Mit Hilfe eines Korkstopfens befestigt man auf dem Kölbchen eine in Zehntelkubikzentimeter eingeteilte Meßröhre, z. B. eine Meßpipette von 5 ccm Inhalt, deren Spitze man abgeschnitten hat. Das Ende der Meßröhre soll genau mit der Unterseite des Korks abschneiden, den man zweckmäßig etwas trichterförmig aushöhlt, damit die flüssige Fettsäure leichter in der Meßröhre hochsteigen kann. Das Kölbchen mit Meßröhre taucht man jetzt in eine hohe Blechbüchse, die Wasser von 90° enthält. Die Büchse muß so hoch sein, daß sie Kölbchen und Meßrohr ganz aufnimmt. Hat das Gerät die Temperatur des Bades angenommen, dann füllt man langsam mit der Spritzflasche durch das Meßrohr Wasser nach, bis die Fettsäure völlig in das Meßrohr übergetreten ist und dort gemessen werden kann. Vor dem Ablesen muß natürlich erst wieder Temperaturengleich eingetreten sein. Zum Ablesen und beim Nachfüllen hebt man das Gerät jeweils kurze Zeit hoch. Nimmt man zur Zersetzung der Seife Salzsäure oder Schwefelsäure, so erhält man bei manchen Seifenpulvern keine klare Fettsäureschmelze, während man bei Verwendung von Essigsäure immer eine gut meßbare Flüssigkeitsschicht bekommt. Zur Berechnung multipliziert man das gemessene Volum mit 0,84, einem empirisch gefundenen Mittelwert für die Wichte des im allgemeinen verwendeten Fettsäuregemischs für die Beobachtungstemperatur von 90°. Zu dem so erhaltenen Gewicht der Fettsäuren addiert man die in der Seife enthaltene Natriummenge. Dieser Wert errechnet sich aus: $C_{15}H_{31}COONa = 255 + 23 = 278$; zu rund $\frac{1}{12}$, aus $C_{17}H_{33}COONa = 281 + 23 = 304$ zu rund $\frac{1}{13}$. Man begeht keinen wesentlichen Fehler, wenn man $\frac{1}{12}$ nimmt. Die erhaltene Summe ist das Gewicht der Seife.

Will man zur Kontrolle die Seifenmenge gewichtsanalytisch ermitteln, so extrahiert man das Seifenpulver mit heißem Alkohol (Brennspiritus), filtriert, wäscht mit heißem Alkohol nach, dampft ein und bringt nach dem Trocknen (bei 110°) zur Wägung.

Beispiel: 5 g eines Seifenpulvers lieferten im Mittel mehrerer Bestimmungen 1,9 ccm Fettsäuregemisch. Daraus errechnen sich 1,6 g Fettsäure und 1,73 g Seife. Das Seifenpulver enthielt also 34,6% Seife. Durch Extraktion mit Spiritus erhielt ich in zwei Versuchen 34,7 bzw. 34,8% Seife.

2. Bestimmung der Soda. In einem kleinen Gasentwickler mit Hahntrichter zersetzt man eine geeignete Menge des Seifenpulvers, das man vorher angefeuchtet hatte, mit Salzsäure, die man allmählich zulaufen läßt. Das entweichende Kohlendioxyd leitet man auf den Boden einer Flasche (1000 ccm), aus der es eine entsprechende Menge Luft verdrängt. Diese wird in einem Glockengasometer aufgefangen. Selbstverständlich prüft man die Anordnung vor Inbetriebnahme auf Dichtigkeit. Fängt man das Kohlendioxyd unmittelbar im Glockengasometer auf,

so erhält man schwankende und zu niedrige Werte, weil das Kohlendioxyd teilweise in Lösung geht. Die gemessene Gasmenge vermindert man um die Säuremenge, die man zufließen ließ und reduziert das so erhaltene Volum auf den Normalzustand. Daraus berechnet man dann die Sodamenge, und zwar wasserfreie Soda. Solche liegt gewöhnlich vor.

Beispiel: Abgewogen 8,8706 g Seifenpulver, gemessen 520 ccm CO_2 von 19° und 727 mm Druck (Wasserdampfspannung berücksichtigt). $V_0 = 465$ ccm entsprechend 2,20 g oder 24,8 % Soda; zweite Bestimmung: 7,6437 g Seifenpulver, 445 ccm CO_2 , $21^\circ/722$ mm, $V_0 = 392$ ccm, 1,858 g Na_2CO_3 , 24,4 %. Eine gewichtsanalytische Untersuchung nach Bunsen (Bestimmung des Gewichtsverlustes) ergab in 4,6197 g Seifenpulver 1,123 g Na_2CO_3 oder 24,4 %.

3. Bestimmung des Bleichmittels. Das von mir in dieser Zeitschrift (44, 1938, Heft 6, S. 204) unter Nr. 2 beschriebene Verfahren zum Sauerstoffnachweis in Persil eignet sich auch zur quantitativen Bestimmung des Gehaltes an Natriumperborat.

Beispiel: 10 g Persil lieferten im Mittel von sechs Versuchen 58 ccm Sauerstoff im Normalzustand. Aus der Formel $\text{NaBO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ergibt sich, daß 154 g Natriumperborat beim Zerfall $\frac{1}{2}$ mol = 11200 ccm Sauerstoff abgeben. Aus $11200 : 154 = 58 : x$ berechnet sich $x = 0,8$. Der Perboratgehalt beträgt also rund 8 %, was mit einer mir von der Firma Henkel mitgeteilten Angabe übereinstimmt. Ich hatte in der oben erwähnten Veröffentlichung den Perboratgehalt des Persils mit rund 10 % angegeben. Dieser Wert war der Literatur entnommen, weil es mir damals nicht möglich erschien, das von mir angegebene Nachweisverfahren quantitativ auszuwerten.

4. Bestimmung des Wassergehaltes: Den meist beträchtlichen Wassergehalt (z. B. 20—25 %) findet man durch Trocknen bei 110° . Von der Gewichts-differenz ist gegebenenfalls der ermittelte Sauerstoffgehalt und das Kristallwasser des Perborats in Abzug zu bringen, wenn dieses, wie oben geschehen, als kristallwasserhaltige Substanz in Rechnung gestellt wurde. Das so bestimmte Wasser steckt zum Teil in der Seife, zu einem kleinen Teil entstammt es der Soda, die nicht ganz wasserfrei ist; erhebliche Mengen Kristallwasser sind in etwa vorhandenen Alkaliphosphaten gebunden.

4. Qualitativer Nachweis einiger Bestandteile. a) Borsäure. Man zer-setzt die Seife durch Zugabe von Salzsäure und filtriert die krümlig ausfallende Fett-säure ab. Im Filtrat weist man die Borsäure als flüchtigen Methylester nach. (Zu dem Filtrat fügt man Methylalkohol und gibt etwas konzentrierte Schwefelsäure hinzu. Der Alkohol brennt dann beim Anzünden mit grünesäuerter Flamme).

b) Phosphat. In dem nach a) erhaltenen Filtrat kann man die Phosphorsäure mit Ammoniummolybdat oder Magnesiummischung leicht nachweisen.

c) Alkalisilikate. Man extrahiert mit heißem Spiritus, um die Seife zu ent-fernen. Den gut ausgewaschenen Rückstand löst man in Salzsäure, dampft zur Trockne ein, nimmt mit Salzsäure auf und filtriert die unlösliche Kieselsäure ab. Nach dem Veraschen prüft man den Glührückstand im Platintiegel mit Flußsäure.

Hauswirtschaftliche Physik an Oberschulen für Mädchen.

Von HILDEGARD ODEN in Hamburg.

An der dreiklassigen Frauenschule (jetzt Oberschule, hauswirtschaftliche Form) der Elise-Averdieck-Schule in Hamburg ist seit Ostern 1934 Unterricht in hauswirtschaftlicher Physik im Sinne der neuen Lehrpläne erteilt worden. Über die dabei gemachten Erfahrungen möchte ich im folgenden berichten.

Hauswirtschaftliche Maschinen. Dieses Thema läßt sich in wenigen Stunden erledigen. Meistens handelt es sich um das Hebelgesetz (im weitesten Sinne). Wir messen Kraft- und Lastarm und berechnen das Übersetzungsverhältnis.

Wärmeschutz im Hause. Nach Wiederholung bzw. Einführung der Grund-begriffe der Wärmelehre besprechen wir in der üblichen Weise die Wärmeausbreitung durch Strahlung, Strömung und Leitung und die Wärmeisolierung.

Versuch: Am Anfang einer Unterrichtsstunde werden vier gleiche Konservendosen und eine Thermosflasche mit Wasser gleicher Temperatur (etwa 50°) bis an den Rand gefüllt. Eine Konservendose ist von Holzwolle umgeben (Kochkiste), die zweite von Wolle, die dritte von Zeitungspapier oder beliebigem anderen Material, und die vierte ist ohne Hülle. Am Ende der Stunde werden die Temperaturen wieder gemessen.

Nun werden einzelne Geräte besprochen: Kochkiste, Kaffeemütze, Eierwärmer Thermosflasche u. a., eventuell auch Kleidung. Hierher gehören wohl auch Bemerkungen über den Hausbau. Wir heizen, um die Wärmeverluste, die durch mangelhafte Isolierung entstehen, auszugleichen. Das wird besonders deutlich, wenn man sich die „Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden und die Berechnung der Kessel- und Heizkörpergrößen“ (DIN 4701) ansieht. Ich habe einmal die Berechnung des Wärmebedarfs einer Wohnung im Unterricht durchgeführt. Es kostet viel Zeit, die besser verwandt werden kann. Aber das Prinzip ist sehr interessant: für jedes Zimmer wird der Wärmeverlust durch jede begrenzende Fläche ausgerechnet. Zuschläge werden gemacht: bei ungünstiger Himmelsrichtung, Räumen mit mehreren Außenflächen oder mit Erkerausbauten, insbesondere mit Fenster oder Tür in mehreren Außenflächen. Einen kleinen Einblick gewähren auch die Heizleistungsrichtlinien, die die Vereinigung Deutscher Eisenofenfabrikanten herausgibt. Dort wird die Raumgröße gemessen (physikalisch nicht so gut), und auf diese werden Zuschläge gemacht, z. B. 50 % für Räume, die einen unmittelbaren Ausgang ins Freie ohne Windfang besitzen. Man sehe sich moderne Einzelhäuser vom wärmetechnischen Standpunkt aus an. Es ist erstaunlich, wie verschwenderisch wir in unserem rohstoffarmen Land in bezug auf Wärmeverbrauch sind. Darum halte ich diese Betrachtungen für notwendig.

Wärmeerzeugung im Hause. A. Die Zentralheizung läßt sich unmittelbar an den Versuch mit dem Wasserzirkelrohr, der zur Veranschaulichung der Wärmeströmung gemacht wurde, anknüpfen. Es folgt die Wärmeströmung im zentralbeheizten Zimmer: Notwendigkeit der täglichen Reinigung der Heizkörper, denn die „Heizungsluft“ ist nicht etwa trocken, sondern staubig.

B. Der Ofen. Besondere Sorgfalt legen wir auf die Wärmeströmung im Ofen bzw. Küchenherd und im Schornstein, die man ebenfalls an dem Versuch mit dem Wasserzirkelrohr klarmachen kann. Aufgabe des Schornsteins ist es, die Luft durch den Ofen zu ziehen („Zug“), die der Brennstoff für die Verbrennung braucht. Hier muß kurz auf den Verbrennungsvorgang eingegangen werden: Kohlenwasserstoffe verbrennen zu Kohlendioxyd und Wasser, Kohlenstoff zunächst zu Kohlenoxyd, dann zu Kohlendioxyd. Bei ungenügender Luftzufuhr verbrennt das Kohlenoxyd nicht zu Kohlendioxyd: Vergiftungsgefahr für den Menschen, Explosionsgefahr für den Ofen.

Versuche: 1. Eine brennende Kerze wird unter einen oben geschlossenen Glaszylinder gestellt, der auf Holzklötzen steht.

2. Derselbe Versuch, aber mit einem offenen Zylinder.

3. Unter ein Schornsteinmodell, das aus vier ineinandersteckbaren gleichen Konservendosen ohne Boden besteht und an dem oben ein Flügelrad befestigt ist, wird eine brennende Kerze gestellt. Das Rad dreht sich, und zwar um so rascher, je höher der Schornstein ist. (Messungen!)

4. Unter das Schornsteinmodell werden bei konstanter Höhe eine, dann zwei, eventuell noch drei Kerzen gestellt. Jedesmal werden die Anzahl der Umdrehungen in einer Minute und die Innen- und Außentemperatur gemessen. Mit den Messungen muß gewartet werden, bis ein stationärer Zustand eingetreten ist. Da die Schornstein-temperatur dauernd schwankt, müssen während der betreffenden Minute so viele Ablesungen wie möglich gemacht werden.

Die Versuche zeigen die Notwendigkeit des Zuges und seine Abhängigkeit von der Schornsteinhöhe und dem Temperaturunterschied zwischen Schornsteinluft und Außenluft. Der Zug kann gestört werden:

1. Durch „Falschluf“, d. i. Luft, die in den Schornstein gelangt, ohne Sauerstoff an das Brennmaterial abzugeben zu haben.

2. Durch ungünstige Lage des Schornsteins (Außenwand!).

3. Durch Asche, Schlacken, Ruß (Rost, Ofen und Schornstein reinigen!).

4. Durch falsche Führung von Ofenrohr oder Schornstein, zu enges Aufsatzrohr auf dem Schornstein oder dergleichen.

In den ersten beiden Fällen wird die Temperaturdifferenz verkleinert, in den beiden anderen die Strömung durch Wirbelbildung beeinträchtigt. (Versuche in der Strömungswanne!)

C. Der Gasherd. Zunächst machen wir Versuche mit dem Bunsenbrenner, die die Bedeutung der Erstluftzufuhr zeigen. (Vgl. Schütt: „Das Gas in der Schule.“) Dann fragen wir: Wie kommt die Luftzufuhr, also die Strömung zustande? Zunächst durch den Druck des Gases. Aber welche Rolle spielen Düse und Mischrohr? Antwort geben uns Versuche in der Strömungswanne:

1. Wir lassen Wasser zunächst aus einer Glasröhre, dann bei gleicher Hahnöffnung aus einem zugespitzten Glasrohr (Düse) in die Strömungswanne strömen.

2. Vor die „Düse“ legen wir einen Lampenzylinder in verschiedenen Abständen.

Der Gasbrenner ist im Prinzip ebenso konstruiert wie der Bunsenbrenner.

Das Gasluftgemisch tritt hier aber nicht direkt aus dem Mischrohr heraus, sondern aus Düsen, und zwar aus mehreren, um eine gleichmäßigere Hitzeverteilung zu erreichen.

Versuch: Hitzeverteilung beim Kochen mit Hilfe von Pappe, die zwischen Rippenring und Kochtopf gelegt wird. (Schütt: „Das Gas in der Schule“, Experiment 28.)

Aus den Versuchen ergibt sich die günstigste Stellung des Kochtopfes. Diese ist die erste Voraussetzung für wirtschaftliches Kochen, die zweite ist die richtige Auswahl des Kochtopfes. Welche Eigenschaften muß dieser haben, damit wir wirtschaftlich kochen können? Fragen beantworten wir in der Physik durch Versuche. Hier kann man besonders gut zeigen, daß die „Fragen an die Natur“ (Galilei) präzise gestellt werden müssen, also:

1. Was heißt wirtschaftlich kochen? Definition des Wirkungsgrades.

2. Von welchen Eigenschaften des Kochtopfes hängt der Wirkungsgrad ab?

a) Durchmesser. — b) Höhe. — c) Gewicht. — d) Material. — e) Füllung (ob ganz oder teilweise mit Wasser gefüllt). — f) Mit oder ohne Deckel.

Es scheint mir wichtig, hervorzuheben, daß die Natur nur eine Frage zur Zeit beantwortet und diese nur unter sonst gleichen Bedingungen. Uns interessieren vor allem der Einfluß des Materials, der Füllung und des Deckels. Um z. B. letzteren zu untersuchen, müssen wir die gleiche Menge Wasser gleicher Anfangstemperatur im gleichen Kochtopf bei gleicher Flammengröße einmal mit, einmal ohne Deckel erwärmen. Zwischen den Versuchen muß der Kochtopf gut auskühlen. Da zu den Messungen Gasbrenner und Gasuhren gebraucht werden, lassen sich diese Versuche nur in der hauswirtschaftlichen Form (in der Küche) machen. Für die sprachliche Form würde ich sie auch deshalb ablehnen, weil sie viel Zeit kosten und dort doch wohl das Theoretische im Vordergrund steht. In der hauswirtschaftlichen Form gebe ich aber gern einige Wochen dafür her, weil die Resultate wirtschaftlich wichtig sind (Wirkungsgrade zwischen 17 und 61 %) und weil man hier so gut auf den Weg physikalischer Forschung hinweisen kann.

Dann betrachten wir die Wärmeausbreitung im Gasbackofen bei verschiedener Flammenstellung.

D. Der Elektroherd. Wenn wir in der Küche den Wirkungsgrad beim Kochen auf Gas bestimmen, machen wir gleichzeitig — schon um alle Schülerinnen beschäftigen zu können — entsprechende Versuche auf der Elektroheizplatte. Wenn ohne Deckel erwärmt wird, lesen wir die Temperatur von Minute zu Minute ab. Bei allen Versuchen, die wir bisher gemacht haben (Bestimmung der Verdampfungswärme, Erwärmung von 100 g Wasser auf der Leucht- und auf der Heizflamme des Bunsenbrenners, Wirkungsgrad), fanden wir folgenden Temperaturanstieg (Abb. 1):

Bei der Heizplatte sehen wir zu unserem Erstaunen einen anderen Verlauf (Abb. 2) und finden so ihre wichtigste Eigenschaft: sie wird langsam warm, und sie behält die Wärme lange, denn nach dem Ausschalten siedet das Wasser noch einige Minuten weiter. Die Ausnutzung dieser Nachwärme ist eine wichtige Voraussetzung für wirtschaftliches Kochen auf der Elektroheizplatte.

Zur Berechnung des Wirkungsgrades braucht man das elektrische Wärmeäquivalent, das nun bestimmt wird.

Dann werden der Elektrobackherd und andere elektrische Heizgeräte besprochen.

Ein Vergleich zwischen den drei Heizquellen Kohle, Gas und Elektrizität schließt dieses Kapitel ab. Dabei spielen vor allem volkswirtschaftliche Gesichtspunkte eine Rolle.

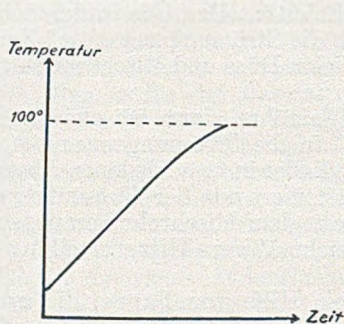


Abb. 1.

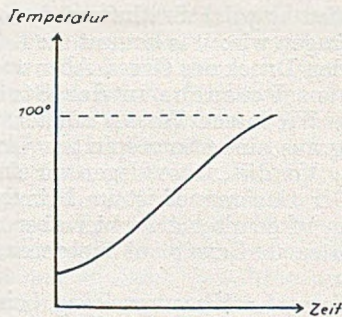


Abb. 2.

SCHÜTT, Dr. K.: „Das Gas in der Schule.“ Selbstverlag der Hamburger Gaswerke. —
 RAISS, Dr. Ing. W. VDI.: „Der Energieverbrauch beim Kochen auf gas- und strombeheizten Herden“. Hauptstelle für Wärmewirtschaft beim Verein Deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Ingenieurhaus. — SCHMIDT, Dr. Ing. ERNST: „Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden und die Berechnung der Kessel- und Heizkörpergrößen von Heizanlagen.“ Din 4701. — RECKNAGEL, H.: „Was muß der Architekt und Baumeister über Zentralheizungen wissen?“ R. Oldenbourg, München und Berlin. — „Heizleistungsrichtlinien“, Auszug aus Heft 16 der Vedco-Schriften: „Heizleistungsangaben und Größenauswahl eiserner Dauerbrandöfen“. Vereinigung Deutscher Eisenofenfabrikanten e. V., Kassel.

Für die Praxis.

Von HANS HANSEN in Düsseldorf.

Nicht allein bei den Erklärungen der verschiedensten Polarisationserscheinungen, bei der Durchnahme der „künstlichen Höhensonne“, moderner Wehrmachtsinstrumente usw., sondern auch bei der Besprechung der Kristallsteuerung unserer deutschen Sender und bei den weltanschaulich wichtigen Kapiteln des Aufbaues der Materie ergibt sich die Notwendigkeit, daß der Physiker handgreiflich eine kleine und gute Zusammenstellung aller jener Erscheinungen in seiner Sammlung hat, die zur Beherrschung und Vorweisung des Quarzproblems nötig ist. Es empfiehlt sich da, in einem kleinen, in zehn Fächer eingeteilten Karton sich folgende Anschauungsstücke bereitzulegen: 1. ein normaler, gut ausgebildeter Einzelkristall; 2. ein mit gut meßbaren und erkennbaren Flächen versehener Linksdrehender und 3. Rechtsdrehender; 4. ein mit eingewachsenen Rutilnadeln durchsetztes Kristallstück; 5. ein Kristallstück, welches auf seiner Oberfläche gut erkennbare Ätzfiguren aufweist; 6., 7. und 8. drei Schaustücke der kolloidalen Verfärbungen des Quarzes zu Rauchtopas, Amethyst und Zitrin (Goldtopas). Bei der Vorweisung dieser drei Belegstücke ist der Hinweis auf deren Bevorzugung bei Schmuckankäufen deshalb so wichtig, weil ihre Rohstoffbeschaffung und -verarbeitung im Interesse der derzeitigen Devisen- und Handelsbestrebungen liegt. 9. Eine für Nikolveruche geeignete, senkrecht zur Symmetrieachse geschnittene und gut polierte Platte eines unverwachsenen Kristalls und 10. eines verwachsenen, also optisch nicht reinen Kristalls. Leider haben manche Sammlungen nicht die nötigen Belegexemplare hierzu. In dankenswerter Weise hat es daher eine Firma unternommen, für den Preis von 10 RM. (also eine Summe, die nicht allein für die knappe Kasse der Sammlungsleiter, sondern auch für kleinere Schulsysteme erschwinglich ist) obige Zusammenstellung aus dem Riesenlager ihrer brasilianischen Rohsteine unserem Physikunterricht anzubieten.

Bücherbesprechungen.

Kalender der Technik 1939. Herausgeg. von dem VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin. Bearbeitet von Dr. M. CONZELMANN.

Ein sehr wertvoller, bestens ausgestatteter Abroißkalender. Jedes Blatt zeigt eine Abbildung eines technischen Werkes, wobei auch die Geschichte der Technik gut berücksichtigt ist, sowie einen auf die Bedeutung der Technik bezogenen Ausspruch. Je drei Wochentage sind auf einem Blatt vereint, jedem Sonntag ist ein einzelnes Blatt gewidmet. Die Abbildungen sind außerordentlich glücklich ausgewählt und ergeben eine Bildersammlung, die sich weit über die landläufigen Zusammenstellungen erhebt. Der Kalender eignet sich besonders zum Aushang im Physikzimmer. Auch als Geschenk für jung und alt ist er zu empfehlen.

Meißen.

KERST.

Kohlschütter, H. W., Anorganische Chemie. Sammlung: Hochschulwissen in Einzeldarstellungen. 28 Figuren, 176 Seiten. Verlag Quelle & Meyer, Leipzig 1937. Geb. 3,— RM.

Bei der ständig wachsenden Fülle von chemischen Einzeltatsachen bedeutet es für jeden Darsteller dieses Gebietes eine große Gefahr, sich in Einzelheiten zu verlieren und die großen leitenden Grundlagen nicht genügend hervorzuheben. So kann aus vielen Lehrbüchern der Chemie der in das Gebiet erst Eindringende wohl viele Stoffeinzelnheiten erfahren, aber sein Blick bleibt oft für das Wesentliche stumpf. Mit einem bewundernswerten Geschick hat der Verfasser diese Gefahr vermieden. Die vorliegende Darstellung der anorganischen Chemie führt in so klarer, übersichtlicher und fesselnder Weise in dieses weitverzweigte Gebiet ein, ordnet den Stoff in so meisterhaft geschickter Weise an, daß dieses Buch schon heute als eine unentbehrliche Bereicherung unserer chemischen Literatur bezeichnet werden muß. Der erste Teil bringt die Bekanntschaft mit den Grundtatsachen und Grundbegriffen der anorganischen Chemie, aber nicht in der abstrakt unverständlich-langweiligen Art mancher inzwischen dahingegangenen Darstellung, sondern in lebendiger Führung geht es hinein. Der zweite Teil beschäftigt sich mit den wichtigsten Grundstoffen und ihren bedeutungsvollsten Verbindungen. Hier werden nicht nebeneinanderstehende Einzeltatsachen berichtet, sondern Sichtung und ineinandergewebte Darstellung des einzelnen läßt ein geschlossenes Gebiet auch hier erstehen. Die immer wieder betonte physikalisch-chemische Betrachtung der Vorgänge schafft verständnisvolle Verbindung und Übersicht. Das Ziel, das sich der Verfasser dieses Buches gesetzt hat, eine Synthese chemischen Verständnisses auf dem Gebiete der anorganischen Chemie zu erreichen, wird in dem dritten Teil in überragender Weise angestrebt. Mit vollendeter Klarheit treten hier die großen Zusammenhänge einzelner Gebiete noch einmal in Erscheinung und bringen die Tatsachen mancher Einzelgebiete in eine mit Verständnis erfüllte Zusammenschau.

Für jeden, der Chemie treibt, ist dieses Buch ein wertvoller Besitz. So manche Einzelerscheinung, die immer wieder zu entfallen drohte, erfährt hier eine Einreihung in das Gesamtgebiet und wird dadurch zum bleibenden Wertstoff. Für den Chemielehrer, der immer mit der Fülle des Stoffes zu kämpfen hat, ist KOHLSCHÜTTERS Buch ein unentbehrlicher Berater, der in keiner chemischen Bücherei fehlen darf.

Leonhardt, W., Wehrchemie. 2. Teil: Der chemische Krieg, Luftschutz und Gasschutz 30 Abbildungen, 158 Seiten. Verlag Diesterweg, Frankfurt a. M. 1938. Geb. 4,40 RM.

Das Buch des durch mehrere Veröffentlichungen bekannten Verfassers ist ein guter Wegweiser in das Gebiet des Luftschutzes und besonders in das der Luftschutzchemie. Als Lehrbuch wie als Anleitung zu den einschlägigen Versuchen tut es wertvolle Dienste. Auch neben den bereits vorhandenen Erscheinungen ist LEONHARDTS Buch nicht entbehrlich, es ist vielmehr eine anerkennenswerte Bereicherung der Luftschutzliteratur.

Der erste, allgemeine Fragen des Luftschutzes behandelnde Teil ist kurz gehalten, und das ist gut so, denn die Erstarkung Deutschlands, die Veränderung der außenpolitischen Lage und der notwendige Wechsel mancher Organisationsmaßnahmen halten dieses Gebiet dauernd im Fluße. Die Behandlung der Sprengbomben wäre besser etwas ausführlicher vorgenommen worden, zumal gerade dieses Gebiet immer wieder zur Beschäftigung damit anlockt und wegen der Unfallgefahr nicht genug zuverlässige Führer haben kann. Die Versuche zur Erläuterung des Wesens der Brandbomben sind recht gut ausgewählt, klar und experimentell zuverlässig dargestellt. Vielleicht ist eine noch häufiger wiederholte Mahnung zur Vorsicht für eine Neuaufgabe anzuraten, denn die Beschäftigung des Chemielehrers mit diesem für die Landesverteidigung so wichtigen Gebiete darf in keinem Falle durch Unerfahrenheit und Unvorsichtigkeit gefährdet werden. Immer wieder muß an dem vorliegenden Buche der Vorzug anerkannt werden, der in der klaren und häufigen praktischen Auswertung der Versuche besteht.

Recht umfangreich sind das Gebiet der chemischen Kampfstoffe und der Gasschutz behandelt worden. Bei der Erwähnung der chemischen Kampfstoffe, ihrer Eigenschaften und Darstellungsverfahren empfiehlt sich gelegentlich auch noch die Mahnung, die Darstellung im Laboratorium nicht auszuführen, z. B. bei Chlorpikrin, auch bei Lost. Recht eingehend, in treff-

licher Darstellung und mit unbedingter Zuverlässigkeit ist das Gebiet des Gasschutzes theoretisch und experimentell dargestellt worden. Vermißt wird ein Hinweis darauf, wie mit Schulmitteln die Prüfstromgeschwindigkeit von 30 l/min bei Untersuchung des Atemwiderstandes erzielt werden soll.

Insgesamt verdient das Buch LEONHARDTS weitgehende Beachtung und Verbreitung. Es wird vielen Lehrern der Chemie ein wertvoller und unentbehrlicher Ratgeber sein.

H. PETZOLD.

Flugfunkwesen. Teil I: Physikalische Grundlagen der Funktechnik. Von KARL MÖBIUS. 159 S., 171 Abb. C. I. E. Volkmann, Nachf. E. Wette, Berlin 1938. Kart. 3,50 RM.

Flugfunkwesen. Teil II: Flugzeugstationen und Poilgeräte, Fernmeldebetrieb der Reichsflugsicherung, Funkverkehr mit Luftfahrzeugen. Von KARL MÖBIUS und JOHANN GARCZYK. 100 S., 52 Abb. C. I. E. Volkmann, Nachf. E. Wette, Berlin 1938. Kart. 2,50 RM.

Die Bücher sind in der von Dipl.-Ing. E. PFISTER herausgegebenen Sammlung „Flugzeugbau und Luftfahrt“ als Band 26 und 26a erschienen.

In dem ersten von KARL MÖBIUS verfaßten Teil (Bd. 26) werden die allgemeinen, auch in den physikalischen Lehrbüchern für Oberschulen behandelten Grundlagen der Elektrizitätslehre (Gleichstrom, magnetisches und elektrisches Feld, Wechselstrom, elektrischer Schwingungskreis, Elektronenröhre — Kap. 1—8) dargestellt. Etwas über die Schulbücher hinaus greifen die beiden letzten Kapitel 9 und 10 über Sender- und Empfangsschaltungen. Mit der Anlage des Buches und der Gliederung seines Stoffes kann man einverstanden sein, nicht aber mit den Einzelheiten der Stoffbehandlung. Man stößt leider häufig auf fehlgehende oder nur am Äußerlichen haftende Erklärungen. Einige Beispiele zur Begründung. Auf Seite 11: „Die Bewegung der freien Elektronen in Metallen, in Flüssigkeiten und luftverdünnten Gasen nennen wir elektrischen Strom.“ Es besteht ein grundlegender Unterschied zwischen der Strömung in metallischen Leitern und derjenigen in Flüssigkeiten und Gasen. Bei den letzteren bewegen sich außer den Elektronen auch die Ionen. Bei der Behandlung der Glimmröhren wird vom Verfasser behauptet (S. 37), daß „negative Ionen und Elektronen von der positiven Elektrode angesaugt“ werden. Das ist für die meist mit einem Neon-Heliumgemisch gefüllten Glimmröhren nicht richtig. Edelgasatome lagern keine Elektronen an, bilden also auch keine negativen Ionen. Nach den Glimmröhren werden in einem kurzen Absatz die zur Reklamobeleuchtung verwendeten Neonröhren behandelt, ohne daß auf den wesentlichen Unterschied der Lichterzeugung — kathodisches und anodisches Glimmlicht — hingewiesen wird.

Der Verfasser will sich nach seinem Vorwort mit seiner Schrift verbond an alle Funkfreunde und besonders an den Nachwuchs in der Hitler-Jugend und auf unseren deutschen Schulen wenden. Er ist der Ansicht, daß sich das Heft als Leitfaden und Morkbuch für Prüfungsvorbereitungen eignet. Dem sind jedoch schwere Bedenken entgegenzustellen, denn für die Ausbildung unserer Jugend sind nur solche Bücher geeignet, die den Stoff klar und wissenschaftlich einwandfrei behandeln.

Der zweite, außer von MÖBIUS auch von GARCZYK bearbeitete Band (26a) hebt sich günstig von dem ersten ab. Hier werden die wichtigsten in der Zivilluftfahrt gebräuchlichen Bordfunkstationen beschrieben und auch einige Bedienungsvorschriften gegeben. Besonders interessant sind die Abschnitte über die verschiedenen Poilverfahren und deren Auswertung. Ferner wird der Fernmeldebetrieb der Reichsflugsicherung nach dem Stande der Dienstvorschriften vom Januar 1938 behandelt. Dem zweiten Bande dürften die Physiklehrer unserer Oberschulen manches Anregende für ihre Unterrichtsarbeit entnehmen können.

Hamburg-Altona.

W. MÖLLER.

Götz, Dr. Rudolf, Chemie des Luftschutzes. 50 S. mit 29 Abb. Verlag Franz Deuticke, Wien und Leipzig 1938. Preis 1,60 RM.

Das gut ausgestattete Heft ist für die Hand des Schülers geschrieben, dem es als Lernbehelf dienen will. Es behandelt im ersten Teil Luft, Atmung, Gasmaske, Sauerstoffgeräte, Schutzräume. Im zweiten Teil werden die Kampfstoffe besprochen, im dritten Brandstoffe, Feuerlöschon, Erzeugung von Nobel und Rauch. Vier Tabellen über die Kampfstoffe und ihre wichtigsten Eigenschaften erhöhen die Übersichtlichkeit. Das Büchlein ist klar geschrieben und, soweit ich sehe, sachlich einwandfrei. Vielfach sind interessante geschichtliche Bemerkungen eingeflochten. Bei den 33 Versuchen, die beschrieben worden, ist die Unfallgefahr nicht immer genügend berücksichtigt. Statt der in Abb. 7 gezeichneten großen Benzolmenge würden einige Tropfen genügen, zweckmäßig auf Watte. Versuch Abb. 26 erfordert unbedingt ein Schutzgefäß für das den geschmolzenen Phosphor enthaltende Glas (Blechbüchse). Bei Versuch 22 dürfte als Schutz das Umwickeln der Hände mit einem (trockenen?) Handtuch nicht ausreichen. — Da alle neuen Chemielehrbücher bei uns bereits Abschnitte über den Luftschutz enthalten, besteht kaum ein Bedürfnis für ein Schülerbuch wie das vorliegende. Dem Lehrer kann es als wertvolles Vorbereitungsbuch dienen.

Berlin.

ZEITLER.

Vortrag
von der 1. Tagung 1938
des Reichsverbandes Mathematik und Naturwissenschaften
im NS.-Lehrerbund.

Welche Zweige der Mathematik und Physik braucht der Artillerist
und für welche Teilgebiete
ist eine eingehende Behandlung im Unterricht erwünscht?

Von Major Dipl.-Ing. ROBERT SCHMIDT in Berlin.

Was haben Soldatentum und Mathematik miteinander zu schaffen? Dazu wäre zunächst allgemein zu sagen, daß jeder militärische Führer eine der mathematischen ähnliche Denkart besitzen oder sich aneignen muß. Das Werden eines Entschlusses aus der Beurteilung einer Lage heraus, die wieder ihrerseits auf Befehlen, Meldungen, eigener Anschauung und Geländebeurteilung sich systematisch aufbaut, vollzieht sich nach ganz ähnlich gearteten Denkregeln, wie eine mathematische Folgerung sie erfordert. Zugegeben sei allerdings, daß eine gewisse Intuition beim führenden Offizier wohl eine größere Rolle spielt als beim Mathematiker oder, sagen wir besser, daß der Taktiker sich einer Intuition mehr überläßt, der Mathematiker ihr zunächst mißtraut. Der Mathematiker hat eben Zeit, die beste Lösung zu finden. Der Soldat aber muß sich meist mit einer guten, die sich schnell anbietet, begnügen.

Auch die Sprache des militärischen Führers, der streng aufgebaute Befehl, hat grundsätzliche Ähnlichkeit mit der des Mathematikers, der Formel. Es ist auch kein Zufall, daß eine große Zahl soldatischer Führer mathematischen Dingen weitgehendes Interesse entgegenbrachten und daß eine Reihe solcher auch in der Geschichte der Mathematik eine Rolle gespielt hat. Ich nenne als Beispiele Peaucellier und Sabudski. Das findet seine Begründung in einer in beiden Disziplinen ähnlichen Art des geistigen Vorgehens und des strengen logischen Verarbeitens gegebener Größen.

Ein weiteres Moment aber führt den Soldaten zwangsweise und in immer mehr zunehmendem Maße zur Mathematik, das ist die steigende Bedeutung der Technik für die Kriegsführung und das Eindringen mathematischer und physikalischer Methoden in die Technik der einzelnen Waffen. Hier hat der Krieg und die durch die Kriegserfahrungen angestoßene Entwicklung der Nachkriegsjahre einen gewaltigen Schub nach vorwärts gebracht.

Die Aufnahmen einer engeren Verbindung zwischen den Vertretern der Hochschulen und Schulen einerseits, dem Heere andererseits, erscheint zu diesem Zeitpunkt besonders akut, wenn wir an die Schulreform und den noch nicht abgeschlossenen Aufbau unseres Volksheeres denken. Es ist übrigens nicht das erstemal, daß eine solche Verbindung und eine Aussprache über gewisse Notwendigkeiten gesucht und aufgenommen wird. Im Jahre 1917 wurde auf der Generalversammlung der „Göttinger Vereinigung für angewandte Physik und Mathematik“ zu ganz ähnlichen Fragen Stellung genommen, wie sie heute vorliegen. Es sprachen sich damals neben anderen Herren Geh. Ob.-Reg.-Rat Dr. NORRENBURG, Prof. Dr. PRANDTL, Prof. Dr. GUTZMER, Prof. Dr. LIETZMANN, Geh. Rat Prof. Dr. CRANZ für die Notwendigkeit eines Eingehens der Hoch- und mittleren Schulen auf militärische Gegebenheiten aus.

Daß ich nur von der Artillerie spreche, hat seinen Grund nicht nur darin, daß ich selbst Artillerist bin und daß von berufenen Vertretern für andere Waffen und ihre Erfordernisse gesprochen wird. Es ist vielmehr gerade das Artilleriewesen mit allem, was damit zusammenhängt, im besonders hohen Maße mathematisch und physikalisch durchsetzt. Zur Artillerie gehören ja nicht nur die schießenden Batterien, sondern auch die Unterformationen der Beobachtungsabteilung, deren Aufgabe die Licht- und Schallerkundung, die Vermessung, die Aufstellung von Wettermeldungen ist. Schließlich gehören noch Nachrichteneinheiten zu jeder Formation der Artillerie, was allerdings für jede andere Waffe auch zutrifft.



Wir können die Angehörigen des Heeres hinsichtlich ihrer mathematisch-physikalischen Schulung und gleichzeitig ihrer allgemeinen Vorbildung in folgende vier Gruppen einteilen.

Die erste, naturgemäß zahlreichste Gruppe der Wehrpflichtigen hat Volks- und Fortbildungsschulbildung und auch keine besondere, sagen wir technische, Veranlagung. Von hier wird das Gros der mechanisch und körperlich Arbeitenden gestellt. Natürlich kann man kein abfälliges Urteil über den Wert dieser Soldaten als solche abgeben; es muß auch tüchtige Munitionskanoniere, Pferdepfleger und Kammerverwalter geben.

Eine weitere Gruppe unterscheidet sich von dieser ersten nicht durch die Vorbildung, sondern lediglich durch Veranlagung und Wissenstrieb. Es sei hier vorweggenommen, daß diese Soldaten, die erfreulicherweise gar nicht selten sind, oft zweierlei mitbringen: einmal eine große Fixigkeit im Zahlenrechnen, um die sie mancher Abiturient beneiden könnte, dann auch eine gewisse Freude an Kniffligkeiten und ihrer Überwindung. Da solchen Leuten der Waffendienst etwas geben kann, was ihnen ihre frühere Tätigkeit schuldig blieb, ergreifen sie häufig den sozialen Aufstiegsberuf des Berufssoldaten, d. h. des länger dienenden Unteroffiziers. Sie sind in der Truppe neben den Schülern höherer Schulen die Richtkanoniere, Fernsprecher, Rechner im Rechentrupp, Auswerter bei der Beobachtungsabteilung, später die wertvollsten Unteroffiziere.

In derselben Weise wie diese Schicht wird eine weitere nur sehr kleine Zahl von Heeresangehörigen nicht vom Gegenstand dieser Betrachtung berührt. Es sind dies die Offiziere, die nach zehn- bis fünfzehnjähriger Fronttätigkeit eine abgeschlossene Hochschulbildung erhalten und sich, wenigstens im zweiten Teil ihres Studiums, auf besonderen militärisch-wissenschaftlichen Gebieten spezialisieren.

Wir haben dagegen zu sprechen von denjenigen Angehörigen des Heeres, die eine höhere Schule besucht oder ganz durchlaufen haben. Das ist ja die Vorbildung der Mehrzahl der aktiven Offiziere und derjenigen Wehrpflichtigen, die sich meist zum Offizier der Reserve qualifizieren. Was diese an mathematischen und physikalischen Grundlagen und Kenntnissen bzw. an mathematisch geschultem Denken mitbringen müssen, um gute Artilleristen zu werden, soll hier umrissen werden.

Beginnen wir mit dem Primitivsten, dem Zahlenrechnen. Unter kriegsmäßigen Verhältnissen kommt oft nur ein Kopfrechnen in Frage, und das muß — unter störenden Einflüssen aller Art — schnell und richtig vor sich gehen! Schnell und richtig muß der Protokollführer beim Theodoliten der Vermessungsbatterie seine Winkelauszüge machen; dasselbe gilt für die Rechenarbeit in der Batterie. Es sei hier eingeflochten, daß der Artillerist zwei Winkelteilungen hat. Innerhalb der Vermessungsbatterie, für deren Arbeiten eine feine Unterteilung Notwendigkeit ist, messen wir in Neugraden, d. h. in Hundertstel des rechten Winkels mit einfacher Dezimalunterteilung. Wir haben also die Sexagesimalteilung völlig über Bord geworfen, was übrigens Frankreich schon im Jahre 1922 viel weitgehender getan hat. Der schießende Artillerist im Gegensatz zum Vermessungsmann aber gebraucht ein anderes, besonders einfaches Winkelmaß. Er mißt Winkel nach Seite und Höhe in Strich (früher Teilstrich genannt). Ein Strich ist der 6400ste Teil, also nahezu der $2\pi \cdot 1000$ ste Teil des Vollkreises. Wir gewinnen daher in der Beziehung: $\text{tg } 1^\circ = \frac{1}{1000}$, vom Soldaten ausgesprochen: ein Strich verlegt nach Seite

oder Höhe um ein Tausendstel der Entfernung, eine unübertrefflich einfache Rechenregel. Diese Rechenregel muß der Soldat, und zwar jeder, nicht nur der Offizier, völlig beherrschen und nach allen drei möglichen Unbekannten, nämlich Verlegung der Schlinie, Entfernung und Zahl der Striche, schnell im Kopfe zahlenmäßig auflösen können. Einige Beispiele seien gegeben: Ein Kampfwagen bekannten Typs, also bekannter Länge von 4 m, deckt in der Strichplatte des Doppelglases 8° . Daraus ergibt sich sofort die Entfernung zu angenähert 500 m. Oder: Ein Richtkreis hat ein Ziel, dessen Entfernung sich nach der Karte zu 3000 m ergibt, anvisiert und das Grundgeschütz der Batterie gleichlaufend gestellt. Der senkrechte Abstand der beiden Schlinien („der Stellungsunterschied“) sei mit 50 m gemessen. Das Geschütz muß also seine Sehlinie um 50 durch 3 = 17 Strich verlegen, dann trifft

auch diese das Ziel. Während Rechnungen solcher Art wirklich das tägliche Brot jedes Artilleristen sind, muß der Offizier natürlich wissen, daß diese etwas großzügige Vermengung von tg- und arcus-Funktion bei wachsenden Winkeln immer ungenauere Ergebnisse liefert; aber er verwendet sie ja nur da, wo das Resultat durch Beobachtung verbessert werden kann und, das ist die Hauptsache, um schnellstens Anhaltswerte zu bekommen.

Die Rechenstelle einer Batterie wird meist, wenigstens zum Teil, von Abiturienten besetzt sein. Ihre Hauptaufgabe ist — ebenfalls unter sehr erschwerenden äußeren Umständen —, so schnell wie möglich eine Wettermeldung zu verrechnen. Natürlich ist hier alles schematisiert und tabellarisiert. Aber diese Tabellen haben häufig doppelten Eingang mit größeren Intervallen beider Argumente; es muß also doppeltes Interpolieren angewandt werden! Neuerdings tritt allerdings ein Spezialrechengerät, der Artillerieschreiber, an die Stelle der genannten Tafeln. Aber auch so bleibt noch ein großes Maß von Rechenarbeit übrig. Ebenfalls Aufgabe der Rechenstelle ist die Verrechnung der behelfsmäßigen Vermessung oder die Errechnung der Entfernung Batterie—Ziel aus gegebenen Koordinaten beider. Hier kommt neben elementarer ebener Trigonometrie gewandtes logarithmisches Rechnen in Frage. Ich kann aus meiner langen Truppentätigkeit leider berichten, daß man selbst bei Abiturienten beim logarithmischen Rechnen nicht allzuviel, vor allem an Sicherheit, voraussetzen darf.

Der artilleristische Führer muß zur Beurteilung von Treffwahrscheinlichkeiten und der ballistischen Leistung einer Waffe mit den Grundzügen der Theorie der Fehlerverteilung vertraut sein. In jeder Schußtafel finden wir unter dem Titel „Wahrscheinlichkeitsfaktoren“ Werte des GAUSSschen Fehlerintegrals, wobei als Einheit der Abszisse der „wahrscheinliche Fehler“ — im Heere 50%ige Streuung genannt — gewählt ist.

Eine Vorbereitung auf die Bedienung mechanisch-graphischer Spezialapparate, auf die ich hier nicht eingehen kann, können wir von der Schule nicht fordern. Wird ein geschultes räumliches Anschauungsvermögen mitgebracht, so dringt der strebsame Soldat schnell in das Verständnis z. B. der „graphischen Schußtafel“ ein.

Damit wären wir bei der Geometrie. Abgesehen von selbstverständlichen Grundlagen, wie Ähnlichkeit, Kongruenz von Dreiecken, muß das Anfangswissen der Kegelschnittlehre mitgebracht werden. Manche Aufgaben der Vermessung — ich nenne nur die Lösung der POTHENOTSchen Aufgabe, des Rückwärtseinschnittes oder der HANSENSchen Aufgabe, mittels der Kippregel oder rechnerisch, gehören zu den schönsten und einprägsamsten Beispielen der Kreislehre. Wir kommen übrigens — das sei hier vorweggenommen — auch bei der rechnerischen Auswertung des Rückwärtseinschnittes ausschließlich mit den Funktionen im rechtwinkligen Dreieck und dem Sinussatz aus. Auf der Hyperbel als geometrischem Ort baut die gesamte Schallerkundung auf. Die Parabel als idealisierte Flugbahn muß auch be-

kannt sein; die HAUPTSche Formel für die Gipfelhöhe einer Flugbahn ($h = \frac{g}{8} T^2$), die auch für die Gipfelhöhe der wahren Flugbahn im luftgefüllten Raum einen guten Näherungswert gibt, leitet sich aus der Tangenteneigenschaft der Parabel her.

Das Gebiet der Trigonometrie war schon kurz gestreift. Der Erdartillerist benötigt nur die ebene und auch diese nur bis einschließlich des Sinussatzes, aber mit diesem wenigen muß wirklich frei geschaltet werden können, und Beziehungen müssen schnell gesehen werden! Eine kleinere Rolle spielen die Anwendungen der projektiven Geometrie. Hierher gehören z. B. die Verfahren zur Übertragung von Punkten aus Luftbildern, die ja unter einem gewissen Kipp- und Verkantungswinkel aufgenommen sind, in die Karte.

Ebenso brauchen wir auf dem Gebiete der reinen Infinitesimalrechnung keine großen Anforderungen an die Schulvorbildung zu stellen, abgesehen vom wirklichen Eindringen in die Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung als Ableitungen. Damit wäre die Mechanik als das wichtigste und grundlegende Gebiet der gesamten Physik berührt. Und hier muß der angehende Offizier oder Reserveoffizier unbedingt mehr mitbringen, als es zur Zeit der Fall ist. Er muß sich nicht nur über die Begriffe Kraft, Arbeit, Leistung, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Bewegungsgröße, Energie

der Lage und der Bewegung völlig klar sein, sondern mehr als das, er muß damit rechnen können. Ich habe nicht nur bei Offizieranwärtern, sondern auch bei anderen jungen Leuten, die sich einen akademischen Beruf als Ziel gesetzt hatten, feststellen können, daß zwar sehr nebelhafte Vorstellungen und einige Redensarten über Quantenmechanik oder Relativitätstheorie da waren, daß aber leider über die NEWTONsche Mechanik und ihre Grundlagen fast ebenso unklare Ansichten bestanden. Man muß aber beim Abiturienten unbedingt z. B. den Schwerpunktssatz voraussetzen können, die Grundlage für das Verständnis des Rückstoßes einer Waffe. Soviel Mechanik braucht nicht nur der Artillerist, sondern auch der Pionier, der Flieger, der Kraftfahrer. Neue Geräte oder Verfahren werden nach einer ersten Erprobung von seiten der zuständigen Behörde zum Truppenversuch gegeben und dort noch intensiver geprüft und besonders auf Feldbrauchbarkeit erprobt. Der Truppenoffizier soll instande sein, eine solche Erprobung sinngemäß und voller Verständnis anzulegen. Er muß weiterhin ein begründetes Urteil abgeben und gegebenenfalls Verbesserungsvorschläge machen können. Zu alledem gehört Mechanik und die Grundlagen der Festigkeitslehre.

Was andere Gebiete der Physik anbelangt, so wäre zunächst die Elektrizitätslehre zu nennen. Hier muß soviel mitgebracht werden, daß die einfachen elektrischen Maschinen, wie sie uns in der elektrischen Anlage jedes Kraftwagens begegnen, verstanden werden. Ebenso müssen die theoretischen Grundlagen für elektrische Nachrichtenübermittlung (auch drahtlose!) gegeben sein. Vor allem der Schallmeßmann hat recht komplizierte elektrische Anlagen zu bedienen. Hier ist über die Vorbildung und das Verständnis übrigens erheblich weniger zu klagen als auf dem Gebiet der Mechanik.

Das Schallmeßwesen hat auch einen meist etwas stiefmütterlich behandelten Zweig der Physik, die Akustik, zu militärischen Ehren gebracht; und gerade das Schallmeßwesen wird vielleicht in einem kommenden Kriege eine noch viel größere Rolle spielen als im vergangenen.

Optische Geräte treten uns im gesamten Artilleriewesen auf Schritt und Tritt entgegen. Ich nenne das Doppelglas, den Richtkreis, das Scherenfernrohr, das Rundblickfernrohr am Geschütz, den Theodoliten des Vermessungsmannes. Den Stereoeffekt benutzen wir beim Scherenfernrohr bei waagrecht gestellten Armen durch künstliches Erweitern des Augenabstandes zur Steigerung des räumlichen Seheindrucks. Beim Entfernungsmesser der Flakwaffe dient er der Messung. Auch hier genügt es nicht, allgemein Bescheid zu wissen; man muß mit einem Gerät messen, unter Umständen es auch prüfen können.

Zu der Frage, wie die höhere Schule diesen militärischen Anwendungen von Mechanik und Physik Rechnung tragen soll, ist folgendes zu sagen: Natürlich ist es erwünscht, wenn die Schule in ihr Übungsgebiet gelegentlich Aufgaben militärischer, speziell artilleristischer, Art aufnimmt. Es läßt sich denken, daß dadurch an Lebensnähe gewonnen werden kann und daß gerade auf diesen Gebieten ein freudiges, nach Selbständigkeit strebendes Mitarbeiten der Schüler erreicht wird. Doch ist es nicht ratsam oder notwendig, allzuviel von den oben kurz umrissenen Verfahren selbst vorweg zu nehmen. Einerseits muß die Schule dem Schüler mehr geben als eine spezielle militärische Jugendausbildung. Andererseits schadet es nichts, wenn für den jungen Menschen nach seinem Dienst Eintritt noch viel Anregendes zu lernen bleibt. Wir wünschen ja auch, um ein Beispiel aus einem anderen Gebiet heranzuziehen, daß aus der Jugendorganisation Sicherheit im Kartenlesen, Gewandtheit im Ausnutzen des Geländes, Härte und Ausdauer, nicht aber taktische Ansichten mitgebracht werden.

Was aber gefordert werden muß, ist eine gediegene mathematisch-physikalische Grundlage, an die sich nachher die militärische Ausbildung halten kann. Außerdem soll die Schule dem angehenden Soldaten eine Erziehung zu klarem, nicht verschwommenem, logischem Denken geben. Und diese Denkschulung vermittelt meines Erachtens am besten die Mathematik. In der Schulphysik läßt sich durch entsprechende Anleitung noch etwas, allgemein wie für den Soldaten sehr Wünschenswertes erreichen, daß nämlich Erscheinungen technischer und naturgegebener Art nicht einfach hingegenommen werden, sondern daß man „dahinterzukommen“ ver-

sucht. Ich meine die Freude und den Stolz über die Lösung eines selbstgestellten kleinen Problems, die Tatsache, daß man es für unwürdig hält, sich irgendeiner Sache zu bedienen, die man nicht völlig durchschaut hat.

In welcher Stundenzahl und durch welchen Lehrplan die Erziehung zu dieser Denkart erreicht werden kann, darüber steht mir kein Urteil zu.

Ich kann aber sagen, daß die höhere Schule, wenn sie neben dem vielen, das sie aus anderen Gründen dem jungen Mann mitgeben muß, auch diese Wünsche erfüllen kann, uns unsere Ausbildungsarbeit erleichtert und mehr als das, es uns überhaupt erst ermöglicht, in zweijähriger Dienstzeit den hochwertigen Artilleristen zu schaffen.

Abhandlungen.

Straßenbau als Thema für eine mathematische Arbeitsgemeinschaft.

Von ADOLF HAMMANN in Berlin-Friedenau.

(Schluß.)

Wie aus den letzten Angaben hervorgeht, beansprucht der Übergang aus der Geraden in eine Kurve besonderes Interesse. Während der Straßenbauingenieur die Höhenverhältnisse durch Schnitte darstellt, möchte ich für die Behandlung solcher Probleme in der mathematischen Arbeitsgemeinschaft die Darstellung in kotierter Projektion vorschlagen, weil sie dem Schüler anschaulichere Bilder vermittelt. Die Böschungsflächen und die Gestalt der Fahrbahn werden durch den Verlauf ihrer Schichtlinien gekennzeichnet.

Aufgabe 9. Für eine Fahrbahn von gegebener Breite soll der Übergang aus der Geraden in eine kreisförmige Krümmung von gegebenem Krümmungsradius R ohne Übergangsbogen dargestellt werden. Die erforderliche Querneigung ist durch Anrampung der Außenkante der Fahrbahn zu bewirken, die Innenkante soll konstante Höhe haben (Abb. 9).

Die Fahrbahn hat zwischen A_1A_2 und B_1B_2 eine Querneigung nach außen von beispielsweise $1,5\%$, d. h. die Innenkante liegt um $h_0 = \frac{b \cdot 1,5}{100}$ höher als die Außenkante, die sich in der Nullebene befindet. Von B_2 an beginnt die Anrampung der Außenkante; sie erreicht bei C_2 die Höhe h_0 , bei D_2 die Höhe $h_1 = 3 \cdot h_0$ und an der Stelle E_2 die Höhe $h_2 = 5 \cdot h_0$ oder gegenüber der Innenkante einen Höhenunterschied von $4h_0$. Das würde nach der obigen Annahme einer Querneigung von 6% entsprechen.

Die Böschungsfläche der Außenkante ist zunächst eine Ebene mit der Spur B_2F_1 , die bei E_2 in eine Kegelfläche übergeht. Der Übergang wird durch einen Böschungskegel hergestellt, der die Böschungsebene $B_2F_1E_2$ längs E_2F_1 und die Kegelfläche mit dem Grundkreisradius OK_2 längs der Mantellinie

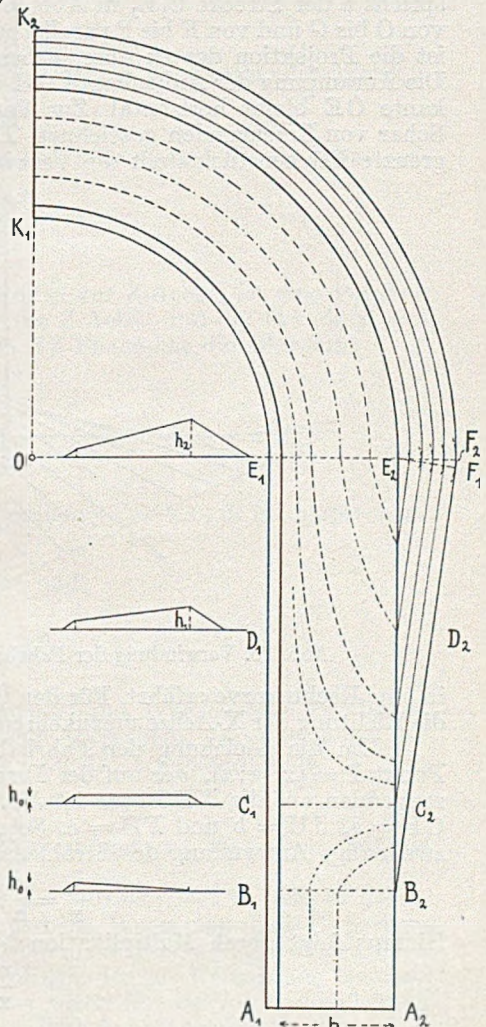


Abb. 9. Übergang aus der Geraden in eine Kurve bei festgehaltener Innenkante.

E_2F_2 berührt. Die Böschung der Innenseite ist zwischen A_1 und E_1 durch eine Ebene und zwischen E_1 und K_1 durch eine Kegelfläche begrenzt.

Die Fahrbahnfläche ist anfangs eine leicht nach außen geneigte Ebene, die zwischen B_1B_2 und E_1E_2 eine Verwindung erleidet. In diesem Bereich ist, wie noch ausführlich gezeigt werden soll, die Fahrbahn ein Stück der Fläche eines hyperbolischen Paraboloids. Von E_1E_2 bis K_1K_2 schließt sich dann das Stück einer Kegelfläche an.

Das Profil der Fahrbahn ist stets eine Gerade. Diese Profilgerade kann als Erzeugende der gesamten Fahrbahnfläche aufgefaßt werden, jedoch gehen die Ebene $A_1A_2B_1B_2$, das Mittelstück $B_1B_2E_1E_2$ und die Kegelfläche $E_1E_2K_1K_2$ nicht stetig ineinander über, sondern sie stoßen in den Kanten B_1B_2 und E_1E_2 zusammen. Die Darstellung des ebenen Stückes der Fahrbahn und der Kegelfläche durch Höhenlinien ist ganz einfach, die Behandlung des Mittelstückes erfordert eine besondere Betrachtung.

Wir gehen von der Stelle C_1C_2 aus, an der die Profilgerade der Fahrbahn horizontal ist, und tragen in einem räumlichen rechtwinkligen Koordinatensystem (Abb. 10) die Länge a der Anrampung auf der X-Achse von O bis E ab; dabei entspricht a der Strecke C_1E_1 in Abb. 9. Die Fahrbahnbreite b wird auf der Y-Achse von O bis G und von E bis F parallel zur Y-Achse eingetragen. Das Rechteck $O E F G$ ist die Projektion des zu untersuchenden Teils der Fahrbahn auf die XY-Ebene. Die Anrampung der Außenkante GH erreicht über F die Höhe $F'H = c$, die Innenkante OE bleibt horizontal. Zur Veranschaulichung der Fahrbahnfläche ist eine Schar von Erzeugenden gezeichnet. Das von dem räumlichen Viereck $O E H G$ begrenzte Flächenstück stellt die Verwindung dar, die die Fahrbahn beim Übergang

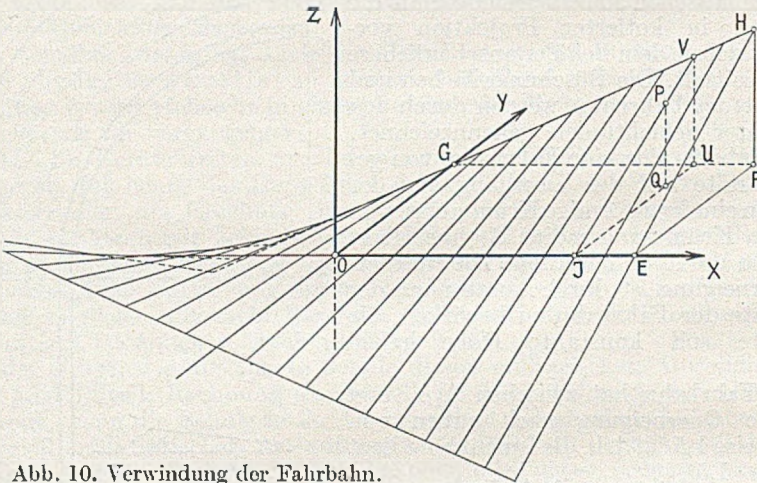


Abb. 10. Verwindung der Fahrbahn.

in eine Rechtskurve erfährt. Für den Übergang in eine Linkskurve braucht man nur die Richtung der X-Achse umzukehren oder die Fläche an der YZ-Ebene zu spiegeln.

Um die Gleichung der Fahrbahnfläche zu gewinnen, betrachten wir einen Punkt $P = (x; y; z)$, der auf der Erzeugenden JV liegt. Die Projektion dieser Erzeugenden auf die XY-Ebene ist JU . In Abb. 10 ist $GU = x$, $JQ = y$, $QP = z$, $GF = a$, $JU = b$ und $FH = c$. Setzt man noch $UV = z_1$, so erhält man durch zweimalige Anwendung des Strahlensatzes die folgenden Ansätze:

$$\frac{z_1}{x} = \frac{c}{a} \quad \text{und} \quad \frac{z}{z_1} = \frac{y}{b}.$$

Hieraus folgt durch Multiplikation

$$\frac{z}{x} = \frac{c \cdot y}{a \cdot b} \quad \text{oder}$$

$$(6) \quad z = \frac{c}{a \cdot b} \cdot x \cdot y,$$

die Gleichung der Fahrbahnfläche.

Führt man um die festgehaltene Z-Achse eine Drehung von 45° aus, wobei

$$x = \frac{1}{2}\sqrt{2}(\xi - \eta); \quad y = \frac{1}{2}\sqrt{2}(\xi + \eta) \quad \text{und} \quad z = \zeta \quad \text{ist,}$$

so erhält die Gleichung (6) die Form

$$(6a) \quad \frac{c}{a \cdot b}(\xi^2 - \eta^2) - 2\zeta = 0.$$

Die Fläche der Fahrbahn ist also zwischen B_1B_2 und E_1E_2 ein Stück eines hyperbolischen Paraboloids.

Bei den folgenden Untersuchungen werden wir wegen ihrer einfachen Form stets die Gleichung (6) benutzen. Da für $x = 0$ und ebenso für $y = 0$ $z = 0$ wird, enthält die Fläche die X-Achse und die Y-Achse als erzeugende Geraden. Schneidet man die Fläche mit Ebenen, die zur X-Achse senkrecht stehen, so erhält man

$$(7) \quad z = \frac{c \cdot x_1}{a \cdot b} \cdot y,$$

die Gleichung der Schar der erzeugenden Geraden, und

$$(7a) \quad \frac{1}{p} = \frac{c \cdot x_1}{a \cdot b},$$

die Querneigung an der Stelle x_1 .

Für Schnitte senkrecht zur Y-Achse ergibt sich in entsprechender Weise

$$(8) \quad z = \frac{c \cdot y_1}{a \cdot b} \cdot x,$$

die Gleichung einer zweiten Geradenschar, die ebenfalls als erzeugende Schar aufgefaßt werden kann, und

$$(8a) \quad \frac{1}{m} = \frac{c \cdot y_1}{a \cdot b},$$

das Längsgefälle an der Stelle y_1 .

Jeder weitere Vertikalschnitt (Schnitt parallel zur Z-Achse) ist eine Parabel. Als Spezialfall sei der Schnitt untersucht, der die Z-Achse und die Gerade $y = x$ enthält. Die Projektion dieses Schnittes auf die XZ-Ebene hat die Gleichung

$$(9a) \quad z = \frac{c}{a \cdot b} \cdot x^2,$$

die Projektion auf die YZ-Ebene wird durch

$$(9b) \quad z = \frac{c}{a \cdot b} \cdot y^2$$

dargestellt. Für den Vertikalschnitt längs der Geraden $y = -x$ gilt in entsprechender Weise

$$(10a) \quad z = -\frac{c}{a \cdot b} \cdot x^2 \quad \text{und}$$

$$(10b) \quad z = -\frac{c}{a \cdot b} \cdot y^2.$$

Die Schnittkurven sind also Parabeln.

Alle zur XY-Ebene parallelen Ebenen schneiden das hyperbolische Paraboloid in Hyperbeln, in unserem Falle in gleichseitigen Hyperbeln. Die Gleichung der Hyperbelschar erhält man, wenn man in Gleichung (6) z konstant hält.

$$(11) \quad x \cdot y = \frac{a \cdot b}{c} \cdot z_1.$$

Durch diese Gleichung sind gleichzeitig die Projektionen der Hyperbeln auf die XY-Ebene gegeben.

Wie soeben gezeigt, sind die Höhenlinien des Mittelstückes $B_1B_2E_1E_2$ der in Abb. 9 dargestellten Fahrbahn gleichseitige Hyperbeln. Wenn man diese Hyperbeln auch bei der praktischen Herstellung der Fahrbahn nicht benötigt, sondern nach Festlegung der Innen- und Außenkante die Profilgeraden als Erzeugende benutzt, so bieten sie doch als Höhenlinien ein wertvolles Mittel für die Veranschaulichung und gestatten den Übergang in die benachbarten Fahrbahnstücke (den ebenen Teil und die Kegelfläche) genauer zu beurteilen. Es soll daher die Konstruktion der Hyperbelschar an Hand der Abb. 11 erläutert werden.

In einem rechtwinkligen ebenen Koordinatensystem wird die Länge a der Anrampung in Richtung der X-Achse von O bis E, die Breite der Fahrbahn auf der Y-Achse von O bis G angetragen. Das Rechteck OEGH ist dann die Projektion des darzustellenden Flächenstückes auf die Grundebene. Die Punkte O, E und G haben die Höhe Null, der Punkt H liegt in der Höhe c über der Tafel. Nach Formel (11) ist die Höhenlinie in der Höhe z_1 durch die Gleichung

$$x \cdot y = \frac{a \cdot b}{c} z_1$$

bestimmt. Für die Höhenlinie in der Höhe $z_1 = \frac{1}{10} c$ ergibt sich $x \cdot y = \frac{1}{10} a \cdot b$, für $z_1 = \frac{1}{5} c$ ergibt sich $x \cdot y = \frac{1}{5} a \cdot b$ und so fort.

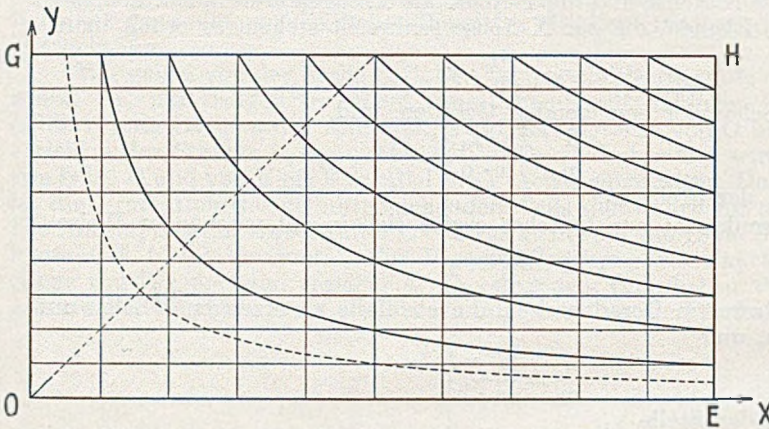


Abb. 11. Darstellung der Verwindung durch Höhenlinien.

Fadenmodell auszuführen. Das räumliche Viereck OEHG wird als Rahmen aus Stahlband gearbeitet und dann mit Fäden bespannt (Abb. 12).

Der Neigungswechsel der Fahrbahn beim Übergang aus der Geraden in eine Kurve kann auch dadurch bewirkt werden, daß man die Fahrbahnmitte festhält, während die Außenkante gehoben und die Innenkante gesenkt wird.

Aufgabe 10. Für eine Fahrbahn von gegebener Breite soll der Übergang aus der Geraden in eine kreisförmige Krümmung ohne Anwendung eines Übergangsbogens dargestellt werden. Dabei soll die erforderliche Querneigung durch Verwindung der Fahrbahn um die Fahrbahnachse erreicht werden (Abb. 13).

In diesem Falle braucht die Anrampung der Außenkante nur halb so steil zu sein wie in dem Fall der Aufgabe 9. Die Außenkante steigt von B_2 bis E_2 um $2\frac{1}{2}$ Höheneinheiten, während die Innenkante zwischen B_1 und E_1 um den gleichen Betrag fällt. Die Mitte der Fahrbahn hat überall dieselbe Höhenlage. (Die Bezeichnungen der Abb. 13 beziehen sich auf Punkte der Fahrbahnkanten; um die Wirkung des Bildes nicht zu stören, wurden sie an den Fuß der Böschung gesetzt.) Die Böschungen setzen sich aus Ebenen und Kegelflächen zusammen. Die Darstellung der Böschungsflächen durch Höhenlinien gibt ein anschauliches Bild nicht nur von der Gestalt des Böschungskörpers, sondern auch von der Lage der Fahrbahn.

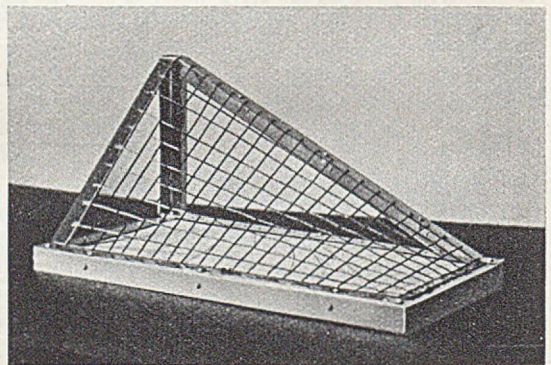


Abb. 12. Fadenmodell der Verwindung.

Bei der Ausführung der Zeichnung empfiehlt es sich, die Seiten a und b mit einer Teilung zu versehen und das zugehörige Gitter zu zeichnen. Die Querlinien stellen dann die Projektionen der erzeugenden Profilvergeraden dar, die dazu senkrechten die Projektionen der Längsgeraden. Es macht ferner keine Schwierigkeiten, die Verwindung der Fahrbahnfläche als

Die Fläche der Fahrbahn ist zwischen A_1A_2 und B_1B_2 eine nach außen leicht geneigte Ebene, daran schließt sich zwischen den Erzeugenden B_1B_2 und E_1E_2 ein Stück der Fläche eines hyperbolischen Paraboloids, das bei E_1E_2 in die Mantelfläche eines Kegels übergeht. Aus dem Verlauf der Schichtlinien der Fahrbahnfläche erkennt man, daß der Übergang von der Verwindung zur

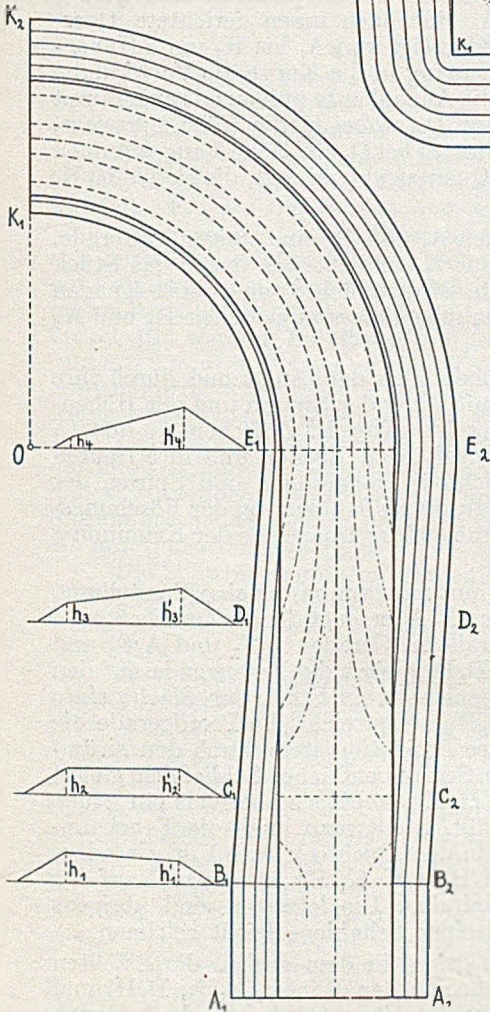


Abb. 13. Übergang aus der Geraden in eine Kurve mit Verwindung um die Fahrbahnachse.

Bei den Aufgaben 9 und 10 wurde auf maßstäbliches Zeichnen verzichtet, um das Prinzipielle des Übergangs aus der Geraden in eine Kurve herauszuarbeiten. So ist die Breite der Fahrbahn, verglichen mit der Länge der Anrampung, vierfach vergrößert gezeichnet, während der Krümmungsradius bedeutend zu klein angenommen wurde.

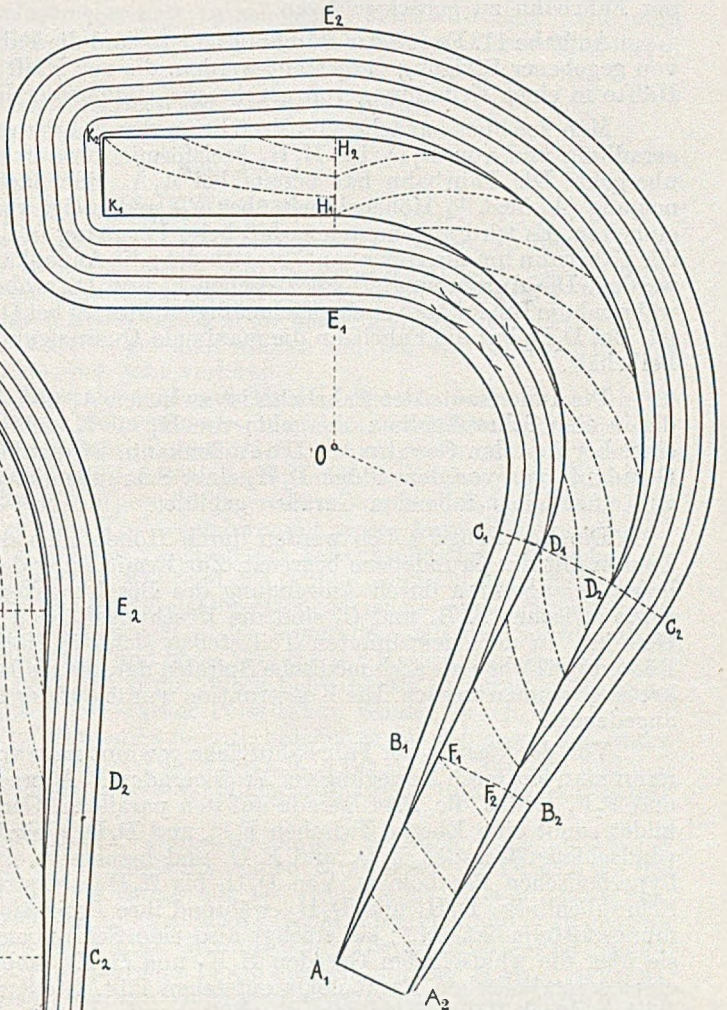


Abb. 14. Gekrümmte Rampe.

Kegelfläche viel glatter ist als im Fall der Aufgabe 9 (Abb. 9), wo die Innenkante der Fahrbahn fest blieb und alle Längsgeraden eine Anrampung aufwiesen. In dem zuletzt behandelten Fall (Aufgabe 10) würde ein Fahrzeug, das sich auf der Mittellinie der Fahrbahn bewegt, überhaupt keine Rampe durchlaufen, sondern nur eine Drehung um seine Längsachse erfahren.

Die Anlage von Anschluß-, Abzweig- und Kreuzungsstellen erfordert den Bau von Rampen und Auffahrten, die in einer Krümmung liegen. Bei der Ausführung ist also außer dem Übergang in die Kurve und der Anrampung auch die Steigung der Fahrbahn zu berücksichtigen.

Aufgabe 11. Es soll der Böschungskörper und die Fahrbahnfläche einer Rampe von gegebener Steigung dargestellt werden, die zur Hälfte in der Geraden und zur Hälfte in einer Krümmung von gegebenem Halbmesser liegt (Abb. 14).

Man zeichnet zunächst die Projektion der Fahrbahn, die von A_1A_2 bis D_1D_2 geradlinig und von D_1D_2 bis H_1H_2 kreisförmig verläuft und dann in eine Gerade übergeht. Die Fahrbahn hat bereits bei A_1A_2 eine nach innen gerichtete Querneigung (A_2 liegt $\frac{1}{4}$ Höheneinheit über A_1) und steigt von A_1 bis H_1 um 6 Höheneinheiten. Es wird angenommen, daß beim Übergang in die Kurve die Verwindung der Fahrbahn um die Innenkante stattfindet; die Außenkante muß somit angerammt werden. Die Anrampung erfolgt zwischen F_2 und D_2 , wobei D_2 die Höhe 4 erreicht, während die Innenkante nach gleichmäßigem Anstieg bei D_1 auf Höhe 3 angekommen ist. Bei D_1D_2 hat die Fahrbahn die maximale Querneigung erlangt, die sie bis H_1H_2 beibehält.

Die Innenkante der Fahrbahn ist zwischen A_1 und D_1 eine steigende Gerade, die in eine Schraubenlinie übergeht; von H_1 bis K_1 schließt sich daran das Stück einer horizontalen Geraden an. Die Außenkante wird zunächst von zwei steigenden Geraden, dann von dem Stück D_2H_2 einer Schraubenlinie und zwischen H_2 und K_2 von einer leicht fallenden Geraden gebildet.

Die Böschungsflächen werden durch Höhenlinien dargestellt und durch ihre Spuren mit der Grundebene begrenzt. Zur Ermittlung der Spuren und der Höhenlinien gelangt man durch Anwendung des Böschungskegels. Zwischen A_1 und C_1 sowie zwischen A_2B_2 und C_2 sind die Böschungsflächen Ebenen und ihre Spuren Geraden. In dem gekrümmten Teil stellen sich die Höhenlinien und Spuren der Böschungsflächen als archimedische Spiralen dar, die als Hüllkurven der Böschungskreise gewonnen werden. Die Konstruktion wurde auf der Innenseite der Krümmung angedeutet.

Von der Gestalt der Fahrbahnfläche gewinnt man am besten eine Vorstellung, wenn man sie durch Bewegung der Profilgeraden A_1A_2 erzeugt denkt. Zwischen A_1A_2 und F_1F_2 gleitet die Profilgerade auf den parallelen Geraden A_1F_1 und A_2F_2 und bildet somit eine Ebene. Zwischen F_1F_2 und D_1D_2 gleitet die Erzeugende auf den windschiefen Geraden F_1D_1 und F_2D_2 und beschreibt ein Stück der Fläche eines hyperbolischen Paraboloids. Von D_1D_2 bis H_1H_2 überstreicht die Profilgerade die Schraubenlinien D_1H_1 und D_2H_2 , während ihre Projektion stets durch den Krümmungsmittelpunkt geht; sie erzeugt also eine Schraubenfläche. Schließlich gleitet sie über die windschiefen Geraden H_1K_1 und H_2K_2 , wobei sie abermals ein Stück eines hyperbolischen Paraboloids entstehen läßt. Stellt man auch die Fahrbahnflächen durch Höhenlinien dar, so erhält man in dem Rechteck $A_1A_2F_2F_1$ Geraden, im Bereich der Verwindungen $F_1F_2D_2D_1$ und $H_1H_2K_2K_1$ Hyperbeln und auf der Schraubenfläche $D_1D_2H_2H_1$ archimedische Spiralen. Die letzteren sind übrigens untereinander kongruent und lassen sich mit einer Schablone leicht zeichnen.

Die einzelnen Abschnitte der Fahrbahn gehen in dem soeben dargestellten Fall nicht stetig ineinander über, sondern stoßen in den Kanten F_1F_2 , D_1D_2 und H_1H_2 zusammen. Verhältnismäßig glatt erfolgt der Übergang bei F_1F_2 und auch bei D_1D_2 , während bei H_1H_2 ein ausgesprochener Grat entsteht.

Eine praktisch befriedigende Lösung wird dadurch erreicht, daß man zwischen der Geraden und der kreisförmigen Krümmung einen Übergangsbogen einfügt, dessen Krümmungsradius von $\rho = \infty$ bis auf $\rho = R$, den vorgeschriebenen Radius der Kurve, stetig abnimmt. Die Anrampung wird in den Übergangsbogen gelegt. Bei Eisenbahnanlagen benutzt man als Übergangsbogen eine kubische Parabel, bei den Reichsautobahnen kommt seit etwa einem Jahre die „Klothoide“ zur Anwendung. „Die ‚Klothoide‘ ist eine Spiralkurve, die unter der vereinfachten Annahme erhalten wird, daß beim Übergang in die Krümmung das Lenkrad in gleichen Zeiten

um gleiche Winkel eingeschlagen und dabei die Fahrgeschwindigkeit konstant gehalten wird⁹⁾ 10).“

Die Erörterung dieser mathematisch interessanten Kurve erscheint mir für eine mathematische Arbeitsgemeinschaft zu schwierig. Man wird sich, wenn man den Übergangsbogen einführt, mit der Anwendung der kubischen Parabel begnügen.

Die Metallfrage im Vierjahresplan.

Von ERNST GOERGES in Frankfurt a. M.

(Schluß.)

Aufbereitungsfragen.

Die ärmeren Erze, auf die wir heute zurückgreifen müssen, zwingen uns zu besonderen Methoden der Erzaufbereitung. Zweck der Aufbereitung ist, die wertvollen Erze von dem tauben Gestein oder anderen Mineralien zu trennen. Bei feinverteilten und auch gemengten Erzen versagen die bisherigen Verhüttungsverfahren, so daß derartige Erze kaum nutzbar gemacht werden konnten. Infolgedessen gelangt das feine Erz auf die Halden und geht verloren.

Derartige feine Erze, Erzstaub und auch Haldenbestände, bereitet man durch das Schwimmverfahren (besser Schwimmschaumaufbereitung) oder Flotation auf, ein Verfahren, das schon im 19. Jahrhundert in USA. Raum gewonnen hat. Das Verfahren hat allgemein Anklang gefunden, so daß heute auch grobe Erze durch Flotation aufbereitet werden. Bei diesem Aufbereitungsverfahren werden fein gemahlene Erze (unter 0,3 mm) in Wasser zu einer Trübe geschwemmt, unter Anwendung besonderer Schwimmmittel wird durch Einblasen von Luft ein Schaum erzeugt, in welchen die weniger benetzbaren Erze gelangen, während das taube Gestein in der Trübe bleibt.

Die Abscheidung der Erze wird durch Oberflächeneigenschaften hervorgerufen, die ihren Grund im intermolekularen Bau der Mineralien und der Schwimmmittel haben. Mineralien ohne Ionengitter und ohne Neigung zur Hydratation, wie z. B. die Sulfide der Schwermetalle, lassen sich gut durch Schwimmen aufbereiten, während die mit typischem Ionengitter und starker Polarität in Wasser löslich sind.

Die Schwimmgereäte müssen einen ununterbrochenen Betrieb gestatten, durch Erzeugung möglichst feiner Luftblasen die Erze gut in der Trübe verteilen und den erzhaltigen Schaum leicht entfernen lassen. Man hat Rührwerke und Druckluftgeräte eingeführt.

Die dem Wasser zugesetzten Schwimmmittel, die sog. Schäumer, sollen möglichst tragfähige Schäume erzeugen und möglichst keinen Einfluß auf die Oberfläche der Erze ausüben, dafür aber ihre Wirkung auf die Grenzfläche Wasser—Luft ausdehnen. Die gebräuchlichsten Schäumer sind: Kiefernöl, Pichtenöl und dazu das von der I. G. Farben herausgebrachte Flotol, ein künstlicher Terpenalkohol. Erfahrungsgemäß schäumen am besten organische Verbindungen mit der Hydroxylgruppe.

Die Erze sollen möglichst wenig vom Wasser benetzt und dafür leicht in den Schaum gebracht werden. Das wird erreicht durch sog. Sammler, welche von den Erzen adsorbiert werden und sie chemisch oberflächlich verändern. Die wichtigsten Sammler enthalten Gruppen mit zweiwertigem Schwefel oder dreiwertigem Stickstoff, die man als flotophor bezeichnet.

Will man mehrere Erze trennen, dann braucht man außer Schäumern und Sammlern noch regelnde Schwimmmittel, die eine stufenweise Ausscheidung der verschiedenen Erzarten gestatten. Diese sog. drückenden Schwimmmittel setzen die

⁹⁾ Vorläufige Anweisung für die Durchführung der Bauarbeiten an den Reichsautobahnen, Nr. 8, abgedruckt in „die Straße“, Heft 16, Jahrg. 1937, S. 479.

¹⁰⁾ Weitere Literatur über Übergangsbögen: a) K. LACHMANN und R. ROTHE: Zur Konstruktion des Übergangsbogens für Eisenbahngleise. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik. Bd. 2, 1922. b) G. REISSNER, Übergangsbögen für Eisenbahnen und Autorennbahnen. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik. Bd. 17, 1937. c) E. NEUMANN: Der neuzeitliche Straßenbau. Handbuch für Bauingenieure. II. Teil. 10. Bd., 2. Aufl. S. 48—51, Verlag Springer 1932.

Anmerkung: Anregungen und praktische Hinweise verdankt der Verf. Herrn Dipl.-Ing. FINGER, Schriftleiter des technischen Teils der Zeitschrift „Die Straße“.

Schwimmfähigkeit gewisser Erze herab, besonders haben sie die Aufgabe, die Gangart während der Aufbereitung fortzudrücken. Die Drücker machen die in Frage kommenden Mineralien wasserbenetzbar und verhindern ihr Aufgehen in den Schaumblasen. Zyanide drücken z. B. bei der Blei-Zinkaufbereitung das Zink, bei Kupfer-Eisen die Eisensulfide, bei Blei-Kupfer die Kupfererze. Ebenso drücken Alkali- und Erdalkalisulfide Zinkblende und lassen Bleisulfid unbeeinflusst. Kalziumhydroxyd drückt Schwefelkies. Gangart drückende Mittel sind Natriumsilikat und Alkalien, aber nur in bestimmten Konzentrationen.

Bei sortenweiser Schwimmaufbereitung muß nach Abscheidung einer Erzart die Wirkung der Drücker aufgehoben werden. Zu diesem Zweck setzt man ein belebendes Mittel zu, z. B. Kupfersalze, welche die gedrückten Erze wieder in den Schaum bringen. Allgemein wirken Kationen belebend.

Schwimmgifte, wie Eisen- und Aluminiumsulfat, bilden wahrscheinlich durch ihre Hydroxyde stark adsorbierende Gele, so daß die Oberfläche der Erzteile nicht benetzt werden kann. Alkalizusätze machen diese Schwimmgifte unschädlich.

Die durch mechanische Verrührung von Wasser und Öl erzeugten Emulsionen können noch durch Emulgatoren feiner gestaltet werden. Durch Ultraschallwellen, d. h. Wellen, die den Schallwellen gegenüber kleinere Wellenlängen, aber 10000fache Energie besitzen, kann man Öle in Wasser äußerst fein zerstäuben und dadurch beständige Emulsionen hervorrufen.

Die Flotation gestattet also eine weitgehende Trennung und Verarbeitung von Erzen, besonders von solchen, die früher als wertlos auf die Halden gewandert sind. Wir werden dadurch in die Lage gesetzt, alte Haldenbestände und arme Erze aufzubereiten, ebenso Erze, die mit anderen fein verwachsen sind, und gewinnen dadurch Metalle, auf die wir früher haben verzichten müssen. Die Kosten der Flotation sind auch geringer als die einer anderen Aufbereitung (100 g Öl auf 1 t Erz), da nur geringe Mengen Schwimmittel gebraucht werden und diese nach Abpressen des Erzschaumes wieder in den Prozeß zurückkehren können. Besonders bedeutungsvoll ist, daß fast alle Erze durch Flotation aufbereitet und durch Veränderung der Benetzbarkeit getrennt werden können.

Im Mittelpunkt des Interesses steht heute die Gewinnung von Eisen aus den sauren Eisenerzen. Bei der gewöhnlichen Aufbereitung, die den Gehalt an Kieselsäure herabzusetzen sucht, gehen wertvolle Mengen Eisen und Phosphor verloren. Man hat zur magnetischen Aufbereitung gegriffen, indem man das Erz durch Rösten in ein magnetisches Oxyd verwandelt und damit den Eisengehalt von 33 % auf 54 % heraufsetzt. Bei Zusatz von Eisenspat zu diesen Erzen entwickelt sich CO_2 , das zu CO reduziert wird und das Erz zu einem stark magnetischen, dunkler aussehenden Eisenoxyd oxydiert. Oolithische und bohmartige Erzekann man mit hochgespanntem Wasserdampf (17,5 at), der dann plötzlich wieder entspannt wird, aufschließen. Bei der Entspannung sprengt der Dampf die Poren und legt das Erz frei, die Kosten sollen geringer sein als die des Mahlens der Erze. Bisher ist aber noch kein Einheitsverfahren gefunden worden, nach dem die sauren Erze aufbereitet werden können, da die Zusammensetzung wechselt und sich dadurch technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten ergeben.

Ein pyrotechnisches Aufbereitungsverfahren ist das Kruppsche Rennverfahren, bei dem in einem Arbeitsgang die höchste Aufbereitungsstufe erreicht wird. Rennen leitet sich ab von „zum Rinnen bringen“. Es handelt sich hier um ein der Verhüttung nahes Aufbereitungsverfahren, bei dem schon Eisen selbst entsteht. Das reduzierte Eisen wird nicht flüssig, sondern durch einen Schweißvorgang werden feste Eisenluppen erzeugt, die in einer halbflüssigen Schlacke eingebettet sind und erst in kaltem Zustand von ihr getrennt werden. Das Kruppsche Verfahren bedeutet eine Übertragung der alten Rennarbeit auf den Drehrohrofen, aber mit dem Unterschied, daß die Eisenerzeugung doppelt so groß ist (90—96 %).

Als Rohstoffe für das Verfahren kommen außer sauren Erzen Kiesabbrände und Gichtstaub, die bis zu einer Korngröße von 10 mm vermahlen sind. Als Reduktionsstoffe können geringwertige Brennstoffe wie Koksabrieb, Anthrazitstaub und Feinkohle verwendet werden. 90 % des Brennstoffes wird dem Erz beigemischt, 10 % dient als Zusatzheizung. Das Gemenge von Erz und Brennstoff gelangt in den oberen Teil des Ofens (50 m lang, 3—4 m Durchmesser), die Heizgase strömen ihm

entgegen. Die Ofenwand wird durch die Flamme erhitzt und gibt beim Drehen Wärme an die Beschickung ab, wodurch der Reduktionsvorgang dauernd unterhalten wird. Das dabei entstehende CO schützt das Eisen zunächst vor Oxydation. Im unteren Teil des Ofens verbrennt ein Teil des Eisens zu Eisenoxydul durch die den Heizgasen beigemengte Luft und bildet mit der Gangart der Erze eine Schlacke. Dadurch wird die Temperatur auf 1200—1400° gesteigert. Die halbflüssige Schlacke trennt sich von dem Eisenschwamm und ermöglicht diesem das Zusammenschweißen zu schlackenfreien Eisenluppen. Die Trennung der Schlacke von den Eisenluppen wird durch das Wälzen der Masse, hervorgerufen durch die Drehung des Ofens, gefördert. Das Endprodukt sind Eisenluppen bis zu 200 mm, die in der halbflüssigen Schlacke eingeschlossen sind. Durch Mahlen wird die Luppe von der anhaftenden Schlacke befreit, ohne selbst zerkleinert zu werden. Das gesamte Korn unter 1 mm wird magnetisch abgetrennt und als Konzentrat dem Ofen wieder zugesetzt, wo es die Kerne für die Bildung neuer Luppen darstellt. Die Luppe kann im Hochofen weiterverarbeitet werden. Aus 3 t Erz läßt sich 1 t Eisen herausholen, die Kosten sind nicht höher als bei der Gewinnung von Eisen aus Ausländererzen.

Ebenfalls mit dem Drehofen arbeiten die Wälzverfahren, die auf der Verflüchtigung von Metallen und Metallverbindungen beruhen. Ursprünglich hat man alte Galmeihalden verarbeitet, heute gewinnt man durch das Wälzverfahren Blei und Zink. Die Rohstoffe, minderwertige Erze, Schlackenrückstände und Halden werden im Drehrohrofen mit Kohle erhitzt, wobei Luft im Gegenstrom durchstreicht. Der Brennstoff dient lediglich der Oxydation der Sulfide, die dann in Oxyde übergeführt werden. Bleisulfid und Bleioxyd verdampfen in neutraler Atmosphäre, während Zinkoxyd und Zinksulfid erst durch Reduktion in Zink überführt werden müssen. In Kondensationsanlagen werden die Destillationsprodukte aufgefangen.

Ein direktes Verhüttungsverfahren für minderwertige Eisenerze ist von Lindner und Kangro herausgebracht worden. Diese erhitzen ein Gemisch von Eisenerz und Kohle im Chlorstrom und scheiden aus dem gebildeten Eisenchlorid Eisen durch Elektrolyse ab. Das Eisen wird dann im Elektroofen verarbeitet. Bei den sauren Eisenerzen sucht man schon aus wirtschaftlichen Gründen ohne eine verteuerte Aufbereitung auszukommen. Bei jeder Verhüttung sind zu berücksichtigen: Erzgehalt, Koksverbrauch, die Begleitstoffe Mangan, Schwefel, Phosphor, die Schlackenbildner Kieselsäure, Tonerde und Kalk. In der Hauptsache beeinflussen den Verhüttungsprozeß der Schwefel und die Schlackenbildner. Der Schwefel des Eisens stammt vom Erz selbst und vom Koks, dessen Schwefelgehalt 0,8—1,2% betragen kann. Schwefel ist als FeS in Eisen unlöslich, erstarrt gleichzeitig mit der Eisenschmelze und stört den Zusammenhang der Eisenkristalle. Daher macht er das Eisen brüchig und muß unbedingt beseitigt werden. Von dem Gehalt an Schwefel und Kieselsäure hängt die Kalkmenge ab, die zur Überführung des Schwefels in die Schlacke zugesetzt werden muß. Großer Kieselsäuregehalt erfordert einen entsprechenden Kalkzuschlag und damit höheren Koksverbrauch zum Schmelzen der Schlacke.

Bei dem sauren Schmelzverfahren nach Paschke-Pretz wird auf vorherige Aufbereitung verzichtet. Es wird nur soviel Kalk zugesetzt, daß eine kieselsäurereiche Schlacke entsteht, ohne daß darum mehr Koks verbraucht wird. Allerdings verzichtet man auf vollständige Beseitigung des Schwefels durch die Schlacke. Diese stark kieselsäurereichen Schlacken haben einen niedrigen Schmelzpunkt, der noch durch Flußmittel, wie Eisenoxydul, Manganoxydul und Alkalien, weiter herabgesetzt werden kann. Je mehr Kieselsäure und Eisenoxyd sie enthält, um so mehr Schwefel und um so weniger Kohlenstoff enthält das Eisen. Diese Schlacke, die das 2—3fache des Eisens betragen kann, nimmt leider nicht den ganzen Schwefel auf, dafür aber mehr Eisen und Mangan. Durch direkte Sauerstoffzufuhr kann der Koksverbrauch und damit der Schwefelgehalt des Eisens stark herabgesetzt werden, was bei dem heutigen Sauerstoffpreis keine starke Belastung mehr darstellt.

Dem Roheisen muß nun nach dem Abstich der Schwefel entzogen werden. Das geschieht durch Soda, die fein gepulvert zugesetzt wird, der Sodaverbrauch beträgt 2% der Eisenmenge. Durch diese nachträgliche Entschwefelung senken wir unseren Manganbedarf um 30—40%, was einer Devisenersparnis von 4 Mill. RM. gleichkommt. Die in großen Mengen anfallende Schlacke sucht man dadurch unter-

zubringen, daß man die flüssige Schlacke im Dampfstrom zu Schlackenwolle verarbeitet oder die gemahlene Schlacke durch Gips aufschließt, wodurch ihr Kalkgehalt für die Düngung verwertbar wird.

Das Bestreben, uns in der Aluminiumerzeugung von dem Rohstoff Bauxit frei zu machen, hat eine Anzahl von Verfahren gezeitigt, die heute schon jährlich 8000 t Aluminium liefern. Die Verfahren beruhen einmal darauf, daß Ton beim Erhitzen auf 600—700° unter Wasseraustritt eine innere Umwandlung erfährt, durch welche Tonerde leichter in Mineralsäuren löslich wird, während Kieselsäureverbindungen zurückbleiben. Bei Behandlung des aufgeschlossenen Tones mit Schwefeldioxyd unter Druck entsteht Aluminiumsulfid, welches sich beim Erhitzen auf 100° als basisches Sulfid niederschlägt. Das bei dem Kochen entweichende Schwefeldioxyd kann wieder in den Prozeß eingegliedert werden. Behandlung mit Natronlauge unter Druck ergibt Aluminiumhydroxyd und daraus durch Glühen Tonerde. Man kann auch mit Salpetersäure unter Druck aufschließen und die Nitrate im Vakuum durch Wasserdampf bei 300—400° zersetzen. Der Aufschluß mit Schwefeldioxyd hat den Vorzug, daß die reduzierende Wirkung des SO₂, das Eisen zweiwertig erhält, so daß es bei der Fällung der Tonerde nicht mitgerissen wird, und daß das Aluminiumsulfid schon beim Erhitzen zerfällt und daher das Eindampfen erspart wird. Man kann auch Aluminium aus Ton durch Reduktion mit Kohle gewinnen. Kieselsäure, Eisen- und Titanoxyd werden reduziert und scheiden sich von der geschmolzenen Tonerde ab. Wir stehen hier noch am Anfang einer Entwicklung, die zu der Hoffnung berechtigt, daß wir in absehbarer Zeit das Aluminium ganz als deutsches Metall betrachten können.

Bekämpfung der Korrosion.

Der Verrottung der Metalle, d. h. dem Angriff auf ihre Oberfläche und der Zerstörung des Gefüges, wird heute mehr Aufmerksamkeit geschenkt als früher, wie aus den Korrosionstagungen der Verbände hervorgeht. Stoffe, die mit den Metallen in Berührung kommen, gehen Verbindungen mit ihnen ein, welche dann bei mechanischen Beanspruchungen abfallen. Dadurch wird das Metall zerstreut und ist unwiederbringlich verloren. Die Schäden, die jährlich durch Rosten in Deutschland entstehen, werden sehr verschieden eingeschätzt. Angaben, die den Verlust durch Rost auf 1—2 Millrd. t beziffern, sind außerordentlich übertrieben. Wahrscheinlich betragen die Rostschäden im Jahre etwa 125000 t, der Abreibungsverlust der Eisenbahnschienen wird mit 25000 t pro Jahr errechnet. Alle aus den Erzen gewonnenen Metalle haben das Bestreben, wieder in den natürlichen Zustand zurückzukehren. Je mehr Energie der Mensch aufbringen muß, um Stoffe aus ihren Verbindungen zu befreien, um so leichter korrodieren sie wieder.

Der Verfall der Metalle kann folgendermaßen vor sich gehen:

1. Die Metalle verbinden sich mit Atmosphärenteilchen, oxydieren. Bei dem Eisen bildet Kohlendioxyd Karbonate, die wieder zu Eisenhydroxyd zerfallen. Kleine Mengen Kohlendioxyd vermögen große Eisenmassen im Kreislauf zu zerstören.

2. Die Metalle bilden in Gegenwart von Wasser Lokalelemente. An der Anode löst sich das Metall auf, an der Kathode entladen sich die H-Ionen. Die anodischen Stellen werden von dem Metall selbst, die kathodischen von C oder von Oxyden gebildet. Kleine Risse im Weißblech sind derartige Stellen.

3. Bei manchen Legierungen tritt eine intermolekulare Korrosion auf, wobei von kaum sichtbaren Stellen ein Zerfall ausgeht, der das Metall wie ein Gestein zerklüftet.

Die Korrosion kann auf verschiedene Weise bekämpft werden. Man kann vom korrodierenden Mittel oder vom korrodierenden Stoff, dem Metall, ausgehen.

1. Man verhindert die Entladung der Lokalelemente, indem man, wie z. B. beim Eisen, die Spannung durch alkalische Zusätze herabsetzt. Diese Spannung wird dann so gering, daß die H-Ionen sich nicht mehr entladen können.

Durch Auskochen oder Zusätze von Natriumsulfid entfernt man den Sauerstoff und verhindert die Oxydation der H-Ionen. Durch Beigaben von Chromaten, Wasserglas oder Kolloiden, erzeugt man schützende Deckschichten, so daß die Metalle nicht angegriffen werden. Wasserglas schützt besonders gut gegen Einwirkung alkalischer Lösungen.

2. Durch Beigabe edler Metalle baut man Legierungen auf, die außerordentlich widerstandsfähig sind. Als Veredler sind besonders bekannt: Chrom, Nickel, Molybdän, Silizium. Unsere Aufgabe ist heute, die seltenen Zusätze, wie Nickel und Chrom, durch andere zu ersetzen, die in größeren Mengen zur Verfügung stehen und auch weniger Devisen brauchen. In der Legierungstechnik sind besonders bei Al und Mg große Fortschritte gemacht worden, so daß wir selbst bei diesen sonst leicht angreifbaren Metallen korrosionsfeste Legierungen haben. Seitdem man gelernt hat, reinstes Zink (99,99 %, sog. Vierneunerzink) herzustellen, hat auch dieses als korrosionsfestes Legierungsmetall an Bedeutung gewonnen.

3. Man schützt die Oberfläche der Metalle durch korrosionsfeste Überzüge. Folgende Möglichkeiten des Schutzes bestehen: Galvanisierung und Plattierung tragen direkt Metalle auf, chemische Mittel verändern die Oberfläche, so daß eine dünne Schutzschicht entsteht. Anstrichmittel mit gutem Haftvermögen schließen die Metalle gegen Atmosphärien ab.

a) Die Galvanisierung ist der erste Korrosionsschutz gewesen. Durch eingehende Forschung sind hier die günstigsten Bedingungen untersucht worden. An polierten Metallflächen haftet der Überzug besser als an rauhen, ebenso verbessern Zwischenschichten die Haftfestigkeit. Da durch Nachpolieren Metall verlorengeht, sucht man heute durch Glanzverfahren, die eine besondere Zusammensetzung der Bäder erfordern, Arbeitslohn und Metall zu sparen. Die Vorschriften der Überwachungsstelle für Metalle beschränken heute Verchromung und Vernickelung auf lebenswichtige Werkstoffe. Die Verzinkung verdrängt heute immer mehr die galvanische Verzinnung, wodurch jährlich rund 500 t Zinn gespart werden. Statt das Metall elektrolytisch niederzuschlagen, kann man es auch direkt auf die zu überziehenden Gegenstände aufspritzen. Das flüssige Metall wird aus Pistolen unter Druck gespritzt, wobei inerte Gase (N) Oxydation verhindern. Das lückenlos verspritzte Metall macht die Oberfläche korrosionsfest. Der Untergrund braucht nicht einmal aus Metall zu bestehen, auch Holz, sogar Pappe kann als Unterlage dienen.

b) Beim Galvanisieren bildet sich eine scharfe Trennungsschicht zwischen Metall und Überzug. Beim Plattieren walzt man das Schutzmetall als Blech auf das zu schützende Metall auf. Dabei drückt sich das knetbare Metall in die Unebenheiten des Grundmetalles ein, es tritt Verzahnung und bei Wärmebehandlung Diffusion und Bildung von Mischkristallen ein, die eine hohe Haftfestigkeit ergeben. Galvanisieren und Spritzguß kommen nur für Fertigwaren in Betracht, die Plattierung hauptsächlich für Halbzeug. Plattierte Werkstoffe werden überall dort verwandt, wo neben den Eigenschaften des Grundmetalls Korrosionsfestigkeit und mechanische Festigkeit gefordert werden. Durch Plattieren von Eisen mit Nickel oder Chromnickel eröffnen sich weitgehende Sparmöglichkeiten.

c) Die Einschränkung der Galvanisierungsverfahren hat neuen Verfahren des Oberflächenschutzes Auftrieb gegeben, der anodischen Oxydation und dem Phosphatverfahren. Bei der anodischen Oxydation handelt es sich um ein elektrolytisches Verfahren, bei dem der Metallgegenstand an der Anode vom Kation angegriffen und mit einer sehr dünnen Schutzschicht überzogen wird. Bei dem Aluminium stellen sich der Galvanisierung insofern Schwierigkeiten entgegen, als sich feine Oxydhäute über dem Aluminium bilden, so daß das aufgebrauchte Metall nicht haftet. Diese natürliche Oxydschicht (0,004 mm) erzeugt das sog. Eloxalverfahren künstlich und verstärkt sie auf 0,015—0,017 mm. Die anodische Oxydation stellt insofern einen Gegensatz zur Galvanisierung dar, als bei der letzteren eine Metallschicht aufgetragen, bei der ersteren aber Metall verbraucht und in Oxyd verwandelt wird. Bei der Eloxalierung wird Aluminium an die Anode gebracht, in Oxalsäure oder Schwefelsäure elektrolysiert. Es bilden sich Aluminiumsalze, aus ihnen gallertartiges Aluminiumhydroxyd und daraus scheidet sich unter Wärmentwicklung Aluminiumoxyd ab.

Härte, Biegsamkeit und Dicke der Schicht hängen von Konzentration und Temperatur des Elektrolyten, dem Grundmetall, der Stromdichte und der Dauer der Behandlung ab. Wie bei der Galvanisierung sind auch hier Poren, wenn auch klein, vorhanden. Diese lassen sich durch Behandlung mit Lacken oder Wachsen schließen, ferner durch Alizarinfarben, die mit Aluminium gut abschließende Farblacke bilden. Das gibt einen so vollkommenen Korrosionsschutz, daß die Schutz-

schicht sogar durch Biegen nicht leidet. Eloxalierte Aluminiumdrähte können für elektrische Leitungen benutzt werden, da die Eloxalschicht isolierend wirkt und infolge ihrer Hitzebeständigkeit geeigneter ist als Guttapercha. Dieser Methode des Oberflächenschutzes gehört in praktischer wie ästhetischer Hinsicht die Zukunft.

Magnesium wird durch Zusatz von Mangan korrosionsbeständiger als Eisen. Beizbehandlung mit Bichromatlösungen verstärken die Widerstandsfähigkeit, die ursprünglich weiße Farbe des Elektron wird dadurch schwach messinggelb. Der Kampf gegen den Eisenrost ist uralte. Plinius nennt schon als Rostschutzmittel: Mennige, Bleiweiß, Gips und Bitumen. Funde auf dem Römerkastell Saalburg bei Frankfurt a. M. zeigen, daß die Römer als Schutzmittel gegen Rost ein Eisenphosphatmineral Vivianit benutzt haben. Offenbar ist ihnen die schützende Wirkung einer Eisenphosphatschicht bekannt gewesen. Im 20. Jahrhundert ist man darauf zurückgekommen, nachdem man vorher Anstriche oder Verzinkung benutzt hat. Der von Parker (USA.) eingeschlagene Weg führt dahin, Eisen in Phosphatlösungen bestimmter Konzentration zu tauchen. Dadurch bildet sich auf dem Eisen eine dünne Schicht Eisenphosphat, die das Eisen korrosionsfest macht. Die Eisenphosphate geben durch ihre Saugfähigkeit einen guten Untergrund für Lacke und verhindern ihr Abspringen. Die Dauer der Behandlung wird heute abgekürzt durch die neuen Bonder- und Atramentverfahren. Die Phosphatierung wird erst nach endgültiger Formgebung vorgenommen, da die Schutzschichten keine mechanische Beanspruchung aushalten. Aluminium und seine Legierungen erhalten durch Behandeln mit Bichromatlösungen eine Schutzschicht (Bauer-Vogel-Verfahren). Selbst Innenseiten von Röhren und Aluminiumfolie können auf diese Weise korrosionsfest gemacht werden.

Ein wirksamer neuer Anstrichschutz ist Chlorkautschuk. Er wird durch Einleiten von Chlor in Tetrachlorkohlenstoff gewonnen (80—100) und durch Alkohol als flockige oder körnige Masse gefällt. Die Lösungen in Benzol oder Toluol trocknen zu einem glasharten Film. Kautschuk selbst ist ungeeignet, weil er gegen Sauerstoff und Öl nicht widerstandsfähig ist. Chlorkautschuk setzt aber Atmosphärien und chemischen Agentien Widerstand entgegen. Er ist nicht entflammbar, leitet die Elektrizität nicht und läßt sich bequem auf Metallen aufstreichen.

Erfassung des Altmaterials.

Unser in reichem Maße anfallendes Altmaterial ist auch eine nicht zu übersehende Rohstoffquelle, wenn sie nur richtig ausgebeutet wird. Alles, was der Mensch braucht, entstammt der anorganischen und organischen Natur. Im Gebrauch und Verbrauch der Stoffe vollzieht sich ein Kreislauf. Bei den meisten Gebrauchsstoffen findet mehr eine Änderung der physikalischen und weniger der chemischen Struktur statt. Der unbrauchbar gewordene Gegenstand hat noch die alte chemische Zusammensetzung, aber nicht mehr die nötige physikalische Form, er wandert auf den Müllhaufen oder ins Feuer. Bei Naturstoffen, wie Kautschuk oder Textilien, die immer wieder nachwachsen, bedeutet das in normalen Zeiten keinen großen Schaden, zumal wenn die Stoffe reichlich zur Verfügung stehen.

Was aber von Metallen einmal auf dem Müll verrottet ist, ist für die Menschheit unwiederbringlich verloren. Der Stoff ist zerstreut, genau so wie abgeriebenes Metall oder verlorene Metallsplitter.

Wenn uns Metalle für alle Zeiten in unbegrenzter Menge zur Verfügung stehen würden, spielte die Verwertung von Abfallstoffen keine Rolle. Heute ist aber der Wert dieser Abfallstoffe erkannt worden, und es kehren heute doppelt soviel Abfälle in den Kreislauf zurück wie 1914. Das reiche USA. ist uns in der Altmaterialwirtschaft weit voraus. Es hat im Jahre 1929 57% des erzeugten Kupfers, 28% seines Bleis, 16% seines Zinks und an Altzinn so viel gewonnen, wie Deutschland Zinn verbraucht. Bisher sind uns jährlich 4000 t Pastentuben verlorengegangen.

Wenn unsere Altstoffwirtschaft im Kampf um die Rohstofffreiheit Hilfe bringen soll, dann muß eine Reihe technischer, wirtschaftlicher und organisatorischer Fragen gelöst werden.

Das anfallende Altmaterial kann nicht ohne weiteres in den Kreislauf eingereiht werden, es muß erst wieder in der Hütte umgearbeitet werden. Beim Eisen ist das einfacher, weil der Schrott direkt im Siemensofen zugesetzt wird. Die Fülle

der Legierungen bei den Leichtmetallen ergibt Schwierigkeiten, weil es für den Sortierer äußerst schwer zu erkennen ist, welche Zusammensetzung die vorliegende Legierung hat. Daher sind in diesem Zweig Sachkenntnisse erforderlich. Große Industriewerke, Reichsbahn und Reichspost, können ihr Altmetall leichter erfassen, da dieses gleich in den Werkstätten gesammelt wird. Die Trennung der Legierungen geschieht in Hütten elektrolitisch oder durch Schmelzverfahren. Gerade bei dem letzteren machen sich Beimengungen unliebsam bemerkbar, Aluminium kann z. B. einen Zink-Kupferguß unbrauchbar machen.

Es ist mitunter wirtschaftlicher, Altmetall chemisch zu verarbeiten, da auf diese Weise Metallverbindungen, welche die chemische Industrie braucht, frei werden. Die Sortierung der Abfälle stellt große Anforderungen an die Ausbildung der Arbeiter. Bei der Erfassung von Trockenbatterien fallen an: 5300 t Mangansuperoxyd (ein Drittel des Manganbedarfes, 3200 t Zink, 180 t Lötzinn, 85 t Messing. Wer soll diese Stoffe trennen? Es ist vorgeschlagen worden, derartige Arbeiten durch Strafgefangene vornehmen zu lassen.

Die Überwachungsstellen lenken die Wiedergewinnung der Altmetalle. Es wird z. B. nicht zugelassen, daß Firmen, die Kupfer brauchen, Messing im Konverter verarbeiten, da hier ein Teil des Zinks verlorengeht. Daß auch kleine Mengen wertvollen Metalls nicht verlorenzugehen brauchen, zeigt die erfolgreiche Verarbeitung von Weißblechdosen auf Zinn und Schrott (durch Chlorieren) seitens der Firma Goldschmidt (Essen) (1300 t Zinn und 68000 t Schrott pro Jahr). Zur Kennzeichnung der Fülle von Legierungen ist vorgeschlagen worden, dieselben mit Nummern zu versehen, so daß die Zusammensetzung leicht erkannt werden kann. Jedem Metall kommt eine Zahl derart zu, daß der Hauptträger der Legierung am Anfang steht. Die Erfassung der Altmetalle in großen Betrieben ist leicht, schwieriger aber in den 17 Mill. Haushaltungen, in denen ungeheuer viel verzettelt wird. Hier ist eine dauernde Aufklärung über den Sinn der Altmaterialverwertung notwendig und eine Erziehung des deutschen Volkes von Jugend an, durch die es lernt, auch die kleinsten Abfälle nicht gering zu achten. Dauernde Sammelaktionen sind zu organisieren, ebenso wiederholte Entrümpelungen in Stadt und Land.

Hierher gehört auch die Erfassung von Metallen aus Abfällen, die man als wertlos und sogar lästig erachtet. Die Asche der Steinkohle enthält wertvolle Metalle, die bisher ungenutzt verlorengehen. Der jährliche Anfall an Asche beträgt 10 Mill. t, eine Menge, die natürlich nicht restlos erfaßt werden kann. Rechnen wir mit ein Viertel dieser Menge, also 2,5 Mill. t, außerdem sind noch die Halden greifbar, dann ergibt sich folgendes Bild: In einer Tonne Steinkohlenasche sind enthalten: 2,7 kg Stahlveredler (Co, Ni, Mo, Cr, Va) mit einem Wert von 55,— RM., 19 kg Buntmetalle (Sn, Zn, Pb, As), Wert 4,— RM., Edelmetalle (Au, Pt, Pa, Ag), 6 g, Wert 3,— RM., seltene Metalle (Be, Ga, Lanthanide), 7 kg, Wert 60,— RM. In einer Tonne Asche steckt demnach ein Metallwert von 122,— RM. Eine nur 50 % ige Ausbeute würde ergeben: je 1000 t Nickel und Kobalt, 600 t Molybdän, 600 t Chrom und Vanadium. (Welterzeugung an Kobalt 1934: 1700 t, Molybdän: 5000 t, Nickelerzeugung Europas: 4200 t.) An Buntmetallen: 400 t Zinn, 12000 t Zink, 1200 t Blei, 10000 t Arsen (das sind 2,4 % unseres Zinnverbrauches [1937], 5 % des Zinkverbrauches und 0,5 % des Bleiverbrauches [1937]). An Edelmetallen: 600 kg Gold, 250 kg Platin, 250 kg Palladium, 6000 kg Silber. Die so zu gewinnende Goldmenge ist ein Dreifaches unserer Golderzeugung. Ebenso fallen noch an 300000 t bestes Eisenerz.

Flugstaub und Schlacken bringen Verluste an Metall. Ersterer kann durch Elektrofilter restlos festgehalten werden, er enthält neben Buntmetallen wertvolle Edelmetalle. Wie Untersuchungen alter Schlackenhalde ergeben haben, sollen es die Römer in Spanien schon verstanden haben, die Metallverluste durch die Schlacke mittels Kochsalzzusatz herabzusetzen. Das Problem, Metallverluste durch die Schlacke zu vermeiden und Metall aus der Schlacke wiederzugewinnen, ist noch nicht gelöst.

Austausch von Metallen.

Die Kriegswirtschaft des Weltkrieges hat nach 1918 nur kurze Zeit auf heimische Rohstoffe zurückgegriffen, die Notzeit hat den Begriff Ersatz als den

eines minderwertigen Stoffes geprägt. Die Wirtschaft ist vor dem Krieg trotz warnender Stimmen nicht auf eine Blockade eingestellt gewesen und hat auch nicht mit einer langen Dauer des Krieges gerechnet. Wir haben aus den Folgen des Krieges gelernt. Die Wirtschaftsplanung des Vierjahresplanes ist nicht vorübergehend, sondern bleibt zur Wahrung unserer Unabhängigkeit bestehen. Wir müssen uns daher in der Metallwirtschaft weitgehend umstellen, von Althergebrachtem abkehren und neuen Möglichkeiten zuwenden. Unser Ziel ist: Möglichst nur solche Metalle verwenden, die wir aus eigenen Rohstoffen gewinnen können, und devisenzehrende durch weniger devisenverbrauchende zu ersetzen. Wir können unsere Werkstoffe in drei Gruppen gliedern:

1. Solche mit geringem Devisenaufwand, wir nennen sie Austauschstoffe. Es sind dies Aluminium, Zink und Magnesium mit ihren Legierungen, ferner Glas, Steinzeug, Quarzglas und Kunststoffe.
2. Solche mit mittlerem Devisenaufwand: Eisen.
3. Solche mit hohem Devisenaufwand: Nickel, Chrom, Zinn, Blei, ebenso die edleren Metalle Vanadium, Wolfram und andere.

Die beiden letzten Gruppen nennt man Sparwerkstoffe. Wir müssen sie strecken oder durch andere ersetzen, das erfordert neue Konstruktionen in der Technik. Die Metallforschung hat in dem Bestreben, uns von devisenfordernden Metallen freizumachen, eine große Anzahl von Legierungen auf der Grundlage Eisen, Aluminium, Magnesium, Zink herausgebracht, die voll geeignet sind, die fraglichen NE-Metalle auszutauschen. Je nach Wahl der Beimengungen entstehen Legierungen von hohem Schmelzpunkt, großer Korrosionsfestigkeit, geringer Verschleißbarkeit und großer Härte. Billige Zusätze sind solche von Arsen, das allerdings durch seine hohe Giftwirkung hemmend wirkt. Der härteste Werkstoff vorgeschichtlicher Zeit ist eine Kupfer-Arsenlegierung. Antimon erhöht die Festigkeit von Blei auf das Dreifache, so daß bei Bleirohren zwei Drittel des Bleibedarfes eingespart werden können.

Für Sonderstähle ersetzen wir immer mehr Nickel durch die devisengünstigeren Metalle Chrom, Molybdän und Mangan. Diese Versuche sind zuerst in USA. unternommen worden, zeugen also davon, daß es weniger auf Einsparung aus wirtschaftlichen Gründen, sondern auf Güteverbesserung ankommt.

Aluminium, Zink, Magnesium bilden die Grundlage für die aufkommende Technik der Leichtmetalle. Die Anforderungen der Flugzeug- und Autoindustrie sind auf diesem Gebiet bahnbrechend gewesen. Die Verringerung des Gewichtes und der bewegten Masse zieht auch eine Verkleinerung des Brennstoffverbrauches nach sich, bei dem Kraftwagen auch eine Schonung der Reifen. Im Duralumin hat A. Wilm schon 1909 eine Legierung gefunden, die sich im Flugwesen ihren Platz siegreich erobert hat, es hat das Zeitalter der Leichtmetalle eröffnet. Dem Duralumin können je nach Wahl der Zusätze Cu, Mn, Mg und der Art der Behandlung bestimmte Eigenschaften gegeben werden. Es hat fast die Eigenschaften des Stahls, aber geringeres spezifisches Gewicht und ist leichter an der Werkbank zu verarbeiten. Nach Erhitzen der Legierung in meist elektrischen Schmelzöfen wird es in Blöcke gegossen, in Salzbadern veredelt, auf 500° erhitzt und dann in kaltem Wasser abgeschreckt. Durch Lagern bis zu 5 Tagen erhält es hohe Festigkeit.

Die Dürener Metallwerke haben diesen hervorragenden Werkstoff für den Bau unserer Luftschiffe, des DO X und zahlloser Rennwagen geliefert. Die Zahl der Aluminiumlegierungen ist in den letzten Jahren gewaltig gewachsen, wir können für jede gewünschte Eigenschaft eines Werkstoffes die nötige Legierung erstellen.

Magnesiumlegierungen, die erst in letzter Zeit erfolgreich auf den Plan getreten sind, enthalten 90—95% Magnesium, als Beimengungen Al, Zn, Mn, Si. Die erste Legierung ist hier das Elektron gewesen (1909), aber die eigentliche Entwicklung beginnt erst in der Nachkriegszeit; erst die Reinherstellung des Magnesiums hat die Bahn geöffnet. Dies geschieht durch Raffination des Rohmagnesiums, indem man das Rohmagnesium mit einer verdickten Salzsäure behandelt (Magnesiumchlorid, Kalziumfluorid). Die Verunreinigungen werden von der Salzsäure aufgenommen. Durch Bestäuben mit Schwefelpulver schützt man dann beim Gießen das geschmolzene Metall gegen Oxyd- und Nitridbildung. Die Magnesiumlegierungen lassen sich heute walzen, pressen, schweißen, besonders Elektron läßt sich wegen seiner Dünflüssigkeit in Spezialmaschinen in Formen spritzen. Der Glaube, daß Elektron-

werkteile leicht entzündlich seien, ist irrig. Eine Entzündung kann erst eintreten, wenn der Schmelzpunkt (Elektron 600°) überschritten ist. Da Elektron die Wärme gut leitet, kommt hier eine Entzündung nicht in Frage, wie die Verwendung von Elektron als Verbrennungskolben der Kraftmaschinen zeigt. Brennbar sind lediglich feine Späne, zumal wenn sie ölgetränkt sind. Selbstverständlich darf hier nicht mit Wasser, sondern nur mit Sand gelöscht werden.

Der große Verbrauch von Kupfer, Zink, Blei und Zinn in Haushalt und Technik wird jetzt eine Einschränkung erfahren, da diese Metalle für lebenswichtige Anforderungen gebraucht werden. Wenn sie jetzt durch Austauschstoffe ersetzt werden, dann dürfen diese an Güte den bisherigen Stoffen nicht nachstehen, sollen sie eher übertreffen. Die Überwachungsstellen lenken den Verbrauch, die wissenschaftliche Forschung schafft das erforderliche Neumaterial. Vorschläge, devisenfordernde Metalle durch günstigere zu ersetzen, sind in großer Menge gemacht worden und werden allmählich in die Tat umgesetzt. Einige Beispiele seien hier angeführt.

In elektrischen Leitungen kann weitgehend Aluminium an Stelle von Kupfer verwandt werden. Trotz des erforderlichen größeren Querschnittes, bedingt durch die geringere Leitfähigkeit des Aluminiums, wird dabei 50 % an Metall gespart. Der Durchmesser von Wicklungen wird zwar größer, aber die Isolierschicht ist dünner, da eloxiertes Aluminium nicht leitet. Dadurch tritt ein Ausgleich ein. Lagermetalle mit hohem Zinngehalt ersetzt man heute durch solche aus Bleilegierungen, die devisengünstiger liegen. Wälzlager, d. h. Kugel- oder Rollager aus hochwertigem Edelstahl, bedeuten insofern eine Ersparnis, als sie bedeutend dauerhafter als andere sind. Das früher als Dichtungsmetall bei Rohren benutzte Blei wird heute gegen Aluminiumwolle ausgetauscht. Der Zinngehalt des „Silberpapiers“ ist schon seit langem herabgesetzt, heute nimmt man Aluminiumfolie mit Papierunterlage.

Als Ersatz für Lötzinn, das heute nur noch 40 % Zinn enthalten darf, ist ein Gemenge von Kadmium (82,6 %) und Zink (17,4 %) mit einem Schmelzpunkt von 265° in Gebrauch. Die Haft- und Fließfestigkeit ist dieselbe wie bei dem Zinnlot, die Zerreißfestigkeit sogar größer. 40 % unseres Zinnes verbrauchen wir für Konservendosen. Die elektrolytische Verzinnung spart zwar Metall ein, es sind aber noch technische Schwierigkeiten zu überwinden. Versuche mit Kunstharz und Alplattiertem Eisen sind noch im Gange.

Unser Feingoldverbrauch beträgt jährlich rund 12 Mill. RM. Austausch des Goldes durch Palladium, das wesentlich devisengünstiger liegt, kann ihn auf 6,5 Mill. RM. senken. Eine Legierung aus Palladium (30 %), Silber (50 %) und Gold (5 %) hat die gleichen mechanischen Eigenschaften wie Gold, geringeres Gewicht und ist bedeutend billiger. Derartige Legierungen können in der Zahntechnik und Füllfederhalterindustrie das Gold ersetzen, zumal für Palladium, das als Begleiter kanadische Nickelerze anfällt, noch Absatzgebiete gesucht werden.

In weitem Maße sucht man Metalle gegen Nichtmetalle auszutauschen. Beschläge aus NE-Metallen werden durch solche aus Kunststoff, Porzellan und Glas ersetzt. Wir haben heute Porzellan und Glas von hoher Bruchfestigkeit, Elastizität und Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechsel, das mit Erfolg im Röhrenbau eingesetzt werden kann (Wiesbadener Kochbrunnenleitung aus Porzellan). Wirtschaftliche Krisengebiete werden auf diese Weise einer gesunden Entwicklung entgegengeführt. Das Kunstharz Mipolam ist ein ausgezeichneter Ersatz für die Metallrohre der Lichtkabel, es läßt sich an Ort und Stelle formen und verbinden. Schott (Jena) hat Quarzschüsseln aus geschmolzenem Sand (Dioxsil) herausgebracht, die an Stelle von Edelmetallen zur Konzentration von Schwefelsäure verwendet werden. Lager aus Kunststoff brauchen nicht mit Öl geschmiert zu werden, die Achema 1937 hat Zahnräder aus Buchenholz furnier mit Phenolharz gezeigt. Die Kunststoffindustrie muß sich noch mehr dem Metalleinsatz als dem von Glas und Porzellan, das wir aus eigener Quelle reichlich erzeugen, zuwenden.

Es heißt: Not lehrt beten. Aber damit ist es nicht getan. Not lehrt, sich nicht auf fremde Hilfe verlassen, sondern sich der eigenen Stärke bewußt werden und alle Kräfte zusammenfassen, um frei und selbständig zu werden. Den Weg dazu hat der Führer der deutschen Wissenschaft gezeigt, wir wollen ihn zielbewußt gehen.

Benutzte Literatur: Mitteilungen der Metallgesellschaft Frankfurt a. M. Jahrbuch für Bergbau und Hüttenkunde. Mitteilungen des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Eisenforschung. Frankfurter Volksblatt, Frankfurter Zeitung, Bergwerkszeitung, Völkischer Beobachter, Technische Blätter.

Zeitschriften: Metall und Erz, Zeitschrift für Metallwirtschaft, Rundschau deutscher Technik. Stahl und Eisen. Die Gießerei, Chemikerzeitung, Der Vierjahresplan. Petersen, Schwimmaufbereitung. Friedensburg, Die mineralischen Bodenschätze. Aluminium-Taschenbuch. Elsner, Das Eloxalverfahren, Langbein-Pfannhausen.

Die Spektroskopie der Röntgenstrahlen.

VON HERBERT GRAEWE in Halle (Saale).

Vorliegende Abhandlung will nicht etwa die Zahl der Arbeiten über die Erforschung der Natur der Röntgenstrahlen lediglich vermehren, sondern sie will einen Weg zeigen, auf dem die Röntgenspektroskopie der schulischen Arbeit eingegliedert werden kann. Da bisher noch wenig oder gar keine Schulerfahrungen hinsichtlich der Spektroskopie dieses kurzwelligen Gebietes des Gesamtspektrums vorliegen, habe ich stets eine genaue Beschreibung der Versuchsanordnung und der näheren Versuchsbedingungen gegeben. Durch die Wiedergabe eigener Aufnahmen soll gezeigt werden, daß eine Röntgenspektroskopie — vielleicht zunächst in Arbeitsgemeinschaften — auch mit verhältnismäßig einfachen Mitteln durchaus möglich ist. So will die Arbeit unmittelbar zur Praxis hinführen. Man braucht durchaus nicht gleich einen Röntgenspektrographen anzuschaffen, um Röntgenspektroskopie zu treiben! Der Vollständigkeit halber soll jedoch auch dieser Erwähnung finden, wenn ihm vielleicht auch nur besonders gut gestellte Schulen, die auch Messungen im kurzwelligsten Teil des Röntgenspektrums anstellen wollen, werden anschaffen können.

Muß auch bei einer schulgemäßen Darstellung auf manche strenge Herleitung bewußt verzichtet werden, so wird der Schüler trotzdem erkennen, daß er es hier mit einem Gebiet zu tun hat, das den innersten Aufbau der Atomwelt erschließt und für die moderne Physik grundlegend geworden ist. Wenn er zu dieser Stufe der Erkenntnis vorgedrungen ist, hat er mehr physikalisches Wissen erarbeitet, als wenn er tausend Einzelheiten getrou nachzusagen versteht. Denn nicht auf ein Kennen bloßer Tatsachen kommt es an, sondern auf ein Erkennen der Zusammenhänge! Wenn die Schule eine derartige Geisteshaltung zu vermitteln versteht, erfüllt sie erst ihren wahren Zweck in wissenschaftlicher Hinsicht¹⁾. Die bloßen Wissenstatsachen werden so zur Selbstverständlichkeit. Gerade die Röntgenspektroskopie, die auf Schritt und Tritt letzte Fragen stellt, vermag in dieser Hinsicht einen wertvollen Beitrag zu liefern!

Als RÖNTGEN im Jahre 1895 die LENARDSchen Versuche über die Natur der Kathodenstrahlen nachprüfte, entdeckte er, ohne im voraus etwas Derartiges vermutet zu haben, daß von denselben eine neue Strahlenart ausging, wenn sie auf Materie aufprallten, d. h. wenn schnelle Elektronen gebremst wurden. RÖNTGEN nannte diese neuen Strahlen, deren Fähigkeit, einen Bariumplatinzyanurschirm zum Fluoreszieren zu bringen, ihm weiterhin aufgefallen war, wegen der vorläufigen Unkenntnis ihres eigentlichen Wesens „X-Strahlen“. Daß es sich tatsächlich um eine neue Strahlenart handeln mußte, die von den Kathodenstrahlen völlig verschieden waren, erkannte man auch daran, daß die X-Strahlen selbst dann noch auftraten, wenn die sie erzeugenden Kathodenstrahlen vollständig abgeschirmt waren. Zugleich wurde gezeigt, daß die X-Strahlen gewisse Arten von Materie (Papier, Holz usw., auch leichtere Metalle), welche für die Kathodenstrahlen (Korpuskularstrahlen!) vollständig undurchlässig waren, zu durchdringen vermochten.

Neben der Leuchtwirkung und dem Durchdringungsvermögen²⁾ der X-Strahlen fand RÖNTGEN die photographische Wirkung, die selbst bei kleinsten Effekten unter ent-

¹⁾ Näher dargestellt an anderer Stelle. Man vergleiche z. B. meine Arbeiten „Aufgaben der neuen deutschen Schulerziehung“ (Erzieher im Braunhnd, Halle 1936, S. 291), „Lebendiger Physikunterricht“ (Deutsche Höhere Schule 1936, S. 54), „Gibt es eine ausgesprochen einseitige mathematische ‚Nichtbegabung‘?“ (Ztschr. f. math. u. naturwiss. Unterricht 1936, S. 29), „Physikalischer Übenunterricht — eine methodische Notwendigkeit im Rahmen des nationalsozialistischen Erziehungsideals“ (ebd. 1937, S. 22), „Gedanken zur Grundlegung einer deutschen Schulerziehung, gezeigt am Beispiel des naturwissenschaftlichen, insbesondere des physikalischen Anfangsunterrichts in Übungsform“ (Dtsch. Höh. Schule 1937, S. 710), „Grenzen der Erziehbarkeit“ (ebd. 1938, S. 65), „Psychologische Vererbungsfragen“ (NS.-Bildungswesen 1938, Juliheft), „Zwillinge und Schule“ (in der Reihe „Biolog. Zeitfragen“, hrsg. v. Prof. Dr. LEHMANN, Tübingen), K. Stenger, Erfurt 1938.

²⁾ Dieses ist abhängig von der Dicke des durchstrahlten Stoffes und von der Härte der Röntgenstrahlen, d. h. von der für die Erzeugung derselben angewandten Spannung, schließlich auch von dem Vakuum der Röhre. Das Durchdringungsvermögen wächst mit zunehmender Härte der Strahlung und abnehmender Dichte der durchstrahlten Stoffe.

sprechend langer Expositionszeit noch eine starke Registrierung ermöglichte. Die geradlinige Ausbreitung der X-Strahlen wurde durch die regelmäßigen Schattenwirkungen (z. B. von schweren Metallen, Knochen u. a.) erwiesen. Weiterhin beobachtete RÖNTGEN die Ionisation der Luft durch seine X-Strahlen, da die Luft durch Bestrahlung mit letzteren leitend wurde, und die diffuse Zerstreung an den Stellen, an denen X-Strahlen auf Materie auftrafen. Ferner hatte RÖNTGEN zeigen können, „daß der Entstehungsort der X-Strahlen der Auftreffpunkt der Kathodenstrahlen ist, indem er den Kathodenstrahl magnetisch ablenkte und dann zeigte, daß die X-Strahlen von einer anderen Stelle, nämlich wieder dem Auftreffpunkt der Kathodenstrahlen, ausgingen“ (Nr. 5, S. 10/11)³⁾.

Von den Kathodenstrahlen unterschieden sich die X-Strahlen besonders dadurch, daß sie magnetisch und — wie später gezeigt wurde — auch elektrisch nicht abgelenkt werden konnten, und von den Strahlen des sichtbaren Spektrums trennte sie die Tatsache, daß sie durch Glaslinsen nicht zu konzentrieren waren. Wichtig war vor allem die Feststellung, daß sie von den Kathodenstrahlen wesensverschieden waren⁴⁾.

Der Schritt von der Glaswand bis zur Antikathode, auf die man jetzt die Kathodenstrahlen aufprallen und dadurch die X-Strahlen entstehen ließ, war kein allzu großer mehr. Hauptaufgabe der Röntgenstrahlungsforschung war nun, festzustellen, ob sie — da sie ja wegen ihrer magnetischen wie elektrischen Unablenkbarkeit keine Korpuskularstrahlung wie die Kathodenstrahlen sein konnten — eine dem Licht entsprechende Erscheinung seien, also elektromagnetischen Wellencharakter besäßen. War dies der Fall, dann mußten sie gebrochen und reflektiert werden können! In dieser Hinsicht ließ der Erfolg lange auf sich warten, so daß man eine geraume Zeit über die wahre Natur der Röntgenstrahlen im unklaren blieb; sie trugen den Namen „X-Strahlen“ tatsächlich mit vollem Recht! Die Verwandtschaft zu den Lichtstrahlen blieb vorerst nur eine Vermutung. Vor allem versagten die gewöhnlichen Beugungsgitter, mit denen man die Wellennatur der Röntgenstrahlen zu beweisen suchte. Immerhin war dadurch gezeigt, daß ihre Wellenlänge — sofern es sich tatsächlich um eine dem Licht entsprechende Erscheinung handeln sollte — von anderer Größenordnung war als die des gewöhnlichen Lichtes. Die Gitterkonstante (Spaltbreite) muß bekanntlich von der Größenordnung der zu untersuchenden Wellenlängen sei (optimal wähle man erstere etwas größer!).

Entsprechend der theoretischen Voraussetzung, daß die Röntgenstrahlen eine sehr schnelle Schwingung, also eine sehr kurzwellige Erscheinung seien, suchte man nach einer noch engeren Spaltbreite, als sie die gewöhnlichen Beugungsgitter besaßen. Nach der SOMMERFELDSchen Berechnung mußte der Abstand der Spalte 1000- bis 10000 mal kleiner sein als der der optischen Beugungsgitter. Dieses gesuchte Gitter fand nun LAUE im Jahre 1912 in der gitterartigen Struktur der Kristalle. Die Atomabstände derselben (gegen 10^{-8} cm) lagen etwa in der errechneten Größenordnung der Röntgenwellenlängen. LAUES Entdeckung wurde noch im Jahre 1912 von FRIEDRICH und KNIPPING experimentell bestätigt: die Beugungs- und Interferenzerscheinungen der Röntgenstrahlen, nach denen man so lange gesucht hatte und die für die Entscheidung über ihre Natur ausschlaggebend waren, wurden nachgewiesen. Die so (bei Durchstrahlung eines Kristalls) entstandenen Bilder erhielten den bekannten Namen „LAUE-Diagramme“. Damit war die Analogie der Röntgenstrahlen zu den Lichtstrahlen gezeigt.

Die Hypothese des „Kristallraumgitters“ wurde dadurch bewahrheitet, daß sich die symmetrisch angeordneten Schwärzungspunkte im LAUE-Diagramm bei einer Drehung des Kristalls um die Achse des Röntgenstrahlbündels mitdrehten. Es war damit der Boden sowohl zu einer Röntgenspektroskopie wie zur Erforschung der Kristallstruktur geebnet. Im ersteren Falle kann bei bekanntem Atomabstand im Kristall die Wellenlänge eines Röntgenstrahlbündels aus dem Photogramm errechnet werden; im zweiten Fall dagegen kann man bei gegebener Röntgenstrahlwellenlänge durch Ausmessung des Photogramms Schlüsse auf die Struktur des Kristalls ziehen.

Neben LAUE muß den Engländern BRAGG ein hervorragender Platz in der Geschichte der Röntgenspektroskopie eingeräumt werden. Diese entdeckten nämlich die Kristallreflexion.

Wenn man sich nämlich durch die Atome des Kristallgitters parallel zur äußeren spiegelnden Ebene, d. h. parallel zu einer natürlichen Spaltfläche, eine Reihe von Ebenen gelegt denkt, so entsteht durch Reflexion an den verschiedenen Kristallebenen ein Gangunterschied, durch den Interferenzen auftreten. Die in den verschiedenen Ebenen gespiegelten Strahlen verstärken sich dann, wenn der Gangunterschied ein ganzes Vielfaches der Wellenlänge der betreffenden

³⁾ Die Nummer verweist auf die gleiche Nummer im Literaturverzeichnis am Ende der Abhandlung!

⁴⁾ Eine gute Darstellung dieser Verhältnisse gibt auch ERNST ZIMMER in seinem ausgezeichneten Buch „Umsturz im Weltbild der Physik“, Verlag Knorr & Hirth, München. — Im übrigen verweise ich auch auf meine kleine einführende Abhandlung „Einige Anwendungen der kurzwelligen Röntgenspektroskopie“ (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, 1933, S. 234) und auf den 21. Sonderband zur „Strahlentherapie“ von FR. REGLER, „Grundzüge der Röntgenphysik“ (Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien).

Strahlung beträgt. Diese Beziehung wird ausgedrückt durch die sog. BRAGG'sche Gleichung:

$$n \cdot \lambda = 2 d \cdot \sin \varphi,$$

wobei λ die Wellenlänge der Röntgenstrahlung in X-Einheiten, d den Abstand zweier benachbarter von Atomen besetzter Kristallebenen (die „Gitterkonstante“), φ den Winkel zwischen den Atomebenen und dem einfallenden bzw. reflektierten Röntgenstrahl („Glanzwinkel“), n ($= 1, 2, 3, \dots$) die „Ordnung“ des betreffenden Spektrums bedeutet. Hieraus ersieht man, daß zu jedem Winkel φ ein ganz bestimmter λ -Wert gehört, und zwar werden die „diffus einfallenden, spektral gemischten“, in Analogie zum Licht so genannten „weißen“ Röntgenstrahlen derart „entmisch“, daß Strahlen kürzester Wellenlänge (harte Strahlen, hohe Spannung!) unter den kleinsten Winkeln, langwellige Röntgenstrahlen (weiche Strahlen, niedrige Spannung!) dagegen unter großen Winkeln reflektiert werden (Nr. 15, S. 18). Diese Eigenschaft genügt, um ohne Mitwirkung von Linsen nur mit Hilfe des auch an optischen Spektrometern unentbehrlichen Spaltes ein den optischen Spektren völlig analoges Röntgenspektrum zu erzielen (Nr. 16, S. 1).

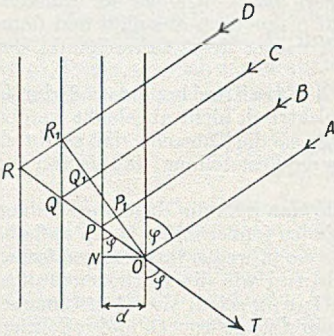


Abb. 1 (nach SIEGBAHN).

Die Grundlagen dieser Kristallreflexions sind aus der Ableitung der BRAGG'schen Gleichung deutlich zu ersehen⁵⁾:

Der Gangunterschied zwischen AOT und BPT ist gleich $OP + PP_1$. Dabei ist $OP = \frac{ON}{\sin \varphi} = \frac{d}{\sin \varphi}$ und $PP_1 = OP \cdot \cos(180 - 2\varphi) = -OP \cdot \cos 2\varphi$. Setzt man hierin den Wert für OP ein, so erhält man für $PP_1 = -OP \cdot \cos 2\varphi = -\frac{d}{\sin \varphi} \cdot \cos 2\varphi$. Der Gangunterschied $OP + PP_1$ ist dann $= \frac{d}{\sin \varphi} - \frac{d \cdot \cos 2\varphi}{\sin \varphi} = \frac{d}{\sin \varphi} \cdot (1 - \cos 2\varphi)$. Da $\cos 2\varphi = 1 - 2 \cdot \sin^2 \varphi$ ist, so ergibt sich für den Gangunterschied der Ausdruck $\frac{d}{\sin \varphi} \cdot [1 - (1 - 2 \cdot \sin^2 \varphi)] = \frac{d}{\sin \varphi} \cdot 2 \sin^2 \varphi = 2 d \cdot \sin \varphi$. Soll Verstärkung der Strahlen eintreten, so muß der Gangunterschied eine oder mehrere ganze Wellenlängen der Strahlung betragen ($n \cdot \lambda$). Es muß also, falls ein „Licht“reflex auf der lichtempfindlichen Schicht der photographischen Platte auftreten soll, die Beziehung bestehen:

$$n \cdot \lambda = 2 d \cdot \sin \varphi.$$

In der 1. Ordnung ist hierbei $n = 1$ (d. h. der Gangunterschied beträgt 1 Wellenlänge), in der 2. Ordnung $n = 2$ usw.

Da jeder Wellenlänge λ nur ein ganz bestimmter Winkel φ zugeordnet ist, d. h. da „von einem in einem Winkel φ auf einen Kristall auftreffenden Röntgenstrahlbündel verschiedener Wellenlängen nur diejenigen Strahlen reflektiert werden, deren Wellenlänge gerade diesem Winkel φ zugeordnet ist“ (Nr. 5, S. 19), so sieht man, daß ein Kristall in diesem Falle zwar als „Analysator“ wirkt, aber andererseits nicht das ganze Spektrum einer Röntgenstrahlung gleichzeitig auf der photographischen Platte (bzw. auf dem photographischen Film) erscheint, sondern im allgemeinen nur ein kleiner Teil desselben, dessen relative Größe von der Breite des Brennflecks der Röntgenröhre abhängt. Um ein größeres Spektralgebiet auf die photographische Platte zu bekommen, muß man den Kunstgriff anwenden, den Kristall während der Aufnahme hin- und herzuschwenken. Dann wandert das Projektionsbild des Brennflecks gleichfalls hin und her und erzeugt so, da der Kristall analysierend wirkt, nacheinander das ganze Spektrum auf der Platte, bzw. — dem Schwenkwinkel entsprechend — einen großen Teil desselben, falls das ganze Spektrum nicht benötigt wird, sondern nur in einem Teile desselben Untersuchungen stattfinden sollen. Diese Drehkristallmethode, bei der also „aus einem weißen Strahl bestimmter Neigung gegen den Kristall . . . immer nur eine Wellenlänge reflektiert“ wird, während „der Spektralrest des Strahls . . . unabgelenkt“ weitergeht (Nr. 14, S. 242), wurde zuerst von BRAGG im Jahre 1914 benutzt und hat zu einer großen Reihe von Entdeckungen aus dem Gebiet der Röntgenspektroskopie beigetragen⁶⁾. Das Bezeichnende dieser Methode ist, daß aus einem „weißen“ (kontinuierlichen)

⁵⁾ Man vergleiche hierzu wie auch sonst das grundlogende Werk von MANNE SIEGBAHN, Die Spektroskopie der Röntgenstrahlen, 2. Aufl., Berlin, Julius Springer, 1931.

⁶⁾ Auch für das weichste Gebiet der γ -Strahlen wurde diese Methode mit Erfolg angewandt. Man konnte hier etwa 20 Linien nachweisen (Nr. 6, S. 38). Für das harte γ -Gebiet wird allerdings die Kristallgitterkonstante zu groß.

Röntgenlicht bei bestimmten Winkelgrößen gewissermaßen eine homogene „Röntgenfarbe“ reflektiert wird (Nr. 6, S. 38).

Im Jahre 1924 gelang es SIEGBAHN und seinen Mitarbeitern, die Röntgenstrahlen zu brechen, indem sie beim Durchgang durch Prismen amorpher und kristallinischer Substanzen meßbare Ablenkungen von Röntgenstrahlbündeln erhielten. Auch die Beugung der Röntgenstrahlen an Spalten konnte nachgewiesen werden.

Alle diese Versuche zeigen die Wesensverwandtschaft der Röntgenstrahlen mit den Lichtstrahlen. Selbst die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten beider erwiesen sich als gleich. Die Röntgenstrahlen sind daher „nichts anderes als Licht von einer bis zu 100000 mal kürzeren Wellenlänge“ (Nr. 15, S. 1).

Nachdem somit die Voraussetzungen einer Röntgenspektroskopie gegeben waren, durchforschte man das Röntgenspektrum in seiner gesamten Breite. Hierbei machte nun BARKLA eine weitere Entdeckung. Er fand, daß Röntgenstrahlen, die auf Materie auftreffen, wiederum Röntgenstrahlen auslösen und daß die Größe der Wellenlänge dieser ausgelösten Sekundärstrahlen von dem chemischen Element des getroffenen Körpers abhängig ist. Man nannte diese Sekundärstrahlung mit BARKLA „charakteristische Strahlung“⁷⁾, eben weil sie für den Körper, von dem sie herrührte, charakteristisch war. Zudem fand BARKLA, daß die erregende Strahlung von größerer Härte sein mußte als die charakteristische (Eigen-) Strahlung⁸⁾.

Bei weiteren Versuchen entdeckte man verschiedene Gruppen charakteristischer Strahlungen, die sich nach dem Grad ihrer Härte ordnen ließen. Die härteste Reihe nannte man K-Serie, die jeweils nach weicheren Gebieten hin liegenden L-, M-, N-Serie⁹⁾. Jede einzelne dieser Gruppen zerfällt wieder in eine Anzahl Spektrallinien. Zwischen diesen Gruppen befindet sich aber ein vollkommen linienfreies Intervall.

Ferner fand man, daß sich jede Gruppe ohne große Änderungen in der Struktur von Element zu Element wiederholt. Beim Übergang von einem leichteren zu einem schwereren Element im periodischen System verschieben sich die Linien gesetzmäßig nach kurzen Wellenlängen hin, was aus Abb. 2 zu ersehen ist.

Im Jahre 1913 wurden von dem englischen Physiker MOSELEY die ersten systematischen Spektralanalysen durchgeführt. MOSELEY regte die charakteristische Strahlung nicht außerhalb der Röhre an; er wechselte dazu einfach das Antikathodenmaterial und fand dabei folgenden einfachen Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl z der Elemente

und der Schwingungszahl ν ($= \frac{c}{\lambda}$):

$$\frac{\nu}{N} = (z - 1)^2 \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right).$$

N bedeutet dabei die RYDBERG-Konstante ($= 109737$ nach SIEGBAHN, oft auch mit R bezeichnet) und ν die Schwingungszahl für die stärkste Linie der K-Serie.

Nicht das Atomgewicht, sondern die Ordnungszahl z (positiv Kernladungs- oder Protonenzahl) war also für die Größe der Wellenlänge der charakteristischen Strahlung entscheidend. Diese Tatsache war auch daran zu erkennen, daß sich die Wurzel aus der Frequenz mit großer

⁷⁾ Daneben ist selbstverständlich noch die zerstreute Röntgenstrahlung zu berücksichtigen, bei welcher die ursprüngliche Wellenlänge der Röntgenstrahlung erhalten bleibt, während bei der charakteristischen Strahlung meist eine Änderung der Wellenlänge stattfindet; auch ist letztere — im Gegensatz zu der heterogenen primären Röntgenstrahlung und der ebenfalls heterogenen zerstreuten Sekundärstrahlung — in ihrer Zusammensetzung stets homogen und von der gleichen Härte. „Homogenität“ und „Härte“ sind dabei zwei grundverschiedene Begriffe. Die Härte ist abhängig von Röhrenbedingungen (hauptsächlich der angelegten Spannung); dagegen besagt die Homogenität einer Strahlung nur, „daß die Strahlung aus wenig verschiedenen Komponenten zusammengesetzt ist, daß die Härteskala kurz ist, über den Härtegrad jedoch nicht das geringste“ (Nr. 15, S. 3). — Ferner tritt eine sekundäre Korpuskularstrahlung, nämlich eine zerstreute und eine charakteristische β -Strahlung auf (Nr. 17, S. 3). Auch die Wärmewirkung der Röntgenstrahlen muß berücksichtigt werden.

⁸⁾ Analogon beim Fluoreszenzlicht (STOKESsche Regel!). Vergleiche H. GRAEWE, Ein einfacher Versuch zur Veranschaulichung der STOKESschen Regel, Ubl. 1938, S. 264.

⁹⁾ Die Existenz der N-Serie ist noch nicht mit ausreichender Sicherheit festgestellt worden (schon die M-Reihe ist ja nur bei den schwersten Elementen nachweisbar!). Andeutungen für die Existenz einer N-Reihe finden sich nur bei etwa zwei der allerschwersten Elemente. Schließt man jedoch die N-Reihe in die Untersuchung mit ein, so wird von der Gesamtheit dieser Röntgenspektren ein Wellenlängengebiet von etwa 0,1 bis 13 Ångström-Einheiten eingenommen. Die im folgenden praktischen Teil der vorliegenden Arbeit behandelten Versuchsgruppen beschäftigen sich mit Wellenlängen von 0,1 bis zu etwa 1,9 ÅE, gehören also durchaus dem harten Ende des Röntgenspektrums an.

Annäherung als eine lineare Funktion der Ordnungszahl erwies (Abbildung siehe SIEGBAHN, S. 146). Damit war zugleich eine Bestätigung der Richtigkeit des periodischen Systems der Elemente erbracht; denn bei der Anordnung derselben nach steigender Ordnungszahl zeigten sich an den bekannten drei Stellen (Argon-Kalium, Tellur-Jod, Nickel-Kobalt) keine Sprünge,

Ordnungs-
zahl

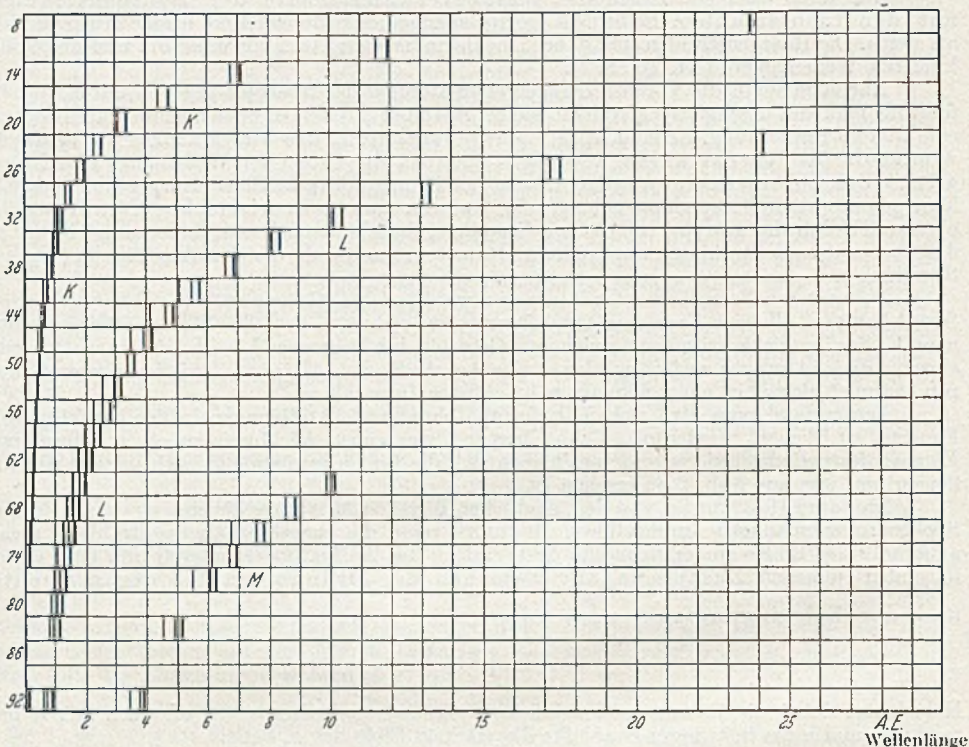


Abb. 2*) (aus SIEGBAHN, Die Spektroskopie der Röntgenstrahlen, S. 146.) Die stärksten Linien der verschiedenen Röntgenreihen jedes dritten Elementes von Sauerstoff (Ordnungszahl 8) bis Uran (Ordnungszahl 92).

wie dies bei einer Anordnung nach steigendem Atomgewicht der Fall ist. Auf die Beziehung zwischen Atomgewicht und Ordnungszahl, welche die Neutronen schaffen, kann ich an dieser Stelle nicht eingehen¹⁰⁾.

Von der charakteristischen Strahlung, die von den Atomen der Antikathode ausgesandt wird, hat man die Bremsstrahlung oder das kontinuierliche Röntgenspektrum zu unterscheiden. Letzteres „ist der elektromagnetische Impuls, welcher infolge der plötzlichen Abbremsung des Elektrons von diesem ausgeht“ (Nr. 9, S. 736). Es ist um so härter, je größer die Geschwindigkeit der auf die Antikathode fallenden Kathodenstrahlen ist. Man nimmt also an, daß die Kathodenstrahlen beim Bremsvorgang in der Antikathode ihre kinetische Energie in Strahlungsenergie umwandeln. Diese so ausgelöste Strahlung ist ein heterogenes Gemisch von Röntgenstrahlen verschiedener Wellenlänge, kann also nur ein kontinuierliches und kein Linienspektrum sein. Es ist dem kontinuierlichen Spektrum der Optik analog gebaut. Auch die

¹⁰⁾ Vgl. dazu den Aufsatz von EGON WIBERG in dieser Zeitschrift 1936, S. 211! — Über Ordnungszahl und Röntgenwellenlänge siehe Tabelle 3 am Schluß dieser Arbeit! (Kobalt-Nickel!)

*) Abb. 2, 6, 7, 10 und 11 sind mit freundlicher Erlaubnis des Verlages JULIUS SPRINGER, Berlin, der die Originalklischees zur Verfügung stellte, dem schon zitierten Werke von MANNE SIEGBAHN entnommen worden. Abb. 8 entstammt der GREBESCHEN Darstellung über „Röntgenspektren“ aus dem Handbuch der Physik Bd. 21, und Abb. 19 der KULENKAMPFESCHEN Abhandlung über das „kontinuierliche Röntgenspektrum“ (ebenda, Bd. 23) — ebenfalls unter freundlicher Genehmigung des Verlages SPRINGER (siehe Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit!).

bekannte Beziehung zwischen Frequenz und Spannung, die durch das DUANE-HUNTSche Gesetz festgelegt ist, besitzt volle Gültigkeit. Beim Aufprall der Kathodenstrahlteilchen (schneller Elektronen) auf die Antikathode geben diese ihre Energie $e \cdot V$ an das Atom, auf das sie stoßen, ab, was zu einer „Anregung“ des Atoms führt. Das Atom, das auf diese Weise eine bestimmte Energiemenge aufgenommen hat, ist nunmehr in einem Zustand, letztere in Form von Strahlung wieder abzugeben. Hierbei ist die ausgestrahlte Energie $h \cdot \nu$ gleich der vom Elektron abgegebenen, nämlich $= e \cdot V$. Läßt man danach langsame Elektronen auf Materie aufprallen, so erhält man Licht.

Die Gleichung $h \cdot \nu = e \cdot V$ stellt aber nur einen idealen Fall dar. Da nämlich „nicht alle Energie des auftreffenden Elektrons zur Erzeugung des Lichtquantums benützt wird, so gibt uns die Gleichung für eine gegebene Röhrenspannung die größte Frequenz, d. h. die . . . kleinste Wellenlänge, die möglich ist“. Das Röntgenspektrum besitzt also gegen das kurzwellige Ende hin eine scharfe Grenze (Nr. 7, S. 117). Diese Maximalfrequenz entspricht mithin der Bremsung derjenigen Elektronen, „welche die Maximalgeschwindigkeit besitzen und bei denen die vollständige Abbremsung in einem einzigen Zusammenstoß erfolgt“ (Nr. 17).

Der Hauptteil der Strahlungsenergie der Röntgenstrahlen gehört dem „weißen“ Spektrum an; das Linienspektrum überlagert sich diesem nur¹¹⁾. Damit letzteres auftritt, muß allerdings die für jedes Element charakteristische Anregungsspannung erreicht sein. (Fortsetzung folgt)

Johannes Müller aus Königsberg in Bayern.

Von GEORG WOLFF in Düsseldorf.

Im Jahre 1936 wurde am 6. Juni die 500. Wiederkehr des Geburtstages eines Deutschen gefeiert, der als einer der ersten Deutschland Weltgeltung in der mathematischen Wissenschaft verschafft hat. In echt deutscher Art sah Johannes Müller, genannt Regionontanus (Abb. 1), den Wert wissenschaftlichen Forschens nicht nur in der abstrakten Wissenschaft selbst, sondern auch in ihren Anwendungen auf Naturwissenschaft und Leben. Und so sehen wir ihn nicht nur lehren und schaffen in der Geometrie im Sinne von Euklid und in der Algebra, die er beide stark förderte, sondern wir sehen ihn die angewandte Mathematik ausbauen und innerlich gestalten.

Sein Hauptverdienst liegt in dem Ausbau der ebenen und sphärischen Trigonometrie, deren Anwendungsmöglichkeiten in der Feldmeßkunde, in der Astronomie er in seinen Vorlesungen und Schriften klarlegte. Im Zusammenhang damit stehen seine Bemühungen um die Vervollkommnung des Kalenders, und wir wissen, daß er in seinem 39. Lebensjahr wegen der Kalenderreform nach Rom ging.

Nicht uninteressant ist sein Lebensgang. Als Kind eines Mühlenbesitzers aus Königsberg in Bayern (Abb. 2 u. 3) bezog er bereits als 11-jähriger die Universität Leipzig; mit 14 Jahren sehen wir ihn in Wien, mit 18 Jahren sitzt er an der gleichen Universität zu Füßen des berühmten Georg von Peurbach, dessen bedeutendster Schüler er war. Mit 22 Jahren hielt er in Wien, nachdem er als Magister an der artistischen Fakultät zugelassen worden war, seine erste Vorlesung über die *Perspectiva communis*. Schon nach vier Jahren treibt es ihn zum Wandern, er zieht nach Italien. Dort kommt er mit den damaligen Führern der Wissenschaften in enge Fühlung, er forscht und lehrt in Padua, Venedig und Rom.



Abb. 1. Regionontanus (1436—1476).

¹¹⁾ Spektrallinien entstehen dadurch, daß in der Gesamtstrahlung eine Reihe streng homogener (monochromatischer) Strahlungskomponenten vorhanden ist, deren Intensität außerordentlich viel stärker ist als die der anderen zahllosen Komponenten, „die in ihrer Gesamtheit das übrige bandförmige Spektrum bilden“ (Nr. 15, S. 24; Nr. 16, S. 11). Streng monochromatische Strahlung zeichnet sich also durch relativ große Intensität aus.



Abb. 2. Geburtshaus von Regiomontanus
in Königsberg in Bayern.



Abb. 3. Denkmal für Regiomontanus
in Königsberg in Bayern.

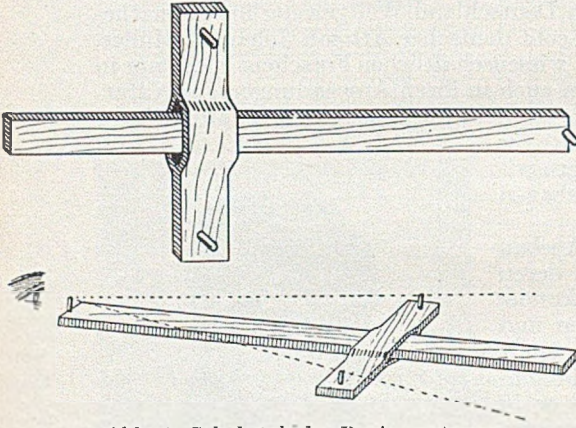


Abb. 4. Jakobstab des Regiomontanus.

Der König Mathias von Ungarn berief ihn 1467 an die neugegründete Universität Preßburg. Von ihm wurde Regiomontanus 1471 nach Nürnberg gesandt, um dort seine Studien für eine neue Grundlegung der Astronomie fortzusetzen. Es begann für ihn in Nürnberg eine Zeit reichsten Schaffens: die Planetenlehre, die Ephemeriden, der Kalender wurden veröffentlicht, neue astronomische Instrumente (Abb. 4 u. 5) wurden gebaut, mit denen er seine bekannten „Nürnberger Beobachtungen“ machte. Im Jahre 1475 ging er, eigentlich unger, nach Rom, wo er ein Jahr später, wahrscheinlich an einer Krankheit, gestorben ist.

Mit ihm verschied ein Mann von übergroßer Arbeitskraft, dessen bisherige Er-



Abb. 5. Ein Astrolabium des Regiomontanus. Der Apparat wurde zu Höhenmessungen am Himmel benutzt. Er besaß eine drehbare Scheibe.

folge noch Großes von ihm erwarten ließen. Er hinterließ uns einen sehr umfangreichen Nachlaß, der auf 62 Seiten mit 335 Nummern von Ernst Zinner in seinem 294 Seiten starken Band: *Leben und Wirken des Johannes Müller von Königsberg*, genannt *Regiomontanus*, C. H. Beck, München 1938, zusammengestellt worden ist. Wer je an derartigen Aufstellungen von alten, weit verstreuten Büchern und Handschriften gearbeitet hat, weiß, welche gründliche Arbeit nötig ist, um sie zusammenzubringen.

Aber das Hauptverdienst dieser bedeutenden Neuerscheinung liegt darin, daß uns ein packendes, plastisches Bild eines deutschen Gelehrten aus dem 15. Jahrhundert gegeben worden ist, über dessen Seelenleben, über dessen inneren Kampf, über dessen Freunde und Gönner wir bis dahin nur spärlich unterrichtet waren. Zinner war der Mann, der diese außerordentlich schwierige Arbeit meistern konnte. Mit seltenem Geschick und mit einer geradezu erstaunlichen Literaturkenntnis ist das gesamte Material innerlich verarbeitet und zu einem wirklich Ganzen geschmiedet worden. Es wurde das Leben und Wirken eines großen deutschen Mannes greifbar geschildert, dessen Erfolge einige Jahrhunderte hindurch das geistige Schaffen der ganzen Welt befruchteten.

Ein Demonstrationsapparat zur Entstehung stehender Wellen.

Von ERICH KRUMM in Offenburg (Baden).

Nicht immer wird die Erklärung für die Entstehung stehender Wellen klar und glücklich gegeben. Die Reflexion zur Erklärung gleich zu Anfang herbeizuziehen, vereinfacht die Sache nicht gerade.

Das Grundsätzliche der Erklärung sei hier betont und ein einfaches Gerät dazu angegeben.

Stehende Wellen entstehen als Sonderfall der allgemeinen Interferenz (gut deutsch: Überlagerung), wenn zwei Wellen gleicher Wellenlänge aber entgegengesetzter Bewegungsrichtung sich überlagern (Abb. 1).

Man kann den Versuch so ausführen, daß in ein langes Seil (Schlauch) von jeder Seite durch je einen Schüler etwa zwei bis drei Wellen gleicher Wellenlänge auf Zählen nach verabredetem Takt hineingeworfen werden.

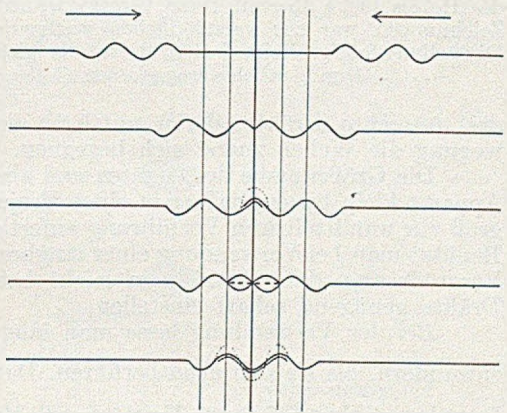


Abb. 1.

Die Entstehung stehender Wellen.

Abb. 2. Zwei gegeneinanderlaufende Wellen gleicher Wellenlänge „überklettern“ sich.

Das geübte Auge erkennt klar, zumal wenn man durch schräge Beobachtung das Seil verkürzt, wie die Wellen aufeinander zulaufen, beim Überklettern aber stillstehen („stehende Wellen“!), dann wieder auseinanderlaufen. Der Versuch befriedigt aber nur wenig, weil ein ungeübtes Auge bei den raschen Bewegungen die Einzelheiten nicht recht festhalten kann.

Man greift deshalb gerne zu einer zeichnerischen Darstellung der einzelnen Vorgänge (Abb. 2). Diese Zeichnung ist nicht ganz einfach, sie erfordert von Lehrer und Schüler an der Tafel und im Heft etliche zeichnerische Gewandtheit. Doch wird man nicht gut um sie herumkommen. Durch Pausen kann man sich die Arbeit etwas erleichtern.

Verschiedene Geräte zur Demonstration dieser Überlagerung sind vorgeschlagen: zwei hintereinanderstehende und gegenseitig sich gleichmäßig verschiebende Glasplatten mit aufgemalten Wellen, auch Pauspapierstreifen, die man in gleicher Weise verschiebt.

Das folgende Gerät ist einfach, eindringlich und leicht selbst herstellbar (Abb. 3).

Ein Grundbrett (1) trägt drei Führungsleisten (2), zwischen denen zwei Gleitleisten (3) sich verschieben können. Von diesen Gleitleisten (3) wird durch Schubleisten (4) an einem gleichlangen Hebel (5), dessen Drehpunkt in der Mitte liegt,

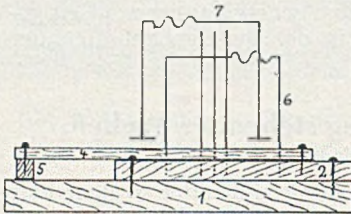
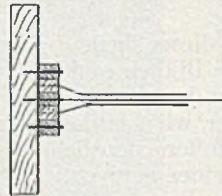
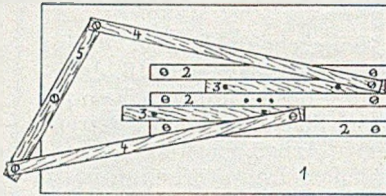


Abb. 3. Das Gerät. Grund- und Aufriß stimmen bezüglich der Lage der Gleitleisten, der Schubleisten und des Hebels nicht überein. Diese Verschiedenheit der Zeichnungen war zur verständlichen zeichnerischen Darstellung nötig. Beim Seitenriß ist aus gleichem Grunde etliches weggelassen.

die eine ebensoweit vor- wie die andere zurückgeschoben, wenn man den Hebel (5) bewegt. Jede der Gleitleisten trägt einen nach (6) und (7) gebogenen Draht, der in ein Bohrloch eingesteckt wird. In der Abbildung ist der Draht (7), um sichtbar zu werden, in die

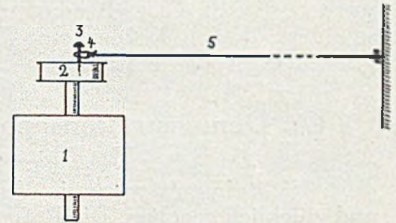
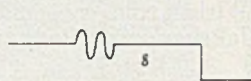


Abb. 4. Elektromotor mit Kurbel zur Erzeugung stehender Wellen.

drei lotrechte Drähte, deren mittlerer sich an der Stelle befindet, wo bei Bewegung die Wellen zuerst sich begegnen.

Die Größenmaße des Gerätes sind absichtlich nicht angegeben. Man kann den Apparat klein bauen, daß er in einen Projektionsapparat paßt, man kann ihn auch groß zur unmittelbaren Vorführung anfertigen. Projektion ist wohl das geeignetste. Benützt man bei Verwendung einer langbrennweitigen Linse (Objektiv) keine starke Vergrößerung, dann kann man leicht beide in verschiedener Bildebene liegende Drähte genügend scharf einstellen.

Bei der Verwendung lasse man langsam die beiden Wellenzüge aufeinander zuwandern, bis sie sich eben berühren. Dann schiebe man jede Welle um $\frac{\lambda}{4}$ weiter: Berg lagert sich auf Berg: Verstärkung. Man schiebe langsam weiter, überlege sich Punkt für Punkt die Interferenz bis $\frac{\lambda}{2}$ Verschiebung seit der ersten Begegnung: dann liegt Berg auf Tal und Tal auf Berg: Auslöschung usw.

Auch diese Überlagerungskurven kann man noch am Gerät anbringen, wenn man unmittelbar hinter den Drähten einen um eine horizontale Achse an einer Kurbel drehbaren, nach (8) gebogenen Draht mit doppelter Amplitude anbringt. Die Lagerung dieses Drahtes ist in die Abbildung nicht eingezeichnet, um diese nicht zu überlasten. Auch dieser Draht läßt sich mit obiger Linse noch genügend scharf einstellen. In horizontaler Lage erscheint der Draht in Projektion gerade: Berg auf Tal und Tal auf Berg. In vertikaler Stellung zeigt er doppelte Amplitude. Auch Zwischenstellungen sind verwendbar.

Wenn diese Überlagerung aus zwei gegeneinander laufenden Wellen gleicher Wellenlänge geklärt ist, dann erst führt man als gegenlaufende Welle die am Ende des Seiles reflektierte Welle als sehr bequemes Mittel zur Erzeugung stehender Wellen ein. Ihre experimentelle Darstellung ist am einfachsten, wenn man (Abb. 4) auf der hölzernen Seilscheibe (2) eines kräftigen Elektromotors (1) etwa 2 cm vom

Höhe gerückt. In der mittleren Führungsleiste stecken im Abstand einer halben Wellenlänge

Mittelpunkt der Achse eine Schraube (3) eindreht und in sie einen Ring (4) einhängt, an dem das Seil (Gummischlauch) (5) angebunden ist. Dieses läuft durch das ganze Zimmer bis zur jenseitigen Wand, wo es befestigt ist.

Durch Verändern der Umlaufszahl des Elektromotors kann man stehende Wellen mit jeder beliebigen Wellenlänge erzielen.

Das Zusammenwirken von Kern und Zytoplasma bei der Vererbung.

Von ERNST PLAGGE in Berlin-Dahlem.

Im Vordergrund der neueren Vererbungsforschung steht unter anderem das Problem, wie die beiden Grundkomponenten der lebenden Zelle, d. h. Kern und Zytoplasma, jede für sich und beide in Zusammenarbeit, die Entwicklung eines Lebewesens steuern. Bei der Befruchtung vereinigt sich die von der Mutter gelieferte Eizelle mit der vom Vater kommenden Samenzelle. In der befruchteten Eizelle sind die von der Mutter und vom Vater kommenden Erbanlagen vereinigt. Diese Erbanlagen werden von Zelle zu Zelle und von den Eltern auf die Nachkommen in ununterbrochener Folge weitergegeben. Sie bestimmen zusammen mit den Außenbedingungen die Ausbildung der einzelnen Organisationsmerkmale des sich entwickelnden Lebewesens.

In dem Kern der befruchteten Eizelle sind die MENDELSchen Erbanlagen, die Gene, in einander entsprechenden Sätzen vorhanden. In konsequenter Forschungsarbeit wurden Lagerung, Koppelung, Austausch und lineare Anordnung der Gene in den Chromosomen aufgeklärt (vgl. den Aufsatz: „Über die Lagerung der Erbfaktoren in den Chromosomen“, diese Zeitschrift 1937, S. 8). Durch die Entdeckung der Riesenchromosomen in den Speicheldrüsen der Fliegenlarven in Verbindung mit der

Chromosomenzerstückelung durch Röntgenstrahlen ließ sich die Lage einzelner Gene an bestimmten Orten im Chromosom weitgehend bestimmen. Dadurch ist die formale Zuordnung bestimmt gelagerter Gene zu den von diesen abhängigen Merkmalsausprägungen weitgehend fortgeschritten.

Die Ausbildung dieser Merkmale vollzieht sich dabei an dem Zelleib, dem Zytoplasma der Zellen. Es muß daher auch die Beschaffenheit dieses Stoffes bei allen Differenzierungen maßgeblich beteiligt sein. Jedoch erst in letzter Zeit hat man sich näher mit der sich daraus ergebenden Frage beschäftigt, wie nämlich ein einzelnes die Gene das Zytoplasma als Werkstoff zur Merkmalsbildung veranlassen, und weiterhin, ob darüber hinaus eventuell dieser Stoff eigene, bislang noch nicht bekannte Erbanlagen (also im Zytoplasma außerhalb des Kerns) enthält und wie diese dann bei der Ausbildung der genbedingten Merkmale beteiligt sind. Um diese Probleme zu entscheiden, wurden verschiedene

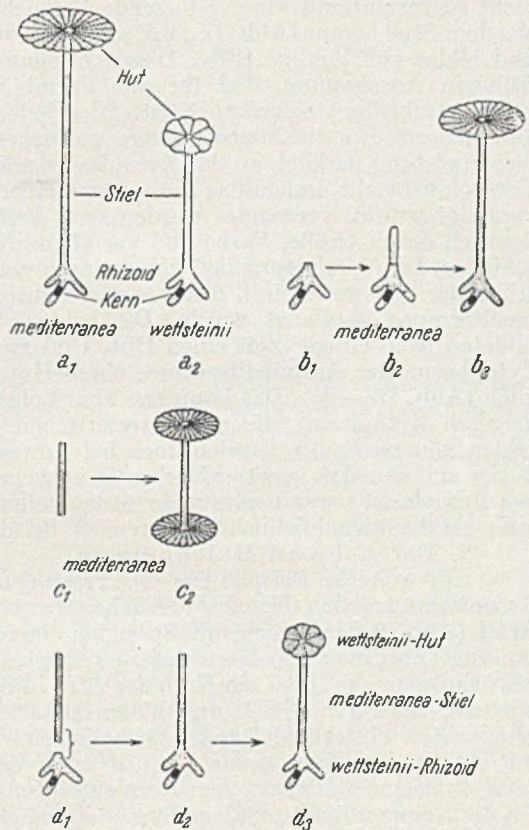


Abb. 1. Schematische Darstellung der Versuche (von HÄMMERLING) mit der Alge *Acetabularia*. Beschreibung im Text.

Untersuchungen angestellt, von denen hier zunächst einmal an zweien die Fragestellung genauer gezeigt werden soll. In diesen beiden Fällen wurde jeweils das Zytoplasma der einen Art mit dem Kern einer anderen Art vereinigt und dann beobachtet, gemäß welcher Art sich die Ausprägung einzelner Merkmale vollzog.

1. Versuche mit der Schirmalge *Acetabularia*, vgl. Abb. 1.

Die Mittelmeeralge *Acetabularia*, welche HÄMMERLING zu Versuchen heranzog, ist durch ihren einzigartigen Aufbau für gewisse Versuche besonders geeignet. Die ein bis mehrere Zentimeter lange Alge besteht aus drei Teilen (Abb. 1), aus „Hut“, Stiel und Rhizoid. In dem Hute erfolgt die Bildung von Schwärmsporen. Die ganze Pflanze besteht aus einer einzigen Zelle, die während der längsten Zeit ihres Lebens nur einen einzigen Kern enthält, welcher sich in einem Teil des Rhizoids befindet. Diese Besonderheiten verleihen der Alge die Eigenschaften eines für unsere Problemstellung ausgezeichnet geeigneten Untersuchungsobjektes: Schneidet man die Alge oberhalb des Rhizoids ab (Abb. 1 b₁—b₃), so wächst der Stiel wieder nach und es bildet sich auch wieder ein Hut. Dieses ist zunächst noch nicht so verblüffend wie der folgende Versuch: Schneidet man ein kernloses Stück aus dem Stiel heraus (Abb. 1 c₁, c₂), so wächst auch dieses nach, z. T. vorn und hinten, und bildet vollständige Hüte. Dieses Ergebnis steht im strikten Gegensatz zu der früheren Anschauung, daß für alle Formbildungsvorgänge die Anwesenheit des Kernes unbedingt erforderlich ist. Hier jedoch kann das Zytoplasma ohne Kern komplizierte Entwicklungsvorgänge vollziehen. Um noch genauer zu prüfen, ob diese Leistung wirklich an das Zytoplasma allein gebunden ist, wurde der erwähnte Versuch gemacht, indem das Zytoplasma einer Art mit dem Kern einer zweiten Art vereinigt wurde. Verwendet wurden zwei *Acetabularia*-arten (Abb. 1 a₁, a₂), die sich deutlich durch Größe, Farbe und vor allem durch die Hutform voneinander unterscheiden. Die Vereinigung ließ sich dadurch vollziehen, daß auf ein winziges Rhizoidstück der Art *wettsteinii*, das den Kern enthielt, ein kernloses Stielstück der Art *mediterranea* gepfflanzt wurde. Die beiden Teile verwuchsen, regenerierten und bildeten nach einiger Zeit einen Hut. Und zwar bildete nun das Vorderende, d. h. Zytoplasma der Art *mediterranea*, einen Hut, der vollkommen der Art *wettsteinii* gleich (Abb. 1 d₁—d₃). Das kann nur eine Folge des *wettsteinii*-Kernes sein. Obwohl kernlose Zytoplasmateile einen spezifischen Hut ohne Anwesenheit des Kernes bilden können (s. o.), wurden doch bei Anwesenheit des Kernes einer anderen Art dieser anderen Art gemäße Merkmale ausgeprägt. Von einem spezifischen Einfluß des Zytoplasmas war nichts mehr festzustellen. Der Kern erwies sich bei *Acetabularia* als der ausschließliche Beherrscher bei der Ausbildung von Artmerkmalen.

2. Versuche an Molchkeimen.

Ein weiteres Beispiel für die Vereinigung eines Kernes mit einem fremden Zytoplasma ergeben folgende Versuche (HADORN u. a.): Molcheier einer bestimmten Art I (Abb. 2) lassen sich mit Spermien einer anderen Art besamen. Nach der Besamung kann man den Kern des Eies mit einer Pipette absaugen, so daß dann in dem Eiplasma der Art I ein Kern der Art II liegt. Solche Eier sind fähig, sich zu entwickeln. Sie furchen sich und bilden zunächst auch junge Keime, die aber nach einiger Zeit absterben. Das ist zweifellos eine Folge der Kombination eines Kernes mit artfremdem Zytoplasma, denn in entsprechender Weise hergestellte Keime, die im Zytoplasma den art eigenen Kern enthalten, können sich vollkommen entwickeln. Da die Keime mit artfremdem Kern sterben, ehe Artmerkmale gebildet worden sind, läßt sich nichts darüber aussagen, ob die Artmerkmale hier gemäß der Art des Zytoplasmas oder gemäß der Art des Kernes ausgebildet werden. Jedoch kann man durch einen geschickten Kunstgriff die Entwicklung bis zur Ausbildung der Artmerkmale weiterbringen: Trennt man von Keimen, die aus Zytoplasma der Art I und aus Kern der Art II bestehen, gewisse Teile ab und pflanzt sie auf den Keim einer dritten Art (Abb. 2 b—d), so wächst das eingepflanzte Stück dort ein und entwickelt sich mit dem Wirt zusammen weiter. HADORN stellte so z. B. Keime her, die hauptsächlich zu der Art III gehörten, deren Körpermitte jedoch von Haut überwachsen war, deren Cytoplasma von der Art I und deren Kerne von der Art II waren. Diese Haut bildete in ganz typischer Weise Merkmale aus (Buckelchen, Zacken usw.), die für die Art I charakteristisch sind, d. h. für die Art, von der nur das Zytoplasma

stammte. Eine Beteiligung der Kerne von der Art II ließ sich bei der Ausbildung dieser Artmerkmale nicht feststellen. — Die beiden Experimente, in denen jeweils der Kern der einen Art mit dem Zytoplasma der anderen Art vereinigt wurde (*Acetabularia*, Molcheier), führten also zu entgegengesetzten Ergebnissen insofern, als bei *Acetabularia* der Kern über die Bildung der Artmerkmale, bei den Molchkeimen dagegen das Zytoplasma entschied.

Auf die Tatsache zytoplasmatischer Einflüsse bei der Merkmalsbildung wurde die Vererbungsfrage vor allem durch die Untersuchung umgekehrter (reziproker) Bastarde gelenkt (Abb. 3). Nimmt man in solchen Fällen einmal die Mutter von der einen Rasse und den Vater von der anderen Rasse, ein zweites Mal umgekehrt, so sind manche Bastardmerkmale jeweils der als Mutter dienenden Rasse gleich oder der Mutter ähnlicher ausgebildet. Da die umgekehrten Bastarde in bezug auf die MENDELschen Erbanlagen in gleicher Weise ausgestattet sind (von dem Spezialfall der sogenannten geschlechtsgebundenen Vererbung sei hier abgesehen), kann der Unterschied nur durch das allein von der Mutter gelieferte

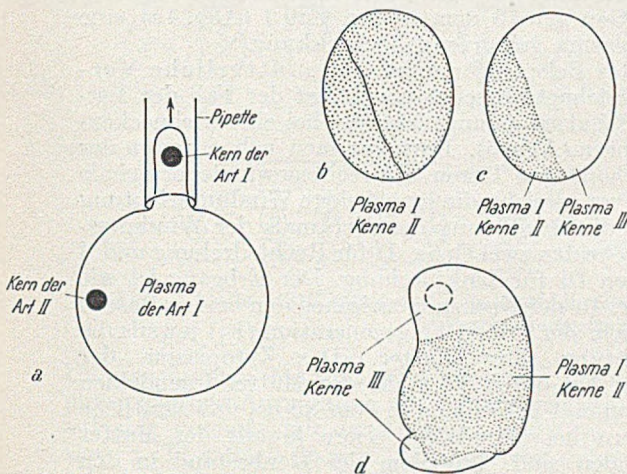


Abb. 2. Schematische Darstellung eines Versuchs (von HADORN) mit Molchkeiern. Beschreibung im Text.

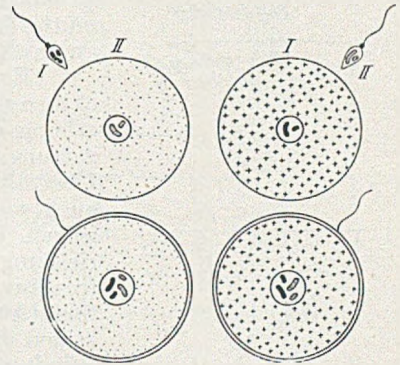


Abb. 3. Schema der beiden umgekehrten Kreuzungen zwischen zwei Rassen oder Arten I und II mit Unterschieden im Zytoplasma. Zytoplasma der Art I durch Kreuze, der Art II durch Punkte gekennzeichnet.

Zytoplasma bedingt sein. Ein solcher Einfluß des Zytoplasmas braucht nun noch nicht darauf zu beruhen, daß im Zytoplasma eigene, von den Genen unabhängige Erbanlagen vorhanden sind. Vielmehr hat sich in zahlreichen Fällen gezeigt, daß die Beschaffenheit des Zytoplasmas davon abhängig ist, daß die Eizelle bereits vor der Befruchtung eine Vorentwicklung im mütterlichen Körper durchgemacht hat. Daher kann man auch aus den oben geschilderten Versuchen mit Molchkeimen noch nicht den Schluß ziehen, daß dort eigene zytoplasmatische Faktoren maßgeblich sind, denn auch das Zytoplasma des Molcheies (Art I) war ja in der Mutter noch mit einem Kern der eigenen Art I vereinigt, und wir wissen nicht, welche Einflüsse dieser Kern auf das Zytoplasma vielleicht schon ausgeübt hat. Die Überlegung, daß dadurch das Zytoplasma irgendwie für seine späteren Leistungen vorherbestimmt sein kann, ist durchaus möglich; sie ist nicht nur ein theoretischer Einfall, sondern gerade in den Untersuchungen der letzten Zeit haben sich tatsächlich mehrfach dementsprechende Fälle ergeben.

Vorherbestimmungen des Zytoplasmas in der Mutter können durch verschiedene Einflüsse vollzogen werden: 1. Es kann auf das Zytoplasma des reifenden Eies der Genbestand des Eikernes einwirken (Abb. 4a). Unter Umständen können einzelne Gene bei verschiedenen Rassen oder Arten das Eizytoplasma in verschiedener Weise beeinflussen, so daß Unterschiede des Zytoplasmas dieser Rassen oder Arten doch letzten Endes auf Genunterschieden beruhen. 2. Es können (Abb. 4b) die Nachbarzellen des reifenden Eies oder andere Organe der Mutter durch Stoff-

transport auf dem Blutwege das Eizytoplasma verändern. Auch auf diese Weise läßt sich z. T. wieder der Unterschied zwischen den Eizytoplasmen zweier Arten auf Genunterschiede zurückführen, wenn nämlich die stofflichen das Ei treffenden Einwirkungen artspezifisch sind und mittelbar durch mütterliche Gene bedingt werden. 3. Es können Außenbedingungen auf das reifende Ei im Mutterleibe einwirken (Abb. 4c), so daß das Eizytoplasma durch sie verändert wird. In allen drei Fällen beruhen die Vorherbestimmungen von Zytoplasmaeigenschaften auf irgendwelchen von außerhalb des Eizytoplasmas kommenden Einwirkungen. Es handelt sich also stets um Modifikationen. Sei es nun eine Modifikation durch Außenbedingungen oder durch innere Einflüsse.

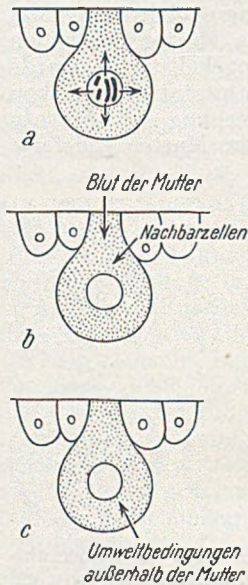


Abb. 4. Schematische Darstellung der Möglichkeiten einer Beeinflussung des Eizytoplasmas im mütterlichen Organismus.

Von besonderer Bedeutung für das Problem des Zusammenwirkens von Kern und Zytoplasma sind diejenigen Vorherbestimmungen, bei denen gewisse Merkmale eines Bastards nicht bestimmten Genen des eigenen Erbanlagenbestandes, sondern gemäß bestimmter Gene des mütterlichen Erbanlagenbestandes ausgebildet werden. Dann bedingt das mütterliche Gen gemäß dem obigen Fall I (Abb. 4a) eine an das Zytoplasma gebundene Nachwirkung.

Ein gutes Beispiel für diese als „mütterliche Vererbung“ bezeichnete Erscheinung bietet der Fall der Vererbung der Schalenwindungsrichtung bei einer Schneckenart *Limnaea* (Abb. 5). Dort kommen neben den in der Überzahl vorhandenen Tieren mit rechtsgewundener Schale auch solche vor, welche die umgekehrte Windungsrichtung zeigen. Über die Ausbildung des Merkmals der Windungsrichtung entscheiden zwei Gene, *D* für Rechtsdrehung und *d* (rezessiv gegen *D*) für Linksdrehung. Der Erbgang ist wie folgt (Abb. 5): In der Kreuzung zwischen den beiden Rassen zeigen die Tiere der ersten Folgegeneration (F_1) jeweils die Windungsrichtung ihrer Mutter. Das Zytoplasma der reifenden Eier hat durch die Gene der Mutter irgendeinen Zustand aufgeprägt bekommen in dem Sinne, daß sämtliche aus den Eiern hervorgehenden Tiere jeweils der Mutter gleich gewunden sind. Trotzdem der Genbestand in den beiden umgekehrten Kreuzungen gleich ist (Dd), entscheidet doch der Zustand des Zytoplasmas allein. Der Genbestand Dd in den Bastarden der ersten Generation entscheidet nun wieder in den beiden umgekehrten Kreuzungen gleichsinnig

im Sinne der mütterlichen Vererbung über den Richtungssinn der aus Eiern dieser Tiere hervorgehenden F_2 -Nachkommen: Das Zytoplasma wird entsprechend dem dominanten Gen *D* der Dd -Eier für „Rechtswindung“ bestimmt. Aus den reifenden Dd -Eiern entstehen befruchtungsfähige Keimzellen, die zur Hälfte *D* und zur anderen Hälfte *d* zugeteilt bekommen. Diese Eier werden mit *D*- oder *d*-Samenzellen befruchtet. Trotzdem so nebeneinander DD -, Dd - und dd -Keime entstehen, entwickeln sie sich doch alle zu rechtsgewundenen Tieren gemäß dem Rechtswindungs-Zytoplasma. In dieser zweiten Folgegeneration bestimmt dann der Genbestand DD oder Dd oder dd der Weibchen über ihre Nachkommen (F_3). Aus den DD - und den Dd -Weibchen gehen nur rechtsgewundene, aus den dd -Weibchen, die selber rechtsgewunden sind, nur linksgewundene Nachkommen hervor (Abb. 5).

Ähnlich wie in diesem Schneckenbeispiel haben sich solche durch mütterliche Gene hervorgerufenen Zytoplasmaeigenschaften mehrfach ergeben. Es ist nun die Frage, wie diese Zytoplasmaeigenschaft zustande kommt, d. h. wie sie durch ein Gen des mütterlichen Genbestandes bewerkstelligt wird. Dieses Problem steht in direktem Zusammenhang mit der allgemeineren entwicklungsphysiologischen Frage, in welcher Weise die Gene die von ihnen abhängigen Entwicklungsreaktionen leiten. An Hand einer Kreuzung läßt sich ein gewisses Rassen- oder Artmerkmal einem bestimmt gelagerten Gen zuordnen (Abb. 6). Die Zwischenglieder (ZR) der Reaktionen, die z. B. von einem Gen *A* zu dem durch dieses Gen bedingten

Merkmal \mathfrak{A} bzw. von dem Gen B zu dem Merkmal \mathfrak{B} müssen sich am Zytoplasma abspielen. Ein Teil dieser Zwischenreaktionen ist uns für einzelne Fälle durch neuere

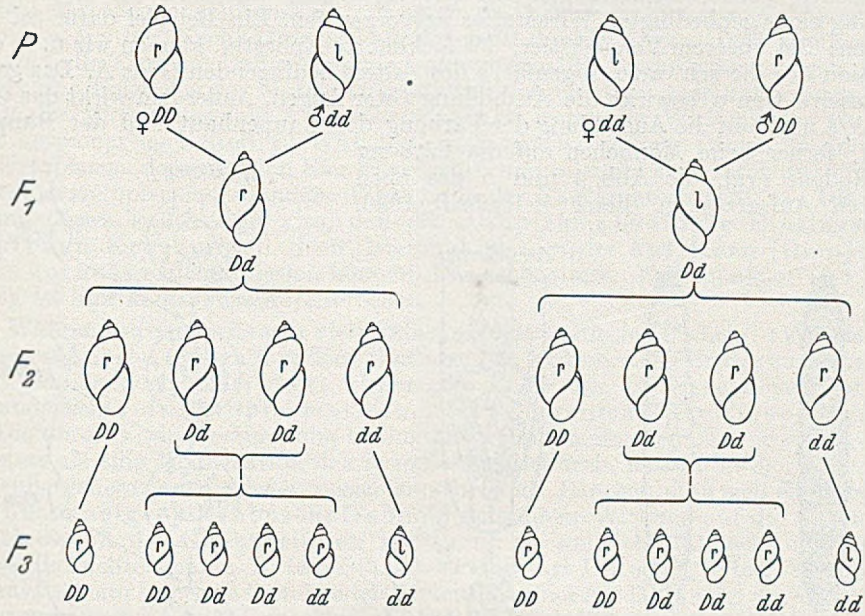


Abb. 5. Vorherbestimmung der Schalenwindungsrichtung bei der Schnecke *Limnaea*. Beschreibung im Text.

Untersuchungen bekannt geworden (vgl. den Aufsatz „Über die entwicklungsphysiologische Auswirkung der Erbanlagen“ in dieser Zeitschrift 1936, S. 138). Es hat sich gezeigt, daß die Auswirkung der Gene z. T. erfolgt über in den Zellen gebildete hormonartige Wirkstoffe, die

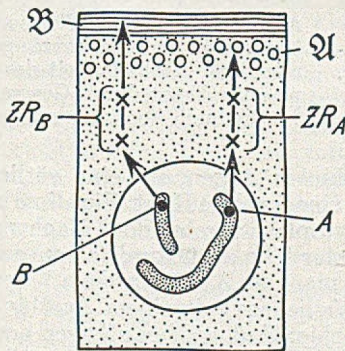


Abb. 6. Schema der Reaktionsketten, die von den Genen A und B über Zwischenreaktionen ZR_1 und ZR_2 zu zwei Merkmalen A und B führen. (Nach Kühn.)

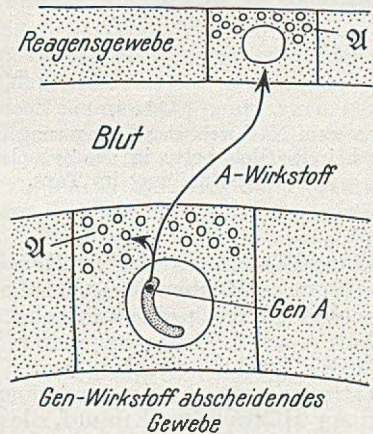


Abb. 7. Schema der Wirkung eines Gens A über einen Wirkstoff, welcher das Merkmal nicht nur in derselben Zelle, sondern auch in einem entfernten Gewebe auslöst, zu dem er auf dem Blutwege gelangt. (Nach Kühn.)

auf dem Blutwege befördert werden und in anderen Körpergeweben Reaktionen auslösen (Abb. 7). Ein solcher in Abb. 7 schematisch angegebener Wirkstoff läßt sich durch Übertragungsexperimente beweisen (Einzelheiten im oben zitierten Auf-

satz). Wahrscheinlich wird der Stoff unter der Wirkung des Gens im Zytoplasma gebildet. Jedenfalls wird er dort eingelagert. So ließen sich auch z. T. die oben beschriebenen Vorherbestimmungen des Eizytoplasmas aufklären als durch Einlagerung eines genbedingten Wirkstoffes hervorgerufen. Ein Beispiel dafür sei hier gegeben: Bei unserem Versuchstier, der Mehlmotte *Ephestia*, kennen wir u. a. eine Mutation des die schwarze Augenfarbe des Falters bedingenden Gens A. Das gegen A rezessive Gen a bewirkt die Ausbildung roter Augen. Außerdem wirkt das Genpaar A/a noch auf die Ausbildung der Färbung der Raupenhaut und der Raupen-
 augen, ferner beim Männchen auf die Färbung des Hodens (vgl. die Abb. 4 und 5 des oben zitierten Aufsatzes in dieser Zeitschrift 1936,

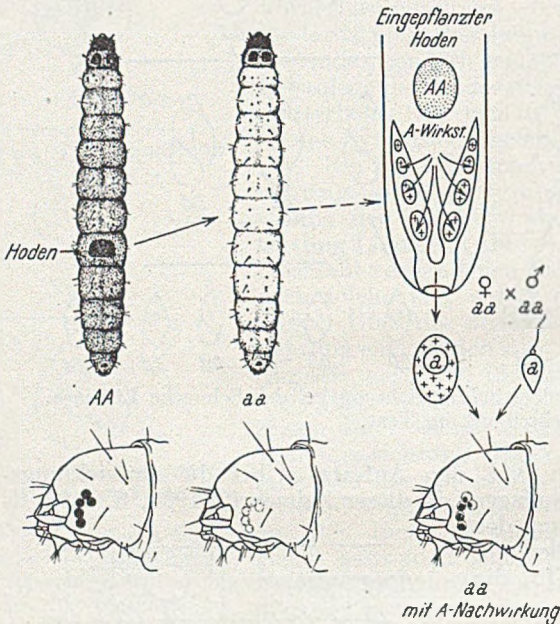


Abb. 8.

Schema zum Nachweis der Einlagerung eines A-Wirkstoffes bei der Mehlmotte in das Zytoplasma der Eier. Beschreibung im Text.

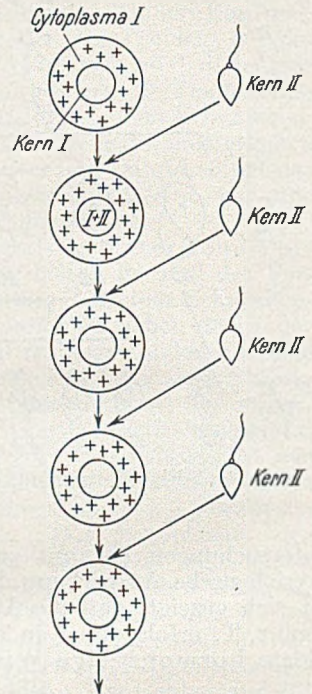


Abb. 9. Schema der Plasmonvererbung. Die durch Kreuze gekennzeichnete Beschaffenheit des Zytoplasmas bleibt durch Generationen hindurch konstant erhalten.

S. 142 und 144). AA- und Aa-Raupen haben dunkle Augen und eine rötlich gefärbte Haut, aa-Raupen dagegen helle Augen und eine farblose Haut. Für diese beiden Merkmale ergab sich eine mütterliche, an das Zytoplasma gebundene Nachwirkung des Gens A wie folgt: Kreuzt man z. B. einen Bastard Aa zurück mit einem aa-Tier, so fällt das Ergebnis verschieden aus, je nachdem man den Aa-Bastard als Vater oder als Mutter nimmt. In der Kreuzung eines aa-Weibchens mit einem Aa-Männchen treten zur Hälfte Räupchen auf, die aa-gemäß farblos sind und helle Augen besitzen, und zur Hälfte Raupen, die Aa-gemäß (A ist dominant über a) rötlich und deren Augen dunkel sind (diese Zeitschrift 1936, S. 144, Abb. 5). Nimmt man jedoch die zu dieser Kreuzung reziproke (umgekehrte) vor, d. h. kreuzt man ein Aa-Weibchen mit einem aa-Männchen, so entstehen ausnahmslos Räupchen mit rötlicher Haut und dunklen Augen. Eigentlich wären auch hier zur Hälfte aa-gemäße Raupen mit heller Haut und hellen Augen zu erwarten. Wie schon oben ausgeführt wurde, muß ein solcher reziproker Unterschied durch die Beschaffenheit des Zytoplasmas bedingt sein. Und nun kennen wir hier auch die Art dieser Beschaffenheit: Pflanzte man weiblichen aa-Raupen (Abb. 8) Gewebe (z. B. Hoden,

Eierstöcke, Gehirn) aus A-Tieren ein, so leben diese dort weiter, und es zeigt sich die Abgabe eines bestimmten die A-Merkmale bedingenden Stoffes (vgl. Abb. 7) u. a. in der folgenden Weise: Kreuzt man (Abb. 8) ein solches aa-Weibchen, dem z. B. ein A-Hoden eingepflanzt ist, mit einem aa-Männchen, so zeigen die Augen der Rüpchen aus der Nachkommenschaft A-gemäß dunkle Augen. Dem Genbestand nach sind alle Tiere aa. Daß sie trotzdem eine A-gemäße Augenfärbung zeigen, kann nur als eine Folge des der Mutter eingepflanzten A-Gewebes gedeutet werden. Das frei in der Mutter liegende A-Gewebestück muß unter der Wirkung des Gens A einen hormonartigen Stoff (A-Wirkstoff) abgeschieden haben. Dieser ist dann in dem Zytoplasma der reifenden Eier gespeichert, und es ergibt sich durch diesen Stoff die an das Zytoplasma gebundene Wirkung in der Nachkommenschaft. — Die Aufklärung dieses Falles zeigt also, daß oft zytoplasmabedingte Einflüsse in reziproken Kreuzungen doch letzten Endes wieder auf Kern-(Gen-)Einflüsse zurückgeführt werden können. Das sogenannte „Kernmonopol“ der Vererbung ist hier keineswegs durchbrochen.

Während so einerseits sehr viele Fälle „zytoplasmatischer (Schein!) Vererbung“ auf Genwirkungen (oder auf andere Einflüsse der Mutter, z. B. Ernährung) zurückgehen, deuten doch andererseits wieder eine Reihe von Untersuchungen auf das Vorhandensein rein zytoplasmatischer erbanlagenmäßiger Eigenschaften hin. Die durch Vorherbestimmung bedingten zytoplasmatischen Einflüsse erweisen sich stets als eine Modifikation des Zytoplasmas dadurch, daß sie in den folgenden Kreuzungsgenerationen wieder verschwunden sind. Dagegen muß sich eine an eine zytoplasmacigene Erbbeschaffenheit gebundene Wirkung auf die Merkmalsbildung durch die Generationen hindurch in weiblicher Linie konstant erweisen. Befruchtet man z. B. (Abb. 9) das Ei einer Art I (Kern I, Zytoplasma I) mit der praktisch nur aus Kern bestehenden Samenzelle einer Art II, so zeigt der aus diesem Ei hervorgehende Bastard der Mutter ähnliche Merkmale, die sich stark abheben von den Merkmalen des aus dem Ei der Art II mit der Samenzelle der Art I gebildeten umgekehrten Bastards. Es wird dann in den folgenden Generationen stets wieder das ursprünglich von einem Weibchen der Art I abstammende Zytoplasma und der in ihm liegende Bastardkern mit einem Kern der Art II vereinigt (Abb. 9). Gibt sich nun auch in späteren Generationen die Beschaffenheit des Zytoplasmas der Art I (in Abb. 9 mit Kreuzen angedeutet) immer wieder in demselben Grade bei der Merkmalsbildung kund, ohne abzuklingen, so kann das nur eine Folge konstanter zytoplasmatischer Eigenschaften sein. Solche Fälle haben sich auch tatsächlich in den Untersuchungen von Kreuzungen verschiedener Versuchsobjekte ergeben. Neben einer Reihe von Fällen bei Moosen kennen wir heute auch bereits einige von höheren Pflanzen und unter den Tieren von Insekten. Die sich dabei offenbarende Seite des Zytoplasmas wird heute allgemein (nach v. WETTSTEIN) mit Plasmon bezeichnet, in Gegenüberstellung zu dem Genom als der Gesamtheit der in den Chromosomen liegenden Gene. Während jedoch das Genom in einzelne Teile zerlegt werden kann, die miteinander zu vertauschen und die auch durch Mutation zu verändern sind, konnten bislang keinerlei Anzeichen dafür gefunden werden, daß auch die Auflösung des Plasmons in einzelne Teile oder eine Veränderung des Plasmons (Plasmonmutationen) möglich ist. Aber zweifellos liegen gerade auch hier noch Ansatzpunkte der Vererbungsforschung.

Für das Problem des Zusammenwirkens von Kern und Zytoplasma erscheint neben der Frage, wie das Zytoplasma den Genen als merkmalsbildender Stoff dient, die Frage nach der genaueren Beteiligung des Plasmons bei der Prägung der Art- und Rassenmerkmale. Sicherlich wird sich die Gemeinsamkeit des Wirkens von Genom und Plasmon immer mehr als entscheidend herausstellen. Von Genom und vom Plasmon her bieten sich für die erst in den Anfängen stehende Erforschung der entwicklungsphysiologischen Wirkungsweise der Erbanlagen in der Entwicklung des Einzelwesens und bei der Umbildung der Arten eine Reihe von Aufgaben, die der Inangriffnahme und der Lösung harren.

Herstellung eines Kreisels für den Unterricht.

Von HEINRICH STRACKE in Bad Harzburg.

Der Kreisel ist im Physikunterricht lange Zeit recht stiefmütterlich behandelt worden. Nicht allein seiner verschiedenartigsten Verwendung in der Technik wegen sollte er aber viel eingehender besprochen werden. Schon die geforderte Behandlung von Flugzeuginstrumenten zwingt den Physiker, sich des Kreisels weit mehr anzunehmen, als es bisher der Fall war.

Unerlässlich für diesen Unterricht ist aber ein großer Kreisel, dessen Einzelteile und Bewegungen vom Schüler klar und deutlich erkannt werden können. Die in den physikalischen Sammlungen enthaltenen Kreiselmuster genügen diesen Ansprüchen aber in den meisten Fällen nicht. Nirgendwo ist mir aber bisher ein Kreisel bekannt geworden, der es gestattet, wirklich eine große Reihe von wichtigen Versuchen überzeugend darzustellen. Darum entschloß ich mich, nachfolgend beschriebenes Gerät durchzukonstruieren, zu bauen und auch mit Erfolg im Unterricht zu verwenden. Die Aufbauteile sind billig und leicht zu beschaffen. Eins sei aber

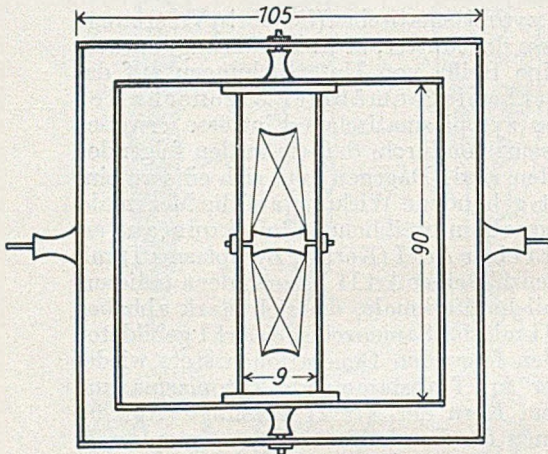


Abb. 1.
Aufbau des ganzen Kreisels.

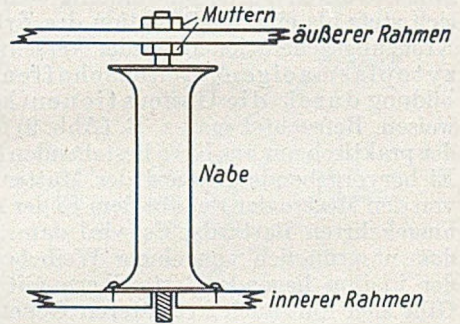


Abb. 2. Einfügen der Nabe in das Holz des oberen und unteren Rahmens.

vorweggenommen: Der Apparat muß ganz sorgfältig zusammengebaut und schließlich peinlichst genau ausgewuchtet werden. Nur der Lehrer möge diesen Kreisel nachbauen, der große handwerkliche Fähigkeit besitzt und der gewohnt ist, mit Millimetern zu rechnen. Sonst läuft er ganz sicher Gefahr, niemals eindeutige Versuche mit dem Kreisel ausführen zu können.

Wir besorgen uns ein Vorderrad eines Fahrrades mit Nabe sowie vier einzelne Fahrradnaben. Das als Kreisel zu benutzende Vorderrad wird so in zwei Holzrahmen gesetzt, wie es Abb. 1 zeigt. Die Maße, die nicht verbindlich sind und abgeändert werden können, sind der Figur zu entnehmen. Ich benutzte Holzlatten von 2 cm Dicke und 3 cm Breite, die verzinkt und verleimt werden müssen. Der innere Rahmen braucht natürlich nicht ganz ausgebaut zu werden. Es genügen die Halteleisten für das Kreisellrad. Um die einzelnen Naben einzusetzen, bohrt man zunächst ein Loch in das Holz und führt die Welle der Nabe so ein, daß sie sich frei drehen kann, ohne das Holz zu berühren (Abb. 2). An den Löchern der Nabe, die eigentlich für die Speichen vorgesehen sind, wird diese dann auf dem Holz befestigt. Der Holzrahmen und die Nabe bilden also ein festes System, das um die einerseits frei herausragende Welle drehbar ist. An dieser Welle wird dann mittels zweier Muttern, die zur Nabe mitgeliefert werden, der nächste Rahmen befestigt.

Befestigt man die beiden freien Wellen des äußersten Rahmens an je einem Stativ, so stellt das große, weithin sichtbare und in seinen Einzelteilen erkennbare Gerät einen kardanischn aufgehängten Kreisel dar. Die Kreisellachse kann jede beliebige Lage im Raum einnehmen.

Das Modell muß auf jeden Fall jetzt so ausgeglichen werden, daß die Kreisellachse eine ihr willkürlich gegebene Richtung beibehält. Das ist das schwierigste Stück der ganzen Arbeit. Man kann das Rad in den Felgen mit einem Bleirohr ausfüllen und erhält dann wesentlich kräftigere Wirkungen, da ja das Trägheitsmoment vergrößert wurde. Dann dürften aber wohl die Stärken des Holzrahmens zu schwach werden. Dennoch ist dann die Möglichkeit gegeben, den Kiesel besser auszuwuchten, indem man das Bleirohr an einigen Stellen dünner treibt oder durch Aufgießen von Blei beschwert. Andererseits können aber auch Übergewichte der Rahmenteile dadurch ausgeglichen werden, daß an den entgegengesetzten Holzteilen Blei eingelassen wird. Oft genügt auch Nachziehen der Speichen. Wie gesagt, ist das die schwierigste Arbeit des ganzen Aufbaues. Sie ist aber unerlässlich, will man später Freude an seinem Gerät haben. Durch Anziehen des Konus an jeder Rahmennabe läßt sich überdies die Empfindlichkeit der Ausschläge regeln.

Versuche mit dem Kiesel.

1. Der Kiesel wird frei aufgestellt und an den beiden Wellen des äußeren Rahmens befestigt bzw. von zwei Schülern gehalten. Beide Rahmen sollen ineinander liegen. Drückt man den inneren Rahmen bei laufendem Kiesel heraus, so weicht der Kiesel senkrecht zu dieser Kraft aus. Der äußere Rahmen dreht sich. Drückt man den äußeren Rahmen heraus, so dreht sich der innere wieder in einer Richtung senkrecht zur einwirkenden Kraft. Umkehrung des Umlaufsinnens des Kreisels gibt die gleichen Ausschläge in entgegengesetzter Richtung.

2. Nachdem die Kreisellachse beliebig eingestellt wurde, kann man den frei beweglichen Kiesel willkürlich im Raum bewegen, ohne daß sich die Achsenrichtung ändert (Anknüpfung zum Kieselkompaß. Die rotierende Erde ist aber wesentlich!).

3. Beim Festhalten der einzelnen Rahmen (nicht drehbar) merkt man deutlich die Kräfte, die beim Ändern der Kreisellachse auftreten. (Kräfte bei Ausgleichskreiseln, die durch die Lager aufgenommen werden müssen.)

4. Der Kiesel wird an den äußeren Wellen frei aufgehängt. Der innere Rahmen wird in Verlängerung der Kreisellachse einseitig — z. B. durch eine Schraubzwinge — beschwert. Der freigelassene Kiesel führt Präzessionsbewegungen aus. Nutationen werden durch Aufsetzen weiterer, aber geringerer Gewichte erzeugt. Man kann so nach und nach die schwierigsten und verschiedensten Kreiselsbewegungen aufbauen. Eine sehr deutliche Darstellung der Präzession erreicht man dadurch, daß man an der Kreisellachse eine Taschenlampe (Stabbatterie) anbringt, die im verdunkelten Zimmer einen Kreis (= Kegel) an die Wand zeichnet. — Bei diesem Versuch zeigt sich deutlich, wie gut der Kiesel ausgewuchtet ist. Jede Abweichung von der Kreisbahn weist auf Fehler des Ausgleichens hin.

Hier sind nur einige der möglichen Versuche beschrieben. Eine Erweiterung der Versuchsanordnungen ließe sich leicht angeben. Es sei nur die Wirkung des Kreisels angegeben, der auf einen Drehstuhl gestellt wird, einmal die Kreisellachse parallel zur Drehachse, das andere Mal quer zu ihr. (Kieselkompaß in wahrer Darstellung!) Auf einige weitere Versuche werde ich in einer anderen Arbeit nochmals zurückkommen.

Flugzeuginstrumente für Anzeige verschiedener Fluglagen.

Zum besseren Verständnis seien zunächst einige Begriffe klargelegt, die leider in der Fachliteratur keineswegs eindeutig angewendet werden. Eine Drehung um die Hochachse, also eine Kursänderung, heißt Seitenänderung und wird durch den Wendezeiger angezeigt. Eine Neigung um die Längsachse heißt Querneigung und wird durch einen Querneigungsmesser angezeigt, für den allein es aber in der Praxis kein Kieselgerät gibt. Diese Neigungen werden durch Libellen, Pendel usw. angezeigt. Ein Längsneigungsmesser zeigt die Neigung um die Querachse an, schlägt also bei Bedienen des Höhenruders aus.

Kieselinstrumente, deren Kiesel nur einen Freiheitsgrad haben, sind der Wendezeiger und der Längsneigungsmesser.

1. Wendezeiger. Sein einziger Freiheitsgrad wird durch Federn gefesselt. Wir benutzen nur den inneren Rahmen unseres Kreisels, stellen den äußeren also ohne

Benutzung seiner Naben fest. Auf einem beweglichen Tisch, der am besten auf Rollen läuft, oder auf einem großen Brett wird der Kreisel so aufgestellt, daß seine Achse quer zur Flugrichtung waagrecht steht. Der innere Rahmen liegt ebenfalls waagrecht und wird so aufgebaut, daß seine Naben vorn und hinten liegen. (Abb. 3.)

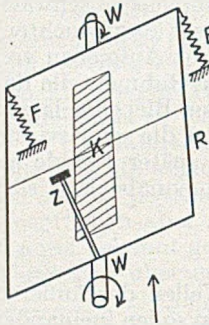


Abb. 3. Der Kreisel als Wendezeiger.

Der äußere Rahmen soll nie abgenommen werden und wird hier ebenfalls waagrecht um den inneren gelegt, so daß er nicht stören kann. Zwei Federn von etwa 100 g Zugkraft fesseln den Kreiselrahmen, wenn sie hinten zwischen Rahmen und Tisch befestigt werden. Ein langer Holzzeiger vorn am inneren Rahmen vervollständigt das ganze Gerät. Lläuft der Kreisel, so schlägt der Zeiger während einer Drehung des Tisches aus, geht aber sofort wieder auf Nullstellung zurück, wenn der Tisch (Flugzeug) nicht mehr gedreht wird. Auf Kippen oder Querneigen des Tisches reagiert der Kreisel nicht, da bei der einen Änderung die Kreiselachse nicht gekippt wird, bei der anderen dagegen ein Ausweichen senkrecht zur Bewegungsrichtung durch die festen Lager nicht möglich ist. Ein großer Pappkreis der Abb. 4 wird vor dem inneren Rahmen vorn befestigt und gibt das wahre Bild eines Wendezeigerinstrumentes. Der Praxis entsprechend ist eine Libelle angezeichnet, die die Querneigung angeben soll.

Ich benutze hier ein Stück schwarzen Papiers, das durch zwei Schlitzte gesteckt wird, die als Libellenumrahmung in die Pappe eingeschnitten sind. Von Hand kann so jede richtige oder falsch geflogene Kurve so angezeigt werden, wie sie der Pilot am Instrument erkennt. (Theoretische Betrachtung des Kräftespiels beim Kurvenflug; die Resultierende aus Schwerkraft und Fliehkraft soll immer senkrecht auf den Boden des Flugzeuges weisen. Die Libellenkugel muß also auch in der Kurve in der Mitte liegen, andernfalls ist die Kurve zu steil oder zu flach geflogen. Abb. 4.)

Während der Wendezeiger dem Schüler zunächst erst einmal gezeigt wird und danach erst besprochen werden soll, kann der Schüler schon jetzt angeben, wie man einen Wendezeiger auf andere Art bauen könnte. Der hier gezeigte entspricht dem in der Praxis verwendeten Instrument. Ebenso soll der Schüler erkennen, wann der Wendezeiger gerade entgegengesetzt ausschlägt, also die Kurven falsch anzeigt (Umkehrung des Kreiseldreh-sinnes). Für die weiteren Fälle muß der Schüler angeben, wie die Geräte gebaut sind oder sein könnten. Z. B. soll er einen Querneigungsmesser als Kreiselinstrument entwerfen, das praktisch aber nicht benutzt wird. Er muß auf jeden Fall einsehen, wie die Kreiselachse gerichtet sein muß, um eine bestimmte Drehung anzuzeigen, und welche Kreiselausschläge zu verhindern bzw. zu fesseln sind, wenn nicht gleichzeitig auch noch andere Flugbewegungen auf die Anzeige einwirken sollen.

2. Längsneigungsmesser. Auch hier wird nur der innere Rahmen benutzt. Die Kreiselachse läuft waagrecht von vorn nach hinten, der Rahmen ist um eine senkrechte Achse drehbar wieder auf einem beweglichen Tisch gelagert. Der äußere Rahmen liegt parallel zum inneren, damit er nicht stört, und wird an Stativen festgespannt, um das ganze Gerät zu halten. Kippt man den Tisch vorn hoch, fällt also das Flugzeug, so weicht der Rahmen seitwärts aus. Die Anzeige ist hier in der Praxis aber anders als beim Wendezeiger und soll genau nachgebildet werden. Senkrecht

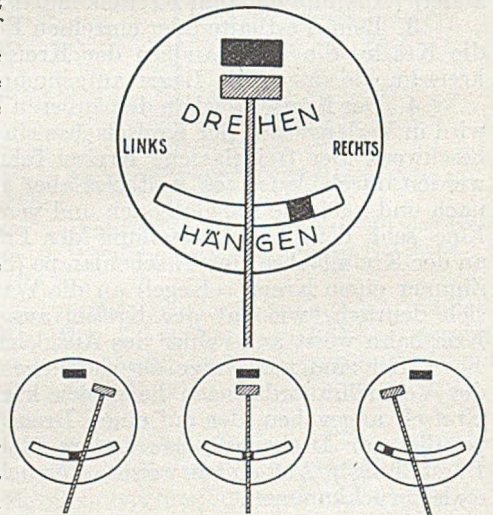


Abb. 4. Die Skala des Wendezeigers mit Zeiger. Unten: Drei Beispiele der Anzeige (die Libelle wird von Hand verstellt).

zum inneren Rahmen ragt aus dessen Mitte ein dünner Stab von etwa 1,30 m Länge heraus. Eine Blechhülse am Rahmen erleichtert die Befestigung. Auf einem langen Stativ wird jetzt eine dünne Papphülse befestigt, in der leicht drehbar ein Rundstab gelagert wird. Der Rundstab hat eine Länge von 80 cm und einen Durchmesser von 3—4 cm. Einerseits ist am Ende des Stabes ein 80 cm langer Stab senkrecht zu ihm eingelassen ($0,5 \times 1,2$), der mit dem langen Zeiger des Kreiselfrahmens durch ein Gummiband beweglich verbunden ist (Abb. 5). Dreht sich der Kreiselfrahmen, so wird auch der Rundstab in seiner Hülse gedreht. Schließlich wird am freien Ende des Rundstabes noch ein Zeiger mit Marke laut Abbildung befestigt. Dieser Zeiger gibt dann Auf- und Abbewegung des Flugzeuges an. Ein großer Pappkarton in Form und Beschriftung des wirklichen Instrumentes vervollständigt das Modell dieses Längsneigungsmessers. Der Instrumentenzeiger wird dabei wieder durch einen Schlitz in der Skala geführt. Falsche Drehrichtung des Kreises vertauscht auch hier wieder die Anzeige. Ein am Rundstab angebrachtes starres Pendel zum Zurückholen der Ausschläge ist hier wegen der Schwere der Stäbe nicht nötig.

3. Kreisell mit zwei Freiheitsgraden: Der künstliche Horizont.

Hier werden beide Kreiselfrahmen benötigt. Das ganze Gerät wird so aufgebaut, wie es Abb. 6 erkennen läßt. Der äußere Rahmen ist wie beim Wendezeiger durch zwei Federn

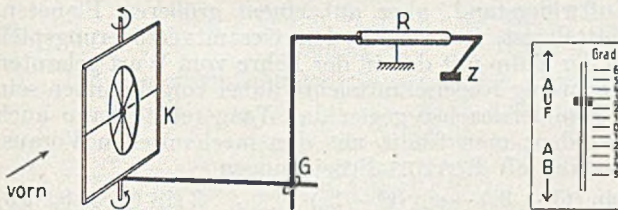


Abb. 5. Schematische Zeichnung des Kreisels als Längsneigungsmesser mit Kraftübertragung.

Rechts: Schablone der Längsneigungsskala.

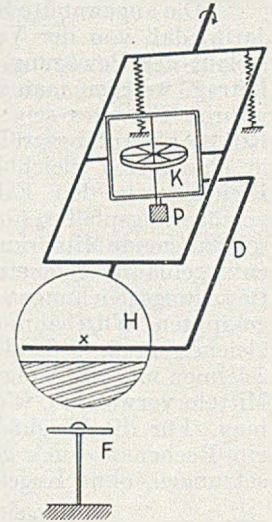


Abb. 6. Der Kreisell als künstlicher Horizont.

gefesselt und erhält vorn starr verbunden eine halb schwarz bemalte Kreisscheibe. Der innere Rahmen bekommt zur Fesselung ein Gewicht angehängt und trägt unten einen zweimal rechtwinklig umgebogenen Draht, dessen vorderes Ende kurz vor der Horizontscheibe zu liegen kommt. Neigungen um die Hochachse, d. h. Drehungen des Tisches auf dem Boden, werden nicht angezeigt, da die Kreisellachse dann nur parallel verschoben wird. Die Horizontscheibe und der Querstrich bleiben immer in ihrer Ruhelage in bezug auf den Raum, nicht aber in bezug auf den Tisch (das Flugzeug). Bringt man auf dem Tisch noch vor der Scheibe ein kleines Pappmodell eines Flugzeuges an, so dreht sich der schwarze Horizont scheinbar gegen das starre Flugzeug, wenn eine Längsneigung um die Längsachse ausgeführt wird, d. h. beim seitlichen Kippen des Tisches (wenn die Maschine schräg liegt). Bei einer Querneigung um die Querachse jedoch (beim Steigen und Fallen, also Kippen des Tisches vorn oder hinten) bewegt sich der Querstrich auf bzw. ab gegenüber dem starren Flugzeugmodell. Der künstlerische Horizont zeigt also Steigen und Fallen sowie Querneigungen des Flugzeuges an. Dieses Instrument und der Wendezeiger geben demnach schon Anschluß über jede mögliche Lagenveränderung der Maschine im Raum.

Auch andere Fluginstrumente ließen sich mit unserem Kreisell noch weiter darstellen. Andere Geräte sind hier nicht genannt worden, wie z. B. der Kreisellkurszeiger, der durch Aufsetzen eines Kompaßrosenringes auf den frei beweglichen Kreisell leicht gezeigt werden kann. Dieser gestattet, Kursabweichungen von einer einmal eingestellten Richtung festzustellen. Diese und einige andere Geräte sind so einfach, daß sie hier kaum beschrieben zu werden brauchen.

Der physikalische Inhalt der ROTHESchen Ballistik.

VON HEINRICH HERMANN in Tübingen.

Als einfachste Möglichkeit des genäherten Ersatzes der Schußbahn von Feuerwaffen durch einen Kegelschnitt hat R. ROTHE für den Unterricht eine Parabel empfohlen, welche im Anfangs- und Endpunkt mit der wahren Bahn gemeinsame Berührende hat. Die mechanische Analyse dieses Ersatzes erlaubt eine einfachere Einführung als die allgemeine, deren sich ROTHE¹⁾ bedient und damit auch eine frühere Verwendung, schon im unmittelbaren Anschluß an die elementare Lehre vom schiefen Wurf, wie folgt.

Die angewandte Schematisierung der Einwirkung des Luftwiderstandes besteht darin, daß von der Veränderung abgesehen wird, welche dieser Widerstand beim Ablauf der Bewegung nach Richtung und Größe erleidet. Infolgedessen wird der Betrag, welchen man ihm zuschreibt, ein Durchschnittswert seines veränderlichen wahren Betrages sein; der Form nach erscheint die zugehörige Verzögerung bei ROTHE als Anfangsgröße w_0 . Die Geschosßbewegung wird also behandelt als Bewegung in einem sich gleichbleibenden Verzögerungsfeld, das sich nach Intensität und Richtung aus dem Fallbeschleunigungs- bzw. Verzögerungspfeil g und dem Luftverzögerungspfeil w_0 (dem aber unter diesen Voraussetzungen zuletzt eine abwärts beschleunigende Mitwirkung zugeschrieben wird), welcher der Anfangsgeschwindigkeit v_0 entgegenläuft, geometrisch zusammensetzt. Hieraus ergeben sich unmittelbar die Bewegungsgleichungen (12). Zugleich folgt, daß die Bahn in der Tat einer vorwärts gekippten Wurfbahn ohne Luftwiderstand, aber auf einem größeren Plancten, gleichen muß. Sobald w_0 ermittelt ist, kann man den Gesamtverzögerungspfeil zeichnen und zur Konstruktion der Bahn mit den in der Lehre vom Wurf gelernten Mitteln verwenden, wie viel oder wenig Kegelschnittslehre dabei vorgekommen sein mag. Für die Neigung γ der Symmetrieachse gegen die Waagerechte kann auch ein Rechenausdruck gesucht werden; man findet aus den mechanischen Voraussetzungen, ohne Kegelschnittslehre, mit ROTHES Bezeichnungen

$$(20) \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{g + w_0 \sin \vartheta_0}{w_0 \cos \vartheta_0} = \frac{\sin(\Theta + \vartheta_0) + \sin(\Theta - \vartheta_0)}{\sin(\Theta + \vartheta_0)} \operatorname{tg} \vartheta_0 = \frac{2 \sin \Theta \cos \vartheta_0 \operatorname{tg} \vartheta_0}{\sin(\Theta + \vartheta_0)}$$

Hierbei ist Θ der negative Wert des spitzen Auftreffwinkels (s. die Abbildung); daher sind $\sin \Theta$ und $\sin(\Theta \pm \vartheta_0)$ negative Zahlen. In ROTHES Zahlbeispiel wird $\operatorname{tg} \gamma = 1,93$; $\gamma = 62^\circ 40'$.

Diese Rechnung ließe sich auch als Weg zur Bestimmung von w_0 benutzen; die größenordnungsmäßige Einsichtnahme in den Betrag dieses Luftverzögerungsdurchschnitts muß als der physikalische Ertrag des Verfahrens betrachtet werden²⁾. Die unmittelbare rechnerische Ermittlung aus ROTHES Ausdruck S. 249 unten

$$(21) \quad \frac{w_0}{g} = \frac{\sin(\Theta + \vartheta_0)}{\sin(\Theta - \vartheta_0) \sin \vartheta_0}; \text{ im Zahlbeispiel } \frac{-0,179}{-0,770 \cdot 0,342} = 0,68$$

liefert $w_0 = 6,57$; $w_0 \sin \vartheta_0 = 2,385$; $w_0 \cos \vartheta_0 = 6,27$ m/sec².

Als Probe für die Brauchbarkeit des Ersatzes verwendet ROTHE den Vergleich der Gipfelhöhe mit der wirklichen. Auch hier kann unmittelbar von den mechanischen Voraussetzungen her entwickelt werden. Durch Einsetzen des Schußdauerausdrucks (15) in (12) findet man für die Schußweite statt (14)

$$(22) \quad X = v_0^2 \sin \vartheta_0 \cos \vartheta_0 \frac{2g}{(w_0 \sin \vartheta_0 + g)^2}$$

Das Fehlen des Faktors $\frac{2v_0 \sin \vartheta_0}{w_0 \sin \vartheta_0 + g}$ auf der rechten Seite von (14) muß ein Satz-

¹⁾ Kegelschnitte als ballistische Näherungskurven. Ubl. 43, S. 247—250. 1937.

²⁾ Nach freundlicher brieflicher Rückäußerung des Herrn Prof. Dr. ROTHE ist seine Auffassung die, daß es ballistisch angemessener ist, unter w_0 den wirklichen Anfangswert der Luftverzögerung zu verstehen und die Übereinstimmung in Θ fallen zu lassen. Für die hier statt dessen vorgetragene, mathematisch geschlossenere Auffassung trägt somit Verfasser die Verantwortung. Er erfüllt zugleich die Pflicht, Herrn Dipl.-Ing. PAETZ für Wiederholung eines Teils der numerischen Ausrechnungen zu danken (Zus. bei Drucklegung).

verschen sein; die weitere Entwicklung entspricht dem Ausdruck (22). Der Ausdruck (18) für den Auftreffrichtungsfaktor ist nach den mechanischen Voraussetzungen aus

$$(23) \quad \operatorname{tg} \Theta = \frac{v_0 \sin \vartheta_0 - (w_0 \sin v_0 + g) T}{v_0 \cos \vartheta_0 - (w_0 \cos \vartheta_0) T}$$

durch Einsetzen und Umformen zu gewinnen; er wird negativ. Der Ausdruck (19) für die Gipfelhöhe $y^* = \frac{1}{2} X \frac{\sin \Theta \sin \vartheta_0}{\sin (\Theta - \vartheta_0)}$ ist im Zahlbeispiel auszuführen mit $\Theta = -30^\circ 20'$; $\vartheta_0 = 20^\circ$; $\Theta - \vartheta_0 = -50^\circ 20'$. Dies liefert

$$y^* = 4050 \cdot \frac{0,505 \cdot 0,342}{0,770} = 909 \text{ statt } 1000 \text{ Meter.}$$

Der abweichende ROTHESche Nenner ist ein Versehen (Kofunktionswert). Die Ungenauigkeit von 9% geht infolgedessen nach der anderen Seite. Für die Schußdauer findet man aus dem Vergleich von (22) mit (15)

$$(24) \quad T = \sqrt{\frac{2X \operatorname{tg} \vartheta_0}{g}},$$

im Zahlbeispiel 24,6 statt 27 Sekunden; ebenfalls 9% zu wenig.

Stärker weicht die Anfangsgeschwindigkeit, am stärksten die Endgeschwindigkeit von der Wirklichkeit ab, wie es nach der Eingangsbeobachtung über den physikalischen Inhalt des Verfahrens auch sein muß. Man erhält aus (15) mittels (24)

$$(25) \quad v_0 = \frac{T (w_0 \sin \vartheta_0 + g)}{2 \sin \vartheta_0} = \frac{27 \cdot 12,2}{2 \cdot 0,342} = 482 \text{ statt } 550 \frac{\text{m}}{\text{sec}}.$$

Die Endgeschwindigkeitskomponenten werden

$$v_{x, T} = 482 \cdot 0,94 - 6,27 \cdot 24,6 = 300$$

$$v_{y, T} = 482 \cdot 0,342 - 12,2 \cdot 24,6 = -133$$

$$v_T = \sqrt{300^2 + 133^2} = 329$$

statt des richtigen Wertes von $257 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ nach LORENZ bzw. CRANZ.

Berechnet man w nach (22) aus X und ϑ_0 , so wird die Annäherung energetisch richtiger, geometrisch unrichtiger. Man findet auf diesem Wege

$$(26) \quad w \sin \vartheta_0 + g = v_0 \sqrt{\frac{g \sin 2\vartheta_0}{X}} = 15,48;$$

$$w \sin \vartheta_0 = 5,67; \quad w = 16,55 \frac{\text{m}}{\text{sec}^{-2}}$$

T , nach (15) berechnet, wird 24,3 Sek.

$$\operatorname{tg} \Theta, \quad \text{,,} \quad (18) \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad -1,36; \quad \Theta = -53^\circ 40';$$

es weicht am meisten von der Wirklichkeit ab. y^* wird 1140 m.

$$v_{x, T} \text{ wird } 137 \frac{\text{m}}{\text{sec}}; \quad v_{y, T} - 188 \frac{\text{m}}{\text{sec}}; \quad v_T \text{ } 233 \frac{\text{m}}{\text{sec}}.$$

Wo die goniometrischen Vorkenntnisse für die ROTHESche Entwicklung fehlen, kann man folgendermaßen vorgehen. Man behandelt die Verzögerung zunächst ihrem Betrag nach als gleichbleibend — eine in der Ballistik vorkommende Näherung — und berechnet sie aus Anfangsgeschwindigkeit, Endgeschwindigkeit und Dauer als

$$(27) \quad w = \frac{v_0 - v_T}{T}, \text{ im Zahlbeispiel } \frac{293}{27} = 10,84 \frac{\text{sec}^2}{\text{m}}.$$

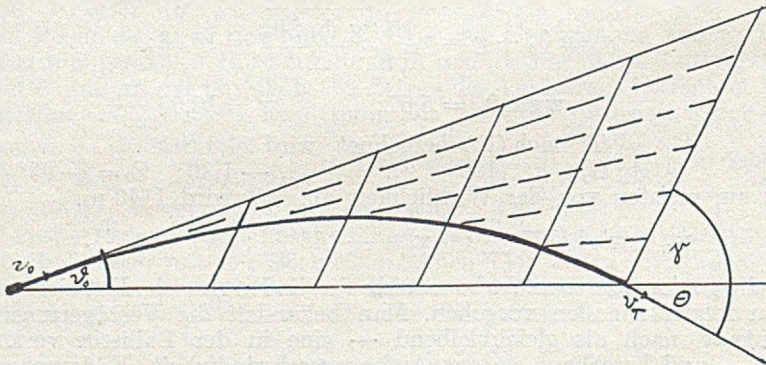
Hieraus läßt sich konstruktiv eine Schußbahn ermitteln, wie eingangs besprochen; sie wird etwas zu groß, eignet sich aber genügend zum Vergleich mit der ebenfalls konstruktiv zu behandelnden widerstandsfreien Bahn gleicher Anfangsgeschwindigkeit. (Schußweite 19,5 km; Gipfelhöhe 1,8 km.) Rechnerisch würde der erhaltene w -Wert auf folgende Bestimmungsstücke führen

$$X = 10400 \text{ m}; \quad T = 27,8 \text{ Sek.}; \quad y^* = 1262 \text{ m}; \quad \Theta = -32\frac{1}{2}^\circ.$$

Daß die bisher benutzten Bestimmungsstücke beobachtbar sind, wird am besten klar, wenn man zeigt, daß es kinematographische Aufnahmen schwerer Granaten nicht nur unmittelbar nach dem Abschluß, sondern auch unmittelbar vor dem Einschlag gibt. Eine Wiedergabe ist in der LORENZschen Ballistik enthalten; es wäre am Platze, sie als Diapositiv in den Handel zu bringen, wenn das Original zugrunde gelegt werden kann, da die Wiedergabe im Buchdruck — so wenig das bei der Schwierigkeit der Aufgabe bemängelt werden kann — nicht besonders deutlich ist.

Schließlich ist noch die Beziehung zwischen der gefundenen Größenordnung von w und ihren wahren Werten zur Lehre vom Luftwiderstand herzustellen. Die wahren Beträge von w sind nach den Interpolationsformeln von MAJEWSKI und SIACCI (CRANZ, Ballistik, Enzykl. d. math. Wiss. IV 3, S. 195/196) für Luft von 1 kg je Kubikmeter Gewicht bei $257 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ je nach der Gedrungenheit des Geschosses $3\frac{1}{2}$ bis über $4 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$; bei $550 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ 40 — $50 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$; die oben erhaltenen Durchschnittswerte liegen also zwischen den wirklichen Anfangs- und Endwerten. Die bei Verkehrsgeschwindigkeiten mit Granatmodellen ermittelbaren Widerstandszahlen (bei Modellen von 160 qcm Querschnitt³⁾ im Luftstrom von $10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ je nach Gedrungenheit 18—22 g) würden für $550 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ $w = 15$ — $18 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$ liefern.

Diese w -Werte lassen sich einführend zu einer ganz auf eigene Erfahrung gegründeten, vorläufigen Rechnung oder Konstruktion verwenden, deren Ergebnisse denjenigen der Ansätze (26) und (27) naheliegen. Nach Maßgabe der verfügbaren Zeit wird man noch das tatsächliche Überschreiten der NEWTONschen Werte berühren, das gerade oberhalb der Geschwindigkeit von rund 200 m/sec merklich wird, bis zu welcher bisher das Luftfahrzeug gelangt ist, und zwischen 300 und 400 m/sec in raschem, dann wieder langsamem Anstieg zur Verdreifachung der NEWTONschen Werte führt, bei den höchsten Geschößgeschwindigkeiten wieder erheblich fällt (graphische Darstellung in großem Maßstabe bei CRANZ, Enzykl. a. a. O., S. 197; verkleinert unter anderem bei WITTING, Soldatenmathematik, Abb. 20; erstere dürfte als Diapositiv in den Handel gebracht werden).



Die Abbildung zeigt eine Strahlkonstruktion des Zahlbeispiels. Die Anfangsberührende ist mit der Parallele zur Parabelachse durch den Auftreffpunkt geschnitten und beide Strecken in sechs gleiche Teile geteilt. Durch die Teilpunkte auf der Berührenden werden weitere Parallelen zur Parabelachse, durch die Teilpunkte auf der entferntesten Parallele Ursprungsstrahlen gezogen und der n . Ursprungsstrahl, von der Berührenden abwärts gezählt, mit der n . Parallele, vom Ursprung vorwärts gezählt, geschnitten. Auch diese Konstruktion kann ohne Kenntnisse der synthetischen Geometrie aus der Mechanik entwickelt werden.

³⁾ Durchmesser 14,3 cm, also kein Artilleriekaliber; gewählt mit Rücksicht auf eine bekannte Modellwiderstandssammlung. Das Ergebnis liegt zwischen Halbkugel und beiderseits granatförmigem Zylinder dieser Zusammenstellung, wie zu erwarten.

Bücherbesprechungen.

Dr. Heinrich Opladen: Tierzählung und Tierzüchtung. (Mathemat.-naturwiss.-technische Bücherei, hrsg. von E. WASSERLOOS und G. WOLFF, Band 31.) VIII und 155 Seiten mit 70 Abbildungen; Verlag Otto Salle, Frankfurt am Main, 1937, Halbleinen 5,60 RM.

Das Werk ist zur rechten Zeit erschienen, denn in dem neuen Biologieunterricht ist die Tierzüchtung und natürlich auch die Tierzählung wichtiger Unterrichtsgegenstand. Dafür bietet es ein umfangreiches Material in fesselter Zusammenstellung und bei den verschiedensten Gelegenheiten des Klassenunterrichts und der biologischen Arbeitsgemeinschaften kann der Lehrer daraus sehr viele Anregungen schöpfen. Es behandelt zunächst das Problem der Umwandlung von Wildtieren zu Haustieren und die im Laufe der Kulturentwicklung vor sich gegangene Einordnung der Haustiere in die „Symbiose“ mit dem Menschen. Des weiteren werden die in den Tieren liegenden Voraussetzungen für die Zählung und dann die Grundlagen der Rassenzüchtung besprochen. Einen recht großen Teil des Buches umfaßt die interessante Zusammenstellung der mannigfaltigen Abänderungen in äußerer und anatomischer sowie in psychischer Hinsicht, die sich bei den domestizierten Tieren vorfinden. Eine Tabelle über die Stammformen, die Zeit der Haustierwerdung, die Rassenbildung und die Verwendung der Haustiere ist zum Nachschlagen höchst nützlich. — Viele gutgewählte Abbildungen, von denen ich namentlich die schönen, nach dem Loben aufgenommenen Bilder von Rassohunden hervorheben möchte, schmücken das Buch, das gewiß eine recht weite Verbreitung finden wird. DEPDOLLA.

Die Himmelswelt. Zeitschrift zur Pflege der Himmelskunde und verwandte Gebiete. 48, Juli-Aug. 1938, Heft 7/8. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin SW 68 und Bonn. Jährlich 10,— RM. (6 Doppelhefte), Doppelheft 2,— RM.

Das vorliegende Doppelheft enthält 1 Kunstdrucktafel mit 2 Pastellzeichnungen des Nordlichtes vom 25. Januar 1938 über Böhmen. Der erste Aufsatz berichtet in der Reihe der europäischen Sternwarten über Sternwarten, Sternkundige und Liebhaber der Niederlande, man begegnet den bekannten Namen DE SITTER, der das Leidener Institut zweiter Ordnung zur Sternwarte erster Ordnung erhob, HERTZSPRUNG, MINNAERT vom heliophysikalischen Institut Utrecht, NIJLAND, Kapteyn vom Sterrenkundig Laboratorium Groningen, PANNEKOEK, Amsterdam, und liest vom Zeiß-Planetarium des Haagschen Courant und von der privaten Philips-Sternwarte Eindhoven. Der zweite Aufsatz „Betrachtungen über Sternatmosphären“ befaßt sich mit der Gabelung der Klassifizierung G-K-M bzw. G-R-N und führt uns zu den tiefgehendsten, immer wieder aufgeworfenen Fragen der Bildung primärsten Lebens, bei seinen Ausführungen vermeidet Verfasser jegliche Phantasie und haltlose Spekulation, er fußt auf den jüngsten Forschungen bezüglich der Bildung von Molekülen, insbesondere der des Stickstoff-Wasserstoffs und Kohlenstoff-Wasserstoffs. Der dritte Aufsatz bildet den Schluß der im letzten Doppelheft begonnenen Arbeit über stratosphärische Steuerung des Wetters; es werden dargelegt die Bewegungs- und Gleitsteuerung, der Aufsatz setzt allerdings Vertrautheit mit den modernen meteorologischen Auffassungen voraus. Aus den übrigen Abschnitten, die dem üblichen Rahmen der Zeitschrift entsprechen, soll nur noch ein Überblick über die Geschichtsforschung in Skandinavien, der sich vorwiegend auf Zeitrechnung und Sternwarten des Mittelalters bezieht und eine Notiz über die Schreibweise großer Gelehrter, nach der als einzig in Betracht kommende für Kopernikus — NIKOLAUS KOPERNIK — angesehen wird, erwähnt werden.

Das Doppelheft 9/10 enthält in der Reihe der Beschreibungen europäischer Sternwarten einen Bericht über die Astronomie Frankreichs mit 9 Abbildungen. Eine dieser Abbildungen zeigt die Montierung des Koronographen nach LYOT, mit dem außerhalb der Finsternisse die Korona zu beobachten ist. Es ziehen die bekannten Namen wie CASSINI, LEVERRIER, JANSSEN, DUFAY, ESCLANGON und der in Liebhaberkreisen viel gelesene FLAMMARION an uns vorüber. Der nächste Aufsatz ist besonders wertvoll für den photographisch interessierten Leser und auch für den Physiker, bringt er doch an Hand einer Reihe von beigefügten Aufnahmen eine Beschreibung von Haloerscheinungen. JUNG, Breslau, berichtet über die Entstehung der Höhenstrahlung, Gerade die härteste Strahlung, die Energien von 10^{10} bis 10^{11} Elektronenvolt besitzt, hat der Deutung große Schwierigkeiten bereitet, man war versucht, völlig unbekannte Prozesse heranzuziehen. Jetzt hat ALFVÉN eine Theorie entwickelt, bei der in der Milchstraße Magnetfelder von 10^{-12} bis 10^{-14} GAUSS angenommen werden, die die Korpuskularstrahlen festhalten, jedoch die Wellenstrahlung entweichen lassen. Die notwendige Energie der Strahlungsquellen sinkt damit auf den millionsten Teil, diese Quellen haben ihren Sitz in den Doppelsternen, die als Wechselstromgeneratoren wirken, da bei der Umlaufbewegung eine elektrische Potentialdifferenz senkrecht zur Hauptebene induziert wird. Die Spannungen erreichen bis zu 10^{12} Volt und die Stromstärke bis zu 10^{13} Ampere. Schade ist, daß keinerlei Schrifttumsnachweis beigefügt ist. Weiter verdient vom Inhalt hervorgehoben zu werden: eine Gegenüberstellung der Sonnenfleckenaktivität und der erdmagnetischen Aktivität von 1870 bis 1937, aus der das Nachhinken der letzteren hervorgeht, sowie aus dem Mitteleuropäischen Wetterbericht Temperaturabweichungen vom

Mittelwert, die den außergewöhnlichen Frühling 1938 erläutern. Interessant ist auch die Wiedergabe einer „warhaftig Nowen Zeitung von einem Grausamen und Erschröcklichen Wunder und Fowrzeichen vom Jahr 1630“. Unglaublich ist nur, daß solche Berichte auch heute noch in den Köpfen gewisser Leute festzustellen sind.

Ulm.

SÄTTELE.

Wagner, Arno, Wehrsportliche Zahlen. 28 S. mit 24 Abb. Teubner 1935. Kart. —, 80 RM.

Das Heft gibt eine im Unterricht vielfältig verwendbare Zusammenstellung von Zahlen über wehrsportliche Verbände, Einheiten in Raum und Bewegung, Gelände- und Kartenkunde, Zeltbau, Luftschutz u. a. m. Die Angaben sind zuverlässig. Die Anordnung ist so, daß alles für sofortigen Gebrauch ohne weiteres entnommen werden kann. Das Büchlein will keinen „Schulstubenwehrsport“ schaffen, sondern dazu anregen, Unterrichtsstunden in die Natur hinaus zu vorlegen. Es kann allen Lehrern der Mathematik empfohlen werden.

KERST.

P. Männchen, Freihandversuche zur Schießlehre. Bausteine für die deutsche Erziehung. Herausgegeben von der NSDAP., Gauleitung Sachsen, Amt für Erzieher, Hauptstelle Erziehung und Unterricht, 13. Heft. 31 Seiten, 15 Abbildungen. Verlag Dürrsche Buchhandlung in Leipzig C 1.

Angaben über den Bau einer Fallrinne und Versuche zum freien Fall bilden den ersten Teil. Der zweite Teil, überschrieben „Die Flugbahn der Geschosse“, gewinnt seine Ergebnisse an einem unter verschiedenen Winkeln und unter verschiedenem Druck ausfließenden Wasserstrahl. „Vorgänge in der Patrone“ und „Theoretische Ergänzungen“ sind der dritte und der vierte Teil benannt. Die Geräte und Hilfsmittel, mit denen nach Anleitung des Verfassers gearbeitet werden soll, sind einfachster Art, „in jeder Dorfschule“ beschaffbar. Alle Versuche seien „vielmals ausgeführt und nach allen Richtungen überprüft“, sagt das Vorwort des Heftes, das eine bis ins einzelste gehende Bastel- und Experimentierarbeit kurz zusammenfaßt.

Dr. A. Ehringhaus, Das Mikroskop, seine wissenschaftlichen Grundlagen und seine Anwendung. Mathematisch-Physikalische Bibliothek, Reihe II, Nr. 14. Zweite Auflage 1938. Verlag B. G. Teubner. Preis geb. 3,60 RM.

Das handliche Bändchen führt auf 150 Seiten mit 83 Abbildungen ein in die Theorie und Praxis des Mikroskops. Der Verfasser beschränkt sich bei der Darstellung der Theorie auf ein denkbar geringes Maß an mathematischen Formeln und zeigt im praktischen Teil die Einrichtung und den Gebrauch des Mikroskops und der Nebenapparate. Auch hier ist die Darstellung einfach und klar. Dennoch wird alles Wesentliche gründlich erörtert, so daß die Aufgabe, die sich der Verfasser im Vorwort gestellt hat, „dem wißbegierigen Laien ein Bild vom Wesen des Mikroskops zu geben, . . . dem Mikroskopiker . . . ein tieferes Verständnis für die Wirkungsweise seines Instrumentes zu verschaffen, . . . dem Anfänger das Eindringen in die Kunst des Mikroskopierens zu erleichtern“ als sehr gut gelöst gelten muß.

Dr. Hermann von Baravalle, Zahlen für jedermann aus Physik und Technik, insbesondere für den Unterricht. Neu bearbeitet 1938. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, Verlags-Nr. 1374. Preis kart. 2,80 RM.

Im Vorwort sagt der Verfasser: „Sucht man wirklich praktische Aufgaben zu gestalten, so steht man häufig vor der Tatsache, daß einem Zahlenangaben fehlen, die für eine Aufgabe nötig wären, und es fällt nicht immer leicht, dieselben rechtzeitig zu beschaffen. . . Die vorliegenden Tabellen sind mit Rücksicht auf die Bedürfnisse und Erfahrungen des Unterrichtes zusammengestellt.“ Am Schluß des Buches sind noch etwa 30 wirklich lebensnahe Aufgaben aus allen möglichen Gebieten der Physik mit ausführlichen Lösungen angegeben. Jedem Lehrer, der seine Aufgaben gern selbst zurechtmacht, wird die sehr brauchbare Zusammenstellung der „Zahlen für jedermann“ recht willkommen sein.

MÖBIUS.

Meuhemann und Stange, Mathematik und Marine. Math.-phys. Bibliothek, Reihe I, Nr. 89. 48 S., 37 Abb. B. G. Teubner, Leipzig 1936. Kart. 1,20 RM.

Das Büchlein bringt 43 Aufgaben über taktische Bewegungen auf See, über Geschwindigkeit, Wind, Strom, Lotungsmethoden und Brennstoffverbrauch. Es zeigt dem Lehrer unter bekannten auch eine große Anzahl neuer Möglichkeiten, im Mathematikunterricht mit den Schülern Probleme der Seefahrt zu erörtern. Von einfachen Dreieckskonstruktionen bis zur Differentialrechnung reichen die Anwendungen. Es kann jedem Mathematiklehrer, der bestrebt ist, seinem Unterricht eine lebensnahe Form zu geben, zum gelegentlichen Gebrauch im Unterricht empfohlen werden.

Altenberg (Erzgeb.).

MATTHES.

Hennig, Edwin, Leben der Vorzeit. Einführung in die Versteinerungskunde. 144 Seiten mit 35 Abbildungen. I. F. Lehmanns Verlag, München 1938. Geh. 5,40 RM., in Lwd. geb. 6,40 RM.

Der Verfasser, Professor für Geologie und Paläontologie an der Universität Tübingen, geht davon aus, daß sich die Gesetze des Lebens nicht allein aus seinem Sein ergeben. Zu ihrer Erkenntnis trägt ebenso die Geschichte des Lebens bei. Nach einer Einführung über den Werdegang des Wissens von den Versteinerungen, Sammeln und Bergen, Gestein und Einschluß sowie den zeitlichen Rahmen und wichtige deutsche Fundorte entrollt sich der Wandel im Lebensbilde der Erde. Entfaltung und Niedergang der Lebewesen wird in Einzelgruppen dargestellt, geordnet nach dem natürlichen System. Eine Übersicht über den Werdegang des Menschengeschlechtes beschließt das gut ausgestattete und ansprechend geschriebene Buch, dem man als Geologe wie als Biologe eine weite Verbreitung wünscht.

Meißen.

SCHUSTER.

Pietsch, E., Sinn und Aufgaben der Geschichte der Chemie. 36 S. Verlag Chemie, Berlin 1937. 1,20 RM.

Die vorliegende Arbeit des Hauptredakteurs von GMELIN'S Handbuch der anorganischen Chemie geht auf einen im Jahre 1936 auf dem Reichstreffen Deutscher Chemiker in München gehaltenen Vortrag zurück.

Auch für die höhere Schule hat die Veröffentlichung Bedeutung, da der Verf. weit über den engen Rahmen des Fachstandpunktes hinaus die Zusammenhänge klar herausarbeitet, die die Geschichte der Chemie mit der Entwicklung der gesamten Kultur und vor allem mit den geistigen Strömungen der Vergangenheit und Gegenwart verknüpfen.

Die begrüßenswerte Schrift ist ein beachtenswertes Zeichen dafür, daß das Streben nach Ganzheit immer mehr auf die Einzelwissenschaften übergreift und man auch in den Kreisen der wissenschaftlich arbeitenden Chemiker bestrebt ist, die Auswirkungen eines übertriebenen Spezialistentums zu bekämpfen, die sich heute noch breit machen und zu einer bedenklichen Vereinsseitigung und Verkrampfung des Denkens geführt haben. Es ist recht bezeichnend, daß man unnehr die Notwendigkeit eingesehen hat, sich auch mit den Vertretern der sogenannten Geisteswissenschaften auseinanderzusetzen. Und so ist gerade in den mannigfachen und eingehenden Hinweisen auf NIETZSCHE, BACHOFEN, BURCKHARDT, DILTHEY usw. ein besonderer Vorzug der besprochenen Arbeit zu sehen.

Die Zeit, da man eine solche Einstellung als „unwissenschaftlich“ und „unproduktiv“ ablehnte, ist auch in der Schule heute noch nicht überwunden. Und man kann daher die Forderung des Verfassers nur unterstützen, daß der angehende Chemiker sich auf der Hochschule pflichtgemäß mit der Geschichte seiner Wissenschaft beschäftigen soll, „wobei aber in den gedachten Vorlesungen nicht nur eine trockene Datenaufzählung erwartet wird, sondern eben jene organische Eingliederung der Chemie in den Gesamtbestand der Kultur gefordert werden muß“.

Jedenfalls wird das Studium der ebenso inhaltsreichen wie anregenden Schrift für alle Fachgenossen einen Gewinn bedeuten, die bestrebt sind, die erzieherischen und bildenden Kräfte des naturwissenschaftlichen Unterrichts voll zur Geltung kommen zu lassen. Ganz besonders sei sie auch denen zur Beachtung empfohlen, die mit der Ausbildung unseres Nachwuchses betraut sind.

Frankfurt a. M.

SCHINDEHÜTTE.

Rudolf Schilling, Die Welt in Umrissen. 12 Seiten. Leipzig und Berlin, Kommissionsverlag B. G. Teubner. Geh. 1,— RM.

Der Verf. zeigt hier an 55 Beispielen, wie er sich die Verwendung seiner Umrißkarten (Verlag H. Wagner & E. Debes, Leipzig) im erdkundlichen Unterricht denkt. Knappe methodische Hinweise werden im Vorwort gebracht, denen man nur bedingt zustimmen kann, weil sie zum Teil geeignet sind, einer materialistischen Erdkunde Vorschub zu leisten. Es wird die Arbeit gezeigt an der Weltkarte, an einem Erdteil, an einem Land und an einem Heimatstaat. Auf einer Karte z. B. der Kampf um die Weltherrschaft der vier Weltmächte Japan (aufkeimender kapitalistischer Imperialismus), USA. (Dollarimperialismus), Großbritannien (Kolonialimperialismus) und Sowjetrußland (Kommunistischer Imperialismus); das kann so unter keinen Umständen befriedigen. Bedenklich halten wir auch die Karte 22, auf der Deutschland mit vier „Halbinseln“ und einer „Insel“ ausgestattet ist. Ist es aus volkspolitischen Gründen ratsam, das Erzgebirge als „Grenze“ so zu betonen, wie es S. 11 geschehen ist? Grundsätzlich sei betont, daß Umrißkarten wertvolle Hilfsmittel für den erdkundlichen, geschichtlichen und biologischen Unterricht sind und daß sie selbstverständlich auch für die geopolitische Betrachtungsweise erfolgreich benutzt werden können.

Frankfurt a. d. O.

FR. KNIERIEM.

Gheyselink, R., Die ruhelose Erde. Eine Geologie für Jedermann. Herausgegeben und eingeleitet von P. KARLSON, aus dem Holländischen übertragen von H. VON OELSEN. 274 Seiten mit 60 Textabbildungen und 64 Tafeln. Im Deutschen Verlag, Berlin 1938. Geh. 6,75 RM., Ganzleinen 8,75 RM.

In guter populärer Art geht der Vorfasser im ersten Abschnitt „Der rätselhafte Anfang“ von der Frage des Ursprungs der Erde aus. Die Entstehung der Gesteine und die geographischen

Veränderungen werden ebenso verständlich wie die geheimnisvolle Sprache der Sedimente. G. schildert in anregender Weise, wie sich das Antlitz der Erde wandelt, wie Pflanze, Tier und Mensch abhängig vom Rhythmus des geologischen Geschehens sind und lehrt uns im geologischen Zeitmaß zu denken. Eine Würdigung ALFRED WEGENERS und seiner Verschiebungstheorie der Kontinente beschließt das mit guten Bildern geschmückte Buch.

Reche, O., Verbreitung der Menschenrassen. Kleine Rassenkunde gleichzeitig Textheft zur Wandkarte. 54 Seiten (Din A 5). Verlagsanstalt List und von Bressendorf, Leipzig 1938. Kart. 1.—RM.

Das Heft gibt nach einer Begründung und Erklärung der Wandkarte, für die es geschrieben ist, eine geschlossene Übersicht über die Rassen der Erde. Der Verfasser trennt die Gruppe der Nordischen und Fädischen von den anderen, auch den langköpfigen, europäischen Rassen ab, denn „sie ist im Grunde die einzige Rasse, die auf die Bezeichnung „Weiße Rasse“ Anspruch erheben kann“. Ostische, ostbaltische und dinarische Rasse faßt er als europäische Kurzkopfgruppe zusammen, denen s. E. „gemeinsam ist, daß sie in manchen Merkmalen Annäherungen an alturopäische, in anderen an asiatische, besonders mongolische, Formen zeigen“. Neben den beiden genannten Gruppen unterscheidet er noch hellbräunliche Langkopfgröße, schwarzbraune Langkopfgröße, Mongolide und Altamerikaner, dazu 8 Sondergruppen und Mischrassen.

K. von Bülow, W. Kranz, E. Sonne, Wehrgeologie. 170 Seiten mit 164 Abbildungen und 6 farb. Karten. Verlag Quelle Meyer, Leipzig 1938. In Halbleinen 6,80 RM.

Eine Vorbemerkung der Verfasser sagt, daß es die Absicht des Buches ist, nicht nur Einführung, sondern auch selbständiges Nachschlagewerk zu sein und daß das Buch von WILSER, „Grundriß der angewandten Geologie“ bei der Abfassung benutzt worden ist. Nach einer Einführung über praktisch wichtige Grundbegriffe der Geologie folgt ein Abschnitt über geologische und militärgeologische Karten. Der dritte und Hauptteil beschäftigt sich mit der militärisch angewandten Geologie. Es werden zunächst erdbauliche Arbeiten, wie Stollungsbau, Miniertechnik u. a., dann Wasserversorgung und Wasserregolung sowie Roh- und Baustoffbeschaffung behandelt. Mit den Abschnitten „Straßen-, Wege- und Bahnbau“ und „Sonstige Aufgaben“ schließt das Buch, dessen Inhalt, durch zahlreiche Zeichnungen und einige farbige Karten ergänzt, weiten Kreisen verständlich gemacht ist. Der militärische Führer wird das Buch mit Nutzen zu Rate ziehen und der Lehrer daraus eine Fülle von Anregungen für Unterricht und Praktikum gewinnen können.

Tiere der Vorzeit, 1. Abteilung: Tiere der Eiszeit. 4 große Tafeln unaufgezogen je 4,—RM., auf Papp je 6,40 RM., auf Leinwand mit Stäben je 8,20 RM. Erläuterungen je 0,60 RM. Verlag F. E. Wachsmuth, Leipzig 1937.

Diese Anschauungsbilder sind von dem Maler FRANZ ROUBAL ausgeführt. Das europäische Mammut und das Wollhaarnashorn sind von OTHENIO ABEL, der Ur und das Eiszeitwisent von HERMANN WIEHLE erläutert. Wenn man auch über den Wert solcher rekonstruierten Bilder ausgestorbener Tiere geteilter Meinung sein kann, so sind sie doch für die Mittel- und Unterklassen, wo es an Anschauungsmaterial bei der Behandlung der Geschichte der Tierwelt fehlt, geeignet, den Unterricht zu beleben.

Meißen.

SCHUSTER.

Die Umsehau. Heft 27: Zur Frago der Monokultur in der Forstwirtschaft. Heft 28: Die rassenhygienischen Aufgaben der Ärztin. — Die schweren Elektronen als Bestandteile der kosmischen Strahlung und bei Atomkernvorgängen. — Über Hydrierbenzine, Einfluß von Rohstoff, Katalysator und Arbeitsweise. — Ein Jahrzehnt: Geophysikalische Gebirgsschlagforschung. Heft 29: Der Funk in der Luftfahrt. — Entwicklung und gegenwärtige Lage der deutschen Seefischerei. — Elektronenmikroskopbilder. Heft 30: Der Vorstoß ins Weltall vor 100 Jahren. — Mechanische Kühlschränke. Heft 31: Die Lärmabwehr in Flugzeugen. — Verkehrsprobleme werden durch Leichtbau gelöst. Heft 32: Die Ostmark als Waldland. — Dunkle Materie im Weltall. — Öl in Peru. — Sohlen aus Leder oder gummiähnlichen Kunststoffen? Heft 33: Über den physiologischen Abbau der Fettsäuren. — Chemische Erzeugnisse aus Holz durch trockene Destillation. Heft 34: Das Fasten als Heilmethode. — Neues von der Zellwolle. — Das neue Übermikroskop von RUSKA und v. BORRIES. — Das Elektronenmikroskop, seine Leistung und seine Anwendung. Heft 35: Möglichkeiten und Fortschritte im Gasantrieb. Heft 36: Störungen des Rundfunkempfangs. — Leinen und Leinöl in Großdeutschland. — Die neuen Rundfunkgeräte. — Aufnahmen mit dem SIEMENS-Übermikroskop. Heft 37: Über Erschütterungsmessungen. — Kohleverflüssigung in aller Welt. Heft 38: Der Feinbau von Pflanzenfasern und Zellwänden. — Sichtbarmachung von Ultraschallwellen und Ultraschallstrahlen. — Die Triebkräfte des Vogelzugs. — Das Kalzium. Heft 39: Erdgase, Stickstoff und Heliumlagerstätten. — Polare Luft stößt in die mittelamerikanischen Tropen vor. Heft 40: Neue Erkenntnisse in der Bodenchemie. — Deutsche Fischereiforschung im Nordatlantik. — Fahrbare Anlage für Fernsehsende- und -empfangsvorfürungen. Heft 41: Über das Wesen der Chemotherapie. — Heimische Werkstoffe in der Haustechnik. — Rassewandel bei Haustieren. — Neue Bauformen des Starrflügel-

Flugzeugs. Heft 42: Die sudetendeutsche Bergstadt St. Joachimstal. — Die oligodynamische Wirkung von Metallen. — Akklimatisation und Siedlung in den Tropen. Heft 43: Regelung des Körpergeschehens durch die Hormone. — Das Molekulargewicht der Eiweißkörper. — Messung innerer Spannungen mit Röntgenstrahlen. — Leuchtreaktionen. — Röntgenschirmbild. — Photographic und Röntgenreihenbilder.

Das Fernsehen. Eine allgemeinverständliche Darstellung vom heutigen Stand der Fernsichttechnik. Von KURT LIPPERT, Telegrapheninspektor an der Forschungsanstalt der deutschen Reichspost, Berlin. Mit 71 Abbildungen und erläuternden Zeichnungen. J. F. Lehmanns Verlag, München 1938. Kart. 2,80 RM., Lwd. 3,80 RM.

In den neuen Lehrplänen wird gefordert, daß im Lehrfach Physik „neue bedeutungsvolle Forschungsergebnisse“ zu berücksichtigen seien, daß in der achten Klasse der Oberschule für Jungen über Fernsehen zu unterrichten sei, daß in der achten Klasse der Oberschule für Mädchen die „Grundlagen des Tonfilmes und Fernsehens“ in volkstümlicher Weise zu behandeln seien. Diese Forderungen zu erfüllen hilft die Lektüre des 112 Seiten starken Heftes, das dem Lehrer in einfacher Weise ohne Theorie den heutigen Stand des Fernsehens nahebringt. Druck und äußere Ausstattung sind vorzüglich.

Meißen.

MÖBIUS.

Gey-Teichmann, Einführung in die Lehre vom Schuß (Ballistik). Mathematisch-physikalische Bibliothek, Reihe II, Bd. 11. 2. Aufl. 116 Seiten, 61 Abbildungen und 2 Tafeln. B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1937. Preis geb. 3,20 RM.

Daß die zweite Auflage schon nach drei Jahren erscheinen konnte, zeigt, daß diese Einführung in die Lehre vom Schuß, die nur die mathematischen Hilfsmittel der höheren Schule voraussetzt, dem zeitnahen Mathematik- und Physiklehrer sehr willkommen ist.

Die rein mathematischen Betrachtungen über Bewegungen im luftleeren Raum sind trotz Kürzung auch in der neuen Auflage für den Schulphysiker noch etwas zu breit; um so mehr wird er die Bereicherung in physikalischer Hinsicht begrüßen: Bombenabwurf vom Flugzeug, neueste ballistische Meßtechnik, Daten und Schußtafeln moderner und besonders bekannter Geschütze (Dicke Berta, Pariskanon). Umgearbeitet wurden die Darlegungen über die Trefferwahrscheinlichkeit und die Konstruktion der ballistischen Kurve. Als besonders wertvoll erscheinen wieder die einfachen Demonstrationsversuche, z. B. zu den verschiedenen Versuchen, die Geschwindigkeit zu messen.

BOCKSCH.

Hinrichs, E., und Weber, W., Das neue Reich im Erdkundeunterricht. 64 S. m. Übersichten u. Abb. M. Diesterweg, Frankfurt a. M. 1938. Best.-Nr. 8506; geh. 0,85 RM.

Das Heftchen will dem Erdkundelehrer neuen Sachstoff für die Unterrichtsgestaltung bereitstellen, den er sich sonst mühsam selbst zusammenstellen mußte oder — leider muß es gesagt werden, es auch nicht tut. In einem ersten Abschnitt wird zuerst der Neuaufbau des Reiches mit den Gebietsbereinigungen (Groß-Hamburg-Gesetz u. a.), der deutschen Gemeindeordnung und dem Reichsbürgergesetz behandelt. Es folgen dann wertvolle Mitteilungen über die Rassen und die deutschen Stämme, über Volkszahl und Volksvermehrung im Deutschen Reich und die Maßnahmen der Regierung. Ausführlich ist der Abschnitt von der deutschen Landwirtschaft (Bauernstand, Erbhofgesetz, Großgrundbesitz, bäuerliche Siedlung u. a.), ebenso der über die Überwindung der Arbeitslosigkeit. Vierjahresplan, deutsche Kolonien und wehrgeographische Betrachtungen bilden den Schluß des empfehlenswerten Heftchens mit seinen vielen Zahlenübersichten.

Frankfurt a. d. Oder.

FR. KNIERIEM.

Datsch (Deutscher Ausschuß für technisches Schulwesen), Spannung, Widerstand, Strom. Eine Einführung in die Elektrotechnik. Mit 359 Textabbildungen und einer Modelltafel. 176 Seiten, vierte, verbesserte und erweiterte Auflage, 68.—77. Tausend. Verlag Teubner, Leipzig-Berlin. Preis broschiert 2,20 RM.

Das Büchlein, dessen erste Auflage von 46000 Stück innerhalb eines Jahres vergriffen war, bietet eine vorzügliche allgemeinverständliche Einleitung in die Elektrizitätslehre und in alle Gebiete der praktischen Verwendung, besonders in Haushalt und Kleinbetrieben. Hier ist wirklich nichts vergessen. Hervorgehoben sei die mustergültige Anschaulichkeit des Buches, die durch zahlreiche Abbildungen von einzigartiger Übersichtlichkeit unterstützt wird.

Die vierte Auflage bringt neu außer vielen Verbesserungen in Einzelheiten die Thermoelemente, die Lichtmessung und Anwendung der Photozellen.

Jeder Lehrer wird an der Benutzung des Buches im Unterricht Freude haben.

BERLAGE.

Erienerungsschrift an das 50jährige Bestehen des Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Vereins in Württemberg.

In der Festschrift zur Stuttgarter Versammlung des Fördervereins Ostern 1928 hat WÖLFFING von dem Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Verein in Württemberg erzählt, der

drei Jahre vorher Landesgruppe des Fördervereins geworden war und nun mit diesem in das Reichsachgebiet Mathematik und Naturwissenschaften des NSLB. übergegangen ist. Das Gründungsjahr des Württemberger Vereins ist, wie WÖLFFING sagt, ebenso unsicher wie das Gründungsjahr der Stadt Rom. In der kürzlich erschienenen Erinnerungsschrift wird 1884 das Gründungsjahr angegeben. Sicher steht aber der Name des Mannes fest, der diesen fünf Jahrzehnte segensreich wirkenden Verein ins Leben gerufen hat: Oberstudienrat OTTO BÖKLEN. Ursprünglich von rein wissenschaftlichem Interesse geleitet, hatte der Verein aber doch großen mittelbaren Einfluß auf den mathematischen Unterricht der schwäbischen Oberrealschulen und Realgymnasien. In den letzten Jahren waren mehr mathematisch-didaktische Fragen in den Vordergrund getreten. „Daß auch in der Landesgruppe des Fördervereins und erst recht im Gausachgebiet Mathematik und Physik der echt wissenschaftliche Geist des alten Vereins nicht erstorben war und ist, sondern daß echte Wissenschaft in der Erziehung unserer Jugend zu deutschen Menschen nicht entbehrt werden kann, davon soll diese Erinnerungsschrift zeugen“, so schließt FLADT als Herausgeber und Vorstand des alten Vereins sein Geleitwort.

Und in der Tat: Die Erinnerungsschrift ist ein glänzendes Zeugnis für diesen württembergischen Geist.

TH. WEITBRECHT behandelt „Formenfolgen und Grenzformen“. Trotz aller Schwierigkeiten darf der für das ganze neuzeitliche abendländische Denken und Handeln so grundlegende Grenzbegriff unseren jungen Volksgenossen nicht vorenthalten werden, die später das geistige und wirtschaftliche Leben der Nation weiterzutragen haben, sagt Verfasser. Freilich kann er auf der höheren Schule nicht mit der „asketischen“ Strenge der Hochschule behandelt werden. Geleitet von der FELIX KLEINSCHON Forderung „überall geometrische Anschaulichkeit mit der durch die arithmetischen Formeln ermöglichten Präzision zu verbinden“, entwickelt W. geometrisch anschaulich, wie aus einer Folge von Figuren sich eine Grenzform gewinnen läßt. So wird z. B. die Gleichung $y = ax$ in Polarkoordinaten gedeutet mit x als Winkel und y als Fahrstrahl und so $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$ anschaulich bestimmt.

K. WILDERMUTH¹⁾ nimmt in seiner Arbeit „das elektrische und das magnetische Feld im Unterricht der Oberstufe zwischen der alten Behandlung der Maße und der radikalen Auffassung POHLS eine vermittelnde Stellung ein, die er an den von ihm hergestellten Geräten erläutert.

KUNO FLADTS Beitrag „Einiges über ebene algebraische Kurven“ ist eine Ergänzung zum dritten Teil seiner 1931 erschienenen Elementargeometrie. Seine Hoffnung, damit den Arbeitsgemeinschaften einen geeigneten Stoff zu bieten, erscheint dem Berichterstatter sehr begründet.

So wird diese Erinnerungsschrift auch über den Kreis der ehemaligen Mitglieder des Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Vereins in Württemberg sehr anregend wirken.

Frankfurt a. M.

W. LOREY.

Ludwig Zukowsky, Tiere um große Männer. 184 Seiten. Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt a. M. 1938.

Der Verfasser, wissenschaftlicher Inspektor am Frankfurter Tiergarten, wirbt in diesem Buche in schlichten Worten, aber mit tiefinnerlicher Anteilnahme und größter Sachkenntnis um unsere Liebe zum „Bruder Tier“ und stellt eindrucksvoll und überzeugend dar, wie viele große Männer, zumal des deutschen Volkes, den Tieren als ihren Freunden, Helfern und Lebensgefährten innig zugetan waren. In einer Reihe lebensvoller Einzelbilder treten u. a. Friedrich der Große, Bismarck, Richard Wagner, Schopenhauer, Wilhelm Busch und Hermann Löns in Bekenntnis und Tat als große Tierfreunde vor unser geistiges Auge und offenbaren dabei neue und liebenswerte Züge ihrer überragenden Persönlichkeiten. Ein fesselnder Abschnitt ist Hermann Göring gewidmet, dessen Tierschutz- und Jagdgesetze nach dem Zeugnis des Präsidenten des Conseil International de la Chasse „die Bewunderung der ganzen Welt erregt haben“, und den Beschluß macht ein feinsinniges Kapitel über unsern Führer und sein inniges Verhältnis zu den Tieren, das seinen letzten Ausdruck findet in den Worten: „Im neuen Reich darf es keine Tierquälerei mehr geben.“

Das Buch, das mit schönen Photos geschmückt und mit einem Geleitwort des Oberbürgermeisters der Stadt Frankfurt a. M., Staatsrat Dr. Krebs, ausgestattet ist, kann jedem naturverbundenen Menschen empfohlen werden; als werbender Beitrag für den Tierschutzgedanken ist es von besonderer erzieherischer Bedeutung für unsere Jugend, der es die Tierliebe großer Männer unseres Volkes als mahnendes Beispiel vor Augen hält.

Radebeul.

Dr. ZIMMERMANN.

¹⁾ OstD. WILDERMUTH ist am 9. August 1938 nach schwerem Leiden gestorben.

Abhandlungen.

Zur Neuordnung des physikalischen Unterrichts.

Von JOHANNES STARK in Berlin-Charlottenburg.

1. Einleitung. — Es dürfte notwendig sein, daß ich erkläre, wie ich dazu komme, mich zur Frage der Neuordnung des physikalischen Schulunterrichtes zu äußern, obwohl ich nicht Physiklehrer an einer höheren Schule bin.

Zunächst darf ich zu meiner Entschuldigung anführen, daß ich die Physik aus einer vierzigjährigen Forscher- und Lehrtätigkeit kenne und daß ich zur Entwicklung der physikalischen Forschung einige Beiträge geleistet habe.

Sodann habe ich aus meinem Verkehr mit sehr vielen Studierenden im Anfängerpraktikum während langer Jahre an Universitäten und Hochschulen die Ergebnisse des Physikunterrichtes an der höheren Schule kennengelernt und mir ein Urteil über den physikalischen Schulunterricht bilden können. Dieses Urteil ist leider schon frühzeitig ungünstig ausgefallen, und darum habe ich bereits im Jahre 1904 in einem Vortrag bei Gelegenheit eines Ferienkursus für Oberlehrer an der Universität Göttingen die Grundsätze dargelegt, nach welchen der Physikunterricht gestaltet werden sollte. Der Vortrag ist auch veröffentlicht¹⁾ worden. Aber er hat keine Änderung in der Art des physikalischen Schulunterrichtes zur Folge gehabt, wie ich mich in den darauffolgenden Jahrzehnten überzeugen konnte. Der Einfluß des jüdisch-dogmatischen Geistes, welcher mehr und mehr die Hochschulphysik beherrschte, wirkte sich auch auf den physikalischen Unterricht an den höheren Schulen und die ihm zugrunde gelegten Lehrbücher aus. Ich war darum erfreut, als ich erfuhr, daß das Reichserziehungsministerium eine Neuordnung des naturwissenschaftlichen und somit des physikalischen Schulunterrichtes in die Wege geleitet hat. Zu meiner Befriedigung wird als das Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichtes nicht die Vermittlung von Wissen erklärt, sondern die Erziehung zum Beobachten und Denken in dem Geiste, aus dem heraus die nordisch-germanischen Forscher die Naturwissenschaften geschaffen haben. Dies ist auch ganz meine Meinung für den physikalischen Unterricht; in ihm sollen die Schüler zum Beobachten und zum Erkennen gesetzmäßiger Zusammenhänge zwischen meßbaren Größen erzogen werden; hierfür genügt eine kleine Auswahl von physikalischen Erscheinungen, auch die für die Zukunft vorgesehene Stundenzahl; eine große Stofffülle in einem Lehrbuch, das über drei Bogen stark ist, birgt für den Lehrer und Schüler die Gefahr in sich, daß nach einem solchen Buch gelernt und memoriert wird. Diese Gefahr halte ich für so groß, daß ich mich entschlossen habe, in diesen Zeilen einige Hinweise auf Fehler zu geben, welche die neuen physikalischen Schulbücher vermeiden sollten, damit das erzieherische Ziel des Physikunterrichtes gemäß der grundsätzlichen Zielsetzung des Reichserziehungsministeriums erreicht wird.

2. Beschränkung des physikalischen Unterrichtsstoffes. — Die Beschränkung des physikalischen Unterrichtsstoffes auf ein Mindestmaß halte ich für so wichtig, daß ich sie über das bereits Gesagte hinaus mit den nachstehenden Ausführungen begründen möchte, welche ich bereits vor 34 Jahren in meinem erwähnten Vortrage machte:

„Meine Herren, mehrfach bin ich schon ersucht worden, Besprechungen physikalischer Lehrbücher für die Schule zu schreiben. Ich habe die Bücher in ernster Absicht in die Hand genommen, habe gelesen, geblättert, wieder gelesen, dann nur mehr geblättert und sie schließlich mit Unwillen aus der Hand gelegt und sie ärgerlich fortgeschoben. So manche Lehrbücher der Physik für die Schule sind ja die reinsten Konversationslexika; eine riesige Stoffmenge ist in ihnen zusammengepreßt. Wenn das unsere Jungen alles lernen und in der Prüfung wissen sollen, dann könnten sie uns wirklich leid tun.

¹⁾ Beiträge zur Frage des Unterrichts in Physik und Astronomie an den höheren Schulen, herausgegeben von E. RIECKE, B. G. Teubner, Leipzig und Berlin, 1904.

Das verständnislose Memorieren ohne die Frage nach dem kausalen Zusammenhang, ohne inneres Erfassen ist da gerechtfertigt, wo man mit dem reinmechanischen Wissen, beispielsweise dem Wissen des kleinen und großen Einmaleins lediglich einen praktischen Zweck erreichen will, ferner da, wo es kein Verstehen gibt, beispielsweise beim Auswendiglernen von Vokabeln. An solchem gerechtfertigten Memorierstoff fehlt es unseren Schulen zweifelsohne nicht. Aber es ist des denkenden Menschen unwürdig, da mechanisch zu memorieren, wo ein Verstehen möglich ist und gleichzeitig der praktische Zweck fehlt. In diesem Falle von den lernenden jugendlichen Köpfen ein mechanisches Memorieren zu verlangen, das heißt ihren Denkapparat schädigen, die Entwicklung zu einer selbständig arbeitenden Intelligenz hemmen.

Es liegt ja zweifellos nicht in der Absicht jener übervollen, sachlich tüchtigen Lehrbücher, ein Memorieren des Stoffes zu verlangen. Aber ihre tatsächliche Wirkung besteht darin. Dies ist leicht zu beweisen. Der physikalische Stoff ist derartig, daß sich das Gehirn erst langsam an die neuen Anschauungen und Begriffe gewöhnt; ehe nun dieser langsame Prozeß beendet ist, verlangt der Umfang des Lehrstoffes und die Kürze der Zeit, daß schon wieder andere neue Dinge in das Bewußtsein des Schülers treten. Was bleibt da dem jungen Kopf anderes übrig, als auf ein weiteres Nachdenken zu verzichten und lieber einfach auswendig zu lernen, um den Anforderungen an sein Wissen im Examen zu genügen und danach den Gedächtnisballast möglichst schnell wieder zu vergessen. Und seien wir ehrlich, wissen denn wir Physiker vom Fach alles das auswendig, was in manchen Lehrbüchern den Schülern zugemutet wird? Ich für meine Person erkläre offen: Obwohl ich seit Jahren intensiv in meiner Wissenschaft arbeite und lerne, so habe ich doch manches nicht im Gedächtnis, was nach manchem Lehrbuch der Schüler bei kleiner Zahl der Unterrichtsstunden nach wenig Jahren wissen soll.

Die Hauptforderung, die Grundbedingung dafür, daß die Physik zu einem Bildungsmittel wird und dadurch überhaupt die Berechtigung zu einem Unterrichtsgegenstand erlangt, besteht darin, daß der physikalische Lehrstoff verringert wird, damit er nicht zu einem praktisch unberechtigten, geistig schädigenden Memorierstoff herabsinkt.“

3. Theorien in einem Lehrbuch für die Schule? — Es gibt zwei Arten von Theorien in der Physik, pragmatische Theorien, welche die Erfahrung über physikalische Größen in eine mathematische Darstellung kleiden oder allgemeine Gesetze mit Hilfe mathematischer Operationen auf Sonderfälle anwenden, und dogmatische Theorien, welche auf unbewiesenen Hypothesen Lehrgebäude und gedankliche Systeme von mathematischen Formeln errichten, denen sie dann eine physikalische Interpretation geben. Da selbst die pragmatische Theorie nur eine physikalische Methode ist, sollte sie im Anfängerunterricht nur mit größter Beschränkung verwandt werden, um die Bildung physikalischer Begriffe und Erkenntnisse nicht zu erschweren. Dogmatische Theorien in einem Schulbuch sind aber geradezu ein Unfug. Gleichwohl haben vorliegende Lehrbücher unter dem Einfluß der Propaganda für jüdisch-dogmatische Theorien mehr oder minder lange Abschnitte über diese aufgenommen. Zur Abschreckung für die Zukunft will ich dies an einem Beispiel zeigen.

So gibt es ein Lehrbuch der Physik für die höheren Schulen (145. bis 149. Tausend), das fast alle modernen dogmatischen Theorien kurz kennzeichnet und sie als besondere Großtaten hinstellt. Allerdings geschieht dies in einer Weise, aus der hervorgeht, daß die Verfasser diese Theorien nicht ganz verstanden oder nicht bemerkt haben, daß sie von den Dogmatikern zum Teil schon selbst aufgegeben sind. So wird in diesem Buch ein ganzer Abschnitt der EINSTEINSCHEN Relativitätstheorie gewidmet; es sollte doch allmählich auch bis zu den Verfassern jenes Lehrbuches die Erkenntnis durchgedrungen sein, daß die EINSTEINSCHEN Relativitätstheorien lediglich auf einer dogmatischen Definition von Raum- und Zeitkoordinaten beruhen.

Weiter wird in dem Buch der BOHRschen Atomtheorie ein ganzer Abschnitt eingeräumt, obzwar heute bereits feststeht, daß die BOHRschen Umlaufbahnen nicht der Wirklichkeit entsprechen und selbst von den neuesten Dogmatikern nur als Fiktion gewertet werden.

In dem „Quantentheorie“ überschriebenen Abschnitt wird die Darstellung der Dogmatiker mißverstanden und im Widerspruch zur Erfahrung behauptet, die Energie sei „gequantelt“, ähnlich wie „die Stoffe und die Elektrizität“. In Wirklichkeit kann die elektromagnetische Energie des Elektrons stetig vermehrt und vermindert werden; ebenso kann die Energie eines „Lichtquantums“ (Photons) durch Änderung seiner Frequenz vergrößert oder verkleinert werden. Schuld an dem Mißbrauch des Wortes Quantum im Zusammenhang mit der Strahlung ist allerdings das von PLANCK geprägte Wort „Wirkungsquantum“ für die von ihm aufgefundene Konstante h ; heute weiß man, daß sie physikalisch nicht eine Wirkung, sondern einen Drehimpuls (Moment einer Bewegungsgröße) bedeutet.

Überflüssigerweise wird in dem gleichen Lehrbuch auch die LORENTZsche Theorie des ZEEMAN-Effektes skizziert und durch eine Figur erläutert, obwohl sie nur eine historische Bedeutung hat und schon seit längerer Zeit als nicht der Wirklichkeit entsprechend erkannt ist.

4. Keine Judenpropaganda in einem deutschen Schulbuch! — Auf Grund ihres Einflusses an den Universitäten zwangen die Juden und Judengenossen in den vergangenen drei Jahrzehnten der deutschen Physik nicht bloß ihre dogmatisch-theoretische Einstellung auf, sondern sie sorgten auch in geschickter Weise für die Herausstellung und Hochlobung ihrer Rasse- und arischen Gesinnungsgenossen. So ist es kein Wunder, daß sich diese Judenpropaganda in jener Zeit auch auf die Schullehrbücher auswirkte, ja, daß heute noch solche Lehrbücher in Gebrauch sind. Damit in Zukunft dieser Unfug abgestellt wird, sei er an dem Beispiel des bereits gekennzeichneten Lehrbuches aufgezeigt.

In diesem Buch wird zwar der Name EINSTEINS nicht genannt; es ist dies auch nicht nötig, da er mit seiner Relativitätstheorie für jedermann verknüpft ist. Dafür wird diese Theorie als große Leistung hingestellt. Auch wird ihm die Erkenntnis des Zusammenhanges zwischen Energie und Masse zugeschrieben, obwohl sie das Verdienst des Deutschen HASENÖHRL ist.

Mit Recht wird die Entdeckung der elektromagnetischen Wellen durch HERTZ als große Leistung gewürdigt; aber es ist unnötig, daß der Halbjude HERTZ im Bilde der deutschen Jugend vorgeführt wird.

Der dänische Halbjude BOHR, ein Liebling des Judentums, wird besonders gerühmt. Ebenso wird der polnische Volljude MICHELSON wegen eines Versuches herausgestellt, der zwar ein negatives Ergebnis hatte, aber Anlaß zu vielen theoretischen Diskussionen war.

Dem Volljuden GOLDSTEIN wird die Erforschung der Kanalstrahlen zugeschrieben, obwohl er nur eine Lichterscheinung zuerst beschrieben hat, die dann erst von W. WIEN und J. J. THOMSON wirklich erforscht worden ist.

Der Volljude KAUFMANN wird neben dem Engländer THOMSON als Erforscher der Kathodenstrahlen genannt, nicht der Name des Deutschen WIECHERT, auch nicht derjenige des Deutschen LENARD, dem das Hauptverdienst an der Entdeckung des Elektrons zukommt.

Die Volljuden LILIENFELD und LIEBEN, die lediglich eine bereits bekannte physikalische Erscheinung praktisch anwendeten, werden der Ehre gewürdigt, in einem Lehrbuch für deutsche Schüler genannt zu werden.

Zur mathematischen Behandlung des Schallmeßverfahrens.

(Vortrag aus der NSLB.-Arbeitsgemeinschaft im Kreis Zittau.)

Von HORST HERRMANN in Zittau.

I. Einführung.

Neben den Aufgaben über Geschößflugbahnen spielen solche über das Schallmeßverfahren in den Handreichungen für wehrmathematische Durchdringung des Mathematikunterrichtes eine wesentliche Rolle. Leider fehlen überall nähere Hinweise über Entstehung und Entwicklung dieses Verfahrens während des Großen Krieges. Hierzu ist das vor zehn Jahren erschienene Buch „Ingenieur und Soldat“ (1928, Hassia-Verlag, Nidda in Hessen) von O. SCHWAB eine vorzügliche Quelle.

SCHWAB entwickelte das Verfahren auf deutscher Seite mit größtem Erfolge. Als Führer des Artillerie-Meßtrupps 17 war er bahnbrechend für die gesamte spätere Gestaltung des artilleristischen Meßwesens. Das Werk enthält eine Fülle von Erlebnisberichten und von Verfügungen militärischer Dienststellen über die Entwicklung der Neuerungen des artilleristischen Meßwesens während des Großen Krieges und kann in vielen Ausschnitten unmittelbar als Grundlage für die Behandlung der einschlägigen Fragen im mathematischen und physikalischen Unterricht herangezogen werden. Der Ansatz zur Bearbeitung wird so für die Schüler weit eindrucksvoller als bei bloßer Anlehnung an die bisher erschienenen Handreichungen für Wehrmathematik und Wehrphysik.

Zum Beleg mögen zwei Zitate aus dem Abschnitt über die Erfindung des Schallmeßverfahrens und über die ersten groben Auswertverfahren dienen¹⁾:

„Während einer Erkundung, es war anfangs Januar 1915, wurde meine Beobachtungsstelle, eine Windmühle bei Woumen vor Dixmuiden, plötzlich selbst das Ziel der feindlichen Batterie. Nach dem ersten Schuß ins Gebälk, der für mich ohne Schaden abging, blieb nichts anderes übrig, als an einem Strick den Abbau aus der luftigen Höhe zu beginnen, das Scherenfernrohr in Sicherheit zu bringen und im Unterstand das weitere abzuwarten. Die an sich ungemütliche Lage trieb mich zwangsläufig auf die Suche nach einer möglichen Gegenwirkung. Den feindlichen Abschluß konnte ich klar hören, dann dauerte es noch einige Sekunden, bis sich der Einschlag bei der Mühle meldete. Zum „Erfinden“ war die Lage nicht besonders geeignet. Trotzdem nahm ich mein Tagebuch zur Hand, überlegte, skizzierte, rechnete. Zu einer Nachbarbeobachtungsstelle hatte ich noch Fernsprechverbindung und konnte mich mit dem Beobachter verständigen. Dieser hörte auch den Abschluß, jedoch früher als ich, sah aber auch nichts mit dem Scherenfernrohr und konnte mir nicht helfen. Als er mir wiederum einen Abschluß ankündigte, den ich etwa zwei Sekunden später auch hörte, kam mir plötzlich der Gedanke: wenn jetzt alle Beobachtungsstellen beschossen würden und wir säßen alle im Heldenkeller, hätten alle miteinander Fernsprechverbindung und könnten alle den Abschluß zu jedem Schuß hören, könnte man dann nicht die Batterie finden? Mit der eigenen klaren Erfassung dieses Problems: lediglich aus der Schallwelle das feuernde Geschütz zu finden, war die grundlegende Idee des Schallmeßverfahrens bei mir auch schon entstanden.

Es bedurfte nun nur noch der rein mathematischen und geometrischen Betrachtungsweise der Verhältnisse, und wenige Minuten später stand in meinem Tagebuch die Skizze dreier Beobachtungsstellen (Abb. 1 — A, B, C), dazu eine Schallwelle (S) als Kreis, die gerade durch eine Beobachtungsstelle (A) hindurchgeht und von den beiden andern noch zwei verschiedene Abstände (d_1 , d_2) hat.

Dieses Bild ließ sich dann begrifflich folgendermaßen bestimmen: Die feindliche Batterie liegt auf dem Mittelpunkt des Kreises, der durch einen gegebenen Punkt (A) geht und zwei andere Kreise, deren Radien den zu messenden Zeitabständen (d_1 , d_2) entsprechen, berührt. Die Konstruktion kann

gefunden werden durch Probieren oder: wenn man von zwei Punkten (A, B) ausgeht, so liegt der Mittelpunkt jenes Kreises auf einer Kurve (G, G'), die von einem Punkt (A) und einem Kreis (K_1 mit Radius d_1) gleichen Abstand hält; da dies auch für die andern beiden Punkte (B, C) zutrifft, also auf dem Schnittpunkt dieser beiden Kurven (Hyperbeln H). M, M stellen die Mittelsenkrechten zu den Basislinien A—B und B—C dar. Wenn G im Schnittpunkt von M, M (außerhalb der Skizze) liegt, dann werden die Differenzen d_1 und $d_2 = 0$.

¹⁾ Herr Dr.-Ing. Schwab hat mir freundlicherweise den Abdruck dieser Zitate gestattet und dabei mitgeteilt, daß er z. Zt. eine Neuauflage seines Buches bearbeitet.

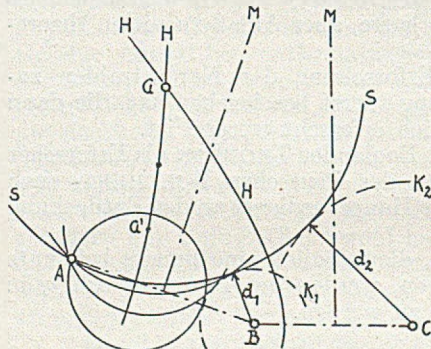


Abb. 1. Tagebuchskizze von Schwab
(a. a. O. S. 14).

Als ich das Problem so weit klar hatte, war es mir vollständig gleichgültig, ob der Belgier weiterschoß oder nicht, hatte ich ihn doch für heute bereits theoretisch besiegt, wenn auch nur auf dem Papier.“ . . . und weiter (a. a. O. S. 15):

„. . . entschlossen wir uns Anfang April 1915, nur mit Summerzeichen und Stoppuhr zu arbeiten, um das System einfacher zu gestalten, bis die Möglichkeit bestand, den magnetelektrischen Zeitschreiber²⁾ ohne Fremdstörung durch Mikrophone auszulösen, wozu ich Versuche eingeleitet hatte.

1. Die Auswertungen machten wir ursprünglich mit dem Zirkel und mit konzentrischen Kreisen auf durchsichtigem Papier, die an die Differenzkreise angepaßt wurden.

2. Dann benutzten wir verschiebbare Schallwegmaßstäbe mit Zungen, ähnlich wie Rechenschieberzungen, auf denen die Differenzzeiten eingestellt wurden. Der Mittelpunkt des Berührungsschallkreises war dann dadurch zu finden, daß man bei der Schnittkante der drei Maßstäbe auf das Zusammentreffen von drei gleichen Zahlen, als Radien für den Schallkreis achtete. Der so festgelegte vorläufige Geschützort wurde dann auf der Grundlage der Windeinrechnungen für genauere Auswertung verbessert.

3. Eine andere spätere Lösung der vorläufigen Auswertung war so, daß die Differenzzeiten an drehbaren Linealen mit verschiebbaren Zungen eingestellt wurden und der Radius des Schallkreises durch zentralgespannte Fäden gleicher Länge gefunden wurde. Durch Spannung je dreier Fäden konnte man die Ecken der Fehlerfigur festlegen.

Zu diesen Auswertungen benötigte man nicht viel Zeit. Auf schnelle, wenn auch nur angenäherte Auswertung legten wir den größeren Wert, da wir die Schallmessung (damals) in der Regel nur zur Einlenkung der optischen Beobachter benutzten.“

Aus diesen Zitaten ergibt sich zwanglos eine unterrichtstaugliche Einführung in die Grundlagen des auf den Mündungsknall aufgebauten Schallmeßverfahrens und in die Möglichkeiten für die Auswertung der Messungen etwa wie folgt:

Die Lösung als Apollonische Berührungsaufgabe erweist sich als sehr umständlich und zeitraubend, gelingt vielleicht überhaupt nicht (je nach dem Stand der geometrischen Vorkenntnisse). Falls die Lösung gelingt, zeigt sich, daß die strenge Zeichenvorschrift auch bei sorgsamer Arbeit zumeist keine befriedigende Genauigkeit liefert. Bloßes Probieren ist auch zu wenig zuverlässig hinsichtlich Zeitaufwand und Genauigkeit, deshalb entsteht die Frage, wie man die Zeichengeräte (Zirkel und Lineal) durch ergänzende Hilfsmittel so erweitern kann, daß sich ein rascher, leicht auszuführender und leicht zu erklärender Auswertungsvorgang ergibt. Nun können sich die drei Verfahren des zweiten Zitats in der dort gegebenen Reihenfolge anschließen.

1. Man zeichnet auf Pauspapier — zur späteren Verwendung als Deckblatt — ein System von konzentrischen Schallkreisen mit gleichmäßig wachsenden Halbmessern. Dann entwirft man auf gekästeltem Papier oder auf Millimeterpapier die Anordnung der drei Meßstellen A, B, C in geeignetem Maßstab und zeichnet die beiden Differenzkreise B (d_1) und C (d_2) ein. Nun verschiebt man das Deckblatt so über dieser Zeichnung, daß ein Kreis durch A geht und zugleich B (d_1) und C (d_2) berührt. [Der Mittelpunkt des Systems der Schallkreise liegt dann über dem Ort der Schallquelle

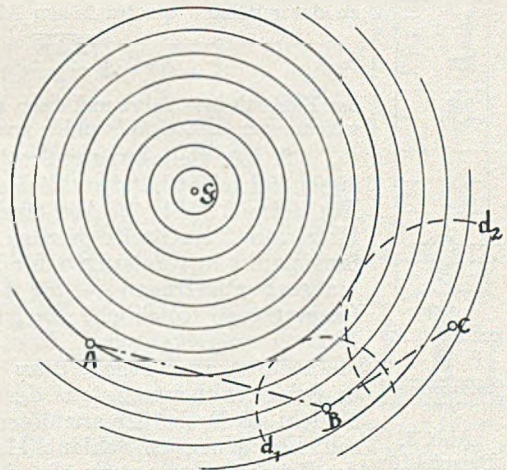


Abb. 2. Auswertung mit Schallkreisen auf durchsichtigem Deckblatt.

²⁾ Schwab hatte inzwischen einen solchen entwickelt.

G. (Vergleich mit der „strengen“ Lösung zeigt zumeist, daß der Schallort auf diese Weise nicht nur rascher, sondern zumeist mindestens ebenso genau gefunden wird. Immerhin erfordert das Einpassen des Schallsystems Geschick und dauert verschieden lange bei den einzelnen Schülern. So entsteht die Frage nach einer zuverlässigen Vorschrift für das Einpassen des Deckblatts). Begnügt man sich in zwei Durchgängen des Kreissystems durch A jeweils mit Berührung nur eines der Kreise B(d_1) bzw. C(d_2), so erhält man rasch Punkte zweier Kurven (Hyperbeln), die sich im Ort der Schallquelle schneiden. Die Erfahrung lehrt so, daß man im Mittel rascher und genauer den Schallort findet, wenn man nach grober Wahl des richtigen Kreises in zwei Durchgängen je ein den Schallort als Schnitt enthaltendes Stück der Kurven zeichnet. Dazu muß natürlich innerhalb der Arbeitsgemeinschaft bzw. der Klasse der mittlere Zeitaufwand und die mittlere Genauigkeit bestimmt werden.

Um der Prüfung der Genauigkeit willen war die Ausführung der Zeichnung auf Millimeterpapier vorgesehen. Der vom einzelnen Schüler gefundene Punkt G ist dann durch seine Koordinaten x_1, y_1 im übereinstimmend festgelegten Achsenkreuz (x, y) anzugeben. Als mittlerer Ort wird der Punkt angesehen, dessen Koordinaten die Mittelwerte der x_1 bzw. y_1 sind: (x_m, y_m) . (Der wahre Ort wäre analytisch zu berechnen.) Zur Kennzeichnung der Ungenauigkeit des Verfahrens kann man nicht den Mittelwert der Abweichungen $x_m - x_1$ bzw. $y_m - y_1$ von (x_m, y_m)

nehmen — der 0 ist, was manchen Schüler zunächst überrascht. Man kommt aber weiter, indem man als Fehler den Abstand des gefundenen Orts vom mittleren Ort einführt, was auch sehr nahe liegt. Dann ist der einzelne Fehler

$$\Delta r_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2} \text{ mit } \Delta x_i = x_m - x_1, \Delta y_i = y_m - y_1.$$

So ergäbe sich ein mittlerer Fehler

$$\Delta r = \frac{\sum \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}}{n} = \frac{\sum \Delta r_i}{n}$$

für n Schüler, der unabhängig von der Wahl des Achsenkreuzes ist. Der Ausdruck ist schwer zu berechnen. Einfacher ist es, den mittleren Fehler der Abstandsquadrate zu bilden, der mit

$$\Delta \bar{r}^2 = \frac{\sum (\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2)}{n} = \frac{\sum \Delta r_i^2}{n}$$

zu der mittleren quadratischen Abweichung

$$\Delta \bar{r} = \sqrt{\frac{\sum \Delta r_i^2}{n}}$$

der Fehlertheorie führt und dann auch entsprechend für die Beurteilung der Abweichungen des Zeitaufwandes von der mittleren Zeit verwendet werden kann.

2. Für Schallwegmaßstäbe des zweiten Verfahrens von SCHWAB lassen sich leicht handwerklich einfach herzustellende Formen entwickeln. Ein Beispiel (Abb. 3): Auf einen Linealstreifen aus Metall oder dünnem Holz von 2 cm Breite werden gegenläufig von einem gemeinsamen Anfangspunkt aus Teilungen für Kilometer und für Sekunden in gleichem Maßstab abgetragen — für 1: 25000 etwa bis 5 km und bis 5 Sek., Gesamtlänge (reichlich) $26\frac{2}{3}$ cm, wenn der Schallweg für 3 Sek. zu 1000 m angesetzt wird. Von diesen Linealen braucht man (bei drei Meßstellen) zwei Stück, dazu eins ohne Zeitansatz. Die Lineale passen in Schlauchklemmen (aus der Chemie zu entnehmen!), an die kurze Nadeln als Drehstifte anzulöten sind. Durch Festklemmen der als Zeitschieber dienenden Schlauchklemmen werden die Lineale mit Zeitansatz der Zeitdifferenz entsprechend eingestellt. Dann sind alle drei Lineale auf die vorbereitete Zeichnung der Anordnung der Meßstellen aufzustecken. Dabei kann man auch, wie dies praktisch üblich geworden

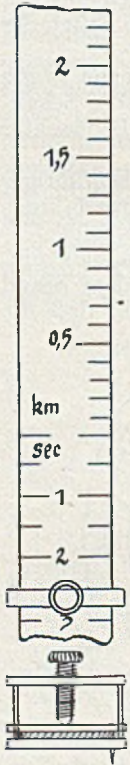


Abb. 3. Beispiel für einen Schallwegmaßstab.

ist, die Zeitdifferenzen auf die mittlere Meßstelle beziehen und das Lineal ohne Zeitansatz für B verwenden. Das von SCHWAB geschilderte Auswertverfahren (Zusammentreffen gleicher Zahlwerte auf allen drei Linealen) wird besonders übersichtlich, wenn die Entfernungsteilung nicht bei allen drei Linealen auf der gleichen Seite angebracht wird (vgl. Abb. 4).

Sorgsame Herstellung der Lineale lohnt sich, denn sie erleichtern die rasche Zeichnung der Hyperbelfelder für die abschließende Form des Auswerteverfahrens. Bei Beachtung des Zusammentreffens gleicher Entfernungswerte auf nur zwei Linealen erhält man eine Kurve (Hyperbel) und bemerkt (Abb. 5), daß die Kurven-

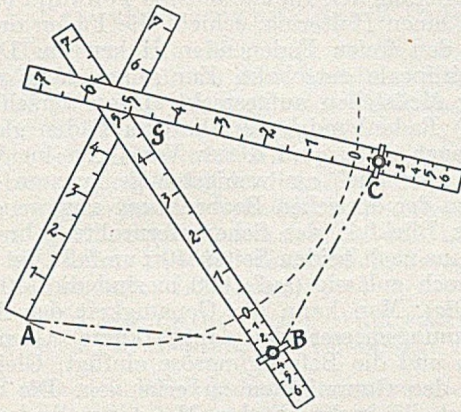


Abb. 4. Auswertung mit Schallwegmaßstäben.

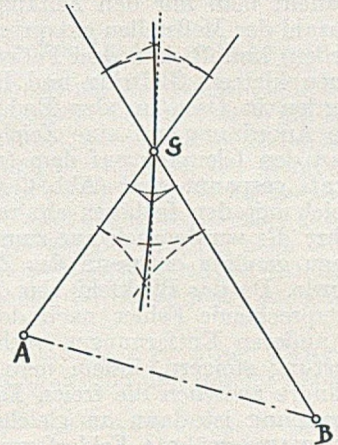


Abb. 5. Tangente der Hyperbel und Punktkeonstruktion.

tangente jeweils die Winkelhalbierende zwischen den Meßkanten der Lineale ist: durch die gleiche kleine Verkürzung der Entfernung und erneuten Zusammenschluß erhält man nahezu ein Drachenviereck, dessen Achse die Winkelhalbierende der Ausgangsstrahlen ist. Durch Zeichnung der Lage nach Abb. 5 folgt eine Kon-

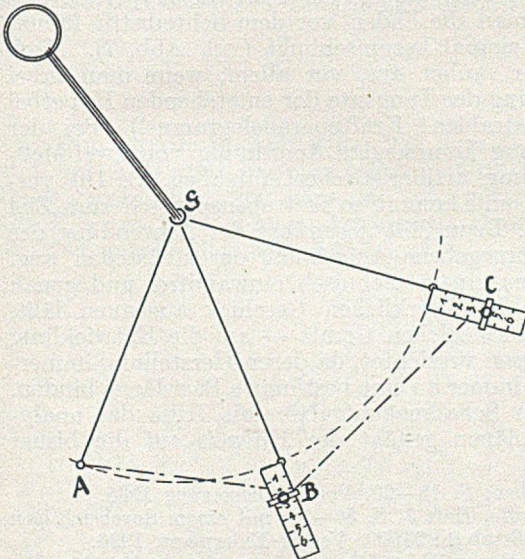


Abb. 6. Auswertung mit gleichmäßig gespanntem Fadenbündel.

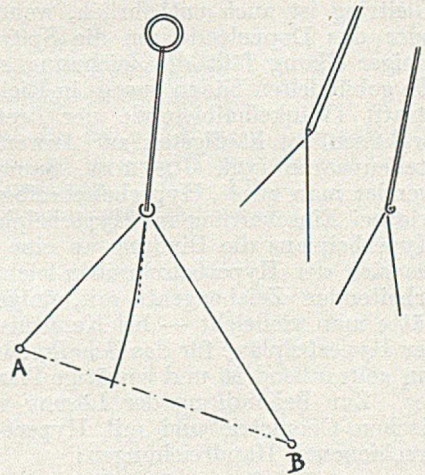


Abb. 7. Fadenkeonstruktion der Hyperbel durch gleichmäßige Änderung der Brennstrahlen und Beispiele für Fadenführung ohne Gleitring. Die Konstruktion kann auch leicht aus Abb. 5 gewonnen werden.

struktion der Nachbarpunkte von G und die Erkenntnis, daß die Kurve sich von G aus von der Winkelhalbierenden beiderseits nach dem kürzeren Strahl hin entfernt.

Nun kann man untersuchen, ob sich das Aufsuchen der Schallquelle rascher und genauer ausführen läßt als durch die bereits bekannten Verfahren, wenn man zwei je einer Basis entsprechende, dem Schallort benachbarte Punkte aufsucht

und die Winkelhalbierenden der zugehörigen Strahlen zum Schnitt bringt bzw. geeignete Nachbarpunkte der beiden Hyperbeln mit dem Zirkel gewinnt und die Kurvenstücke zeichnet, die sich in der Schallquelle schneiden.

3. Zur Ausführung des dritten von SCHWAB angedeuteten Auswerteverfahrens braucht man nur den Zeitansatz der unter 2. angegebenen Lineale und ein der Anzahl der Meßstellen entsprechendes Fadenbündel. Im einfachsten Fall (drei Meßstellen) knüpft man drei Fadenenden in einen Haltering, schiebt die Fäden durch einen kleinen Gleitring und bringt an den freien Fadenenden Haken an. Diese werden in Ösen an den Enden der Zeitlineale eingehakt. Zur Auswertung wird die Anordnung auf eine Zeichnung der Meßstellen aufgesteckt. Dann verschiebt man den Gleitring auf dem (zu langen) Fadenbündel, bis alle drei Fäden gleich straff gespannt sind (Abb. 6). Der Versuch zeigt, daß dieses Verfahren im Vergleich mit den früheren am raschesten, aber auch am wenigsten genau zum Ziel führt. Es wurde auch nur zum Einlenken der optischen Beobachtung angewendet. Dazu genügte es, wenn das Ziel in das Blickfeld des Scherenfernrohrs gebracht wurde. Da das Blickfeld von der Mitte aus nach beiden Seiten 40° umfaßt, ist der entsprechende Fehler nach der Seite noch zulässig (auf 1000 m sind dies 40 m, in anderen Entfernungen verhältnismäßig). Man kann die Genauigkeit der Auswertung steigern, indem man als Spannungsmesser gleichlange (kurze) Gummischnüre zwischen die freien Fadenenden und die Befestigungsöse einfügt. Gleiche Spannung ist dann an gleicher Länge der Gummifäden zu erkennen. Die von SCHWAB erwähnte Fehlerfigur ergibt sich bei mehr als drei Meßstellen und entsprechend vielen Fäden, wenn man zu den Auswertungen nur jeweils auf gleiche Spannung von drei Fäden achtet.

Die Anordnung ohne Spannungsmesser führt zwanglos zur Entdeckung einer Fadenkonstruktion der Hyperbel, die der bekannten Gärtnerkonstruktion der Ellipse entspricht (Abb. 7): Man hakt einen Faden aus, faßt den Haltering mit der linken Hand, strafft die Fäden und läßt den Gleitring mit Hilfe einer hindurchgesteckten Bleistiftspitze gleiten. Dann schreibt der Stift die Hyperbel. Der Gleitring ist auch entbehrlich, wenn man die Fäden vor dem Schreibstift kreuzt oder das Doppelende um die Spitze einmal herumschlingt (vgl. Abb. 7). Nach einiger Übung fällt die Zeichnung sehr sauber aus, vor allem, wenn man dabei die gebündelten Fäden jeweils in Richtung der Tangente der entstehenden Hyperbel strafft (Winkelhalbierende der Brennstrahlen! Kräfteparallelogramm!). Bei der praktisch am häufigsten zur Anwendung kommenden Anordnung von zwei Meßstellenpaaren (vgl. JUSTROW, Sammlung artilleristischer Aufgaben, S. 19) verwendet man zwei „Hyperbelschreiber“ und kommt so fast ebenso rasch zum Ziel wie bei Einschaltung im Hyperbelplan. Dazu fällt gegenüber der Anwendung des Hyperbelplans die Bindung an eine vorgegebene Anordnung der Meßstellen weg. Da sich der Hyperbelschreiber leicht zu einem technisch einwandfrei und genau arbeitenden Zeichengerät mit einigem handwerklichen Geschick ausbauen läßt, hätte man vielleicht — bei Kenntnis eines solchen Geräts — auf die Entwicklung der Hyperbelpläne für das Schallmeßwesen verzichtet, da deren Herstellung immerhin zeitraubend ist und vorrätige Pläne immer an eine bestimmte Basislänge binden.

Zur Behandlung der Lösung von Schallmeßaufgaben mit Hilfe der analytischen Geometrie und mit Hyperbelplänen genügt der Hinweis auf die bisher erschienenen Handreichungen:

JUSTROW, Sammlung artilleristischer Aufgaben, S. 18—20. Verlag Diesterweg 1935.

KÖHLER-GRAF, Nationalpolitische Übungsstoffe, Heft 3, S. 36—38, mit einem durchsichtigen Hyperbelplan für drei Meßstellen im Maßstab 1:25000. Verlag Ehlermann 1936.

TIMPE, Schallmeßverfahren, in DORNER, Mathematik im Dienste der nationalpolitischen Erziehung, S. 89—91. Verlag Diesterweg 1935.

GÜNTHER, Wehrphysik, S. 47—48. Verlag Diesterweg 1936.

GEY-TEICHMANN, Einführung in die Lehre vom Schuß, Abschn. 11. Verlag Teubner, 1937. 2. Aufl.

Alle diese Handreichungen umfassen nur einen kleinen Teil der für den Mathematik- und Physikunterricht geeigneten Betrachtungen über das sich auf den Mündungsknall beziehende Schallmeßverfahren³⁾. Als wesentlichste Be-

³⁾ Auch der Geschoßknall wird zu Schallmessungen verwendet; darüber bei anderer Gelegenheit.

schränkung fällt auf, daß nirgends der Wind berücksichtigt wird, obwohl Wetter ohne Wind als Ausnahmefall, Wetter mit Wind als Normalfall gelten muß. Weiter ist eine mathematische Fassung der Frage nach der Genauigkeit der Ortsbestimmung in Abhängigkeit von der Meßgenauigkeit nur bei KÖHLER-GRAF angedeutet.

II. Berücksichtigung des Windes beim Schallmeßverfahren.

Im folgenden soll gezeigt werden, wie die Bestimmung der Schallquelle aus den Zeitdifferenzen bei nach Richtung und Geschwindigkeit bekanntem Wind auf das bei Windstille anzuwendende Verfahren zurückgeführt werden kann. Dabei soll um der Einfachheit der Erörterung willen angenommen werden, daß der Wind im ganzen Schallfeld gleichmäßig weht. Aus der Physik wird die Tatsache als bekannt vorausgesetzt, daß sich der Schall einer vom Wind (nach Richtung und Geschwindigkeit) mitgenommenen Schallquelle innerhalb der Luftmasse gleichförmig nach allen Seiten (in Kugelwellen) mit der auch für ruhende Luft geltenden Schallgeschwindigkeit ausbreitet. Dies ist verständlich, da nach Annahme die Schallquelle in bezug auf die (bewegte) Luft ruht.

Unter Querwind werde Wind senkrecht zur Meßbasis AB, unter Längswind solcher in Richtung AB verstanden. Aus reinem Querwind und reinem Längswind läßt sich Wind jeder Windrichtung α gegen AB zusammensetzen. Zunächst werden die beiden Grenzfälle einzeln betrachtet.

Die Schallquelle G habe von den Meßstellen A und B (Abb. 8) die Entfernungen r_A bzw. r_B . Der Querwind habe die Windgeschwindigkeit $w \frac{m}{sec}$. Die für die Meßstellen gültigen Schalllaufzeiten seien t_A bzw. t_B . Während der Zeit t_A werde G vom Wind mitgenommen nach G_A , so daß also $GG_A = w t_A$ ist. Dann ist mit Rücksicht auf die Vorbemerkung $G_A A = c t_A$ der Schallweg im Wind während der Zeit t_A . Damit folgt zunächst

(1)
$$\frac{a}{r'_A} = \frac{w}{c}, \text{ mit } \begin{matrix} a = GG_A, r'_A = G_A A, \\ w = \text{Windgeschwindigkeit,} \\ c = \text{Schallgeschwindigkeit.} \end{matrix}$$

Nun werde in Abb. 8 das Lot von G auf die Basis AB (mit Fußpunkt F) und auf AG_A (mit Fußpunkt F_A) gefällt. Dann ist $\triangle GF_A G_A$ ähnlich $\triangle AFG_A$. Da w gegen c klein ist, kann mit sehr guter Annäherung $AG = AF_A$, also $F_A G_A = r'_A - r_A$ angesetzt werden. Dann folgt aus der Ähnlichkeit der eben gekennzeichneten Dreiecke

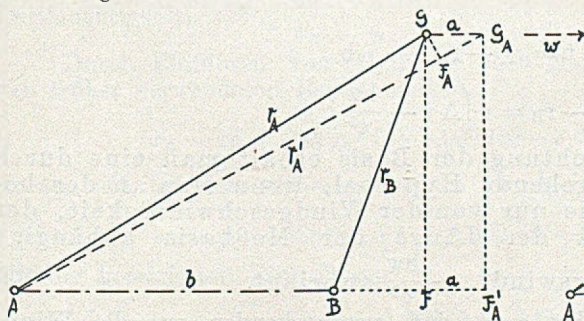


Abb. 8. Querwind.

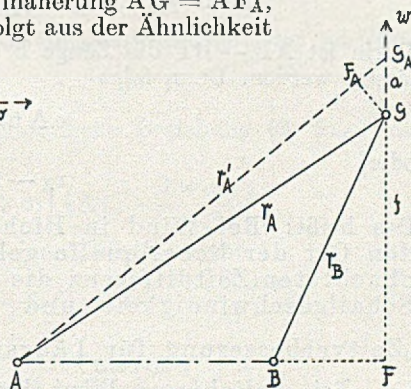


Abb. 9. Längswind.

$$\frac{r'_A - r_A}{a} = \frac{f + a}{r'_A} \quad (\text{mit } f = GF)$$

oder
$$r'_A - r_A = \frac{a}{r'_A} f + \frac{a}{r'_A} a$$

und schließlich mit (1) und $a = wt_A$

$$(2) \quad r'_A - r_A = \frac{w}{c} f + \frac{w}{c} wt_A.$$

Entsprechend ergibt sich für die Meßstelle B

$$(2') \quad r'_B - r_B = \frac{w}{c} f + \frac{w}{c} wt_B.$$

Durch Subtraktion von (2) und (2') und naheliegende Umordnung folgt nun

$$(r'_A - r'_B) - (r_A - r_B) = \frac{w}{c} w (t_A - t_B).$$

Einsetzen von $r'_A = ct_A$, $r'_B = ct_B$ und Einführen der Zeitdifferenz Δt liefert nun

$$c \Delta t = (r_A - r_B) + \left[\frac{w}{c} w \Delta t \right] \quad \text{oder} \quad c \Delta t \left(1 - \left(\frac{w}{c} \right)^2 \right) = r_A - r_B.$$

Darin kann das in eckige Klammern gesetzte Glied vernachlässigt werden, da es gegenüber $c \Delta t$ mit dem Faktor $\left(\frac{w}{c} \right)^2$ versehen ist, der praktisch höchstens $\frac{1}{1000}$ wird. Damit hat sich für die bei reinem Querwind gemessene Zeitdifferenz in ausreichender Genauigkeit ergeben:

$$r_A - r_B = c \Delta t.$$

Das heißt: Bei Wind quer zur Basis ergibt die gemessene Zeitdifferenz die gleiche Hyperbel wie bei Windstille.

Wind in Richtung der Basis wird entsprechend behandelt. Mit den Bezeichnungen in Abb. 9 folgt, da wieder $\triangle GF_A G_A$ ähnlich $\triangle G_A F'_A A$ ist,

$$\frac{r'_A - r_A}{a} = \frac{AF + a}{r'_A}, \quad \text{was mit} \quad \frac{a}{r'_A} = \frac{w}{c}$$

auf die (2) entsprechende Beziehung führt:

$$r'_A - r_A = \frac{w}{c} AF + \frac{w}{c} wt_A.$$

Zusammen mit

$$r'_B - r_B = \frac{w}{c} BF + \frac{w}{c} wt_B$$

folgt nun wie oben

$$(r'_A - r'_B) - (r_A - r_B) = \frac{w}{c} (AF - BF) + \frac{w}{c} w (t_A - t_B).$$

Darin ist $AF - BF$ die Länge b der Meßbasis. Das letzte Glied kann vernachlässigt werden. Dann folgt

$$c \Delta t = r_A - r_B + \frac{w}{c} b$$

oder

$$r_A - r_B = c \left(\Delta t - \frac{bw}{c^2} \right).$$

Das heißt: Bei Wind in Richtung der Basis erhält man eine durch den Ort der Schallquelle gehende Hyperbel, wenn man an der beobachteten Zeitdifferenz die nur von der Windgeschwindigkeit, der Schallgeschwindigkeit und der Länge der Meßbasis abhängige „Zeitverbesserung für Längswind“ $-\frac{bw}{c^2}$ anbringt.

Bei beliebigem Wind hat nach dem vorangehenden nur die Windkomponente in Richtung der Meßbasis einen Einfluß auf die richtige Auswahl der Schallhyperbel. An den gemessenen Zeitunterschieden ist die Korrektur $-\frac{bw \cos \alpha}{c^2}$ anzubringen, die bei spitzem Winkel α eine Verkleinerung, bei stumpfem Winkel α eine Vergrößerung der gemessenen Schallzeitenunterschiede bedeutet. Bei einem vollständigen Meßsystem muß natürlich darauf geachtet werden,

daß in jedem Falle der Winkel α zwischen der Windrichtung und der Basis angesetzt wird, für die die auszuwertende Zeitdifferenz gilt.

Zur Veranschaulichung des Windeinflusses möge die Angabe dienen, daß die Windkorrektur bei $w = 11 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ bis zu $\frac{10}{b}$ sec beträgt, wenn hierbei die Basislänge in Kilometer angesetzt wird. Eine Vorstellung vom Einfluß der Zeitkorrektur auf die Ortsbestimmung erhält man an Hand des der Handreichung von KÖHLER-GRAF beigegebenen Hyperbelplans. Allerdings ist der Einfluß wesentlich größer, wenn man eine den wirklichen Verhältnissen besser gerecht werdende Ausdehnung des Schallfeldes annimmt: Tiefenausdehnung des Meßfelds etwa doppelt so groß wie die Seitenausdehnung der Meßanordnung. In größerer Entfernung vom Meßsystem genügt statt des Hyperbelplans ein Asymptotenplan, der sich mit Hilfe des Asymptotenwinkels φ aus $\cos \varphi = \frac{c}{b} \cdot \Delta t$ rasch zeichnen läßt.

III. Berücksichtigung der Witterungseinflüsse.

Zur gesamten Beschreibung der Witterung gehören neben Windrichtung und Windgeschwindigkeit noch die Lufttemperatur, der Luftdruck und die Luftfeuchtigkeit. Von den letzteren dreien ist die Schallgeschwindigkeit abhängig. Die Art der Abhängigkeit läßt sich mit Hilfe der HOOKESchen Gleichung für die Volumenelementarität und des POISSONSchen Gesetzes für adiabatische Zustandsänderung herleiten⁴⁾. Dann wird in der Meßpraxis die Luftfeuchtigkeit bzw. deren Verhältnis zum Luftdruck durch eine Temperaturkorrektur berücksichtigt, aus der wiederum — wie beim Wind — eine Zeitkorrektur zu bestimmen ist, die nur vom Wetter abhängt.

Temperatur und mittlere Luftfeuchtigkeit werden annähernd berücksichtigt durch den Ansatz:

$$c = 331 (1 + 0,002 \cdot \vartheta) \quad (\vartheta = \text{Temperatur in Celsiusgraden}).$$

Da die Zeichnung der Hyperbeln mit der „Normalgeschwindigkeit“ $c_0 = 333\frac{1}{3} \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ besonders einfach ist, setzt man

$$(4) \quad c = 333\frac{1}{3} (1 + 0,002 (\vartheta - \vartheta_0)),$$

wo sich ϑ_0 für $\vartheta = 15^\circ$ aus

$$333\frac{1}{3} (1 + 0,002 (\vartheta - \vartheta_0)) = 331 (1 + 0,002 \cdot \vartheta)$$

zu $3,6^\circ$ ergibt. Bei dieser Temperatur ist die Schallgeschwindigkeit (bei mittlerer Luftfeuchtigkeit) $333\frac{1}{3} \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

Durch Einführen von (4) in die oben gewonnene Beziehung (3) folgt mit den früher verwendeten Bezeichnungen

$$r_A - r_B = 333\frac{1}{3} (1 + 0,002 (\vartheta - 3,6)) \left(\Delta t - \frac{bw \cos \alpha}{c^2} \right),$$

woraus sich bei Vernachlässigung eines sehr kleinen Gliedes ergibt

$$r_A - r_B = 333\frac{1}{3} \left(\Delta t + 0,002 (\vartheta - 3,6) \cdot \Delta t - \frac{bw \cos \alpha}{c^2} \right).$$

Mit der korrigierten Zeitdifferenz

$$\Delta \bar{t} = \Delta t + 0,002 (\vartheta - 3,6) \Delta t - \frac{bw \cos \alpha}{c^2},$$

in der für $c = 333\frac{1}{3} \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ gesetzt werden kann, ist dann die Schallhyperbel auf den

⁴⁾ Eine einfache Herleitung findet sich bei R. SÄNGER, Artilleristische Schallmessung, Zürich 1938, Verlag H. Böniger. Dort ist auch der Windeinfluß auf andere Weise (analytisch) mit gleichem Ergebnis gewonnen.

Hyperbelplan mit der Grundlage

$$r_A - r_B = 333\frac{1}{3} \Delta \bar{t}$$

zurückgeführt. Die beiden Koorekturglieder werden zweckmäßig aus Tafeln entnommen oder mit Hilfe von Nomogrammen bestimmt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß lediglich von der Anordnung der Meßstellen abhängige Hyperbelpläne zur Ortsbestimmung aus Zeitdifferenzen bei beliebigem — in Schallfeld gleichmäßigem — Wetter ausreichen. Allerdings wurden bei der Herleitung an einigen Stellen Vernachlässigungen vorgenommen, von deren Kleinheit man sich überzeugen muß durch Abschätzungen für besonders ungünstige Annahmen. Dabei zeigt sich, daß alle Vernachlässigungen zusammengenommen — und in einen Zeitdifferenzfehler umgerechnet — noch klein sind gegenüber der mit den heutigen Meßmitteln erreichbaren Genauigkeit. Bei den Witterungskorrekturen kommt dazu noch die Unbestimmtheit der Witterungsanteile im Schallfeld.

Die Spektroskopie der Röntgenstrahlen.

VON HERBERT GRAEWE in Halle.

(Fortsetzung.)

I. Untersuchungen im Wellenlängenbereich von 1 bis 1,9 ÅE nach der BRAGG'schen und SEEMANN'schen Methode.

1. Versuchsanordnung (vgl. Abb. 3).

Bei meinen eigenen Versuchen wurde die Röntgenröhre mit einem Induktor betrieben, in den primär 500 periodiger Wechselstrom (bis zu etwa 6 A), wie er in Amerika üblich ist, hineingeschickt wurde. Damit war die Unterbrecherfrage gelöst (50 Perioden genügen nicht). Als Röntgenröhre stand mir eine auseinandernehmbare SEEMANN'sche Röhre zur Verfügung, die mit einer Glühkathode aus Wolframdraht versehen war. Die Antikathode ließ sich auswechseln, um verschiedenes Metall als Antikathodenmaterial wählen zu können. Selbstverständlich läßt sich auch jede andere Röntgenröhre zu den folgenden Versuchen benutzen.

Die Heizung der Glühkathode geschah mit niedertransformiertem Wechselstrom des Stadtnetzes. Ich erhielt so etwa eine Spannung von 18—20 V und eine Stromstärke von durchschnittlich 3,4 A (je nach der Art der Glühspirale etwas schwankend). Die genaue Schaltung ist aus der beigefügten Schaltskizze zu ersehen. Die Funkenstrecke wurde eingeschaltet, um die jeweilige Scheitelspannung zu messen. Die Spannung muß nach Möglichkeit während des Betriebes der Röhre konstant gehalten werden. Bei meinen Versuchen betrug der Kugeldurchmesser an der Funkenstrecke 20 mm und die Schlagweite 15 mm. Dem entspricht eine Scheitelspannung von 40,2 KV (Kilovolt) bei etwa 7—10 MA. Eine Gleichrichtung fand nicht statt, da ja jede Glühkathodenröhre den Strom sowieso nur in einer Richtung durchläßt (über Schlagweiten bei Kugelfunkenstrecken s. Abb. 22 am Schluß dieser Arbeit!).

Die Röhre war auf eine dreistufige GAEDESche Diffusionspumpe aufmontiert. Das Vorvakuum wurde mit einer gewöhnlichen rotierenden Kapselluftpumpe hergestellt. Der Quecksilberdampf der Diffusionspumpe wurde (nach dem Absaugen der Luftreste) durch eine die ganze Pumpe durchziehende Wasserkühlung wieder verdichtet, damit er nicht in die eigentliche Röntgenröhre gelangen konnte. Gleichzeitig wurde von dem fließenden Wasser die auswechselbare Antikathode gekühlt. Die W-Glühspirale war ebenfalls auswechselbar. Es war dies auch notwendig, da dieselbe mitunter durchbrannte, da ja statt mit CO₂-Schnee oder flüssiger Luft nur mit fließendem Wasser gekühlt wurde. Dadurch war nämlich nicht zu vermeiden, daß Spuren von Hg-Dampf in die Röntgenröhre eindrangen, welche die Lebensdauer der Glühspirale bisweilen nicht unerheblich abkürzten. Auf die eigentliche Spektroskopie hat jedoch diese Erscheinung kaum einen Einfluß, so daß von mir alle Versuche mit einfacher Wasserkühlung durchgeführt wurden. Selbstverständlich muß die Diffusionspumpe bereits etwa 10 Minuten in Betrieb gewesen sein, ehe man den Heizstrom einschaltet; man riskiert sonst, daß die Glühspirale sofort durchbrennt. Daß ein genügend großes Vakuum erreicht ist, kann man aber sehr gut an der typischen Entladungs-Leuchterscheinung in der Röntgenröhre erkennen, wenn man nur die Hochspannung, aber nicht die Heizung einschaltet.

Die Röntgenstrahlen treten bei der SEEMANN'schen Metallröntgenröhre durch eine dünne Al-Folie aus der Röhre aus. Ihre Fluoreszenzwirkung erkennt man deutlich an dem Aufleuchten eines mit Willomitpulver beschriebenen Glimmerstreifens; dieses, mit Zuckerlösung auf dem Glimmer befestigt, ist ein Zinksilikat (Zn₂SiO₄) und fluoresziert grünlich, während Kalzium-

wolframat ein besonders zu Verstärkerwirkungen gut geeignetes blaues Licht aussendet, da die lichtempfindliche Bromsilberschicht auf Blau sehr gut anspricht.

Nach dieser kurzen Vorprüfung auf das Vorhandensein von Röntgenstrahlen wurde ein Bündel derselben durch ein System von drei selbsthergestellten Bleispalten auf den Kristall geleitet, an dem die Spiegelung ausgeführt werden sollte. Zur Anwendung kamen die einfache BRAGG'sche Drehkristallmethode und die verfeinerte SEEMANN'sche Schneidmethode.

Erstere beruht darauf, daß das Röntgenstrahlbündel nach Passieren der Spalte auf den Kristall (Steinsalz, Quarz usw.), welcher drehbar aufgestellt ist, fällt. Hinter dem Kristall ist der Film kreisförmig um den Drehpunkt des Kristalls angeordnet (siehe Abb. 4a), so daß die Fokussierungsbedingung immer erfüllt ist. Der Film (doppelseitig begossener Agfa-Röntgenfilm) befindet sich in einer Tasche aus schwarzem Papier, welches wohl die Röntgenstrahlen, aber nicht das sichtbare Licht hindurchläßt. Wird nun der Kristall gedreht (wobei der Zeiger über die Skala wandert), so tritt unter den möglichen Reflexionswinkeln auch der jeweils „kritische“ Winkel auf. Es entsteht so ein „Licht“-reflex auf dem Film.

Jede Röntgenstrahlung tritt nun aber etwas in den Kristall ein, und zwar um so tiefer, je härter sie ist. Es ergibt sich daher immer eine bestimmte Linienbreite. Eine Verbesserung, sofern man von der allerhärtesten Strahlung absieht, bedeutet die Schneidmethode von SEEMANN (Abb. 4b). Das Röntgenstrahlbündel muß hier an der Pb-Schneide vorbeigehen und dringt dabei etwas in den Kristall ein. Diese Vorrichtung wirkt mithin als besonders feiner Spalt, hauptsächlich bei weicherer Strahlung, für welche die Eindringtiefe nicht sehr groß ist.

Für das hier untersuchte Spektralgebiet (1,0 bis 1,9 ÅE) erwies sich die Schneidmethode als gut geeignet; sie wurde deshalb auch bei der Mehrzahl der Versuche angewandt. Für die kurz-

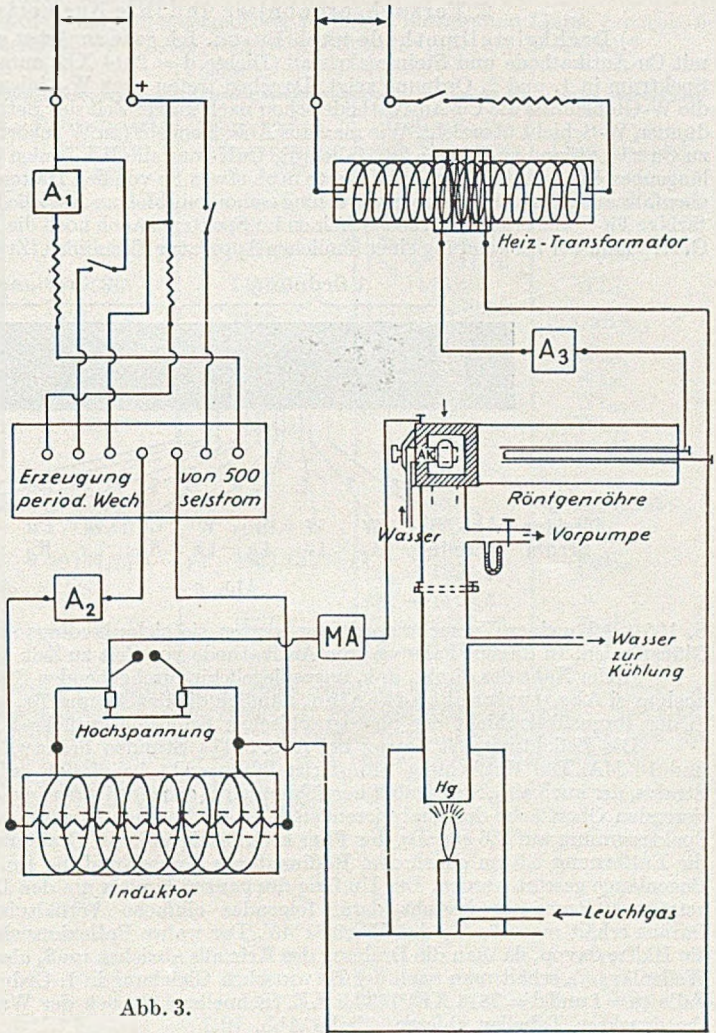


Abb. 3.

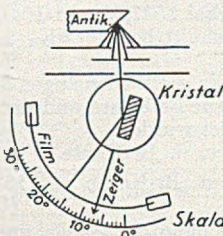


Abb. 4a.

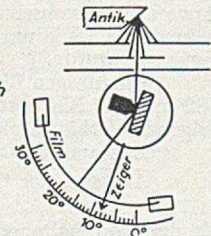


Abb. 4b.

Eine Verhältnisgleichung mit sofortiger Einsetzung der Wellenlängen wäre zu unexakt, da letztere ja von dem Sinus des betreffenden Winkels abhängig sind ($n \cdot \lambda = 2 d \cdot \sin \varphi$) und der Sinus alles andere als linear ansteigt!

In der Tabelle 1 sind die nach dem angegebenen Verfahren bestimmten Linien der Abb. 5 angegeben (über die Intensität der Linien vergleiche SIEGBAHN, Nr. 17, S. 356ff.).

Tabelle 1.

Linie Nr.	Abstand von der Br-Kante in mm	Gefundener Reflexionswinkel	Zugehörige Wellenlänge in XE ¹³⁾	Wellenlänge nach SIEGBAHN in XE	Linie (Kanto)
1.	14,7	15° 52,5'	1539,5	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 = 1537,30 \\ \alpha_2 = 1541,16 \end{array} \right.$	CuK $\alpha_{1,2}$
2.	13,1	15° 9,85'	1472,3		1473,48
3.	11,1	14° 16,75'	1388,1	$\left\{ \begin{array}{l} \beta_1 = 1389,33 \\ \beta_2 = 1378,0 \end{array} \right.$	CuK $\beta_{1,2}$
4.	8,5	13° 7,75'	1278,3		1279,17
5.	7,6	12° 44,35'	1241,06	1341,91	WL β_2
6.	4,1	11° 11,45'	1092,24	1095,53	WL γ_1
7.	3,3	10° 50,15'	1058,04	1059,65	WL γ_2
8.	0,0			917	Br-Kanto
Ausgangspunkt					
9.	— 10,4			482	Ag-Kanto
10.	17,9	17° 17,95'	1673,6	1675,05	WL δ_1
11.	24,2	20° 4,75'	1933,22	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 = 1932,30 \\ \alpha_2 = 1936,51 \end{array} \right.$	FeK α
12.	19,8	18° 7,75'	1751,2		$\left\{ \begin{array}{l} \beta_2 = 1740,6 \\ \beta_1 = 1752,72 \\ \beta' = 1756 \end{array} \right.$

Da sich in der 2. Ordnung derselbe Rhythmus, lediglich — infolge der abnehmenden Intensitäten¹⁴⁾, des Aufhörens des Schwenkbereichs oder sonstiger Erscheinungen — meist unvollständiger, wiederholt (die Linien der 2. Ordnung stammen ja von den gleichen Strahlen wie die der 1. Ordnung), soll hier stets nur das Spektrum 1. Ordnung behandelt werden.

Da die CuK α -Linie experimentell gefunden war, mußte auf dem Spektrogramm auch mit Notwendigkeit

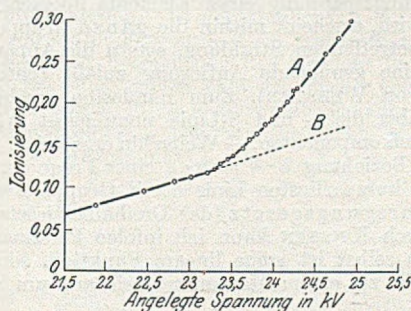


Abb. 6.

A = von der charakteristischen nebst der „weißen“ Strahlung, B = von der weißen Strahlung allein herrührend.

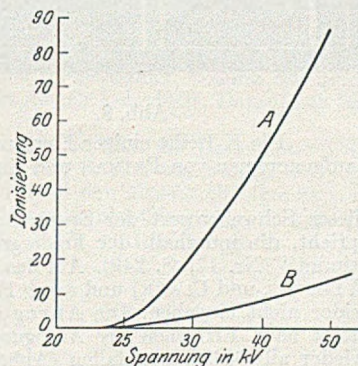


Abb. 7.

A = Intensität der K α -Strahlung, B = Intensität der K β -Strahlung.

(Abb. 6 und 7 nach SIEGBAHN, S. 148/149).

¹³⁾ Eine größere Präzision war mit der benutzten, z. T. doch recht primitiven Apparatur nicht zu erreichen. Die wiedergegebenen Aufnahmen zeigen jedoch andererseits, daß auch schon mit recht einfachen Mitteln Röntgenspektroskopie zu betreiben ist.

¹⁴⁾ Nach Messungen von BRAGG verhalten sich die Intensitäten bei Reflexion in 1., 2., 3., 4. und 5. Ordnung wie 100 : 20 : 7 : 3 : 1. Daher ist im allgemeinen die Spiegelung in 1. Ordnung vorzuziehen (Nr. 17). Hinzukommt, daß nur innerhalb der 1. Ordnung das Spektrum frei von Überlagerung ist (Nr. 15, S. 26; Nr. 5, S. 106). Außerdem ist zu berücksichtigen, daß in höheren Ordnungen ein Korrekturglied zu der BRAGG'schen Gleichung hinzutritt, welches die Ausmessung erschwert.

die $\text{CuK}\beta$ -Linie verzeichnet sein; denn es gilt hier die Regel, daß — sofern die Anregungsspannung¹⁵⁾ überschritten ist — die zu jeder Gruppe gehörenden Linien vollständig, als Ganzes erscheinen. Andererseits setzt bei diesem bestimmten Spannungswert überhaupt erst die Eigenstrahlung des betreffenden Stoffes ein. Diese Tatsache erkennt man gut an einer von WEBSTER aufgenommenen Kurve (nach SIEGBAHN, Nr. 17, S. 148), welcher die Strahlungsintensität in Abhängigkeit von der angelegten Spannung untersuchte (für Rhodium- $\text{K}\alpha_1$). Bei der Spannung von 23,2 Kilovolt setzte plötzlich die Eigenstrahlung von Rhodium ein und überlagerte sich der „weißen“ Strahlung, wie Abb. 6 zeigt.

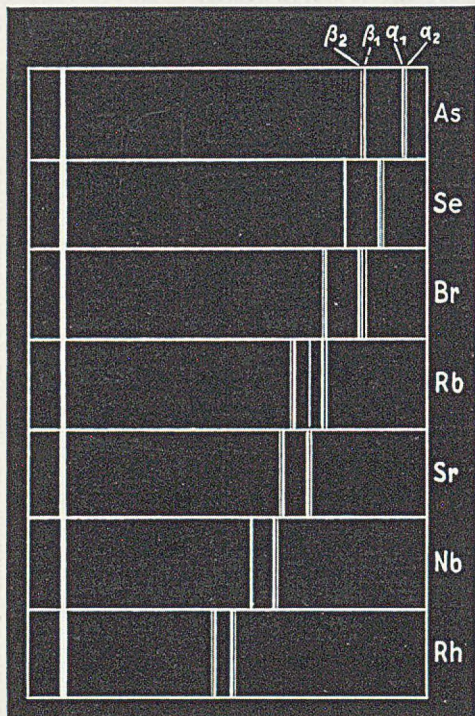


Abb. 8.

Die K-Reihe einiger Elemente
(aufgenommen von FRIMAN und SIEGBAHN).

dieser Schwellenwert der Spannung V nach der Beziehung $e \cdot V = h \cdot \nu$ einer Frequenz entspricht, die innerhalb der Fehlergrenzen mit der kurzwelligsten Linie der K-Gruppe übereinstimmt“ (Nr. 17, S. 249). Auf das zugehörige Anregungsgesetz (das Dreihalbe-Gesetz von WEBSTER und CLARK) und seine Fortbildung durch JÖNSSEN kann ich infolge Platzmangels leider nicht eingehen. Die Anregungsfunktion selbst ist keine lineare Funktion, sondern steigt nach Erreichen der Anregungsspannung bis zu einem Maximum steil an, um dann wieder allmählich abzufallen (Abb. 9).

Die Intensitätsverhältnisse der einzelnen Linien zeigen — sofern man von den niedrigsten Elementen absieht — „durch das ganze System der Elemente ein sehr konstantes

¹⁵⁾ Diese beträgt für das CuK -Spektrum 8,86 KV, für das FeK -Spektrum 7,10 KV; für das WL-Spektrum existieren entsprechend der Tatsache des Zerfallens desselben in drei Untergruppen auch drei Anregungsspannungen, nämlich 10,2 KV, 11,5 KV und 12,1 KV. Die Anregungsspannung des WK-Spektrums beträgt 69 KV. Vorher treten also nur die WL-Linien, niemals jedoch K-Linien des Wolfram-Röntgenspektrums auf.

¹⁶⁾ Das stimmt für die schwereren Elemente; bei den leichteren kommen jedoch noch andere Linien hinzu. Dies ist mit einer mehrfachen Ionisation parallel zu setzen, indem bei dem Erregungsprozeß aus den inneren Energieniveaus des Atoms mehr als ein Elektron entfernt wird. Man nennt diese Linien (mit WENZEL) „Funkonlinien“, da sie sich zu den üblichen Linien wie die Funkonlinien der optischen Spektren zu den Bogenlinien verhalten.

Der geradlinige Teil der Kurve bis zu dem Abszissenpunkt 23,2 KV entspricht der „weißen“ Strahlung. Verlängert man die ursprüngliche gerade Linie bis B, so kann man die Eigenstrahlung, die plötzlich bei 23,2 KV einsetzt, von der „weißen“ Strahlung isolieren (Ionisierungskurve A in Abb. 6). Führt man diese Untersuchung für die $\text{K}\alpha$ - und $\text{K}\beta$ -Linien getrennt aus, so kommt man zu dem Ergebnis, daß der Schwellenwert, bei dem die Eigenstrahlung (charakteristische Strahlung) einsetzt, für die $\text{K}\alpha$ - und $\text{K}\beta$ -Linie gleich ist (vgl. Abb. 7).

Die K-Strahlung besitzt im allgemeinen zwei Doppellinien (nur selten mehr) und verschiebt sich von Element zu Element stetig durch das periodische System, wie Abb. 8 deutlich erkennen läßt (nach GREBE, Nr. 4, S. 335)¹⁶⁾. In Abb. 2 waren diese Verhältnisse schon angedeutet.

Die Zahlenindizes der einzelnen Linien sind insofern nicht willkürlich, als jeweils die stärksten Linien mit den niedrigsten Indizes bezeichnet worden. „Der Wellenlängenabstand der zwei α -Komponenten ist für sämtliche Elemente beinahe konstant und etwa gleich 4 XE “. Auch eine Zerlegung der β_1 -Linie in zwei Komponenten β_1 und β_3 , deren Abstand ungefähr $0,6 \text{ XE}$ beträgt, ist gelungen. Wenn die Anregungsspannung eines Elements überschritten wird, erscheint mithin die ganze Gruppe der betreffenden Strahlung, sofern die Apparatur eine genügende Auflösung zuläßt (entdeckt von WEBSTER). Zum mindesten erscheinen aber die α - und β -Linie unaufgelöst in Einzelkomponenten. — Weiterhin ergab sich, „daß

Verhältnis“ (Nr. 17, S. 353 ff.). Für das Intensitätsverhältnis von $\alpha_1 : \alpha_2$ erhält man ungefähr den Wert 2 : 1. Bei Kupfer und Eisen ergeben sich z. B. folgende Intensitätsverhältniswerte für ihre K-Spektren (bezogen auf $\alpha_1 = 100$):

Cu Ordnungszahl	29	$\alpha_1 = 100$	$\alpha_2 = 46,0$	$\beta_1 = 15,8$	$\beta_2 = 0,15$
Fe „	26	100	49,1	18,2	0,26.

Diese Zahlen geben mitunter einen recht wertvollen Anhaltspunkt bei der Bestimmung von Linien schon bei Betrachtung mit bloßem Auge, noch besser natürlich bei photometrischer Auswertung.

Da bei Abb. 5 die Anregungsspannungen für die drei L-Gruppen der Wolframstrahlung überschritten waren, mußte neben den zur ersten Untergruppe gehörenden Linien L_{α_1} , L_{β_2} und L_{γ_1} auch das Auftreten der übrigen zwei Untergruppen erwartet werden. Und in der Tat ließen sich einige intensivere Linien dieser Gruppen selbst mit der doch recht primitiven Apparatur exakt bestimmen, so von der zweiten Untergruppe L_{β_1} und L_{γ_2} und von der dritten Untergruppe L_{γ_3} . Entsprechend der Zerlegung in drei Gruppen bei der L-Serie findet eine Aufteilung in fünf Gruppen bei der M-Serie statt. Bei einer Behandlung der Röntgenspektroskopie im Schulunterricht wird man sich jedoch zweckmäßig mit der K- und L-Serie begnügen und an diesen die wesentlichen Gedanken entwickeln.

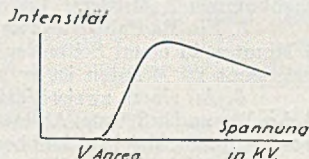


Abb. 9. Intensität der K α -Strahlung als Funktion der angelegten Spannung (nach Messungen von E. LORENZ).

(Fortsetzung folgt).

Bemerkungen zur Behandlung der „eingekleideten“ Gleichungen ersten Grades.

VON RUDOLF KILLAT in Kleinmachnow.

Die Arbeit von DUSZLER (Ubl. für Mathematik und Naturwissenschaften 44, S. 201) hat gezeigt, daß die unterrichtliche Auswertung des oben angegebenen Lehrgebietes von Zeit zu Zeit immer wieder erörtert wird. Darüber, daß viele der hierher gehörigen Aufgaben (auch bei DUSZLER) zu den sog. Schreibtischproblemen zu rechnen sind, ist man sich wohl einig. Das liegt zum Teil einfach daran, daß die linearen Gleichungen häufig (in der Schul- wie in der höheren Mathematik) die Rolle eines unentbehrlichen Hilfsmittels spielen, aber selten allein eine Frage zu beantworten gestatten. Während nun die angegebene Arbeit einen Beitrag zur Frage der Lebensnähe liefert, soll hier ein anderer Gesichtspunkt in den Vordergrund treten. In „Erziehung und Unterricht in der höheren Schule“ heißt es auf S. 190: „Der aus den einzelnen Aufgaben herausgezogene Erkenntnisgehalt muß mit dem gleichartiger oder ähnlicher Aufgaben verknüpft werden.“ In der Möglichkeit der Aufzeigung einer gemeinsamen Lösung scheinbar ganz getrennter Fragen liegt ein großer Bildungswert des fraglichen Lehrstoffs. Darauf soll bei der folgenden Betrachtung das Gewicht liegen.

Bei einer großen Zahl der hierher gehörenden Aufgaben (die Zahl der Unbekannten ist bei allen diesen Problemen verhältnismäßig gleichgültig) handelt es sich um Fragen der sog. Mischungsrechnung. Anders ausgedrückt, es liegen Aufgaben über den Massenmittelpunkt vor.

Der Mittelpunkt (X_1, X_2, \dots, X_n) eines Systems von k Massenpunkten $(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}; m_1), (x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}; m_2) \dots (x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kn}; m_k)$ ist gegeben durch die Beziehungen:

$$M \cdot X_i = \sum_{j=1}^k m_j x_{ji} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

mit $M = \sum_{i=1}^k m_i$. (1) kann auch in der Form geschrieben werden:

$$0 = \sum_{j=1}^k m_j \cdot (x_{ji} - X_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Bei einer Schiebung

$$x_{ji} = x'_{ji} - a_i \quad X_i = X'_i - a_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

geht (1) in sich über. So geht z. B. (2) aus (1) durch die Schiebung $a_i \equiv X_i$ hervor. Bei passend gegebenen Größen (Koordinaten, Massen oder Momenten) ergeben sich für die Unbekannten lineare Gleichungen. Darin ist die Theorie der Mischungsrechnung enthalten.

Für den einfachsten Fall, den der Durchschnittsberechnung (Bestimmung der Koordinate des Massenmittelpunktes), seien folgende 6 Einkleidungen gegeben, die durchaus bekannt sind.

1. Jemand mischt zwei Sorten einer Ware, und zwar 15 kg zu 240 Rpf. das kg und 5 kg zu 320 Rpf. das kg. Wie teuer ist 1 kg der Mischung?

2. Jemand erhält ein Gehalt von 240 RM. monatlich. Nach 15 Monaten wird es auf 320 RM. erhöht. Nach weiteren 5 Monaten gibt er die Stellung auf. Welchen Monatslohn hätte er erhalten, wenn er denselben Gesamtverdienst in 20 Monaten bei gleichbleibendem Einkommen gehabt hätte?

3. Welche Temperatur erhält man, wenn man 240 cm^3 Wasser von 15° C und 320 cm^3 Wasser von 5° C zusammengießt?

4. Jemand hat nach 8 Monaten 1500 RM. und nach $10\frac{2}{3}$ Monaten 500 RM. zu entrichten. Zu welchem Zeitpunkt müßte er seiner Verpflichtung durch eine einmalige Zahlung von 2000 RM. nachkommen? (Mittlerer Verfalltag.)

5. Ein Radfahrer legt auf einer guten Straße in der Minute 320 m zurück, muß aber nach 5 Minuten in einen Seitenweg einbiegen, auf dem er nur 240 m in der Minute schafft. Nach insgesamt 20 Minuten ist er am Ziel. Wie groß ist seine Durchschnittsgeschwindigkeit?

6. An einem zweiseitigen Hebel hängen auf derselben Seite in 240 mm Abstand von der Achse 15 g und in 320 mm Abstand 5 g. Wo muß auf der anderen Hebelseite ein 20 g-Stück aufgehängt werden, damit Gleichgewicht herrscht? (Bestätigung durch den Versuch im Mathematikunterricht.)

Die Behandlung dieses einfachsten Falles stehe hier zugleich für die anderen denkbaren Aufgaben, bei denen Koordinaten oder Massen einzelner Massenpunkte gesucht werden.

Man wird (zunächst mit dem Ansatz (1) $m_1 x_1 + m_2 x_2 = (m_1 + m_2) \cdot X$ eine Reihe der angegebenen Aufgaben, aber ohne Übereinstimmung der Konstanten, rechnen lassen und die formale Gleichheit der Ansätze feststellen. Zur Übung kann man dann etwa ein und dieselbe formale Gleichung in verschiedene Wortgewänder hüllen lassen oder eine vorgegebene Gleichung erst lösen und dann die entsprechenden Aufgaben aus anderen Sachgebieten aufstellen lassen.

Entweder kommt man (was wahrscheinlich ist) bei der Behandlung von Aufgaben wie 3. auf einen Ansatz der Form (2) $m_1 \cdot (X - x_1) = m_2 \cdot (x_2 - X)$ oder man wird auf ihn durch die Deutung der mit Hilfe des ersten Ansatzes gewonnenen Ergebnisse geführt. Der neue Gedanke ist der, daß nicht mehr die Gesamtgrößen, sondern die Änderungen betrachtet werden, also Bilanzen gemacht werden. Ich habe immer festgestellt, daß die Schüler schließlich den Ansatz (2) vorzogen und Aufgaben wie DUSZLER (4) im Kopf rechneten. Zu diesem Zeitpunkt wird der Sinn der ganzen Gleichungsbehandlung den Schülern fraglich. Das ist natürlich. Solange besondere Zahlen gegeben sind, ist die Mathematik dem geschickten bürgerlichen Rechnen gegenüber häufig im Nachteil, weil ihre Methoden weiter tragen und im besonderen Fall häufig schwerfällig erscheinen. Jetzt wird die Lösung einiger Gleichungen mit allgemeinen Zahlen, die man sonst aus didaktischen Gründen gern zurückstellt, unbedingte Erfordernis, damit man die oben angedeuteten Gedankengänge am Beispiel klarmachen kann. Für eine solche Behandlung, die eine einzelne Aufgabe immer allgemeiner faßt, empfiehlt sich etwa das DOPPLERSche Prinzip in der Fassung: A. SCHÜLKE-W. DREETZ, Aufgabensammlung aus der reinen und angewandten Mathematik, 8. Auflage, 1933, S. 123. Ziel wäre die Aufstellung einer Formel für das Zusammentreffen des Fußgängers mit einem beliebigen Wagen bei irgendeinem Fahrabstand der Wagen und beliebigen Geschwindigkeiten. Es könnte sogar der Fall berücksichtigt werden, daß Fußgänger und Fahrzeug den Endpunkt der Bahnstrecke nicht gleichzeitig berühren. So wird dem Schüler eine Aufgabe der Mathematik klar: Formeln bereitzustellen, die alle möglichen Fälle in ihrem Ansatz berücksichtigen und dadurch so allgemein sind, daß sie durch Einsetzen von besonderen Zahlen jedem vorliegenden Fall angepaßt werden können, eine Arbeit, die das bürgerliche Rechnen nicht mehr leisten kann. Für die Arbeit des Einsetzens von besonderen Zahlen reicht dann oft ein Rechner aus, ähnlich, wie gewisse Analysen durch den Chemiker zu Gebrauchsanweisungen für den Laboranten umgestaltet werden, der ihn in künftigen Fällen ersetzen soll.

Der Ansatz (2) wird in verschiedenen Sachgebieten erprobt. Er ist z. B. bei der Bestimmung der Mischungstemperatur der natürliche. Es entsteht die Frage, ob auch der Ansatz (1) hier seine Berechtigung hat. Ergebnis: Vom physikalischen Standpunkt aus ist die Lösung (2) vorzuziehen. Nachdem die physikalische Bedeutungslosigkeit der Bezugstemperatur 0° C erkannt ist, entsteht die Frage, ob die Energiebilanz auch in bezug auf eine beliebige andere Temperatur gemacht werden kann. Die Antwort lautet, bevor man überhaupt rechnet, aus naturwissenschaftlichen Gründen bejahend.

Jetzt wird der Zusammenhang mit der Berechnung des mittleren Verfalltages deutlich, die ja so erledigt wird, daß man die Unabhängigkeit der Lösung von der Wahl eines Stichtages der Diskontierung dartut. Aus der Willkürlichkeit der Wahl ergibt sich dann die Möglichkeit einer zweckmäßigen Wahl. [Anwendung einer Schiebung (3).] Die Parallele zwischen Stichtag und Bezugstemperatur wird offenbar, ebenso, daß es sich hier um Größen handelt, die nicht aus dem Problem herauswachsen, sondern reine Rechenworte sind.

Auch die Frage nach der physikalischen Bedeutung des Ansatzes (2) im Falle der Hebelaufgabe könnte aufgeworfen werden, dürfte aber für diese Klassenstufe zu schwierig sein.

Für eine gewisse Gruppe von Aufgaben wird gesuchtom in (etwa SCHÜLKE-DREETZ S. 120, Nr. 15) brachten mir Schüler noch eine andere Lösung, deren Ansatz sich aus der Form (1) durch eine passende Schiebung (3) ergibt. „Wenn er x Monate Leichtmatrose war, so brachten die $20 - x$ Monate Vollmatrosenzeit den Überschuß über die Löhnung, die er in 20 Monaten als Leichtmatrose erhalten hätte.“ Auch dieser Gedanke bewährt sich bei anderen Sachgebieten.

Quantitative Hörfähigkeitsprüfungen an Schülern.

(Aus einer biologischen Arbeitsgemeinschaft der Wettinschule zu Dresden.)

Von PAUL EICHLER in Dresden.

Seit Jahren prüfen wir an unserer Schule vor allem die neu eintretenden Schüler auf ihre Sehfähigkeit, um ihnen entsprechende Plätze im Klassenzimmer anzuweisen. Das Ergebnis solcher Untersuchungen dient uns weiterhin dazu, die Gesundheitsbogen unserer Jungen auch nach dieser Seite laufend zu ergänzen. Der Wunsch lag nahe, aus den gleichen erzieherischen wie gesundheitsstatistischen Gründen auch die Hörfähigkeit unserer Schüler zu prüfen.

Die klinischen Methoden¹⁾ hierzu dürften bekannt sein. Sie bestehen im Vorflüstern bestimmter Testwörter, die der Prüfling nachzusprechen hat. Außerdem wird durch angeschlagene Stimmgabeln von bestimmter Tonhöhe die Knochen- und die Luftleitung untersucht: RINNEScher, WEBERScher und SCHWABACHScher Versuch. Der Arzt sucht auf diesem Wege Erkrankungen des äußeren, mittleren oder inneren Ohres festzustellen.

Für den Erzieher kommen klinische Untersuchungen nicht in Betracht; sie sind Sache des Arztes. Uns Lehrer interessieren für den Unterrichtsbetrieb lediglich vergleichende Feststellungen über mehr oder minder gute Hörfähigkeit unserer Schüler. Als Prüfung hierauf käme für uns also nur in Frage die Methode des Vorsprechens von Testwörtern in Flüstersprache, eine Technik, die bekanntlich mancher Schüler besser beherrscht als mancher Lehrer.

Für quantitative Massenuntersuchungen ist diese Methode ungeeignet, weil sie subjektive Fehlerquellen birgt und vor allem, weil sie eine objektiv metrische Erfassung der Ergebnisse gar nicht oder nur sehr ungenau gestattet. Unsere ersten Versuche zielten vielmehr dahin, ein elektro-akustisches Verfahren zu finden, bei dem die Hörfähigkeit des Prüflings auszudrücken war als logarithmische Funktion, z. B. der Stromstärke eines Mikrophon-Verstärker-Lautsprecherkreises. Wir stießen dabei aber auf so große meßtechnische Schwierigkeiten, daß sie mit unseren schulmäßigen Instrumenten nicht zu überwinden waren.

Ich danke auch an dieser Stelle dem Phonetiker der Universität Hamburg, Herrn Professor PANCONCELLI-CALZIA, einen wertvollen Hinweis, den er mir brieflich und durch eine seiner Arbeiten²⁾ gab. Mit Benutzung jenes Hinweises haben wir unsere Untersuchungsmethode wie folgt eingerichtet.

Wir verwenden als Schallquelle Sprechplatten. Die nachfolgend angegebenen Werte beziehen sich also auf die Frequenzen der menschlichen Stimmtöne beim Sprechen. Für das Gehörtwerden im Unterricht ist das ja Voraussetzung. Wir benutzen Künstlersprechplatten (Prosatexte), die also von stimmlich Geschulten besprochen sind. Außerdem haben wir, um auch die künstlerisch nichtgeschulte Stimme verwenden zu können, eine doppelseitige 30 cm-Platte selbst besprochen, und zwar mit Testwörtern u. a. nach der Worttabelle von BLOCH³⁾.

Es wäre denkbar, daß derartige Testwort-Platten die alte Flüstermethode ersetzen könnten, und daß sie unter Verwendung unseres nachstehend beschriebenen

¹⁾ Vgl. z. B. F. KOBRAK, Die Funktionsprüfungen des Ohres. Leipzig 1911.

²⁾ G. PANCONCELLI-CALZIA, Meßversuche mit einem Antilärmmittel. Aus: Festschrift für Prof. Dr. Ino, Kubo, Tokio 1934.

³⁾ Worttabelle nach BLOCH (aus F. KOBRAK, a. a. O.):

Worte mit hoch klingenden Lauten: G, 60, 7, 3, 13, Speis, Schweiz, Zeige, Geizig, Zeisig, Ziege, Spitze, Gieße, Gries, Seide, Diese, Spatzen, Schieße, Späße, Zische, Zwischen, 70, Weiße, Beiße, 2, Zeitig, Kissen, Bissen, Tasse, Kasse, Feist, 17, Essig, Bissig, Gips, Sitte, Diesseits, Jenseits, Schätze, Faß, Seife, Wisse, Tatze, Setze, Feste, Siede, Weste, Taste, Faste, Stets, Zeiger, Kaiser.

Worte mit tief klingenden Lauten: Bruder, Ruder, Gurgel, Orgel, Morgen, Lurche, Gurke, Purpur, Rudolf, Lulu, Laura, Lora, Bärbel, Barbara, Arthur, Gerber, Leder, Lumpe, Lupe, Arbor, Labor, Robur, Rubor, Grube, Drunter, Plunder, Laube, Raupe, Traube, Klage, Trage, Kragen, Plagen, Faule, Laufe, Raufe, Würgen, Nörgler, Borgen, Burgen, Lorbeer, Rolle, Wolke, Ulme, Kulm, Mündung, Urne, Grube, Morehel, Brauer, 9, Neuer, Leumund, Berthold, Trommel, Trümmer, Marmor, Murmeln, Turmuhr, Sorge, Burguhr, Korken, Pulver, Kommode, Nummer, Humpen.

elektro-akustischen Gerätes auch vom Schularzt für messende Hörfähigkeitsprüfungen — wie im folgenden gezeigt wird — herangezogen würden. Nebenbei sei bemerkt, daß man solche Test-Sprechplatten auch für psychotechnische Versuche benutzen kann (Aufmerksamkeitsprüfungen, Gedächtnisversuche, Assoziationsversuche usw.). Entsprechende Versuche habe ich an anderer Stelle beschrieben (P. EICHLER, Menschenkunde. Leipzig 1933, S. 391 ff.).

Die Sprechplatte läuft auf einem elektrischen Plattenspieler und wird durch einen elektromagnetischen Tonabnehmer abgetastet. Die akustische Wiedergabe erfolgt durch eines der handelsüblichen Rundfunkgeräte, die heute stets für Schallplattenwiedergabe eingerichtet sind. Beide Geräte dürften in den meisten Schulen vorhanden sein.

Der Plattenspieler ist akustisch abzuschirmen, d. h. die direkte Luftübertragung von Geräuschen aus der Elektrodose muß sorgfältig unterdrückt werden. Wir lassen deshalb den Apparat im Schrankfach eines Experimentiertisches laufen, auf dessen Platte die übrigen Geräte aufgebaut sind. Da der an jedem elektrischen Tonabnehmer angebrachte Lautstärkeregler einen für unsere Zwecke viel zu geringen akustischen Umfang hat, regeln wir die Lautstärke des Wiedergabegerätes durch ein besonderes „Potentiometer-Regelgerät“ (Abb. 1). Es besteht im wesentlichen aus einem logarithmischen drahtlosen Potentiometer von 0,5 Megohm, das zwischen Tonabnehmer und Radioapparat liegt. Parallel zum Tonabnehmer ist ein Kondensator von $2 \mu F^1$) geschaltet. Er ist nötig, um jegliche Brummgeräusche des Wiedergabegerätes zu verhindern. Aus dem gleichen Grunde empfiehlt es sich, alle im Stromkreis des Tonabnehmers liegenden Instrumente u. a. mit ganz kurzen Drahtleitungen

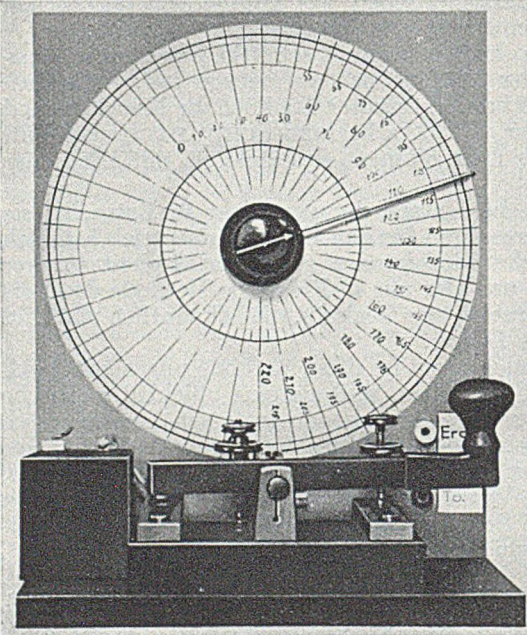


Abb. 1. Das Potentiometer-Regelgerät. Links unten der Kondensator, daneben die Morsetaste, rechts die 3 Buchsen für den Anschluß des Tonabnehmers. Das Potentiometer und die Anschlüsse für das Radiogerät befinden sich auf der Rückseite des Meßscheibensbrettes.

mente möglichst kapazitätsarm zu halten, also zu arbeiten.

An dem Potentiometer haben wir eine Meßskala (vgl. Abb. 1) angebracht. Das ist eine Kartonscheibe von 200 mm Durchmesser, die in 360 gleiche Teile geteilt ist. Mit Hilfe eines am Griff des Potentiometers befestigten Zeigers wird die jeweils eingestellte Lautstärkeeinheit — über diese weiter unten — abgelesen. Die Bezifferung der Meßscheibe haben wir so vorgenommen, daß die größte Lautstärke, die wir mit unserem Wiedergabegerät überhaupt erreichen können, mit Null bezeichnet wurde. Die geringstmögliche Lautstärke, bei welcher unmittelbar vor dem Lautsprecher eben noch wahrgenommen werden kann, ist durch die Zahl 215 bezeichnet. Es stehen uns somit 215 Einheiten der Lautstärke zur Verfügung.

Da es sich bei unseren Untersuchungen nicht um absolute Werte — etwa in Phon —, sondern nur um Vergleichszahlen handelt, spielt die Maßeinheit als solche

¹) Die elektrische Leistung von Potentiometer und Kondensator richtet sich natürlich nach der Leistung des verwendeten Rundfunkapparates und Tonabnehmers. Beim Nachbau des beschriebenen Regelgerätes müssen also Potentiometer und Kondensator den vorhandenen Apparaten angepaßt werden.

keine Rolle. Die im folgenden benutzte sogenannte Einheit (abgekürzt als E. geschrieben) ist also eine experimentelle Fiktion, die aber einen zahlenmäßigen Ausdruck für das Hörvermögen der Versuchspersonen darzustellen vermag, und zwar so, daß mit zunehmender Hörfähigkeit dieser Zahlenwert wächst und umgekehrt.

In die Leitung zwischen Tonabnehmer und Rundfunkgerät ist schließlich noch ein möglichst kapazitätsarmer Momentschalter (z. B. eine Morsetaste) gelegt, so daß wir die Schallquelle beliebig oft und beliebig lange unterbrechen können. Wir lassen auf diese Weise aus dem Sprechtext der Schallplatte immer nur einzelne Wörter ohne Zusammenhang ertönen, die der Prüfling sofort nachzusprechen hat. Raten und Simulieren der Versuchsperson ist dadurch unmöglich gemacht. Durch Drehen des Potentiometerknopfes wird die Schallquelle bis zum leisesten Flüstern heruntergedrosselt. Die geringste Lautstärke, bei welcher der Prüfling eben noch mit Sicherheit zu hören und richtig nachzusprechen vermag, wird in Einheiten (Teilstrichen) an der Meßskala des Triebknopfes abgelesen und notiert.

Aus Bequemlichkeitsgründen wurden Potentiometer, Morsetaste und Kondensator zu einem einheitlichen Regelgerät (Abb. 1) zusammengebaut. Alle Drahtverbindungen sind gelötet, und durch Telephonbuchsen wird der Apparat an den Tonabnehmer und das Rundfunkgerät angeschlossen. Die gesamte elektro-akustische Einrichtung wurde von unserem Schüler HELMUT BÜSCHEL (Kl. 8) entwickelt und aus handelsüblichen Radioteilen

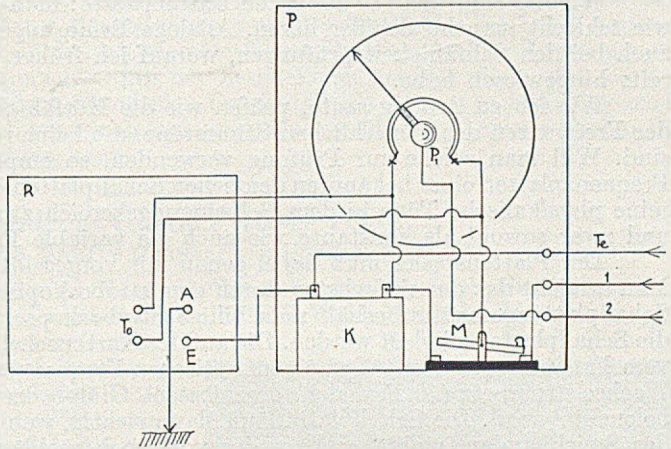


Abb. 2. Schaltschema für die ganze Prüfeinrichtung. R = Rückwand des Rundfunkapparates, darauf T_0 die beiden Buchsen für den Tonabnehmer, A = Antennenbuchse (sie wird geeerdet), E = Erdbuchse. — P = das Potentiometer-Regelgerät: K = Kondensator von $2 \mu\text{F}$, M = Morsetaste, P_1 = Potentiometer von $0,5 \text{ M}\Omega$ log. mit Meßscheibe, 1 und 2 = die Zuleitungen vom Tonabnehmer, T_e = die dritte, sog. „Erd“-Leitung des Tonabnehmers.

zusammengebaut. Abb. 2 gibt die Schaltung des Potentiometer-Regelgerätes und seiner Anschlüsse an den Rundfunkapparat und den Tonabnehmer wieder.

Die Versuche werden bei uns in einem großen Lehrsaal ($9 \times 9 \times 4 \text{ m}$) ange stellt. Die Versuchsperson ist 6 m vom Lautsprecher entfernt. Mit Absicht verwenden wir keinen besonders schalldichten Raum, sondern lassen alle Außengeräusche genau wie im normalen Unterricht wirken. Da unsere Schule an einem verkehrsreichen Platz im Inneren einer Großstadt liegt, ist der Störspiegel bei uns ziemlich hoch. Es werden sich also unter anderen räumlichen Bedingungen andere Zahlenwerte für die einzelnen Versuchspersonen ergeben. Für Relativmessungen einer bestimmten Schülerpopulation spielt das aber keine Rolle.

Es seien einige Bemerkungen zur Ausführung der Versuche beigefügt. Wir prüfen zunächst die allgemeine Hörfähigkeit beider Ohren, sodann jedes Ohr getrennt, wobei also der stereoakustische Effekt wegfällt. Das nicht zu prüfende Ohr wird mit einem „Ohropax“-Kügelchen verschlossen. Nach den Ergebnissen dieser Prüfungen unterscheiden wir drei Gruppen: Schlechthörende (0—100 E.), Normalhörende (110—170 E.) und Guthörende (über 180 E.). Die prozentuale Verteilung innerhalb unserer Schülerpopulation sei hier nicht angegeben, um Schlußfolgerungen zu vermeiden, die infolge der relativ beschränkten Zahl von Prüflingen doch keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit machen könnten. Für Erhebungen innerhalb unserer Schülerschaft sind die Ergebnisse natürlich wesentlich.

Interessant sind Hörfähigkeitsprüfungen vor und unmittelbar nach körperlichen Anstrengungen (Leibesübungen), als deren Folge im allgemeinen ein Absinken der Hörfähigkeit festzustellen ist. Es handelt sich dabei vorwiegend um Ermüdungserscheinungen, also um eine Minderung der Aufmerksamkeit.

Ganz allgemein ist zu sagen, daß bei allen Hörfähigkeitsprüfungen das Aufmerksamkeitsniveau der Versuchspersonen naturgemäß erhöht ist: der Prüfling ist allein und nicht im Klassenverband zugegen, d. h. er wird nicht abgelenkt; er weiß, daß er „geprüft“ wird, und er wird normalerweise bestrebt sein, ein „gutes“ Resultat zu erzielen. Das alles fördert seine Teilnahme und erhöht seine Aufmerksamkeit. Im normalen Unterricht liegen die Verhältnisse für Teilnahme und Aufmerksamkeit bekanntlich mitunter anders. Das muß berücksichtigt werden, wenn man die Ergebnisse solcher Hörfähigkeitsprüfungen für den praktischen Unterricht auswertet.

Wichtig sind uns vor allem die Extremwerte: man ist erstaunt, wie gut bzw. wie schlecht manche Schüler hören. Analoge Erfahrungen machen wir regelmäßig auch bei den Sehfähigkeitsprüfungen, worauf ich früher und an anderer Stelle bereits hingewiesen habe.

Wie ich zu Anfang sagte, prüfen wir die Hörfähigkeit vorwiegend mit Hilfe der Frequenzen der menschlichen Stimmtöne, die keine reinen physikalischen Töne sind. Will man solche zur Prüfung verwenden, so empfehle ich die sogenannten Frequenzplatten einer bekannten deutschen Schallplattenfabrik. Diese Platten liefern reine physikalische Töne in dem Schwingungsbereich zwischen 30 und 10000 Hz, und zwar sowohl als konstante wie auch als variable Frequenzen.

Der Plattenspieler muß dabei genau mit vorgeschriebener Tourenzahl laufen. Man erreicht das am einfachsten durch eine stroboskopische Kontrolle. In größeren Schallplattengeschäften erhält man billige Stroboskopscheiben aus Karton, die auf die Schallplatte aufgelegt werden. Die auf der Kartonscheibe aufgezeichneten Striche verschmelzen beim Umlauf zu einem optischen Frequenzband, das durch eine an das Wechselstromnetz (50 Perioden) geschlossene Glüh- oder noch besser Glimmlampe beleuchtet wird. Die Schallplatte läuft dann richtig, wenn das stroboskopische Bild des Strichbandes „steht“, d. h. weder vor- noch rückläufige Bewegung zeigt.

Die Lautstärke der betreffenden Tonfrequenz wird nach der oben beschriebenen Methode durch unser Regelgerät gesteuert und in E. abgelesen. Natürlich muß man sich bei Hörprüfungen durch reine Töne auf die Ehrlichkeit der Versuchspersonen verlassen, die ja nur die Angabe „gehört“ oder „nicht gehört“ machen können. Hierin liegt der Nachteil gegenüber den oben genannten Testwortplatten.

Mit Hilfe der Frequenzplatten und unseres Regelgerätes kann man weiterhin das WEBERSche Gesetz für akustische Reize quantitativ nachprüfen. Man gibt mit der Morsetaste des Regelgerätes zunächst einige Sekunden lang den Plattenton — am günstigsten sind 2000 bis 3000 Hz — bei geringer Lautstärke, abzulesen an der Meßskala in E. Dann erhöht man allmählich die Lautstärke und läßt die Versuchsperson angeben, wann sie den Ton deutlich als lauter empfindet. Der Lautstärkezuwachs wird wieder abgelesen und mit der Ausgangslautstärke in E. verglichen.

Die relative Unterschiedsschwelle für akustische Reize beträgt $\frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{7}$. Dieser Wert gilt wie das WEBERSche Gesetz als Ganzes bekanntlich nur in sehr entfernter Annäherung. Mit unserem Gerät läßt sich dieser Näherungswert aber bequem nachprüfen.

Da die genannten Frequenzplatten mit 30 Hz bzw. 10000 Hz akustisch in der Nähe der unteren bzw. oberen Hörgrenze liegen, benutzen wir sie auch zur Prüfung auf diese beiden physiologischen Extremwerte. Dabei kann es vorkommen, daß das verwendete Rundfunkgerät nicht mehr anspricht, d. h. daß das Frequenzband des betreffenden Lautsprechers zu schmal ist. Man hat also in diesen Frequenzplatten ein einfaches Mittel, um die akustische Bandbreite eines Empfängers nachzuprüfen. Auch für andere akustische Versuche sind solche Platten vorteilhaft, z. B. als guter und billiger Ersatz des Monochords, der Galtonpfeife und teurer Stimmgabelsätze. Sie kommen also, wie ich glaube, auch für den physikalischen Experimentalunterricht in Betracht, was hier nur nebenbei erwähnt sei. Es wäre zu wünschen, daß uns die Industrie Schallplatten lieferte mit den eigentlichen physiologischen Grenzfrequenzen 16 Hz bzw. 20000 Hz. Bedingung ist dann freilich ein Lautsprecher mit entsprechend

breitem Frequenzband, d. h. ein Radiogerät mit Doppellautsprecher und Baßanhebung.

Ich bin mir bewußt, daß die gesamte hier angegebene einfache Hörprüfungsmethodik keinen Anspruch auf wissenschaftliche Exaktheit erheben kann. Aber auch dem Verfahren der Absolutmessung in Phon — bekanntlich einer Methode, die auf Schalldruckmessungen beruht — kann physiologische Exaktheit nicht zugesprochen werden, weil hierbei z. B. die subjektiven Vorgänge beim Hören innerhalb verschiedener Frequenzbereiche gar nicht berücksichtigt werden können. Es tritt daher bei solchen Absolutmessungen immer wieder der Fall auf, daß Geräusche gleicher Phonzahl subjektiv sehr unterschiedlich empfunden werden (vgl. hierzu EICHLER, P. a. a. O., S. 426/27).

Da es uns bei den oben geschilderten Prüfungen, wie schon gesagt, nicht auf Absolutmessungen, sondern auf Vergleichswerte für ausgesprochen praktische Zwecke ankommt, und da die unserer Methode etwa anhaftenden Fehler für alle Versuchspersonen konstant bleiben, dürfte sich unser Verfahren für den gedachten Zweck eignen.

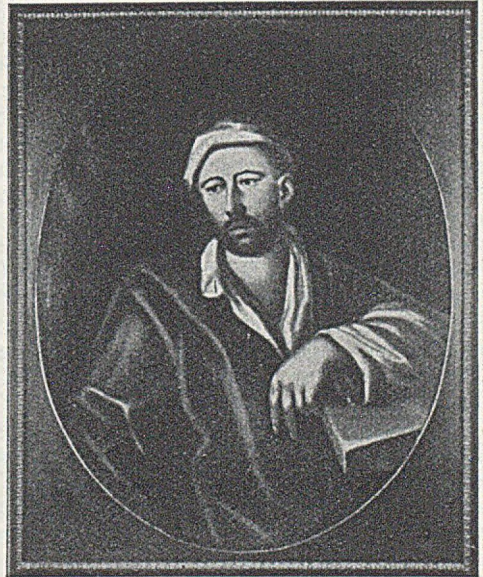
Erzieherisch wichtig erschien mir bei diesen Versuchen vor allem, daß sie Gelegenheit geben, physikalisch-technische Dinge in den Dienst schulbiologischer Zwecke zu stellen, daß also wieder einmal eine „Querverbindung“ zweier Fächer für die Praxis hergestellt werden kann.

Andreas Gärtner (1654—1727).

VON MARTIN GEBHARDT in Dresden.

Bei der Neuordnung und Neuaufstellung der historisch-physikalischen Abteilung des Fürstl. Naturalienkabinetts zu Schloß Waldenburg in Sachsen erregte ein schöner, großer, jahrhundertealter, vergoldeter Hohlspiegel mein besonderes Interesse, der aus der Werkstatt ANDREAS GÄRTNERS stammt. Wenn mir nun auch dieser Hofmechaniker August des Starken vom Mathematisch-Physikalischen Salon im Dresdner Zwinger her nicht unbekannt war, so machte ich mich doch erst jetzt daran, seinen Spuren weiter nachzugehen.

Je mehr ich mich in Bibliotheks- und Archivstudien vertiefte¹⁾, um so mehr stieg mein Interesse für die Persönlichkeit dieses GÄRTNER, der es verdient, gerade im neuen Deutschland der Vergessenheit entrissen und der heutigen Jugend zu Nutz und Ansporn vor Augen gestellt zu werden. Scheint mir das doch auch im Sinne einer Mahnung in „Erziehung und Unterricht“ zu liegen, wo es heißt: „Die erzieherische Wirkung des Physikunterrichts wird unterstützt durch gelegentliche Hinweise auf die Bedeutung der großen Forscherpersönlichkeiten, die der naturwissenschaftlichen Erkenntnis durch ihren Mut und ihre Ausdauer den Weg gebahnt haben.



Zeitgenössisches Bildnis Andreas Gärtners im Dresdner Zwinger.

¹⁾ Das Ergebnis dieser Studien ist niedergelegt in den „Mitteilungen des Fürstl. Waldenburgschen Familienvereins“ Heft 5: „Der Königl. Polnische u. Churfürstl. Sachs. Hofmechaniker und Modellmeister Andreas Gärtner und sein hölzerner Brenn- und Kurier-Doppelspiegel im Fürstl. Naturalienkabinettt zu Waldenburg. Ein Beitrag zur Geschichte der parabolischen Brennspiegel.“ VON MARTIN GEBHARDT. Waldenburg i. S. E. Kästner 1937. (66 Seiten.) Darin umfassende Literaturangaben über GÄRTNER.

Dabei ist der große Anteil, den gerade deutsche Forschertätigkeit an dem Ausbau der Naturwissenschaft und Technik seit jeher gehabt hat, hervorzuheben.“

Nun ist es gewiß, daß man ANDREAS GÄRTNER nicht in die großen Forscherpersönlichkeiten einreihen kann. Wohl aber gehört er zu den echt deutschen Menschen, die sich durch Mut und Ausdauer aus eigener Kraft ihren Weg gebahnt und zu ihrer Zeit als Erfinder auf vielen Gebieten der Physik und der Technik Ruhm und Ansehen erworben haben.

GÄRTNER ist ein schlichtes Kind des Volkes. Seine Vorfahren stammen aus der sächsischen Oberlausitz. Hier wurde er 1654 als Sohn eines Pachtmannes in einem Dorfe bei Bautzen geboren. Sein Vater wählte für ihn das Tischlerhandwerk und er hatte damit einen guten Griff getan. Denn der junge ANDREAS stellte sich in vierjähriger Lehrzeit sehr geschickt an und zog dann für lange Jahre auf die Wanderschaft. Sein erstes größeres Ziel war die damals weltberühmte Residenz Dresden. Dann ging es weiter durch Groß-Deutschlands Gaue. Wir wissen, daß er u. a. die Städte Leipzig, Hamburg, Eisleben, Iglau in Mähren, Wien, Ödenburg, Graz, Salzburg, München aufsuchte und überall, zum Teil jahrelang mit größtem Fleiße bei den tüchtigsten Meistern sich vervollkommnete, so daß er einen hohen Grad tischlerischer Fertigkeit erreichte. Aber sein Streben und Ehrgeiz begnügten sich damit nicht. Ihn lockte die damals in hoher Blüte stehende Kunst, feinste Arbeiten in Gold, Silber, Schildpatt und Elfenbein, insbesondere die hochbezahlten Einlegearbeiten auszuführen. Die hohe Schule hierfür war zu jener Zeit die freie Reichsstadt Augsburg, wo ihn die berühmtesten Meister unterwiesen.

Hier mochte es zuerst gewesen sein, wo in dem begabten jungen Manne der Wissenschaftler und Forscher erwachte. Den Anstoß scheint das in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts auftauchende Problem des Perpetuum mobile gegeben zu haben. Kunsthandwerker und Mechaniker stellten damals feinmechanische Werke von hoher Vollkommenheit her und da spukte wohl zuerst in ihren Köpfen der Gedanke, Maschinen zu bauen, die auf einen Anstoß hin ohne weitere Einwirkung äußerer Kräfte unbeschränkt lange weiterliefen. Bald setzte ein Kampf der Geister „für“ und „wider“ ein und auch GÄRTNER machte sich an die Lösung der heiklen Aufgabe. Mehrere Modelle brachte er zustande, ehe er aus eigenem Nachdenken die Unmöglichkeit der Lösung einsah. Von nun an nahm er gegen alle vermeintlichen Perpetuummobile-Erfinder eine scharfe Kampfstellung ein. Wie felsenfest seine Überzeugung war, kann man daraus entnehmen, daß er einen Preis von 1000 Gulden aussetzte für eine Maschine, die mindestens vier Wochen lang gehen sollte. Bedingung war, daß man während dieser Zeit immer Einblick in das Getriebe haben müsse. Schon der Überbringer einer Nachricht sollte 100 Gulden erhalten!

GÄRTNER suchte sich wissenschaftlich immer weiterzubilden. Er zog über Regensburg nach Innsbruck und nahm dort Unterricht in Geometrie und Architektur, erlernte zu seinen Künsten auch noch das Glasschleifen hinzu. Weiter ging es nach Italien, dem „so vieler Antiquitäten und kostbaren Gebäude halber weltberufenen Lande“.

In Venedig studierte GÄRTNER den eigenartigen Aufbau der Häuser auf Pfählen inmitten eines Sumpfbodens und die maschinelle Säuberung der Kanäle von Trieb- sand und Schlamm. In Bologna hörte er Vorlesungen über Mathematik und Astronomie sowie über den Bau von Sonnenuhren. In Rom blieb GÄRTNER sechs Monate, um dann Neapel aufzusuchen. Da inzwischen seine Mittel knapp geworden waren, nahm er wieder als schlichter Tischlergeselle Arbeit und verdiente vor allem durch feinste Silber- und Schildpatt-Einlegearbeiten soviel Geld, daß er ein halbes Jahr in der schönen Stadt verweilen und auch eine Vesuvbesteigung unternehmen konnte, die dazumal mit großen Strapazen verbunden war. Auf Grund seiner gründlichen Beobachtungen und Skizzen fertigte er später ein genaues Modell des Vulkans mit seinem tiefen Kessel und seiner jähren Abdachung an.

Nun aber erwachte in dem deutschen Menschen GÄRTNER die Sehnsucht nach der Heimat wieder. So finden wir unseren GÄRTNER 1686 wieder in Dresden, wohin er als ein „großer Virtuoso, stattlicher Mechanikus und vortrefflicher Künstler“, reich an Erlebnissen und Erfahrungen, zurückkehrte. Man wurde höheren Ortes auf ihn aufmerksam und 1687 bestellte ihn Kurfürst Johann Georg III. zu seinem Hof- und

Kunsttischler. Mehr und mehr übte sich GÄRTNER in der damals sehr geschätzten Kunst eines Modelltischlers, insbesondere im Bau von Festungsmodellen, die man ihm in Auftrag gab.

Nach Johann Georgs III. Tode kam sein Sohn Johann Georg IV. zur Regierung, der die Erfindergabe des nun schon berühmt gewordenen GÄRTNER zur Vervollkommnung der Geschütze ausnutzen wollte und ihn zu diesem Zwecke zuvor durch Feuerwerker unterweisen ließ. Es folgte die glanzvolle Ära August des Starken. Auch bei ihm blieb GÄRTNER in hohen Gnaden und wurde zum Hof-Mechanikus und Modellmeister ernannt. Jetzt begann eine Schaffensperiode von erstaunlicher Fruchtbarkeit und Vielseitigkeit. Zunächst erfand GÄRTNER Schnellfeuergeschütze, dann neuartige Mörser, Musketen für indirektes Schießen, Vorrichtungen zum Schleudern von Handgranaten, Kanonen mit Wasserkühlung, eine Art Mitrailleuse mit 14 Rohren, doppelläufige Pistolen für zwei verschiedene Schußweiten, um nur einiges zu nennen. Auch mit theoretischen Überlegungen hat er sich dabei abgemüht. So erforschte er die Ursache des Knallens und Donnerns beim Losbrennen der Geschütze und sann nach Mitteln zur Dämpfung des Explosionsgeräusches. Er untersuchte ballistische Kurven für die Bahn der Bomben und die Bedingungen für die Geschwindigkeit. Kurz, er trug praktisch und theoretisch wesentlich zur Vervollkommnung der artilleristischen Waffe bei.

Seine umfassenden Kenntnisse auf dem Gebiete der Sternkunde befähigten den Präzisionsmechaniker GÄRTNER, astronomische Instrumente zu ersinnen und selbst zu bauen, die die Bewegung der Planeten und ihrer Trabanten nach dem kopernikanischen System nachahmten und dabei ihre wichtigsten gegenseitigen Stellungen, ihren Auf- und Niedergang, ihre Sichtbarkeit und anderes zeigten. Ferner erfand er zu seinem Sternglobus ein auflegbares sinnreiches Instrument, das dem Laien die Orientierung erleichtern sollte; weiter ein Universalinstrument zur Bestimmung der geographischen Länge und Breite aller Orte der Erde, eine eigenartige Sonnenuhr und ein viel beachtetes „Planisphaerium Hydrographicum“ zur Demonstration der Ursachen von Ebbe und Flut.

Aber die Erfindungsgabe GÄRTNERS war damit bei weitem nicht erschöpft. Man möchte an Leonardo da Vinci denken, wenn man hört, daß er, um nur einiges herauszugreifen, Wendeltreppen, Brücken, neuartige Ofen- und Schornsteinanlagen, Wasserdruckwerke, Vermessungsinstrumente, Windmesser, Musikautomaten, ja sogar Bühnenmaschinerien und einen Fahrstuhl, der mehrere Stockwerke verband, ersann und ausführen ließ. Ein bestauntes Wunderwerk schuf er für den Speisesaal im Georgenschlosse zu Dresden, wo ein ungedeckter Tisch in den Fußboden versenkt und durch eine gedeckte Tafel ersetzt werden konnte. Wenn schon alle diese „Inventiones“ unserem GÄRTNER hohes Ansehen, äußere Ehren und klingenden Lohn einbrachten, so erregte er bei seinen Zeitgenossen doch am meisten Aufsehen durch seine Brennspiegel, die bald weit über die Grenzen seiner Heimat berühmt wurden.

Ich habe an anderer Stelle²⁾ über die Geschichte der Brennspiegel Genaueres ausgeführt. Hier kann nur angedeutet werden, daß sie bis ins Altertum zurückreicht, wo die längst widerlegte Sage von der Schiffsverbrennung durch Archimedes mit am Anfange steht. Seit Polybius, Plutarch und Anthemios spukt diese Mär immer wieder durch die Literatur, und namentlich im 12. Jahrhundert wurde sie durch ZONARAS und TZETZES aufgewärmt und phantasievoll verteidigt. Sicher ist, daß man sich schon im folgenden Jahrhundert neben dem sphärischen auch schon mit dem parabolischen Spiegel beschäftigt hat (ROGER BACON). Vielleicht war REGIOMONTAN einer der ersten, der einen solchen wirklich herstellte. Später, zu Anfang des 17. Jahrhunderts, haben die Jesuiten GASPAR SCHOTT und ATHANASIUS KIRCHER sowie GIAMBATTISTA DELLA PORTA sich mit Parabolspiegeln abgemüht und viel darüber geschrieben. Immer wieder wandte man in der Folgezeit Zeit, Mühe und Geld an ihre Verfertigung.

Was war die Ursache? Heute in der Zeit des elektrischen Flammenbogens vermag man sich kaum noch vorzustellen, welches Aufsehen die gewaltigen thermi-

²⁾ Siehe Anm. 1 auf S. 103.

schen Wirkungen im Brennpunkte eines großen Hohlspiegels erregten. Doch lag das weniger an dem Bestreben, die Wissenschaft zu fördern, als vielmehr an der Schaulust und der „Sensation“, die mit verblüffenden Vorführungen verbunden war.

Schauexperimente dieser Art, auch solche mit der Laterna magica, mit magnetischen Spielereien u. a., liebten insbesondere Fürsten, auch Kirchenfürsten und andere reiche Herren. Sie ließen es sich hohe Summen, die bis mehrere Tausend Taler betragen, kosten, um einen solchen Wunderspiegel zu erwerben und seine erstaunlichen Leistungen ihren Gästen vorzuführen. So kauften sich außer August dem Starken unter anderen Zar Peter der Große, Kaiser Leopold von Österreich, Ludwig XIV. von Frankreich und selbst der König von Persien Brennspiegel von oft gewaltigen Dimensionen.

Groß aber waren die Schwierigkeiten bei der Herstellung genauer Parabolspiegel, und wir erfahren aus der zeitgenössischen Literatur, daß noch in der Mitte des 17. Jahrhunderts viel minderwertige, ja mißlungene Fabrikate zu finden waren. Fast alle Spiegel wurden damals aus Metall, sei es durch Guß oder Bearbeitung von Blech, geformt, wobei eine nur grobe Annäherung an die Kugel oder das Rotationsparaboloid erreicht werden konnte.

GÄRTNER nun — und das ist sein unbestreitbares Verdienst — ging vom Werkstoff Metall zum Werkstoff Holz über. Dadurch erreichte er es, neben einem Franzosen VILETTE in Lyon und dem gleich GÄRTNER aus der Lausitz stammenden Grafen VON TSCHIRNHAUS, die aber Kupfer verwendeten, die vollendetsten Brennspiegel herstellen zu können. Vergoldet und feinstens poliert, wurden sie bald überall in der Welt berühmt und begehrt. Wir haben ein Büchlein von GÄRTNER aus dem Jahre 1715, in dem er „die seltzamen, gantz wunderbaren Würkungen“ seiner „unlängst gantz neu-erfundenen Hölzernen Parabolischen Brenn-Spiegel“ beschreibt³⁾. Es kann leider nur angedeutet werden, daß er hier systematisch die optischen, akustischen, thermischen, ja sogar Heilung spendenden Effekte ausführlich darlegt, wobei er neben der Sonne auch die verschiedensten anderen Wärmequellen heranzieht.

Zumeist wird dabei mit einem 1,40 Meter großen Spiegel bei etwa einem halben Meter Brennweite gearbeitet, der neben allen Metallen auch Steine, Mineralien verschiedenster Art und selbst Asbest geschmolzen hat.

Man erwarb aber einen GÄRTNERSchen Spiegel auch noch aus einem anderen Grunde. GÄRTNER hatte erkannt, daß ein sehr flacher Parabolspiegel mit großer Brennweite jenseits des Fokus eine milde Konzentration von Sonnenstrahlen bewirkt, die in vielen Fällen rheumatische Leiden zu heilen oder zu mildern imstande ist. Heilanzeigen aus jener Zeit liegen tatsächlich vor.

Ein solcher „Kurierspiegel“, dessen sich u. a. auch der berühmte Goldschmidt DINGLINGER bedient hat, ist noch heute im Mathematisch-Physikalischen Salon im Zwinger vorhanden. Leider sind sonst die meisten GÄRTNER-Spiegel verschollen. Der besterhaltene ist der zu Anfang von mir erwähnte Waldenburger, den Fürst Otto Victor im 18. Jahrhundert für sein Naturalienkabinett erwarb. Er zeigt heute nach bald einem Vierteljahrtausend noch eine erstaunlich gute Form. Die Vergoldung seiner Fläche von rund 1 Meter Durchmesser wurde erneuert. Es gelang mir, viele der in GÄRTNERS Büchlein beschriebenen Versuche mit Erfolg zu wiederholen.

Während die Brennweite dabei rund $\frac{1}{2}$ Meter beträgt, stellt die Rückseite einen Kurierspiegel dar, mit einer Brennweite von angenähert 6 Meter. Dieser ausgezeichnet erhaltene Waldenburger Doppelspiegel dürfte einzig in seiner Art sein und seine Besichtigung lohnt sich.

ANDREAS GÄRTNER hat ein Alter von 72 Jahren erreicht. Ehren und Auszeichnungen häuften sich auf ihn. Aber nie wurde er stolz. Im Gegenteil wird seine große Bescheidenheit gerühmt. Er liebte es nicht, wenn von seinen Erfindungen viel Redens gemacht wurde. Groß war sein Fleiß, der ihn befähigte, die einer genialen Phantasie immer neu entspringenden Ideen in die Wirklichkeit umzusetzen. Er sprach nicht viel. Über allem stand ihm die Tat. Nur wenige kleine Schriften kennen wir von ihm.

³⁾ In meinem oben angeführten Buche gebe ich diese amüsante Schrift wortgetreu wieder.

GÄRTNER war ein frommer und demütiger Christ. Seine reichen Mittel benutzte er nicht zum Wohlleben. Da er das Tischlerhandwerk, von dem er kam, auch im späteren Leben immer hochhielt, gedachte er gern armer Tischlergesellen, für die er allzeit eine offene Hand und einen gedeckten Tisch hatte und für die er auch nach seinem Tode durch ein ansehnliches Legat sorgte. Eine schöne Aufgabe sah er darin, Talente zu erkennen und durch reiche Spenden zu fördern. Größere Summen gab er für seine Bibliothek philosophischer, mechanischer und mathematischer Fachliteratur aus.

PAUL JACOB MARPERGER, der als Zeitgenosse GÄRTNERS dessen Leben beschrieb, nennt ihn den „Sächsischen Archimedes“ und begründet diesen Ehrennamen ausführlich. Vielleicht ist der Vergleich nicht ganz passend; aber er zeigt, wie hoch man einst diesen liebenswerten, hochbegabten, erfolgreichen und bescheidenen echt deutschen Handwerker, Gelehrten und Erfinder mit Recht einschätzte. Ihn der deutschen Jugend wieder in Erinnerung zu bringen, erscheint mir eine schöne Pflicht⁴⁾.

Kieselgel als Trockenmittel.

Von KARL PIETZKER in Gardelegen.

Ein in den Schullaboratorien vielleicht noch nicht so häufig verwendetes, ausgezeichnetes Trockenmittel ist Kieselgel. Dadurch, daß die harten, glasklaren Körner des Blau-Gels sich bei Wasserbeladung rötlich färben, wird den Schülern sichtbar der Feuchtigkeitsgehalt eines zu trocknenden Gases und die Stärke fortgeschrittener Beladung des Gels mit Wasser vor Augen geführt. Sowohl U-Röhren, Exsikkatoren usw. lassen sich mit Kieselgel, das als reine Kieselsäure völlig indifferent ist, sauber und leicht beschieken.

Dem vielfach in U-Röhren benutzten Chlorkalzium gegenüber hat Kieselgel den großen Vorzug, daß die blauen Körner auch bei völliger Sättigung nicht erweichen oder gar zerfließen und zusammenbacken, wie dies ja bei ersterem der Fall ist. Der mit Kieselgel zu erreichende Trockengrad liegt über dem des Chlorkalziums.

Hinzu kommt, daß ein Trockner, der mit Chlorkalzium gefüllt ist, nach Beladung mit Wasser völlig neu beschiekt werden muß, während Kieselgel immer wieder aktiviert werden kann. In einem heißen Luftstrom oder bei vorsichtigem Erwärmen (im Trockenschrank) gewinnen die durch Wasserbeladung schwach rötlich gefärbten Körner ihre kräftige blaue Farbe wieder und sind von neuem verwendungsfähig.

Neben dem soeben erwähnten anschaulichen Farbwechsel ist es die leichte und saubere Handhabung, die es gerechtfertigt erscheinen läßt, dem Kieselgel anderen Trocknern wie z. B. Schwefelsäure, Phosphorpentoxyd oder Chlorkalzium gegenüber den Vorzug zu geben.

Zum Übergang von der sphärischen zur ebenen Trigonometrie.

Von GUSTAV HÖNIG in Danzig-Langfuhr.

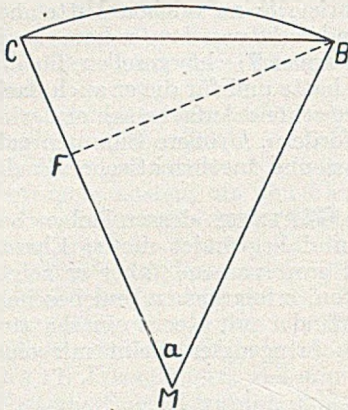
Beim Übergang von der sphärischen zur ebenen Trigonometrie werden in den Lehrbüchern, soweit ich feststellen konnte, entweder die trigonometrischen Formeln für kleine Winkel oder, strenger, Reihenentwicklungen gebraucht. Für den Anfänger durchsichtiger und dabei doch wissenschaftlich streng ist folgender Weg.

Man formt zunächst sowohl den Sinussatz als auch den Seitenkosinussatz der sphärischen Trigonometrie so um, daß die Verbindungsstrecken $\bar{a} = \overline{BC}$, $\bar{b} = \overline{AC}$, $\bar{c} = \overline{AB}$ des Kugeldreiecks ABC mit den Seiten \widehat{a} , \widehat{b} , \widehat{c} und den Winkeln α , β , γ in den Ausgangsformeln auftreten. Ist r der zugehörige Kugelhalbmesser, so erkennt man leicht aus der Richtzeichnung,

$$\text{daß } \sin \widehat{a} = \frac{\overline{FB}}{r} = \frac{\bar{a}}{r} \cos \frac{\widehat{a}}{2}$$

$$\text{und } \cos \widehat{a} = \frac{r - \overline{CF}}{r} = 1 - \frac{\bar{a}}{r} \sin \frac{\widehat{a}}{2} = 1 - \frac{\bar{a}^2}{2r^2}.$$

⁴⁾ Schon einmal ist GÄRTNER von einem Schulmanne behandelt worden, und zwar im Programm der Realschule zu Dresden-Johannstadt 1902 von ERNST HOYER.



Infolgedessen lassen sich Sinus- bzw. Seitenkosinussatz der Kugeltrigonometrie in der Form

$$\frac{\bar{a} \cos \frac{\hat{a}}{2}}{\bar{b} \cos \frac{\hat{b}}{2}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}.$$

$$\bar{a}^2 = \bar{b}^2 + \bar{c}^2 - 2 \bar{b} \bar{c} \cos \alpha \cos \frac{\hat{b}}{2} \cos \frac{\hat{c}}{2} - \frac{\bar{b}^2 \bar{c}^2}{2 r^2}$$

schreiben. Hieraus ergeben sich ohne weiteres die entsprechenden Sätze der obenen Trigonometrie, wenn man r unbegrenzt wachsen läßt.

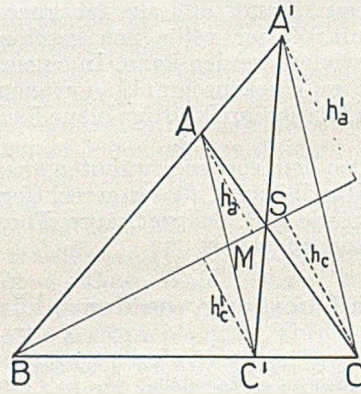
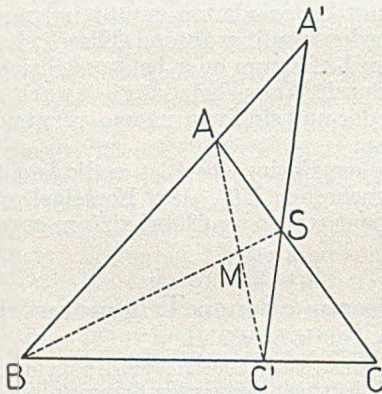
Dreiecksverwandlung im Gelände.

Von WILHELM GERMAN in Tübingen.

In der O III des Gymnasiums hatte ich im Jahre 1936 in üblicher Weise die Aufgabe behandelt: Verwandle ein Dreieck ABC in ein anderes $A'BC'$, von dem BC' auf BC liegend gegeben ist. In der nächsten Unterrichtsstunde legte der Schüler EBERHARD SCHMITT Zeichnungen zur Begutachtung vor, in denen er die Aufgabe nach einem anderen Verfahren zu lösen versucht hatte, dessen Richtigkeit er zwar nicht beweisen konnte, aber auf Grund seiner Zeichnungen vermutete. Sein Weg ist dieser:

Zeichne die Mitte M von AC' . Ziehe die Gerade BM , die AC in S trifft. Ziehe die Gerade $C'S$, die BA in A' trifft. $A'BC'$ ist das gesuchte Dreieck.

Auf diese Lösung war der Schüler durch Probieren gekommen. Da seine Zeichnungen die Parallelität von $A'C$ und AC' ergaben, vermutete er die Richtigkeit seines Weges.



Das Verfahren ist richtig, kann aber allerdings mit den auf jener Klassenstufe zur Verfügung stehenden Mitteln nicht bewiesen werden. Es erscheint mir bemerkenswert, daß diese aus der projektiven Geometrie bekannte Zeichnung hier unter dem Gesichtspunkt der Flächen-gleichheit betrachtet wird.

Der Beweis läßt sich bequem mit den Eigenschaften des vollständigen Vierecks führen: „Im vollständigen ebenen Viereck sind je 2 der 3 Nebeneckpunkte harmonisch getrennt durch die beiden Gegenseiten, die sich in dem dritten Nebeneckpunkt schneiden.“¹⁾ In dem vollständigen Viereck $SA'BC$ schneidet $A'C$ die Gerade AC' in dem vierten, von M harmonisch getrennten Punkte, der aber unendlich fern liegt, da M die Strecke AC' hälftet¹⁾. Also ist $AC' \parallel A'C$. Damit ist das angegebene Verfahren auf das sonst übliche zurückgeführt.

Soll die Lösung der Aufgabe im Gelände durchgeführt werden, so ist das besprochene Verfahren gerade ein Mittel, parallele gerade Linien auszustecken. Und das ist ins-

¹⁾ REYE, Geometrie der Lage I. V. Auflage 1909. Seite 40 und 44.

besondere der Grund, weshalb es sich meines Erachtens lohnt, diesen Weg zu beschreiten.

Da mein Schüler den obigen Beweis mit dem vollständigen Vierock nicht verstehen konnte, habe ich seine Kameraden der UI horangezogen, die den Satz mit Hilfe der Analytischen Geometrie beweisen mußten. Man wählt am einfachsten ein schiefwinkliges Achsenkreuz mit BC als x-Achse und BA als y-Achse. Die Gitterzahlen sind A (0/c), C (a/0) und C' (a'/0). Man findet dann die Größe c' der Ordinate des Punktes A' aus der in dem Lösungsweg vorgeschriebenen Bedingung, daß die drei Geraden BM, AC und A'C' durch einen Punkt S hindurchgehen müssen. Die Gleichungen der Geraden lauten:

$$\begin{aligned} BM &\equiv cx - a'y = 0, \\ AC &\equiv \frac{x}{a} + \frac{y}{c} = 1, \\ A'C' &\equiv \frac{x}{a'} + \frac{y}{c'} = 1. \end{aligned}$$

Die Bedingung, daß sich die drei Geraden in einem Punkte schneiden, lautet:

$$\begin{vmatrix} c & -a' & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{a} & \frac{1}{c} & 1 \\ \frac{1}{a'} & \frac{1}{c'} & 1 \end{vmatrix} \cdot \sin \beta = 0,$$

wobei $\sphericalangle ABC = \beta$ ist.

Dies ergibt:

$$ac = a'c',$$

d. h. c' fällt so aus, daß die Produkte der Dreiecksseiten, die den gemeinsamen Winkel einschließen, gleich groß werden. Die Dreiecke ABC und A'BC' sind also flächengleich.

Ein elementarer Beweis, der allerdings auch noch nicht in O III des Gymnasiums, sondern erst in O II bei den Strahlensätzen gebracht werden kann, ist folgender:

Man zeichnet durch die Punkte A, C, A' und C' die Lote h_a, h_c, h'_a und h'_c auf BS. Der Strahlensatz II ergibt dann:

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{h'_c}{h_c} &= \frac{BC'}{BC} & (2) \quad \frac{h_a}{h'_a} &= \frac{BA}{BA'} \text{ und} \\ (3) \quad \frac{h_a}{h_c} &= \frac{SA}{SC} & (4) \quad \frac{h'_c}{h'_a} &= \frac{SC'}{SA'} \end{aligned}$$

Division der Gleichungen (1) und (2) sowie (3) und (4) führt unter Benutzung der aus $MA = MC'$ sich ergebenden Gleichheit $h_a = h'_c$ zu folgendem:

$$(5) \quad \frac{h'_a}{h_c} = \frac{BC' \cdot BA'}{BC \cdot BA} \quad (6) \quad \frac{h'_a}{h_c} = \frac{SA \cdot SA'}{SC \cdot SC'}$$

Die rechten Seiten dieser Gleichungen geben die Verhältnisse der Flächen der Scheiteldreiecke A'BC' und ABC einerseits und ASA' und CSC' andererseits. Setzt man den Wert des fraglichen Verhältnisses

$$\frac{h'_a}{h_c} = w,$$

so wird

$$(7) \quad \Delta A'BC' = w \cdot \Delta ABC$$

$$(8) \quad \Delta ASA' = w \cdot \Delta CSC'. \text{ Subtraktion ergibt Viereck } ABC'S = w \cdot \text{Viereck } ABC'S.$$

Es ist also $w = 1$.

Folglich ist nach (7)

$$\Delta A'BC' = \Delta ABC.$$

In den Abbildungen ist $a' < a$ angenommen. Die Beweise lauten wörtlich ebenso wie oben, wenn $a' > a$ ist.

Nadtrag zu der Arbeit „Die Darstellung des Magnesiums aus Karnallit als Unterrichtsversuch“ (Unterrbl. 1937, 277).

Herr Dr. SCHARF (Staatl. Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht, Berlin) teilt mir mit, daß im Handel ein Präparat „Magnesiumkaliumchlorid“ zu haben ist, das die immerhin zeitraubende Herstellung des künstlichen Karnallits überflüssig macht und somit ein bedeutend bequemeres Arbeiten ermöglicht. Man fügt etwa $\frac{1}{6}$ vom Gewicht des angewandten

Magnesiumkaliumchlorids an Salmiak hinzu und schmilzt in der S. 280 angegebenen Weise im Eisentiegel ein. Wie ich mich überzeugt habe, ist das Ergebnis ebensogut wie beim selbsthergestellten künstlichen Karnallit, so daß die Verwendung dieses Präparates durchaus empfohlen werden kann. Zeitler.

Mitteilungen.

Die Berufskameraden werden auf den nachstehenden Erlaß des Reichsministers für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung vom 9. 1. 39 hingewiesen:

„Von der Fachgruppe Metallerzeugende Industrie der Wirtschaftsgruppe Nichteisenmetall-Industrie wurde der Wunsch an mich herangetragen, den Lehrkräften der Physik und Chemie an den höheren Schulen Gelegenheit zu geben, Verbindung mit der Praxis zu erhalten. Die Hütten haben sich bereit erklärt, den in Frage kommenden Lehrkräften an höheren Schulen ihre Betriebe zu zeigen und auch unter Umständen diesen Lehrkräften eine kurze Praxis bei den Werken zu ermöglichen.“ FRANCK.

Am 13. März jährt sich zum 150. Male der Geburtstag von Georg Simon OHM. Im Anschluß an eine große OHM-Gedächtnisfeier, verbunden mit einer Dauer Ausstellung in Köln, wird eines der nächsten Hefte der Unterrichtsblätter der Würdigung des großen deutschen Forschers und Schulmannes gewidmet sein.

Bücherbesprechungen.

Gerhard Kowalewski, Magische Quadrate und magische Parkette. Mit 10 Textfiguren und einem Titelbild. (Scientia Delectans, Gemeinverständliche Darstellungen aus der Unterhaltungsmathematik und aus verwandten Gebieten, Heft 2.) Verlag von K. F. Koehlers Antiquarium, Leipzig 1937. 87 S. Broschiert 2,— RM.

Mit der schönen, neuartigen Behandlung des Fünfeckerspieles in „Boss Puzzle und verwandte Spiele“ eröffnete der Verfasser im Jahre 1921 eine Reihe „Mathematica Delectans“, die leider unter den damaligen Zeitverhältnissen nicht fortgesetzt werden konnte. Nunmehr liegt mit den „Magischen Quadraten“ das 2. Heft der Reihe vor, die übrigens in ihren Aufgaben erweitert wird, wie der neue Titel „Scientia Delectans“ erkennen läßt.

Verfasser behandelt die bekannten Eigenschaften der magischen Quadrate und Parkette ganz kurz, um sich sofort einem ganz neuen Problem zuzuwenden, das er für vierzeilige Quadrate aufgestellt hat. Durch eine Zusatzbedingung führt er ein „Kreuz“ ein, und es zeigt sich sofort, daß zu diesem ein „Gegenkreuz“ auftritt, für das die Zusatzbedingung von selbst erfüllt ist. Eine einfache Beziehung zwischen beiden Kreuzen führt zur Feststellung, daß diese Quadrate sich in 2 Gruppen ordnen, deren erster das Dürerquadrat angehört. Die andere Gruppe nennt Verf. Sonnenquadrate. Beide Gruppen werden vollständig hergeleitet und untersucht. Sodann wird die Aufgabe behandelt, Dürer- oder Sonnenquadrate als Ausschnitte aus einem „Parkett“ zu erhalten, also sogenannte Teufelsquadrate mit Kreuzbedingung. Hierbei ergibt sich eine reizvolle, aus Quadraten und Rhomben zusammengesetzte Parkettierung, die Verf. den Architekten zur Beachtung empfiehlt. Schließlich wird die magische Zahlenanordnung vom Quadrat auf einen durchbohrten Würfel übertragen, von dem die Betrachtung zum vierdimensionalen Würfel aufsteigt.

Die Einführung der Kreuzbedingung bedeutet eine äußerst wertvolle Bereicherung des so viel bearbeiteten Gebietes der Zauberquadrate. Dazu kommt eine Fülle geschichtlicher Hinweise und weiterer Anregungen, die der Verf. fast auf jeder Seite einzustreuen weiß. So ist das Buch trotz geringen Umfangs überraschend reich an Inhalt, und die lebendige Art der Darstellung sowie die gediegene Ausstattung verdienen besonders hervorgehoben zu werden. Jeder Freund geistreicher Unterhaltung wird an dem Buch seine Freude haben.

Meißen.

KERST.

G. Größ, Variationsrechnung. 39 Figuren, 247 S. Preis in Leinen 5,40 RM. Quelle & Meyer, Leipzig 1938.

„Dieses Buch ist als Einführung in die Variationsrechnung für Studenten der Mathematik, Physik und Technik geschrieben, die mit der Differential- und Integralrechnung vertraut sind und auch ein wenig mit Differentialgleichungen umzugehen verstehen.“

Der Aufbau gestaltet sich so: die erste Variation beim einfachsten Variationsproblem, die zweite Variation, die Bedingungen von Weierstraß, die Theorie von Jacobi und Hamilton, Punkt und Kurve, die Weierstraß-Theorie, allgemeinere Variationsprobleme.

Die Anwendungen in Geometrie und Mechanik sind stark betont, der Stil ist klar, das Stoffgebiet bietet jedoch keine einfache Kost.

S. Valentiner, Vektoranalysis. Fünfte, erneut durchgesehene Auflage. 136 S. 13 Figuren. Preis 1,62 RM. Sammlung Göschel Nr. 354. Walter de Gruyter & Co., Berlin. 1938.

Das Büchlein ist infolge seiner ausgezeichneten Brauchbarkeit einen erfolgreichen Weg gegangen. Wenn es sich auch nicht unumwunden zu der in Deutschland begründeten Vektoranalysis bekennt, so sucht es doch einen Mittelweg zwischen der englischen und deutschen Auffassung (S. 11).

Es entwickelt die Rechengesetze, gibt den Anwendungen viel Raum und weist auf die wichtigsten Eigenschaften der Vektorfunktionslehre hin.

P. B. Fischer, Arithmetik. 19 Abb., 152 S. Preis gebunden 1,62 RM. Sammlung Göschel Nr. 47. Walter de Gruyter & Co., Berlin 1938.

Da ein Vorwort nicht vorhanden ist, erfährt man nichts darüber, wieweit das bekannte Bändchen von HERMANN SCHUBERT, Arithmetik und Algebra, bei dieser Neubearbeitung benutzt worden ist. Das ziemlich knapp gehaltene Literaturverzeichnis weist allerdings auf den Band 48 von H. SCHUBERT hin, der eine Beispielsammlung zum früheren Bändchen 47 bringt.

Während SCHUBERT auf den Rechnungsarten seinen Gedankengang aufbaut, folgt FISCHER dem Zahlbegriff und seinen Erweiterungen. Infolgedessen bildet das Permanenzprinzip (S. 65f.) das Kernstück seines Büchleins, im übrigen wird der logischen Kette von den natürlichen Zahlen bis zu den komplexen Zahlen gefolgt. In einem Anhang wird das Wesentlichste über arithmetische und geometrische Reihen, über Kombinatorik und über den binomischen Lehrsatz gebracht.

Die Darstellung ist klar, zuweilen aber etwas zu abstrakt.

W. Benz, Leitfaden der Stereometrie. Mit 122 Figuren im Text. (Mathematisches Unterrichtswerk für höhere Mittelschulen. Herausgegeben vom Verein schweiz. Mathematiklehrer.) 219 S. 8°. Gebunden Fr. 3.80, RM. 2,30. Orell Füssli Verlag, Zürich und Leipzig.

Wenn wir von dem systematischen Aufbau dieses Bandes, der natürlich ganz im Sinne des Schweizer Lehrplans vorgenommen worden ist, absehen, enthält er 4 wichtige Gebiete:

1. die projektive Geometrie mit dem Bewegungsprinzip, mit dem Dualitätsgedanken, mit der Abbildungsidee bei Symmetrie, Kongruenz, Ähnlichkeit, Affinität und Kollineation, mit den unendlich fernen Elementen,
2. die darstellende Geometrie mit Schrägprojektion, Grund- und Aufriß insbesondere an Kegelschnitten,
3. die rechnende Geometrie an Körpern, die, wohl aus nationalen Gründen, auch die Guldin'sche Regel enthält. Paul Guldin (1577—1642) ist geborener Schweizer,
4. allgemeine Beziehungen zwischen Punkt, Gerade, Ebene bis hin zur körperlichen Ecke.

Auf das vierte dieser Stoffgebiete verzichten wir in Deutschland schon längere Zeit.

Der Stoff ist sehr klar, nach unseren Begriffen zuweilen etwas abstrakt, dargestellt. Aber ein abschließendes Urteil kann man noch nicht abgeben, weil ein besonderer noch zu erwartender Band das Aufgabenmaterial dazu bringen soll.

Wir beginnen mehr und mehr das Wort „Stereometrie“ fallen zu lassen, weil das Wort Geometrie uns sagt, daß zu ihr die Raumpflege gehört.

Ulrich Graf, Trigonometrie der Ebene, sphärische Trigonometrie und Kartentwürfe. 127 Abb., 2 Raumbilder. 191 S. Preis in Leinen 4,— RM. Quelle & Meyer, Leipzig, 1938.

Das Bändchen enthält das Stoffgebiet der ebenen und räumlichen Trigonometrie, und zwar in einem Ausmaß, das die Darstellungen in den bisherigen Schulbüchern an einigen Stellen überschreitet. Das Vorwort sagt, daß sich der Autor das Büchlein von Fachmathematikern und Geographen benutzt denkt. Da wir nach dem neuen Lehrplan einen sehr straff gespannten, kurzen Aufbau benötigen, kommt das Büchlein höchstens als Privatlektüre für den Mathematiklehrer in Betracht, denn es bringt noch Sätze und Formeln, die wir schon längst über Bord geworfen haben, oder die wir an sich überhaupt nicht benötigen. Wer sich speziell für den zeichnerischen Einschlag in der Kugeltrigonometrie interessiert, wird alte und neue Methoden darin finden. Auf die astronomischen Anwendungen im Kugeldreieck wurde verzichtet, die heute wichtigen Kartentwürfe wurden in den Grundzügen entwickelt.

Der Stil ist klar, die Figuren sind einwandfrei.
Düsseldorf.

G. WOLFF.

Gerhard Peters, Das chemische Luftschutz-ABC. Eigenschaften, Gefahren und Abwehr der chemischen Kampfstoffe. Gemeinverständlich dargestellt für alle. 77 S. Ferd. Enke, Stuttgart, 1938. Gebefet 1,80 RM.

Der Verfasser vertritt die Auffassung, daß das Wissen um die chemischen Kampfstoffe wegen ihrer Bedeutung bei Luftangriffen einem möglichst weiten Kreis zugänglich gemacht werden muß und daß dies bei geeigneter Darstellung auch möglich ist. Er wendet sich mit seiner Darstellung auch an solche Leser, die keinerlei chemische Vorkenntnisse mitbringen und will durch eingeschobene Ergänzungen in Kleindruck auch einem chemisch schon etwas vorgebildeten

Leserkreis dienen. Das Buch gliedert sich in: I. Einleitung, II. Die chemischen Kampfstoffe, III. Gasschutz und Kampfstoffabwehr, IV. Kampfstoffvergiftungen, V. Schädigungen von Lebensmitteln durch Kampfstoffe, VI. Vergiftung von Tieren durch Kampfstoffe. Die beiden letzten Abschnitte umfassen zusammen 3 Seiten. Verf. teilt die Kampfstoffe ein in Grünkreuz, Blaukreuz und Gelbkreuz und sagt S. 6, daß er damit „Zustandsformen (gemeint ist Zerteilungsarten, d. Ref.) der Gifte“ bezeichnen will. Dem widerspricht die Einteilung S. 10f., wo unterschieden werden: a) gasförmig wirkende Reizstoffe, b) Giftgase (Grünkreuz), c) Schwebstoffe und Nebel (Blaukreuz), d) Giftflüssigkeiten (Gelbkreuz). Tabelle 3, S. 27 führt auf: I. Reizstoffe mit Blaukreuz- und Grünkreuzwirkung, II. Giftgase (Grünkreuzwirkung), III. Hautgifte (Gelbkreuzwirkung). Offensichtlich wird den vorher zur Kennzeichnung der „Zustandsform“ festgelegten Begriffen später ein gänzlich anderer Begriffsinhalt zugeordnet. S. 14 werden Perstoff und Chlorpikrin ohne nähere Erläuterung als Gase bezeichnet. S. 73 steht: Blaukreuz . . . jedoch können Flüssigkeiten . . . gefährliche Mengen Arsen aus dem Gas (aus welchem? Ist Blaukreuz ein Gas? d. Ref.) aufnehmen. Die unklare Begriffsbildung, die durch diese Proben belegt wird, dürfte den didaktischen Wert der Schrift stark beeinträchtigen, wenn nicht überhaupt in Frage stellen. Von einem weiteren Eingehen auf ihren Inhalt sehe ich deshalb ab. FLÖRKE.

Grimsehl-Tomaschek, Lehrbuch der Physik. Teubner, Leipzig. Band I: Mechanik, Wärmelehre, Akustik. 10. Aufl. 1938. 681 S. – Band II: 2. Materie und Äther. 8. Aufl. 1938. 456 S.

Erinnerungen werden in mir ausgelöst, wenn ich an die Beurteilung der beiden neuen, 1938 erschienenen Bände des Grimsehl'schen Lehrbuches herantrete. Es war im Juni 1914, als mir GRIMSEHL stolz den ersten Band der 3. Auflage seines Buches, an dem ich ihm geholfen hatte, mit seinem Dank überreichte. Bald danach standen wir beide vorm Feind. 25 Jahre sind darüber hingegangen, und es ist reizvoll für mich, in dem Buch das Alte, in seiner Eigenart mir noch Bekannte und das Neue, Hinzugekommene auf mich einwirken zu lassen. Spricht sich doch in dem Nebeneinander aus, welche gewaltige Entwicklung die Physik in diesen 25 Jahren erlebt hat, und andererseits, daß noch immer die Anschaulichkeit, Eindringlichkeit und Gründlichkeit der experimentellen GRIMSEHL'schen Darbietung die Grundlage für ein durchaus neuzeitliches Lehrbuch sein können.

War das Buch seinerzeit ein Werk, aus dem der Lehrer der Physik unendlich viel Anregung zur Ausgestaltung seines Unterrichts entnehmen konnte und hat es in dieser Hinsicht eine ungemeine Fruchtbarkeit bewiesen, so ist es allmählich ein Lehrbuch nicht nur für Lehrer, die sich über die Fortschritte nach ihrer Studienzeit unterrichten wollen, sondern auch für Studierende, Techniker usw. geworden. Wiederholte Umarbeitungen haben dem Buch eine Straffheit und Übersichtlichkeit gegeben, die vorbildlich sind. Als Lehrbuch ist es deshalb so geeignet, weil es die Tatsachen voranstellt und die erforderlichen theoretischen Ergänzungen in zweckmäßiger Beschränkung bietet. Dabei führt es überall bis zu den neuesten Ergebnissen, so daß es eine Vollständigkeit bietet, wie man sie sich nicht besser wünschen kann. Sind im ersten Band die Gebiete der Molekularphysik, Strömungs- und Fluglehre, der kinetischen Wärmetheorie, der Akustik und Ballistik gegenüber der ursprünglichen Darstellung im Laufe der Zeit stark erweitert worden, so stellt der zweite Teil des II. Bandes eine im wesentlichen neue, durch die wissenschaftlichen Fortschritte bedingte Ergänzung dar. Hier werden behandelt der elektrische Aufbau der Materie, die Atomkerne, Licht und Materie, Welle und Korpuskel, Spektrallinien und Atombau, Molekülbau, Kernumwandlung, elektrische und magnetische Probleme der Geophysik und endlich abschließend die Elektrodynamik bewegter Medien. Das reiche Abbildungsmaterial und die theoretischen Ergänzungen erleichtern das Verständnis des in gedrängter Kürze gebrachten umfangreichen Stoffes sehr wesentlich. Mag in mancher Hinsicht das Buch mit dem Ziel, das es sich heute steckt, über das ursprünglich beabsichtigte weit hinausgegangen sein, so sind doch Verfasser und Verlag zu dem zu beglückwünschen, was daraus geworden ist. Die rasch aufeinanderfolgenden Auflagen beweisen, daß es niemand enttäuscht und vielen eine unerläßliche Hilfe ist.

Hanns Günther, Das Große Fernsachbuch. Franckh'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart. 1938. 192 S.

Das Buch schildert die Entwicklung der Fernsachtechnik und wendet sich an alle, die sich über den Werdegang und den gegenwärtigen Stand dieses Gebietes unterrichten wollen. Ausgehend von dem Gedanken, daß man sich am besten einarbeiten kann, wenn man selbst Versuche anstellt, gibt es Anleitungen dazu und zum Selbstbau von Apparaten, zu denen namhafte Praktiker wie WALTER MÖLLER (Altona) Beiträge geliefert haben. Sehr viele, in ihrer Anschaulichkeit oft drastische Abbildungen erleichtern das Verständnis und heben die wesentlichen Zusammenhänge hervor. Das Buch kann allen Lehrern warm empfohlen werden und wird gute Dienste für physikalische Arbeitsgemeinschaften bilden.

HANN.

Vortrag von der 1. Tagung 1938 des Reichssachgebiets Mathematik und Naturwissenschaften im NSLB.

Zum Aufbau der Maße bei der Einführung in die Lehre von der strömenden Elektrizität.

Von GUSTAV HÖNIG in Danzig-Langfuhr.

Bei der Maßfestlegung physikalischer Größen beschränkt man sich fast immer auf die Beschreibung der Einheit. Stillschweigend wird dabei angenommen, daß man die außerdem erforderliche weitere Vereinbarung darüber, wann ein beliebig gegebenes Vielfache der Einheit vorliegt, durch eine jeweils nachliegende Beziehung, meist einfache Proportionalität, selbst vollzieht. In allen Fällen, bei denen diese versteckte Festsetzung nicht ausdrücklich ins Bewußtsein gehoben wird, sollte der Lehrer sich wenigstens durch Stichproben davon überzeugen, daß der Maßbegriff im gebräuchlichen Sinn erfaßt ist. Ein wichtiges Kennzeichen hierfür, zugleich aber auch für ausreichende Bestimmung eines eingeführten Maßes besteht darin, daß der Weg angegeben werden kann, auf dem man die einem Gegenstand zuzuschreibende Eichzahl und die Angabe eines zugehörigen Meßgeräts an beliebiger Stelle auf Richtigkeit prüfen und weitere Unterteilungen finden kann, natürlich im Rahmen behaupteter Genauigkeit.

Mit diesem Hilfsmittel läßt sich leicht erkennen, daß die Messung der Spannung in Volt nach der Darstellungsweise, die sich an R. W. POHL anschließt und die wegen ihrer didaktischen und versuchstechnischen Eleganz mit Recht immer mehr Eingang in den Schulunterricht gefunden hat, im allgemeinen nicht eindeutig, also auch nicht ausreichend bestimmt ist. Es liegt dies daran, daß uns zur Eichung eines Elektrometers nach POHL nur ganzzahlige Vielfache der Spannung eines Normalelements zur Verfügung stehen. Nirgends wird gesagt, wie man etwa die Hälfte oder einen anderen gegebenen Bruchteil der Spannung eines Normalelements herstellen soll. Daher ist es auch nicht möglich, aus der Begriffserklärung „1 Volt ist der 1,0187. Teil der Spannung eines Normalelements“ ohne weiteres eine klare Vorstellung zu gewinnen. Soll man den zu 1 Volt gehörigen Elektrometerrausschlag aus dem für das Normalelement durch Teilung eines Winkels, einer Winkelfunktion, einer Strecke oder sonstwie ermitteln? Wie kommt man dazu, die Spannung des Voltagelements mit 1,06 Volt, also auf mehrere Stellen genau, anzugeben? Bei welcher Wahl bleibt der Einklang mit dem absoluten Maßsystem erhalten?

Diese Fragen erhebe ich nicht aus Versessenheit auf möglichst weitgehende wissenschaftliche Strenge. Aber ich wende mich dagegen, daß man in Lehrbüchern den Anschein einer nicht vorhandenen Vollständigkeit erweckt. Beim Schulunterricht sollten wenigstens folgende Hinweise gegeben werden: Ein Elektrometer wird mit Hilfe von Hintereinanderschaltungen zunächst für ganzzahlige Vielfache des gewählten Grundmaßes geeicht. Dann wird die Abhängigkeit des Ausschlags von den verwendeten Spannungen in einem Schaubild dargestellt, das aus einzelnen Punkten besteht, deren Zwischenräume nicht ohne Zuhilfenahme einer weiteren Vereinbarung ausgefüllt werden können. Man stößt auf erhebliche Schwierigkeit, wenn man eine einfache Vorschrift sucht, die den wünschenswerten Einklang mit dem früher allein üblichen (absoluten) Maßsystem auch für die Zwischenwerte sicherstellt. Meist kann man es jedoch als ausreichende Annäherung ansehen, wenn man gefühlsmäßig eine durch die ermittelten Punkte gehende Eichkurve zeichnet und mit ihrer Hilfe die Ausschläge zu den Bruchteilen des Grundmaßes der Spannung gewinnt.

Einen in vieler Beziehung zweckmäßigen Ausweg erblicke ich darin, daß man auf das Volt als Ausgangseinheit verzichtet und an seiner Stelle die Widerstandseinheit 1 Ohm benutzt. Dieses Vorgehen bringt zugleich den für den Schulbetrieb beachtenswerten Vorteil, daß teure elektrostatische Spannungsmesser ohne Nachteil entbehrt werden können und daß mit dem Gebrauch der Meßgeräte das Verstehen ihrer Einrichtung zwanglos verbunden wird. Doch ist die Möglichkeit gegeben, nach Gewinnung des Voltbegriffs in einen Weg im Sinne POHLS überzugehen. Auf Grund persönlicher Erfahrungen beschreibe ich im folgenden die Leitgedanken, nach denen der Lehrgang gestaltet werden kann.

1. Strombegriff, Elektrizitätsmenge, Stromstärke.

Um die für den Aufbau der Maße wünschenswerte allgemeine Einfühlung in elektrische Vorgänge zu gewinnen, wird zunächst durch einfache Versuche ein kurzer Überblick über die Grundwirkungen von Elementen und anderen Elektrizitätsquellen gegeben, und zwar einschließlich der mechanischen (Elektroskop), unter Zurückdrängung der von den Schülern gern gebrauchten Worte „Strom“ und „Spannung“. Geschichtliche Einflechtungen und Anknüpfungen sollten hierbei nicht fehlen. Die Frage, mit welchem Recht man von elektrischem „Strom“ spricht, führt zu dem Ergebnis, daß dies in erster Linie durch das äußere Erscheinungsbild der Elektrolyse nahegelegt wird. Die gerichtete Bewegung von Stoffteilchen im Leiterkreis wird von uns aufgefaßt als Widerspiegelung der Strömung von Elektrizitätsmengen. Um die Doppelbewegung

in entgegengesetzten Richtungen, die beispielsweise bei der Elektrolyse von verdünnter Schwefelsäure beobachtet wird, in erster Annäherung verständlich zu machen, können wir hinweisen auf eine einen sandigen Hang hinaufsteigende Menschenmasse, wobei der aufwärts gerichtete Menschenstrom eine Abwärtsbewegung des Sandes, also einen gegenläufigen Sandstrom, bewirkt. Es wird nun mitgeteilt, daß die Richtung, in der die Metalle und der Wasserstoff wandern, willkürlich als Richtung der Elektrizitätsmengenströmung, der Pol, von dem der Strom kommt, als Pluspol und der Pol, zu dem er hinfließt, als Minuspol bezeichnet werden. Beharrlich nennen wir einen Strom, wenn ein an beliebiger Stelle des Leiterkreises eingeschaltetes Drehspulgerät mit zunächst beliebiger Strichteilung einen beharrlichen Ausschlag zeigt.

Da Versuche ergeben, daß die von einem beharrlichen Strom abgeschiedene Menge eines bestimmten Stoffes nur abhängt von der Zeit (proportional), aber nicht 1. von der Stelle des Stromkreises, an der die Elektrolyse vorgenommen wird, 2. von Form, Gewicht und Abstand der Elektroden, 3. von Temperatur und Konzentration der Lösung, 4. von der Art des aufgelösten Salzes (Faraday), so ist es gerechtfertigt, daß wir gleiche Mengen desselben abgeschiedenen Stoffes ohne Rücksicht auf die angegebenen Umstände als Gegenwert (Abbild, Äquivalent) gleicher Elektrizitätsmengen auffassen. Damit ist die Grundlage gewonnen für die Festsetzung der Einheiten und die Messung sowohl von Elektrizitätsmengen als auch von Stromstärken: „1 Coulomb ist die Elektrizitätsmenge, die sich in der Abscheidung von 1,118 mg Silber spiegelt, 1 Ampere ist die Stärke eines beharrlichen Stromes, bei dem durch jeden Leitungsquerschnitt in der Sekunde 1 Coulomb fließt.“ Im Anschluß hieran gelangen wir leicht zum Verständnis der gebräuchlichen Amperemeter ohne Nebenschluß, die mit einem Coulombmeter geeicht werden können.

2. Stromverzweigung, Leitvermögen, Widerstand.

Der Wunsch, Amperemeter mit mehreren Meßbereichen verstehen zu lernen, führt uns zur Betrachtung von Stromverzweigungen, wobei wir uns auf die Fälle mit nur 2 Verzweigungspunkten beschränken¹⁾. Aus Versuchen mit 3 einfachen Amperemetern ergibt sich zunächst das erste Verzweigungsgesetz: „Die Summe der Zweigstromstärken ist gleich der Hauptstromstärke.“ Innerhalb eines größeren Erfahrungsbereichs gilt ferner der zweite Verzweigungsgesetz enthaltene, ebenfalls aus Versuchen zu gewinnende Satz: „Das Verhältnis der Stromstärken in 2 gegebenen Zweigen ist bei beliebigen Beträgen der Hauptstromstärke und bei beliebiger Anzahl von Zweigen unveränderlich“ (Abweichungen meist nur bei Änderungen des Wärmegrads). Aus diesen Sätzen folgt, daß auch das Verhältnis jeder Zweigstromstärke zur Hauptstromstärke bei einer gegebenen Verzweigung unveränderlich ist. Paßt man daher für ein Amperemeter den Nebenschluß so ab, daß in einem einzigen Fall die an der vorhandenen Teilung abgelesene Stromstärke beispielsweise $\frac{1}{10}$ der Hauptstromstärke ist, so muß dies stets der Fall sein. Damit sind die Amperemeter mit mehreren Meßbereichen erklärt, ohne daß wir das Ohmsche Gesetz vorausgesetzt haben.

Die Stromverzweigung bietet uns eine ausgezeichnete Möglichkeit, die Begriffe des Leitvermögens und des Widerstandes, die sich uns qualitativ bei vielen vorangegangenen Versuchen geradezu aufgedrängt haben, nunmehr durch Messung zu erfassen. Der zunächst naheliegende Gedanke, die Widerstände zweier Leiterstücke mit Hilfe der Stromstärken zu vergleichen, die sich in ihnen beim nacheinander erfolgenden Anlegen an eine Stromquelle ergeben, ist nicht einwandfrei, weil der Einfluß der Vorgänge in der Stromquelle nicht ohne weiteres als gleichbleibend für verschiedene Leiterstücke angenommen werden kann. Daß er tatsächlich veränderlich ist, kann gezeigt werden. Bei einer Stromverzweigung dagegen sind wir sicher, daß die Zweige in gleichen Zeitpunkten jeweils demselben elektrischen Zustandsunterschied zwischen den Verzweigungspunkten unterworfen sind, welchen Betrag auch die Hauptstromstärke haben mag. Auf Grund der gewonnenen Gesetzmäßigkeit setzen wir fest: Wenn die Stromstärke eines Zweiges in einem einzigen Fall n -mal so groß ist wie die eines anderen zwischen denselben Verzweigungspunkten, so wird der Leitwert des ersten n -mal so groß wie der des zweiten, der Widerstand des ersten der n . Teil des zweiten genannt. Benutzen wir als Einheit des Widerstandes 1Ω gemäß der gesetzlichen Festlegung, so können wir leicht Widerstände mit Hilfe von Verzweigungen bestimmen, zunächst den eines Amperemeters. Zu diesem Zweck versehen wir das Amperemeter mit einem Nebenschluß, dessen Widerstand 1Ω beträgt. Lesen wir nun am Amperemeter die Stromstärke i ab, während die Hauptstromstärke I ist, so erkennt man leicht, daß das Amperemeter den Widerstand $\frac{I-i}{i} \Omega$ hat. Den Widerstand eines beliebigen Leiterstückes finden

wir entsprechend dadurch, daß wir aus ihm und dem Amperemeter mit bekanntem Widerstand eine Verzweigung bilden. Ist der Widerstand eines beliebigen Leiters $R \Omega$, so kann der Leitwert

¹⁾ Die hierauf bezüglichen sogenannten Kirchhoffschen Gesetze sind bereits von Ohm in seiner Abhandlung „Die galvanische Kette“ 1827 veröffentlicht worden (Ges. Abh. von Ohm, herausgeg. von Lommel 1892, S. 98). Kirchhoff hat das Verdienst, die Verallgemeinerung auf eine beliebige Anzahl von Verzweigungspunkten durchgeführt zu haben.

unmittelbar durch den Ausdruck $\frac{1}{R}$ gemessen werden. Versuche ergeben das Gesetz der Abhängigkeit des Widerstandes von der Länge und dem Querschnitt des Leiters und bestätigen den Satz: „Bei Hintereinanderschaltung addieren sich die Widerstände, bei Nebeneinanderschaltung die Leitwerte.“ Unter Benutzung der getroffenen Festsetzungen können wir dem zweiten Verzweigungssatz die gebräuchliche Fassung geben: „Das Produkt aus Stromstärke und Widerstand hat bei allen Zweigen denselben Wert.“

3. Spannung, innerer Widerstand, elektromotorische Kraftwirkung.

Die Vorstellung des Strömens von Elektrizitätsmengen unter Überwindung eines Widerstandes befestigt die Auffassung, daß zwischen 2 Stellen eines Stromkreises ein Unterschied im elektrischen Zustand, kurz Spannung genannt, vorhanden ist. Elektrische Spannung äußert sich nicht nur in der Überwindung eines Widerstandes beim Strömen, sondern auch in der bereits bekannten Elektromotorwirkung, selbst dann, wenn kein Strom nachweisbar ist. Beide Äußerungen können zur Bildung eines Maßes für die Spannung verwendet werden. Wir wählen die erstgenannte, während die Anziehungswirkung nach Möglichkeit zur Prüfung der Widerspruchlosigkeit und zu weiterer Veranschaulichung herangezogen wird. Die Stromverzweigung ermöglicht es uns in einfacher Weise, verschiedene Leiterstücke zuverlässig derselben Spannung auszusetzen. Leicht gelangen wir zu dem Ergebnis: „Sind Leiter mit verschiedenem Widerstand der gleichen Spannung unterworfen, so ist in dem kleineren die größere Stromstärke vorhanden, aber das Produkt aus Stromstärke und Widerstand hat jedesmal den gleichen Betrag.“ Im Einklang hiermit zeigt ein Elektroskop den gleichen Ausschlag in allen Fällen, in denen dieses Produkt für das jeweils angelegte Leiterstück denselben Wert hat, auch bei unverzweigtem Stromkreis. Mit dem Elektroskopauschlag steigt und fällt das Produkt. Daher ist dieses Produkt zur Messung der Spannung ebenso unmittelbar geeignet wie das aus Kraft und Weg zur Messung der Arbeit. Die Einheit der Spannung, 1 Volt, ist zwischen 2 Stellen vorhanden, wenn das zugehörige Produkt aus Stromstärke und Widerstand den Wert 1 hat. Damit ist die Ohmsche Gleichung für Leiterstücke begründet und das Verständnis erschlossen für stromdurchflossene Voltmeter. Die Übertragung des Spannungsbegriffs auf ruhende Elektrizitätsmengen und Messungen mit Elektrometern, die mit Hilfe eines Voltmeters geeicht sind, bereiten keinerlei Schwierigkeit.

In vielen verbreiteten Darstellungen der Elektrizitätslehre wird von der Spannung einer Stromquelle schlechthin gesprochen und bei dem Lernenden der Eindruck erweckt, als ob alle Leiter beim Anlegen derselben Spannung ausgesetzt seien, was doch nur unter besonderen Bedingungen annähernd zutrifft, sehr fehlerhaft aber z. B. bei einer Taschenlampenbatterie sein kann, mit der die Schüler gern selbst Versuche anstellen. Wenn man den inneren Widerstand vernachlässigt, so kann man nicht zu der Behauptung kommen, man habe das Ohmsche Gesetz für den gesamten Stromkreis begründet und es folge daraus, daß das Gesetz auch für jedes Teilstück gelte. Ebenso fehlerhaft ist es aber auch, wenn man aus dem zunächst für Leiterstücke abgeleiteten Ohmschen Gesetz das für den gesamten Stromkreis ohne weiteres folgern zu können glaubt. Die Herausarbeitung des Sachbestandes, der mit dem umstrittenen Wort „elektromotorische Kraft“ verknüpft ist, im Gegensatz zur Klemmenspannung, erscheint mir für den Unterrichts bei Anfängern schon mit Rücksicht auf das praktische Arbeiten mit elektrischen Strömen unerlässlich. Uns führen die Beobachtungen, daß die Stromstärke, welche ein Element hervorbringen kann, nach oben begrenzt ist, und daß die Klemmenspannung eines Elementes sowohl von Größe und Entfernung der Elementplatten als auch vom Widerstand des angelegten Leiters abhängt, zu der Auffassung, daß 1. der Strom auch im Inneren des Elementes einen Widerstand findet, 2. Spannung und Strom hervorgerufen und aufrechterhalten werden durch Kräfte, die an den Übergangsstellen von den Platten zum Elektrolyten ihren Sitz haben und von R. W. POHL als „ladungstrennende Kräfte“ (Prakt. Schulphys., 16. Jahrg., 1936, S. 261 f.) bezeichnet werden. Diese bewirken im äußeren Widerstand R_a und im inneren R_i die gleiche Stromstärke I , die entstehen würde, wenn man die hintereinander liegenden stromquellfreien Widerstände R_a und R_i der Spannung $I(R_a + R_i)$ unterwerfen würde. Dieser in Volt gemessene Ausdruck ist also ein geeignetes Maß für die Wirkung der ladungstrennenden Kräfte. Wenn wir uns entschließen, die in der Elektrotechnik stark eingewurzelte Bezeichnung „EMK.“ als „Elektromotorische Kraftwirkung“ zu deuten, so gewinnen wir m. E. bildlich gesprochen aus einem Unkraut eine Nutzpflanze. In der Gleichung $E = I(R_a + R_i)$ ist zunächst außer der elektromotorischen Kraftwirkung E auch R_i unbekannt. Nehmen wir an, daß für eine gegebene Stromquelle in einem bestimmten Stromstärkebereich E und R_i längere Zeit hindurch unveränderlich sind, so liefert die Messung der Stromstärken bei 2 verschiedenen Werten des äußeren Widerstandes 2 Gleichungen zur Berechnung von E und R_i . Führen mehrere Messungspaare zu denselben Beträgen von E und R_i , so liegt darin die Bestätigung unserer Annahme. Für hinreichend großes R_a ist angenähert $E = IR_a$.

Schlußbemerkungen: Bei dem hier vorgeschlagenen Lehrgang habe ich den Aufbau der Maße wesentlich gestützt auf den in den Gesetzen der Elektrolyse und der Stromverzweigung

enthaltenen Erfahrungsinhalt. Das Maß für die Elektrizitätsmenge kann dabei in anschaulicher Bezogenheit auf die Abscheidung aus einem Elektrolyten an die Spitze gestellt werden. Wenn man später ruhende Elektrizität und Kondensatoren behandelt, wird man folgerichtig die Ladungen zunächst elektrolytisch messen, etwa nach BURCHARD mit Hilfe eines Mikrocoulombmeters (ZmnU., Jahrg. 1930, S. 167 ff.), das man einfacher, als es dort angegeben ist, mit einem schwachen Strom empirisch eicht. Das Hinausschieben der Spannungsmessung hinter die des Widerstandes bedeutet nicht etwa, was ausdrücklich betont sei, eine Befürwortung des Hinausschiebens der Entwicklung des qualitativen Begriffes der Spannung. Vielmehr wird man sehr bald zu der Auffassung gelangen, daß eine antreibende Ursache die elektrischen Erscheinungen erzeugt und aufrechterhält, aber die Festlegung ihres Maßes kann nur auf eine ihrer Äußerungen gestützt werden, über die zunächst einige Erfahrung gesammelt werden sollte. Hierbei braucht man es einem kritischen Anfänger nicht zu verdenken, wenn er bei der Vorführung der „statischen“ Wirkung einer Elektrizitätsquelle an einem Elektroskop die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen hält, daß mit ihr stets auch eine elektrodynamische Wirkung verknüpft ist, d. h. daß ein Strom fließt, selbst wenn die Empfindlichkeit unserer Meßgeräte nicht ausreicht, ihn nachzuweisen. Zu seiner Rechtfertigung könnte er sich darauf berufen, daß ja auch bei der Glimmlampe ein Strom fließt, obwohl eine leitende Verbindung zwischen den Drahtstücken im Innern nicht zu erkennen ist, und daß kein Elektrometerauschlag nach Abtrennung des Gerätes von der Elektrizitätsquelle auf die Dauer aufrechterhalten werden kann. Eine solche Einstellung, die wegen der Unvollkommenheit aller Nichtleiter nicht als irrig bezeichnet werden kann, ist unserem Vorgehen nicht hinderlich, während sie bei den bisher üblichen Wegen mit dazu beitragen kann, dem Schüler das scharfe Auseinanderhalten von Strom und Spannung zu erschweren.

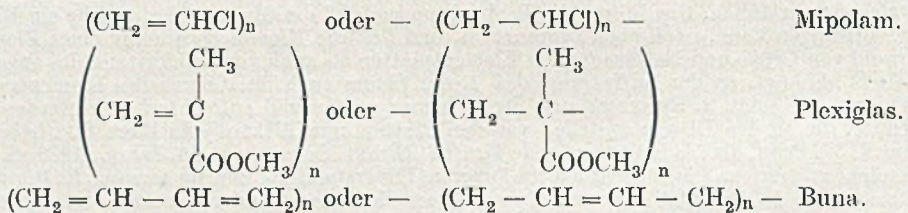
Abhandlungen.

Die Polymerisation des Butadiens und die Molekularformel des synthetischen Kautschuks.

(Vortrag aus der NSLB.-Arbeitsgemeinschaft, Gau Düsseldorf, Fachschaft II, Solingen.)

Von Dr. FRANZ MIHR in Solingen-Ohligs.

Der Chemieunterricht hat die Aufgabe zu zeigen, wie die chemische Wissenschaft und Technik aus heimatlichen Rohstoffen wertvolle neue Werkstoffe der deutschen Industrie zur Verfügung stellt. Diese Stoffe sind vielfach Hochpolymere wie z. B. Mipolam, Plexiglas, Bunakautschuk usw. Diese Stoffe entstehen durch schwer zu übersehende Polymerisations- und Kondensationsprozesse, deren Erklärung Lehrern und Schülern große Schwierigkeiten bereiten, da ein geeignetes Lehrbuch noch nicht erschienen ist. In der Literatur findet man als Molekularformeln z. B.:



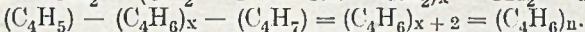
Der Baustein des synthetischen Kautschuks ist das Butadien: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$, dessen Herstellung ich als bekannt voraussetze. Durch Polymerisation und Steuerung mittels geeigneter Katalysatoren entsteht durch eine Art Kettenreaktion das fadenförmige Bunamolekül. Die Fadenmoleküle liegen knäuelartig miteinander verwickelt im Raum. Der Grund liegt darin, daß die die einzelnen Kettenglieder verbindenden Valenzen gewinkelt sind, und dazu noch jede einzelne $-\text{C} - \text{C}-$ Valenz mehr oder weniger vollkommen frei drehbar ist.

Die Molekularformel des synthetischen Kautschuks schrieb man bisher: $\dots - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2) - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2) - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2) - \dots$ Über die Länge der Ketten und ihrer Bausteine sind wir bei den Hochpolymeren einigermaßen unterrichtet.

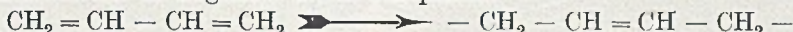
Wie aber die freien Valenzen am Anfang und Ende der Kette abgesättigt werden, ist eine noch vielfach ungeklärte Frage. Diese Aufgabe zu lösen versuchte ich in einer Arbeitsgemeinschaft der Klasse 8 der Humboldtoberschule in Solingen. Ich beschränke mich an dieser Stelle auf die Wiedergabe der Ergebnisse.

Durch Wanderung der Wasserstoffatome und der Doppelbindungen sind 4 unsymmetrisch gebaute Kautschukmoleküle möglich:

- A. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_x - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
- B. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_x - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_x - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
- D. $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_x - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$



Diese Formeln ergeben sich aus der bisherigen Annahme der Chemiker, daß sich das Butadien in folgender Form aufspaltet:



Auf Grund meiner Untersuchungen stehe ich auf dem Standpunkte, daß sich die Polymerisationsvorgänge viel einfacher erklären lassen, wenn man annimmt, daß auch Bausteine mit zwei freien zweiwertigen oder gar dreiwertigen Valenzen polymerisationsfähig sind.

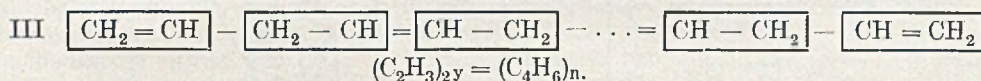
Aus $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ entstehen
 $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} =$ als Anfangs- und Endglied
 und $= (\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}) =$ als Kettenglieder.

Die Formel des symmetrischen Moleküls ist also:

I $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = (\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH})_x = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
 oder in Beziehung zu den Formeln A, B, C und D gesetzt

II $\text{CH}_2 = \text{CH} - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_{x+1} - \text{CH} = \text{CH}_2.$

Formel I läßt sich auch in der einfachen Form darstellen:



In der letzten Form erscheint das Bunamolekül als ein Polymerisationsprodukt der Vinylgruppe $\text{CH}_2 = \text{CH} -$ bzw. $-(\text{CH}_2 - \text{CH}) =$. Hieraus ergeben sich neue Möglichkeiten zur Herstellung von Buna aus Vinylverbindungen und Äthylen-derivaten.

Für den Chemieunterricht, der den Aufbau des Buna nach dem Verfahren der I. G. Farben zeigen soll, kommt die Formel I in Frage. Die ganze Schönheit und der geniale Aufbau des synthetischen fadenförmigen Kautschukmoleküls kommt uns besonders zum Bewußtsein, wenn wir uns durch die Mitte der Kette die Symmetrieachse gezeichnet denken.

$(\text{C}_4\text{H}_6)_n: \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = (\text{CH} - \text{CH}_2 | \text{CH}_2 - \text{CH})_x = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2.$
 Das linke Glied ist das Spiegelbild des rechten Kettengliedes. Der Schwerpunkt liegt in der Mitte des Fadenmoleküls.

Die Herstellung von Rot-Grün-Raubildern im Unterricht.

Von RODERICH SCHEER in Berlin.

Die Betrachtung der schönen mathematischen Raumbilder nach dem Rot-Grün-Prinzip, die nach einem neuen patentierten Verfahren¹⁾ jetzt einwandfrei gedruckt werden können, legt den Wunsch nahe, derartige Bilder selbst herzustellen. Hierzu habe ich drei verschiedene Methoden mit Erfolg benutzt.

1. Konstruktion. Von zwei Punkten P_1P_2 aus werden Zentralprojektionen gezeichnet, die den Bildern im linken und rechten Auge entsprechen. Der Abstand

¹⁾ O. KÖHLER, U. GRAF, C. CALOV, Mathematische Raumbilder, Dreyer & Co., Berlin SW 61, 1938.

P_1P_2 ist gleich dem der beiden Augen voneinander, etwa 7 cm. Der Abstand der Projektionsebene ist gleich dem gewöhnlichen Sichtabstand, also etwa 25—30 cm zu nehmen. Die Bilder können für schräge (Abb. 1) und für senkrechte Betrachtung konstruiert werden. Im letzteren Falle sind lediglich die Punkte P_1 und P_2 (die in der Seitenansicht hintereinanderliegen) senkrecht über den Gegenstand zu rücken.

Wirksam sind die Raumbilder jedoch nur, wenn die geeigneten Materialien benutzt werden. Als Zeichengrund benutzen wir braune sog. Lederpappe, wie sie von alten Pappschachteln anfällt. Zweckmäßig führt man die Konstruktion auf weißem Papier aus und überträgt dann lediglich die rot-grün auszuführende Zeichnung auf den Karton. Während sich fast alle gebräuchlichen Rotstifte benutzen

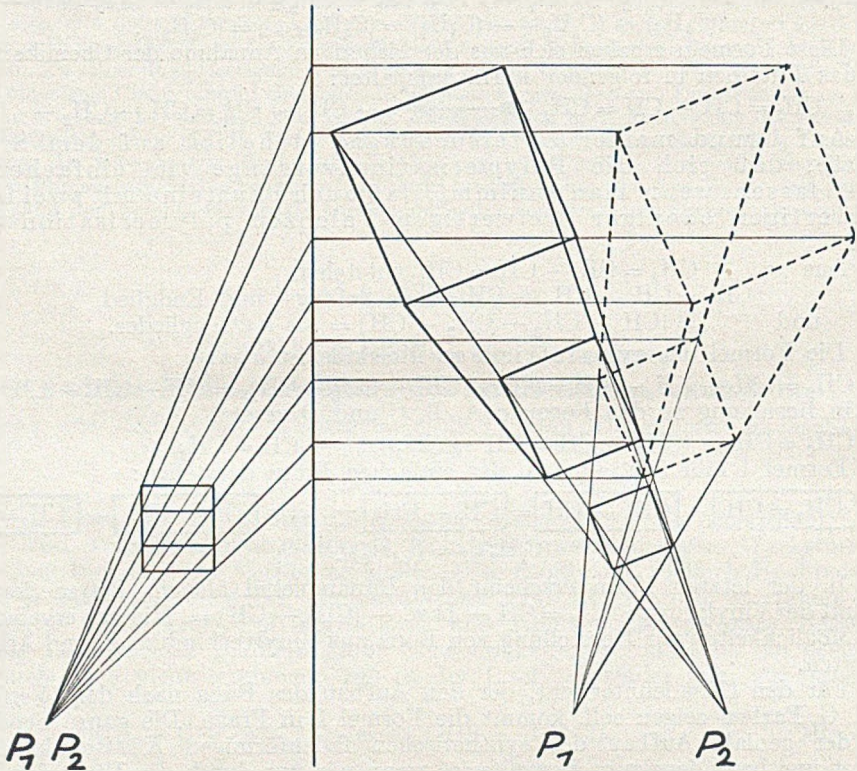


Abb. 1. Konstruktion eines Raumbildes für schräge Aufsicht: Würfel in gedrehter Lage.
 P_1P_2 = Augenabstand, im Verhältnis zum Betrachtungsabstand übertrieben groß;
 — rot — — — grün, Zeichengrund braun.

lassen, machte die Auswahl eines geeigneten Grünstiftes große Schwierigkeiten. Einwandfrei brauchbar ist der „Radium“-Tintenstift 8511. Als Rot-Grün-Brille benutzen wir die als „Plastoreoskop“ bezeichnete Pappbrille.

Ehe man an die Ausführung der Rot-Grün-Zeichnung geht, macht man auf dem braunen Zeichengrund einen roten und einen grünen Probestrich. Der rote Strich muß durch das Rot der Brille verschwinden und durch das Grün derselben schwarz erscheinen, umgekehrt muß der grüne Strich durch Grün verschwinden und durch Rot schwarz erscheinen. Tritt diese Wirkung nicht ein, ist der Zeichengrund oder der Rotstift zu wechseln. Beim Zeichnen sind die farbigen Striche ohne Aufdrücken zu ziehen, weil sonst durch mechanische Veränderung der Pappoberfläche später störende Reflexe auftreten können. Ungenauigkeiten der Konstruktion stören das Zusammenfließen der Teilbilder zum Raumbild. Ein geringer Durchschlag eines der farbigen Bilder durch die falsche Brillenseite kann beim Betrachten beiseitigt werden, indem man das zu betrachtende Rot-Grün-Bild weniger hell beleuchtet.

2. Optische Herstellung des Raumbildes. Liegt ein Modell des darzustellenden mathematischen Körpers vor, kann man sich die mühevollen Konstruktion ersparen. Wir bringen das Modell in den Strahlengang einer punktförmigen Lichtquelle und erzeugen die Zentralprojektion auf einem Schirm als Schattenbild. Als Lichtquelle benutzen wir eine Bogenlampe, die wir jedem alten Projektionsapparat entnehmen

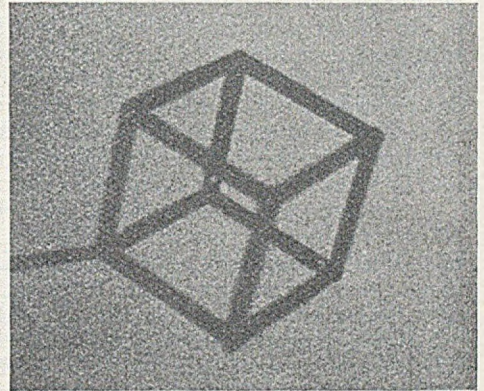
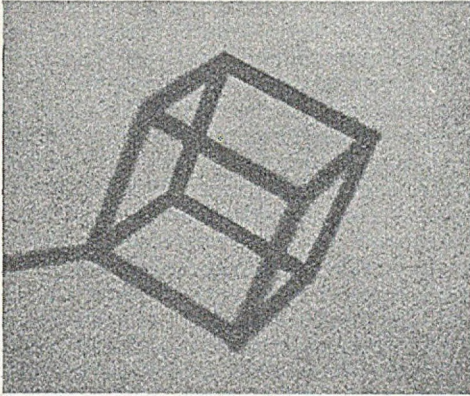


Abb. 2. Würfel in allgemeiner Lage. Auf Ozalidpapier aufgenommene Zentralprojektion. Projektionszentrum links.

Abb. 3. Die zweite Aufnahme. Projektionszentrum rechts.

können. Diese Lampen lassen sich durch eine Stellschraube nach rechts und links wenden. Wir können also den Lichtursprungspunkt, unser Projektionszentrum, in die Lage P_1 und P_2 entsprechend unserer Konstruktion bringen. Auf dem Schirm befestigen wir ein lichtempfindliches Papier. Jetzt wird nacheinander etwas von links und etwas von rechts her je eine Aufnahme gemacht. Beide Aufnahmen werden dann entsprechend übereinander durch Durchstechen der Punkte auf den Zeichenkarton übertragen und wie oben rot und grün ausgezeichnet. Bei vorgeschriebener Lage der Brille ist das vom rechten Punkt herrührende Bild rot und das vom linken Punkt herrührende grün zu zeichnen.

Die photographische Festlegung der Bilder erfolgt denkbar einfach durch Verwendung von Ozalidpapier, das bei Firmen für Zeichenbedarf und bei Lichtpausanstalten zu haben ist²⁾. Die Belichtung mit der Bogenlampe wird bei zerstreutem Tageslicht vorgenommen. Helles Sonnenlicht stört und ist abzublenden. Die Belichtungszeit beträgt fünf Minuten. Das Papier wird dann in Ammoniakgas entwickelt und liefert ein dauerhaftes positives Bild. Zur Entwicklung genügt eine Zigarrenkiste, die inwendig mit Löschpapier ausgekleidet ist. Auf die Wandungen bringt man ein paar Tropfen Ammoniaklösung³⁾. Unmittelbar nach dem Belichten wird das Papier in diese Kiste gelegt und dieselbe verschlossen. Nach wenigen Minuten ist die Entwicklung beendet.

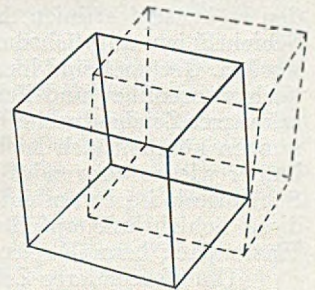


Abb. 4. Zusammenzeichnung der beiden Aufnahmen. — rot, --- grün, Zeichengrund braun, Aufsicht senkrecht. (Der durch die Schablone entstehende Rahmen, innerhalb dessen die eine Ozalidaufnahme rechts, die andere links dezentriert entsteht, ist oben [Abb. 2, 3] nicht mit abgebildet. Abb. 2 und 3 sind also Ausschnitte der Originalaufnahmen.)

Der Körper, z. B. ein Würfel oder Tetraeder, wird aus Streichhölzern oder auch aus Draht gefertigt und muß

²⁾ Ozalidpapier wird in 10-m-Rollen geliefert. Es hält sich mehrere Monate. Lichtpausanstalten geben gewöhnlich auch kleinere Mengen ab.

³⁾ Nach GERTRUD HABERKORN, vgl. MAURER, Die Lichtpause und der Biologielehrer, in „Kosmos“ 1937, S. 122.

einwandfreie Ecken haben. Zum Festhalten muß natürlich ein weiterer Draht oder ein Hölzchen angebracht sein. Am besten wird der Körper an diesem Festhaltestab mit Plastilin an einem Stativ befestigt. Nur so kann man ihn leicht in jede gewünschte Lage bringen, die man zunächst an dem Schattenbild bei mitten davorstehender Bogenlampe kontrolliert. Dann wird das erste Blatt Ozalidpapier befestigt und die Lampe nach einer Seite gedreht. Das zweite Blatt nimmt dann die Aufnahme bei der andern Stellung der Lichtquelle auf. Der Schirm muß natürlich unverrückbar in ein Stativ gespannt sein. Auf dem Schirm ist eine Schablone aufklappbar befestigt, hinter die das Papier gelegt wird. Mit Holzklammern wird es dann festgehalten. Dadurch erhalte ich auf der Aufnahme eine schwarze Umrandung, wodurch das richtige Übereinanderlegen beim Zusammenzeichnen gesichert wird (Abb. 2, 3, 4).

3. Tafelzeichnung. In höchst anschaulicher Weise kann man das Raumbild vor den Augen der Schüler erstehen lassen, indem man das photographische Zwischenbild fortläßt und direkt auf der Projektionstafel mit roter und grüner Kreide zeichnet.

Hierzu habe ich mir als Projektionstafel eine Sperrholzplatte von etwa 30 · 40 cm in dem richtigen Hellbraun entsprechend der oben verwendeten Pappe mit Ölfarbe gestrichen. Für die roten Linien ist gewöhnliche Wandtafelkreide (rot, nicht zinnober) geeignet. Das Grün war wieder schwer zu ermitteln. Mit befriedigendem Erfolg habe ich Brillanttürkis 2, 123 und Chromgrün dkl. H, 63 H verwendet.

Man bezeichnet erst die Punkte der einen Figur mit der einen Farbe, stellt die Lampe um und hält dann die zweite Figur mit der andern Farbe ebenso fest. Dann nimmt man den Projektionsschirm aus dem Stativ und vollendet die Zeichnung, was bei kleinen Figuren ohne Lineal möglich ist. Die Kreiden sind gut anzuspitzen und die Linien dünn zu ziehen, das Bild ist sonst nicht nur unbrauchbar, sondern auch schwer wieder abzuwischen. Das Bild erscheint dann durch die Rot-Grün-Brille aus mehreren Metern Entfernung plastisch, kann also von den Schülern, die alle eine Brille erhalten, vom Platz aus betrachtet werden.

Die optische Herstellung der Raumbilder ist in den Fällen bedeutungsvoll, in denen die Herstellung eines Modelles leichter durchzuführen ist, als die Bewerkstellung der Konstruktion. Dies ist der Fall bei der Darstellung eines Berges aus den Höhenschichtlinien. Ein solches Modell gewinnt man, indem man die einzelnen Schichtlinien auf lichtdurchlässige Platten zeichnet, die dann aufeinandergelegt werden. Geeignet sind hierzu Astralonplatten von 1 mm Stärke⁴⁾. Astralon ist praktisch unbrennbar und lichtdurchlässiger als Cellon. Es läßt sich mit gewöhnlicher schwarzer Zeichentusche mit der dünnsten Redisfeder leicht bezeichnen. Die Zeichnungen können nach leichtem Anfeuchten wieder abgewischt und die Platten also immer wieder verwendet werden. Da es keinen Sinn hat, die unterste dargestellte Schichtlinie im Raumbild über der Zeichenebene schweben zu lassen, zeichnet man diese Schichtlinie auf die Unterseite der untersten Astralonplatte und legt das Plattenpack beim Kopieren berührend auf das Ozalidpapier.

Ohne besonderen Zeitaufwand läßt sich in dieser Weise sogar im Klassenunterricht nach einem Meßtischblattausschnitt ein bestimmter Berg räumlich darstellen. Dazu erhält jeder Schüler eine Astralonplatte (10 · 15 cm) und das betreffende Meßtischblatt. Als Hausarbeit hat er nun eine bestimmte Schichtlinie abzupausen. Jede Schichtlinie wird von mehreren Schülern gezeichnet. Durch Übereinanderlegen von Platten, auf denen gleiche Schichtlinien dargestellt sind, lassen sich dann die falschen sofort ausscheiden. Nun wird aus einwandfreien Zeichnungen durch Übereinanderlegen der Berg im Modell erhalten. In der Klasse werden die beiden Ozalidbilder hergestellt. Die beiden Bilder händigt man nun den Schülern aus, die dann das Übereinanderzeichnen in Rot und Grün auf dem braunen Karton zu Hause ausführen. Die Originale gehen reihum, so daß schließlich jeder im Besitz eines selbst gezeichneten Raumbildes ist.

Der Versuch mit der Tafelzeichnung eignet sich für den Klassenunterricht, um den Vorgang des räumlichen Sehens zu erläutern.

Man hat hier einen überaus eindrucksvollen Versuch, durch den die Schüler im mathematischen, physikalischen oder geographischen Unterricht neben dem be-

⁴⁾ Im Einzelhandel ist die kleinste Menge 10 · 60 cm. Astralon läßt sich mit dem Messer ritzen und dann brechen.

trachteten Objekt nicht nur das Wesen der Zentralprojektion, sondern auch den Vorgang des räumlichen Sehens in handgreiflichster Weise kennenlernen. Anzuschaffen sind lediglich eine Anzahl Rot-Grün-Brillen, die nötigen Farbstifte und das Ozalidpapier. Für den erdkundlichen Versuch kommen noch die Astralonplatten hinzu, die immer wieder verwendet werden können.

Die Rot-Grün-Bilder lassen sich auch mit Hilfe eines Episkopes, das des braunen Zeichengrundes wegen allerdings recht lichtstark sein muß, projizieren und so der ganzen Klasse, die mit den Brillen versehen wird, gleichzeitig vorführen. Voll geeignet sind hierzu allerdings nur die für senkrechte Aufsicht bestimmten Darstellungen. Der Abstand des Projektionszentrums bzw. der Zentren bei der Herstellung des Rot-Grün-Bildes für das Episkop muß so gewählt werden, daß die am Lichtbildschirm erscheinenden Bilder von der Mitte der Klasse unverzeichnet zu sehen sind, was von der Vergrößerung des Episkops abhängig ist. Die Verzerrungen, die für die mehr vorn und mehr hinten sitzenden Betrachter eintreten, sind geringfügig.

Versuche zur Entwicklung und Keimung des Pollenkorns.

Von HANS VON WITSCH.

In einem früheren Aufsatz¹⁾ wurde gezeigt, wie sich auf einfache Weise die Reduktionsteilung und die Bildung der jungen Pollenkörner in den Pollenfächern der Mistelblüten verfolgen und beobachten lassen. Diesmal wollen wir das weitere Schicksal des jungen Pollenkornes und seine Keimung untersuchen. Auch hier ist wieder darauf Wert gelegt, daß nur die einfachsten Hilfsmittel, wie sie auch für die Beobachtung der Reduktionsteilung gefordert werden mußten, notwendig sind, und keine schwierigen oder unsicheren Präparationsmethoden zur Anwendung gelangen. Für die Untersuchung der Reifung und Keimung der jungen Pollenkörner verwenden wir am besten irgendwelche Liliazeen oder Amaryllidazeen, da diese Formen besonders große Kerne besitzen und blühende Pflanzen fast das ganze Jahr hindurch zu beschaffen sind. Gut geeignet ist z. B. die bei Kakteenliebhabern beliebte, zweizeilig dickblättrige *Gasteria verrucosa*, von welcher die abgebildeten Stadien der Pollenentwicklung stammen.

Wir schlossen unsere letzten Beobachtungen mit der Bildung der jungen, noch einkernigen Pollenkörner, welche zu je vieren aus einer Pollenmutterzelle gebildet wurden. Bis zur Reife machen sie jedoch noch starke Veränderungen durch. Sie lösen sich aus dem Tetradenverbände los, nehmen ihre endgültige, mehr oder weniger kugelige bis ovale Gestalt an und bekommen eine derbe, je nach Pflanzenart ganz verschieden skulpturierte Membran. Der Mistelpollen ist z. B. mit zahlreichen kräftigen Stacheln besetzt, der *Gasteriapollen* hingegen glattwandig.

Zur Beobachtung dieser und der folgenden Stadien beschaffen wir uns einige Knospen und eben aufgeblühte Blüten einer geeigneten Art, entnehmen zuerst den Knospen mit der Pinzette einige Antheren und bringen sie auf einem Objektträger in einen Tropfen Karminessigsäure²⁾, in dem wir sie zerdrücken, um den Inhalt austreten zu lassen. Dann lassen wir ein paarmal unter dem Deckglas über der kleinen Flamme des Bunsenbrenners kurz aufkochen und können hierauf sofort beobachten. Wollen wir uns Dauerpräparate herstellen, so genügt es, die Farbe durch verdünnte Essigsäure zu ersetzen, was wir am besten durch vorsichtiges Absaugen der Farbe mit Filtrierpapierstreifen von der einen Seite des Deckglases unter gleichzeitigem tropfenweisem Zusetzen der Essigsäure von der andern Seite her bewerkstelligen. Hierauf wird durch irgendeinen der üblichen Deckglaslacke oder -kitte, am einfachsten durch einen Rand aus Kanadabalsam für luftdichten Abschluß der Präparate gesorgt. Dies ist die einfachste und schnellste Methode. Etwas zeitraubender ist eine andere, welche wir später auch mit Vorteil für die Beobachtung der Pollenkeimung anwenden. Sie liefert vor allem besser haltbare und viel anschaulichere,

¹⁾ H. VON WITSCH, Die Beobachtung der Reduktionsteilung an Handschnitten. Diese Zeitschrift 1937, Bd. 42.

²⁾ Karmin bis zur Sättigung in heißer Essigsäure (1 Teil Eisessig + 1 Teil dest. Wasser) gelöst, nach dem Erkalten filtriert (zitiert nach L. GEITLER, Grundriß der Zytologie, Berlin, 1934).

in zwei Farben gefärbte Präparate. Zur Herstellung derselben schlagen wir einen etwas anderen Weg ein. Wir bereiten uns eine dünne etwa 0,3%ige Agarlösung, die mit 1% Zucker versetzt wird, indem wir zuerst die Zuckerlösung herstellen, den Agar dazu geben, eine Weile quellen lassen und dann durch Kochen auflösen. Einen Tropfen der noch heißen Lösung bringen wir auf einen ganz sauberen Objektträger, lassen etwas abkühlen und quetschen dann schnell den Inhalt einer jungen Anthere in den Tropfen; bei anderen Präparaten nehmen wir den reifen Pollen von Antheren voll erblühter Blumen. Hierauf verteilen wir den Tropfen durch ganz vorsichtiges Ausstreichen mit der Fingerbeere flach auf dem Objektträger, bevor noch der Agar ganz erkaltet ist. Es ist darauf zu achten, daß der Agar beim Einbringen des Pollens nicht zu warm ist, sonst wird der Pollen geschädigt, andererseits muß die ganze Manipulation beendet sein, wenn der Agar erstarrt. Durch dieses Verfahren wird erreicht, daß die Pollenkörner durch eine ganz dünne Agarschicht am Objektträger festgehalten werden und zur Fixierung und Färbung bequem mit dem Objektträger in die verschiedenen Flüssigkeiten übertragen werden können.

Wollen wir nicht nur die reifen Pollenkörner, sondern auch ihre Keimung beobachten, so wenden wir bei der oben geschilderten Behandlung mit Vorteil noch einen kleinen Kunstgriff an. Da der Pollen viel leichter und sicherer keimt, wenn das Keimbett etwas Narbensekret enthält, zerdrücken wir in dem noch heißen Agartropfen, gleich nachdem wir ihn auf den Objektträger gebracht haben, 1—2 Narben von offenen Blüten der verwendeten Art. Die weitere Behandlung ist dann genau so, wie oben geschildert, nur dürfen wir für Keimungsversuche selbstverständlich nur reifen Pollen aus Antheren offener Blüten verwenden.

Wollen wir nur die reifen Pollenkörner beobachten, so werden die Objektträger nach Erkalten des Agars sofort in der gleich zu schildernden Weise fixiert, wollen wir jedoch gekeimte Pollenschläuche sehen, so legen wir die Objektträger in eine feuchte Kammer, etwa unter eine Käseglocke, die innen mit feuchtem Filtrierpapier ausgeschlagen ist. Die Feuchtigkeit darf aber nicht allzu groß sein, sonst kann es passieren, daß ein Großteil der Pollenschläuche alsbald platzt. Die Keimung erfolgt bei verschiedenen Arten verschieden schnell. Bei *Gasteria verrucosa* z. B. beginnt sie bei Zimmertemperatur nach 2—3 Stunden, nach etwa 8 Stunden sind alle Entwicklungsstadien zu beobachten.

Die Fixierung erfolgt mit dem Gemisch von Carnoy, welches aus drei Teilen absolutem Alkohol und einem Teil Eisessig besteht. (Zur Not kann statt dem absoluten Alkohol auch 96%iger verwendet werden.) Wir stellen die Objektträger am besten senkrecht in schmale Gläschen, die das Fixiergemisch enthalten. Nach ca. 5 Stunden ist die Fixierung beendet, und die Präparate werden in 96%igen Alkohol übertragen, der mehrmals gewechselt werden muß, bis jeder Geruch nach Essigsäure verschwunden ist. (Als Alkohol kann ohne weiteres billigerer, vergällter verwendet werden, sofern er nur 96%ig ist.) Zur Färbung eignet sich entweder DELAFIELD'sches Hämatoxylin oder noch besser Hämalaun in Verbindung mit Eosin. Die Präparate werden aus dem starken Alkohol in 80-, dann 50%igen und hierauf in die Farbe übertragen. In Hämatoxylin bleiben sie etwa $\frac{1}{4}$ Stunde und werden dann in destilliertem Wasser abgespült. Zur Verstärkung des Farbkontrastes (Differenzierung) ist es vorteilhaft, die Präparate hierauf kurze Zeit, etwa 20—40 Sekunden, in ganz schwach mit HCl angesäuertem Wasser (3 Tropfen HCl auf 20 ccm H_2O) zu schwenken, dann werden sie in Leitungswasser so lange gewässert, bis die anfangs rötliche Färbung rein blau geworden ist, und hierauf durch Alkohol steigender Konzentration in Xylol überführt. Das Übertragen geschieht am einfachsten so, daß man sich eine Reihe kleiner schmaler Gläschen besorgt, in die man 1—2 Objektträger senkrecht hineinstellen kann, wie sie auch schon für das Färben empfohlen wurden. Wir füllen dann je ein Glas mit destilliertem Wasser, Alkohol 50, 80, 96 und 100% (durch geglühtes Kupfersulfat entwässert 96%iger genügt), ferner ein Glas mit Alkohol 100 + Xylol 1 : 1 und eines mit reinem Xylol. In jeder Stufe bleiben die Präparate etwa 5 Minuten. Zum Schluß wird auf jedes Präparat ein Tropfen Kanadabalsam aufgetragen, ein Deckglas aufgelegt und das Dauerpräparat ist fertig. Bei dieser Färbemethode erscheinen die Kerne dunkelblau, das Plasma mehr oder weniger hellblau, je nach der Stärke von Färbung und Differenzierung.

Sehr schöne Doppelfärbungen ergeben sich, wenn statt Hämatoxylin Hämalaun verwendet wird. Färbedauer wieder etwa $\frac{1}{4}$ Stunde bis 20 Minuten, eine Differenzierung erfolgt hier nicht, sondern die Präparate werden gleich abgespült, gewässert und langsam in absoluten Alkohol übertragen. Hierauf kommen sie auf einige Minuten in eine etwa halb gesättigte Lösung von Eosin in Nelkenöl (man bereitet sich eine gesättigte Lösung von Eosin in Nelkenöl und verdünnt diese mit der gleichen Menge Nelkenöl. Die Lösung ist sehr lange haltbar). Hierin färbt sich das Plasma lebhaft

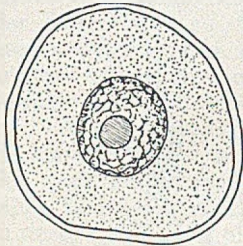


Abb. 1. *Gasteria verrucosa*, junges, einkerniges Pollenkorn.

Vergr. 1000 mal.

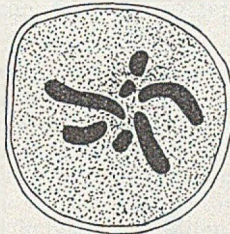


Abb. 2. *Gasteria verrucosa*, Teilung des primären Pollenkernes. Vergr. 1000 mal.

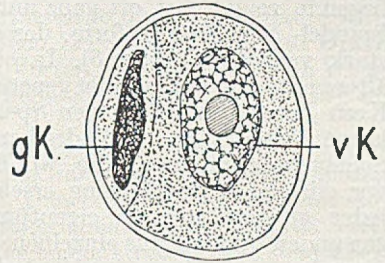


Abb. 3. *Gasteria verrucosa*, junges, zweikerniges Pollenkorn. vK = vegetativer Kern, gK = generativer Kern.

Vergr. 1000 mal.

rot, so daß es sich von den blau bis violett gefärbten Kernen sehr gut abhebt. Aus dem Nelkenöl wird direkt in Xylol übertragen. Sollte die Eosinfärbung zu intensiv ausgefallen sein, so kann leicht mit Alkohol-Xylolgemisch 1 : 1 etwas entfärbt werden.

Diese Herstellung der Präparate erscheint vielleicht etwas umständlich und schwierig, wer sich aber daran macht, die Theorie in die Praxis umzusetzen, der wird bald sehen, daß es gar nicht so schlimm ist. Jeder Schüler, der etwa die in meinem früheren Aufsatz geschilderten Mistelpräparate hergestellt hat, hat sich dabei bereits genügend praktische Fähigkeiten erworben, um auch diese Arbeiten ausführen zu können. Der weniger geschickte wird sich vielleicht mit der einfacheren Hämatoxylin- oder besonders mit der Karmin-Essigsäurefärbung begnügen, die eingangs beschrieben wurde, und welche sich nicht nur für Pollenkörner, sondern auch für Keimungsstadien eignet. Die weitaus eindrucksvollsten Resultate liefert aber jedenfalls die zuletzt geschilderte Hämalaun-Eosinfärbung, nach der auch die der folgenden Beschreibung der Pollenentwicklung zugrunde gelegten Präparate angefertigt wurden.

Beginnen wir nun mit der Untersuchung unserer Präparate, und zwar mit denjenigen, in welchen wir den Pollen aus noch jungen Antheren gefärbt haben. Haben wir Glück gehabt und gerade besonders günstige Altersstadien verwendet, so sehen wir neben zahlreichen einkernigen Pollenkörnern (Abb. 1) auch solche, in welchen sich der primäre Pollenkern gerade teilt (Abb. 2), und endlich reife Körner mit zwei Kernen (Abb. 3 und 4). Der Kern des jungen, einkernigen Pollenkornes ist derselbe, welchen wir bei der Untersuchung unserer Mistelpräparate unter Reduktionsteilung entstehen sahen. Er enthält daher nur die Hälfte der für die vegetativen Gewebe der betreffenden Art charakteristischen Chromosomenzahl. Bei *Gasteria verrucosa* z. B. 7, wie wir an günstigen Teilungsstadien (Abb. 2) feststellen können. — Eine Zelle aus dem Gewebe der Wurzel, des Blattes oder sonst eines Teiles des vegetativen Pflanzenkörpers würde demnach 14 Chromosomen enthalten. — Die beiden aus dieser Teilung hervorgehenden Kerne haben nun ganz verschiedene Aufgaben. Der eine von ihnen, etwa eiförmig gestaltet und viel schwächer färbbar als der andere, ist der vegetative Kern. Er wandert bei der Pollenkeimung im Pollenschlauch stets voran. Seine Funktion ist beendet, sobald der Pollenschlauch sein Wachstum einstellt und sein Ziel, den Embryosack, erreicht hat. Der zweite, generative Kern fällt sofort durch seine lang-spindelförmige Gestalt und seinen starken Chromatingehalt auf. In jungen Stadien ist er durch eine feine, uhrglasförmige Zellwand, die jedoch nur mit stärkerer Optik an günstigen Präparaten zu sehen ist, vom übrigen Raum des Pollenkornes abgetrennt (Abb. 3). Kurz darauf verschwindet diese Wand wieder

und beide Kerne liegen nebeneinander im Plasma, die charakteristischen Form- und Färbungsunterschiede lassen auch in diesem Stadium beide Kerne leicht voneinander unterscheiden (Abb. 4).

Durchmustern wir nun unsere Präparate mit gekeimten Pollenkörnern. In jüngeren Stadien, bei welchen die Schläuche noch relativ kurz sind, finden wir in jedem Schlauch die zwei schon bekannten Kerne. Infolge der Enge des Raumes sind beide fast stets sehr langgestreckt, der vegetative, spitzwärts liegende zeigt jetzt oft ganz unregelmäßige, lang ausgezogene Spindel- oder Tropfenform, der generative Kern ist ebenfalls stark verlängert (Abb. 5). In etwas älteren Stadien hat sich der generative Kern bereits in die beiden Spermakerne geteilt, so daß dreikernige Schläuche entstehen (Abb. 6). Kurz vor oder nach der Teilung erscheint jeder generative Kern eigentümlich gewunden und wie aus einzelnen, umeinander gewundenen und gedrehten Fäden zusammengesetzt. Dies rührt daher, daß die Kernteilung sich dem gegebenen engen Raum anpassen

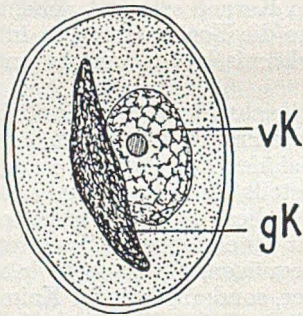


Abb. 4. *Gasteria verrucosa*, bestäubungsreifes Pollenkorn. Bezeichnung wie bei Abb. 3. Vergr. 1000 mal.

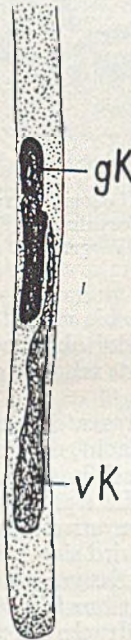


Abb. 5. *Gasteria verrucosa*, junger Pollenschlauch. Bezeichnung wie bei Abb. 3. Vergr. 320 mal.



Abb. 6. *Gasteria verrucosa*, älterer Pollenschlauch. SpK₁ und SpK₂ = die beiden Spermakerne, sonst Bezeichnung wie bei Abb. 3. Vergr. 320 mal.

muß, und sowohl die vorbereitenden wie auch die auf die Teilung folgenden Stadien, in welchen ja die einzelnen Chromosomen noch mehr oder weniger gut zu erkennen sind, langgezogene, schmale Bilder liefern. In einem gut gelungenen Präparat sieht man in Keimungsstadien, wie sie die Abbildungen zeigen, das Plasma des Pollenschlauches rosa gefärbt, es wird auch deutlich, daß nur die Spitzenregion des Schlauches Plasma enthält, die hinteren Partien jedoch leer sind. Zu vorderst liegt der schwächer violett gefärbte vegetative Kern, oft umgeben von zahlreichen, stark lichtbrechenden, kleinen ungefärbten Körnchen, wohl Reservestoffen, dahinter folgen in einigem Abstand der oder die kräftig violett gefärbten Spermakerne, welche bei der Befruchtung in den Embryosack der Samenanlage entlassen werden und mit dem Eikern und dem Endosperm- oder sekundären Embryosackkern verschmelzen.

Die hier auf dem Objektträger auf künstlichem Substrat hervorgerufene Keimung des Blütenstaubes erfolgt in der Natur auf der Narbe der bestäubten Pflanze. Die Keimschläuche dringen ins Gewebe der Narbe und des Griffels vor, bis sie die Samenanlagen erreichen; dabei machen sie die oben geschilderte Entwicklung durch. Grundsätzlich könnten die ganzen Entwicklungsstadien natürlich auch hierbei beobachtet werden, doch sind die Schwierigkeiten, die Schläuche im Narbengewebe

aufzufinden, und gerade die richtigen Entwicklungsstadien zu bekommen, dann so groß, daß erst bei viel größerem Zeitaufwand auf Erfolg zu rechnen ist. Wer Interesse daran hat, zur Ergänzung der Kulturversuche auch noch die direkte Beobachtung anzustellen, macht sich am besten dicke Längsschnitte durch vor entsprechend langer Zeit bestäubte Stempel möglichst großblumiger Liliaceen, die auf dem Objektträger mit der Karminessigsäuremethode behandelt werden. Durch leichten Druck auf das Deckglas nach dem Kochen kann man zu dicke Schnitte etwas flach quetschen und dadurch durchsichtiger machen, denn durch das Erhitzen in der starken Säure wird der Zellverband so stark gelockert, daß die einzelnen Zellen nach leichtem Druck auseinanderweichen. Diese Methode hat den großen Vorteil, daß man auf diese Weise leichter unzerschnittene Schläuche bekommt, als wenn man gleich von Anfang an genügend dünne Schnitte herstellt.

Das Wachstum der Pollenschläuche erfolgt chemotrop, d. h. es wird in seiner Richtung von bestimmten chemischen Stoffen beeinflusst, die Schläuche wachsen der stärksten Konzentration dieser Stoffe entgegen. Dies läßt sich ebenfalls auf einfache Weise zeigen. Bringen wir auf einen Objektträger einen flachen Tropfen Agar, in dessen Mitte wir ein Stückchen einer reifen Narbe legen, streuen nach dem Festwerden des Agars Pollenkörner darauf und stellen den Objektträger auf einige Stunden in eine feuchte Kammer, so wachsen alle Pollenschläuche beim Keimen auf das Narbenstückchen zu, weil jetzt das Narbenstückchen den Ort der größten Konzentration des Reizstoffes darstellt.

Die Spektroskopie der Röntgenstrahlen.

Von HERBERT GRAEWE in Halle.

(Fortsetzung.)

Gerade auch die Aufteilung in Untergruppen findet eine schöne Erklärung durch die Theorie des Niveauschemas von KOSSEL. Diese besagt, daß durch Kathodenstrahlstoß oder durch Energieabsorption einer primären Röntgenstrahlung ein Elektron aus einer inneren Elektronengruppe im Atom entfernt wird. „Je nachdem dieses Elektron von der innersten, der zweitinnersten usw. der Elektronengruppen geholt wird, sprechen wir von einer K-Erregung, einer L-Erregung usw. Entsprechend nennen wir die Elektronengruppen in den Atomen die K-Gruppe, die L-Gruppe usw.“ Die so entstandene Lücke wird nun wieder ausgefüllt: „Fehlt ein Elektron der K-Gruppe, so ist sein Ersatz durch ein Elektron aus der nächstliegenden Gruppe, der L-Gruppe, das Wahrscheinlichste. Die damit verbundene Energieänderung des Atoms wird als K-Strahlung konstitutiert, und zwar entspricht eben dieser wahrscheinlichste Übergang der stärksten Linie des K-Spektrums: der K_{α_1} -Linie. Wird dagegen das Elektron nicht aus der L-, sondern aus der M-Gruppe genommen, so entspricht dies der Aussendung der nächsten Linie des K-Spektrums: der K_{β_1} -Linie. So erhalten wir durch Zurückfallen von Elektronen aus den äußeren Gruppen in die innersten hinein eine Reihe von Spektrallinien, die zusammen die K-Reihe bilden“ (Nr. 17, S. 307 ff.).

Entsprechend haben wir uns das Zustandekommen der L-Reihe zu denken, indem primär ein Elektron aus der L-Gruppe entfernt wird und diese Lücke mit Elektronen aus den M-, N-, O-Gruppen ausfüllbar ist. Ist nämlich der freie Platz in der K-Gruppe durch ein Elektron aus der L-Gruppe ausgefüllt worden, so muß der freigewordene Platz in der L-Gruppe seinerseits wieder ausgefüllt werden. Geschieht dies durch ein Elektron der M-Gruppe, so wird dabei die L_{α} -Linie ausgesandt. Andererseits kann aber auch — wie schon angedeutet — ein Elektron der M-Gruppe direkt (d. h. ohne sich vorher in der L-Gruppe festzusetzen) in die K-Gruppe fallen. Man hat also, wenn man bedenkt, daß bei dem letzteren Übergang die K_{β} -Linie ausgesandt wird, die Frequenzbeziehung

$$K_{\beta} = K_{\alpha} + L_{\alpha}.$$

Eine bestimmte Energiemenge ist nun notwendig, damit das Atom überhaupt in den angeregten Zustand kommt („gehoben“ wird). „Die hierzu notwendige Energie wird z. B. von einem in das Atom eindringenden Kathodenstrahlteilchen aufgebracht, d. h. von einem Elektron, das mit riesiger Geschwindigkeit auf das Antikathodenmaterial auftrifft“ (Nr. 5, S. 38/39). Die Anregungsgrenze wird dann überschritten, wenn die von dem Kathodenstrahlteilchen aufgewandte Energie größer als die „Hubarbeit“ ist. Diese ist bei einem Elektron einer äußeren Gruppe, wo die Bindung relativ viel lockerer ist, viel geringer als bei einem solchen einer inneren Gruppe. Daher nehmen die Anregungsspannungen beständig ab, wenn man von einer inneren zu

einer äußeren Gruppe übergeht. Für die Emissionsspektren des Urans erhält man z. B. folgende Werte, die nahezu im Verhältnis 4 : 1 abnehmen:

Gruppe	K	L	M	N
Anregungsspannung in KV	115	21,7	5,54	1,44.

Der „Normalzustand“ ist derjenige Zustand, bei welchem sämtliche normal vorhandenen Elektronengruppen voll besetzt sind.

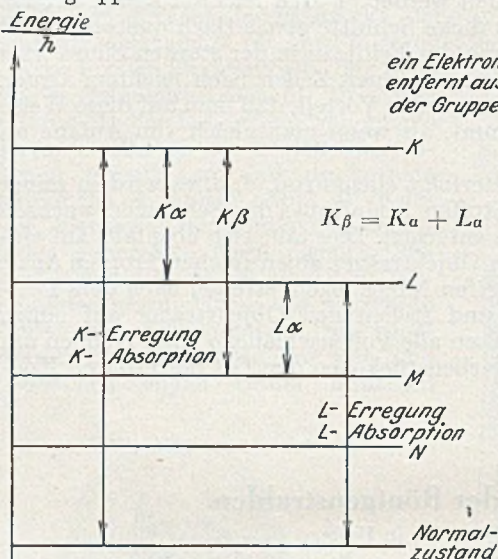


Abb. 10

(nach SIEGBAHN, S. 309). „Heben“ des Atoms in den K- bzw. L- oder M-erregten Zustand, daraufhin Zurückfallen eines Elektrons in die inneren Niveaus: Aussenden der Linien $K\alpha$, $K\beta$ oder $L\alpha$ (in Frequenzen zu messen) — gemäß der BOHRschen Grundquantenvorschrift $\nu = \frac{W_1 - W_2}{h}$,

wobei ν die Frequenz der betreffenden Linie und W_n die jeweilige Atomenergie bedeutet (K, L, M usw.). $W_1 - W_2$ gibt also die Änderung der Atomenergie an, welche in Form von elektromagnetischer Strahlung von der Frequenz ν frei wird. h ist die PLANCKSche Konstante. Um auch die anderen Linien einzuzichnen, wären statt eines L-Niveaus deren drei anzugeben usw. für die anderen Niveaus!

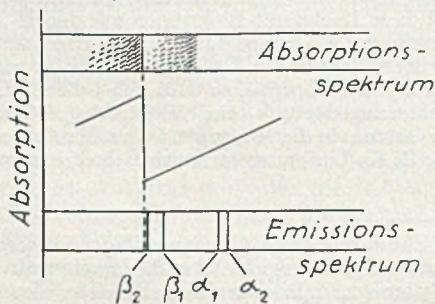


Abb. 11 (nach SIEGBAHN, S. 260).

Da für das L-Spektrum 3 Anregungsspannungen (und ebenso 3 Absorptionssprünge) existieren, muß man statt eines L-Niveaus (Abb. 10) deren drei einzeichnen (analog 5 M-Niveaus und 7 N-Niveaus). Dadurch sind alle vorkommenden Linien dem Diagramm einzupassen. Es bleibt lediglich noch zu bedenken, daß — wie bei den optischen Spektren so auch hier — noch bestimmte Auswahlregeln hinzukommen, da nicht alle Übergänge auf Grund der vorhandenen Bedingungen gestattet sind. Es sei daher lediglich für den einfachsten Fall eine schematische Darstellung gegeben (Abb. 10). Aber schon an diesem einen Beispiel dürfte den Schülern zur Genüge klarzumachen sein, daß die Röntgenspektren Vorgängen im inneren Teil der Atome zugehören und letztere daher im Innern ganz analog aufgebaut sein müssen.

Als letzte Erscheinung der Abb. 5 fallende die beiden Absorptionsbandkanten des Broms und Silbers auf, erstere bei 917, letztere bei 482 XE. Diese plötzlichen Änderungen in der Schwärzung der photographischen Schicht hatte schon DE BROGLIE beobachtet. Hervorgerufen werden dieselben durch das verschiedene Absorptionsvermögen der Bromsilberschicht. So besitzt z. B. das Silber der photographischen Schicht für Wellenlängen, die wenig kürzer als 482 XE sind, eine mehrfach größere Empfindlichkeit der photographischen Emulsion als für etwas langwelligere. Für das Brom gilt Entsprechendes. Mithin muß die auffallende Wellenlänge so klein sein, daß die Eigenstrahlung der betreffenden Elemente erregt wird. Diese Absorption tritt ganz unabhängig von der Art des Antikathodenmaterials auf. Ihre Stelle im Spektrum ist also charakteristisch für das absorbierende Element. Bemerkenswert ist noch, daß die Absorptionsbandkanten fast genau mit der kürzesten Linie des K-Spektrums des betreffenden Elements zusammenfallen. Im härtesten Teil des Spektrums liegen allerdings nur die Absorptionsbandkanten der schwersten Elemente. Die Absorption nimmt also bis zur Kante zu, um dann plötzlich abzufallen oder, wenn man die Betrachtung an der Seite der α -Linien beginnt: mit abnehmender Wellenlänge wird die Absorption in der Bromsilberschicht immer kleiner, bis die kurzwelligste Linie (β_2 in Abb. 11) erreicht ist. An dieser Stelle steigt plötzlich die Absorption stark an, und gleichzeitig wird die K-Serie in ihrer Gesamtheit erregt.

Ganz entsprechend findet man bei der L-Strahlung drei derartige Intensitätsstufen (DE BROGLIE, WAGNER) — entsprechend den drei Anregungsspannungen und drei Niveaustufen. Bei der M-Serie existieren fünf Absorptionsbandkanten usw. Diese Absorptionssprünge trugen wesentlich mit zur Aufstellung der KOSSELSchen Niveaustheorie bei.

b) Schnoidenmethode nach SEEMANN¹⁷⁾. Da die Linionschärfe bei dieser Methode stark zunimmt, sofern man nur im Bereich der weicheren Strahlung bleibt, ist sie im allgemeinen der BRAGGSchen Methode vorzuziehen. Die Justierung ist allerdings etwas schwieriger als bei der einfachen Drehkristallmethode nach BRAGG, da der von Schneide und Kristall gebildete Spalt sich genau in der Drehachse befinden muß. Um Verzerrungen zu vermeiden, darf diese weiterhin nicht „verkantot“ sein. Man justiert am besten mit gewöhnlichen optischen Instrumenten (Licht und Linse), indem man die Reflexion an dem betreffenden Kristall während des Schwenkens beobachtet.

Als Kristalle wählt man zweckmäßig Steinsalz oder Quarz. Da ersterer nur sehr schwer in fehlerfreien Exemplaren zu erhalten ist, genügt er im allgemeinen nicht den Ansprüchen einer verfeinerten Methode. Quarz entspricht zwar diesen Anforderungen viel besser, besitzt aber andererseits nicht ein solch großes Auflösungsvermögen wie Steinsalz, da die Gitterkonstante von Quarz erheblich größer ist, was sich in der BRAGGSchen Gleichung entsprechend auswirkt.

Einige Gitterkonstanten (bezogen auf eine Temperatur von 18°) seien angeführt:

Steinsalz	$d_{18^\circ} = 2814,00 \text{ XE}^{18)}$
Kalkspat	3029,04 XE
Quarz	4246,02 XE
Gips	7584,70 XE
Glimmer	9942,72 XE
Zucker	10507,5 XE.

Eine graphische Veranschaulichung für den Einfluß der Gitterkonstante auf die Wellenlänge gibt die Funktionsleiter (Abb. 12) für Steinsalz und Quarz (bis zu einem Reflexionswinkel von 20°; für größere Winkel ganz entsprechend).

An sich wäre bei derartigen Messungen noch das Temperaturkorrektionsglied zu berücksichtigen. Da es aber sehr klein ist und im allgemeinen bei Zimmertemperatur gearbeitet wird, kann es bei diesen verhältnismäßig groben

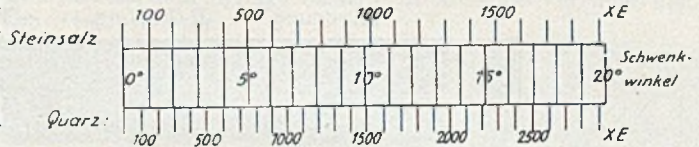


Abb. 12 (nach Messungen von SIEGBAHN).

Messungen vollauf vernachlässigt werden. Der Wert der Gitterkonstante steigt nämlich bei 1° Temperaturerhöhung lediglich um 0,03 XE, so daß man für Kalkspat $d_{14^\circ} = 3028,92$ und $d_{22^\circ} = 3029,16$ XE erhalten würde. Bei Präzisionsmessungen darf selbstverständlich dieser Faktor nicht vernachlässigt werden, ebenso wie für diesen Fall noch die anormale Dispersion zu berücksichtigen wäre und die Korrektur der BRAGGSchen Gleichung für höhere Ordnungen in Rechnung gestellt werden müßte (schon in der 2. Ordnung fällt der Reflexionswinkel um ein geringes größer aus, als nach der BRAGGSchen Gleichung zu erwarten wäre; es empfiehlt sich daher stets ein Arbeiten in 1. Ordnung).

Infolge der Unregelmäßigkeiten der Kristallstruktur des Steinsalzes und infolge ungleichmäßiger Schwenkung des Kristalls (eine völlige Gleichmäßigkeit ist bei Schwenkung mit der Hand kaum zu erwarten) treten mitunter noch Streifen (sog. „Goister“) auf, die nicht mit Linien oder gar Beugungserscheinungen verwechselt werden dürfen (vgl. Abb. 13, aufgenommen mit Cu-Antikathode bei 1½ stündiger Schwenkung). Die Linien wurden ähnlich wie bei Abb. 5 bestimmt, nur wurde der Nullstrahl als Ausgangspunkt zugrunde gelegt.

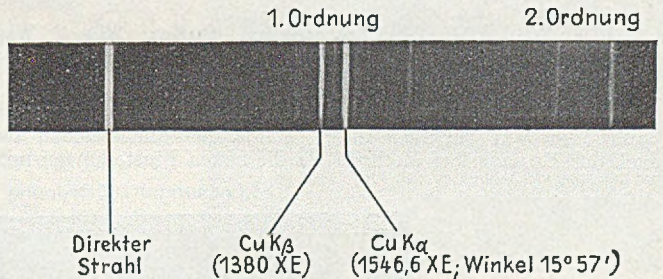


Abb. 13.

¹⁷⁾ Einzelteile sind zu erhalten vom SEEMANN-Laboratorium, Freiburg i. Br., Rheinstr. 4. In den Werbeschriften dieser Firma findet sich manche schöne Aufnahme aus dem Gebiet der Röntgen- bzw. Atom-(Molekül-)Forschung: Debye-Scherrer-Diagramme usw.

¹⁸⁾ Berechnet aus der Dichte ρ des Steinsalzes ($= 2,17$), dem Molekulargewicht des NaCl ($= 58,5$) und der LOSCHMIDTSchen Zahl $N (= 6,06 \cdot 10^{23})$, d. h. der Anzahl der Molekeln in 1 g/ Mol von 58,5 g. Das Durchschnittsgewicht pro Atom ist dann $58,5 : 2 N$ g (es muß durch 2 N dividiert werden, da wir es hier mit 2 Atomarten zu tun haben). Andererseits ist aber das Gewicht durch den Wert $\rho \cdot d^3 = 58,5/2 N$. Daraus erhält man für d den gesuchten Wert $2,814 \cdot 10^{-8}$ cm.

Ganz ähnlich verhält es sich mit Abb. 14, die nicht mit Cu-, sondern mit W-Antikathode aufgenommen wurde, also auch die Cu-Linien nicht zeigen kann (Belichtung ebenfalls $1\frac{1}{2}$ Stunde). Wenn man die Photogramme 2 und 3 miteinander zur Deckung bringt, orkennt man diese Verhältnisse an der Lage der Linien sehr deutlich. (Wellenlängenzusammenstellung in Tabelle II am Schluß dieser Arbeit.)

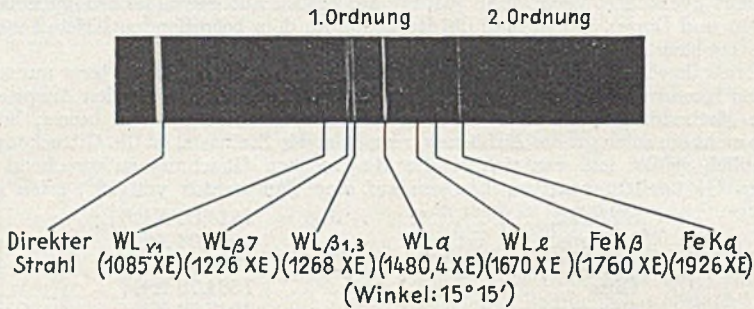


Abb. 14.

Die nächsten Aufnahmen sind mit einem Quarzkristall gemacht worden. Die Linien werden zwar infolge der fehlerfreien Kristallstruktur erheblich feiner und schärfer, aber das Auflösungsvermögen sinkt dafür, wie Abb. 15 zeigt, welche mit Cu-Antikathode und W-Glüspirale bei

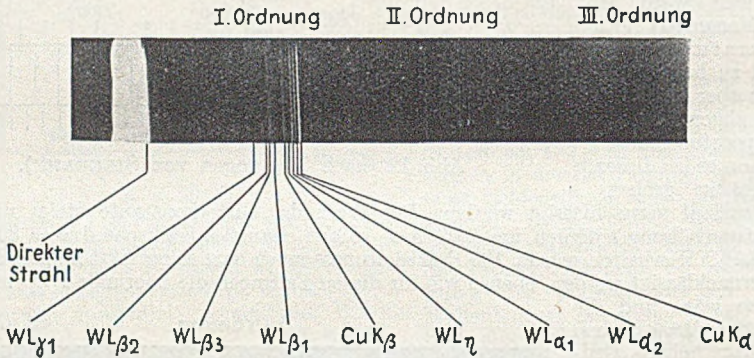


Abb. 15.

etwa 40 KV, 8 MA und $1\frac{3}{4}$ stündiger Belichtung aufgenommen wurde. Der Abstand Drehpunkt-Film war bei allen diesen Aufnahmen nicht genau der gleiche wie bei der Abb. 5 nach der BRAGGSchen Methode, da die neuen Einstellungen mit der Schneide kleine Verschie-

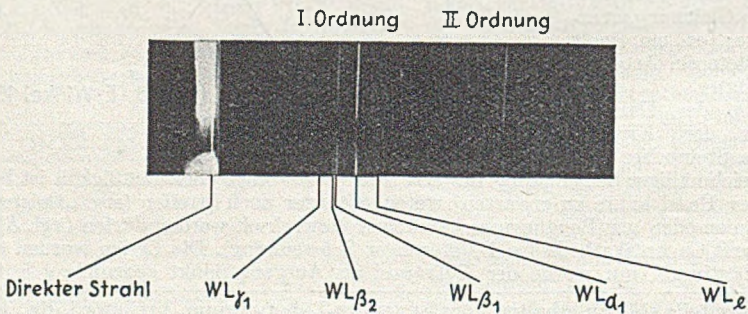


Abb. 16.

lungen hervorgerufen hatten. Hinsichtlich der Wellenlängen der einzelnen Linien verweise ich auf Tabelle 1, da die Berechnung derselben stets auf dem gleichen Prinzip beruht. Zu beachten ist lediglich der Intensitätsgrad der einzelnen Linien, der bei Bestimmung der Linien wertvolle Anhaltspunkte gibt.

Infolge des geringeren Auflösungsvermögens erscheinen bei Aufnahmen mit Quarzkristall die Linien bis zur 3. Ordnung (im Originalnegativ zu Abb. 15 noch deutlich zu orkennen). Bei

Beschränkung auf die intensitätsstärkste 1. Ordnung braucht man also dem Versuch nur einen verhältnismäßig kleinen Schwenkwinkel zugrunde zu legen, wodurch selbstverständlich die Belichtungszeiten stark herabzusetzen sind.

Abb. 16 ist ebenfalls mit Quarzkristall, jedoch mit W-Antikathode aufgenommen (Belichtung $1\frac{1}{2}$ Stunde). Sie ist frei von anderen als WL-Linien. Daß es sich tatsächlich um Linien und nicht um „Geister“ handelt, welche auf der Primitivität der Apparatur beruhen, wird jeweils durch einen Vergleich mit anderen unter den gleichen Bedingungen entstandenen Aufnahmen, in denen wohl die WL-Linien, aber nicht die „Geister“ an genau den gleichen Stellen zu sehen sind, bewiesen. Der untere Teil des Films von Abb. 16 zeigt die Reflexion an einer anderen Kristallfläche.

Das kontinuierliche Spektrum, besonders die Grenzwellenlänge, konnte so nicht bestimmt werden, da durch Streustrahlen aller Arten der Film eine gleichmäßige Verschleierung erfuhr. Diese Lücke der Untersuchung soll im folgenden Abschnitt ausgefüllt werden.

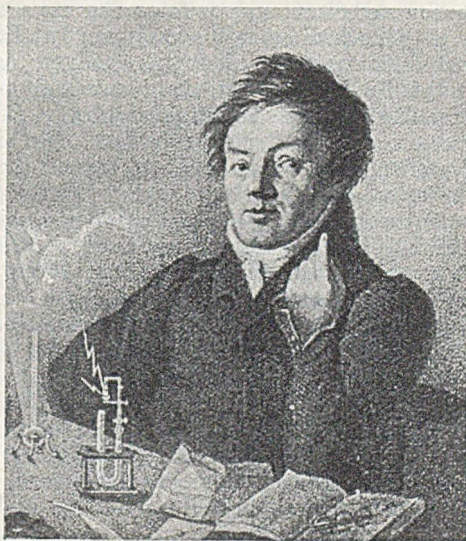
(Fortsetzung folgt).

Johann Wolfgang Döbereiner.

VON RUDOLF WINDERLICH in Oldenburg i. O.

Viele der großtechnischen chemischen Verfahren, die heute für Deutschland lebenswichtig sind, können ohne Katalysatoren nicht durchgeführt werden. Mit der Geschichte dieser eigenartigen Anlasser, Erreger und Lenker chemischer Vorgänge wird der Name DÖBEREINER dauernd verknüpft bleiben, weil niemand vor ihm in so ausgedehntem Maße und mit solchem Erfolge zusammenhängende Versuche hierüber angestellt hatte, wie er es tat. Aber die deutsche Wissenschaft ist dem hervorragenden Manne nicht nur um seiner katalytischen Arbeiten willen Dank schuldig.

JOHANN WOLFGANG DÖBEREINER wurde am 13. Dezember 1780 in Hof als Sohn eines Kutschers geboren. Er wuchs jedoch nicht in der Stadt, sondern in ländlichen Verhältnissen auf, weil der Vater als Knecht auf das Rittergut Bug bei Münchberg übersiedelte. Mit offenen, hellen Augen lernte der aufgeweckte Knabe Pflanzen und Tiere kennen, so daß der Vater ihn schon im Geiste als Landwirt sah. Zum Glück für das begabte Kind nahm sich der Pfarrer des Nachbardorfes seiner an, ergänzte den kümmerlichen Schulunterricht und weckte die Lust zu geistiger Tätigkeit. Gegen den Willen des Vaters, aber mit Hilfe der Mutter setzte der Junge durch, daß er schon 1794 als Lehrling in die Apotheke in Münchberg eintrat. Nach dreijähriger Lehrzeit ging er auf die Wanderschaft, um seinen Gesichtskreis zu erweitern: in Dillenburg, Karlsruhe und Straßburg war er während



Dr. Wolfgang Döbereiner.

der nächsten fünf Jahre als Apothekengehilfe tätig. In dieser Zeit nahm er jede Gelegenheit wahr, sich weiterzubilden: er hörte Vorlesungen in Straßburg — zum eigentlichen Studium fehlten ihm die Mittel —, er las viel und experimentierte eifrig und überlegt. Zum Kauf einer Apotheke bestand für DÖBEREINER aus Geldmangel keinerlei Aussicht; doch der Wunsch nach Selbständigkeit und nach einem eigenen Haushalt ließ sich nicht unterdrücken, deshalb eröffnete er 1803 nach seiner Heirat mit KLARA KNAB in dem Städtchen Gefrees ein Geschäft, dem er eine kleine Fabrik chemischer und pharmazeutischer Waren angliederte. Als das Unternehmen zu blühen begann, mußte DÖBEREINER spüren, daß die Triebfeder für das Handeln vieler Menschen der Neid ist: übelwollende Kaufleute setzten es durch, daß ihm als einem Ortsfremden die Handelserlaubnis entzogen wurde. Nach diesem unerwarteten Fehlschlag begann ein unstetes, sorgenvolles Leben: in einer

Färberei und Bleicherei verbesserte er die Betriebsverfahren, aber das Werk erlag der wirtschaftlichen Not durch die Kontinentalsperre, und damit war er wieder brotlos; in einer landwirtschaftlichen Brennerei und Brauerei verbesserte er die Gärverfahren, aber das Landgut wechselte den Besitzer, der die Nebenbetriebe schloß. Vom unverdienten Unglück verfolgt mußte DÖBEREINER von Tag zu Tag an Arbeit übernehmen, was sich gerade bot, denn auch Gesuche um eine Stelle als Apothekengehilfe blieben erfolglos.

Als das Unheil unerträglich schien, kam eine „Vokation“ vom akademischen Senat in Jena (ausgefertigt am 25. August 1810) „an den HErrn Professor, Doctor DOBEREINER zu St. Johann bei Bayreuth“¹⁾. Was war geschehen? Im Jahre 1809 war der Professor der Chemie J. F. A. GÖTTLING in Jena gestorben. Der Herzog CARL AUGUST bat Prof. GEHLEN in München um Rat wegen eines geeigneten Nachfolgers, und GEHLEN empfahl DÖBEREINER, der inzwischen einige Arbeiten veröffentlicht und damit GEHLENS Aufmerksamkeit erregt hatte. Der weitblickende Fürst nahm den Rat an und bot DÖBEREINER — im Schreiben stand DÖBEREINER — einen Lehrstuhl für Chemie und Technologie als außerordentlicher Professor mit 350 Thaler Jahresgehalt und einem Deputat von 10 Scheffeln Korn und 16 Scheffeln Gerste. Hoherfrent nahm DÖBEREINER das rettende Angebot für den 1. Oktober 1810 an. Großzügig sah die Universität über die Lücken des Bildungsganges hinweg und promovierte den neuen Professor im November 1810 zum Doktor. Sie hatte es nie zu bereuen. Nicht nur die glänzenden Vorlesungen des neuen Mannes bewiesen die Richtigkeit der getroffenen Wahl, viel mehr noch zeugten die wissenschaftlichen Arbeiten und Erfolge für die Genialität des Gewählten.

Gleich die erste bedeutsame Tat DÖBEREINERS war bezeichnend: er verlangte beim Amtsantritt einen geräumigen Arbeitsraum mit ausreichendem Gerät und guter Bücherei sowie einen zweckentsprechenden Hörsaal, denn die Chemie sei eine Experimentalwissenschaft. Sein Fürst hatte Verständnis für dieses Verlangen, er beauftragte GOETHE, für alles Nötige zu sorgen, und GOETHE fand Gefallen an dem aufrechten, tatenfrohen Mann, so daß ein vertrautes Verhältnis entstand, das ein inhaltsreicher Briefwechsel widerspiegelt²⁾. Das gewünschte Laboratorium wurde 1811 im Schloß eingerichtet und sogleich ausgiebig benutzt. Weil die verfügbaren Schloßräume nicht heizbar waren, drängte DÖBEREINER darauf, ihm geeignetere zu verschaffen. Nach langem Verhandeln wurde 1816 die Villa Hellfeld gekauft. In ihr fanden die Chemische Sammlung, die Bücherei und der Experimentiersaal Unterkunft, und DÖBEREINER wohnte selbst in dem Hause, nur der Hörsaal mußte leider im Schlosse bleiben. Im Jahre 1820 konnte DÖBEREINER endlich den langgehegten Wunsch in die Tat umsetzen, die Studierenden in einem „Chemisch-praktischen Kollegium“ zu chemisch-analytischen Arbeiten heranzuziehen und sie darin auszubilden. Zu seinen Schülern gehörte auch der Anilin-Entdecker FRIEDLIEB FERDINAND RUNGE³⁾.

Von allen Forschungsergebnissen DÖBEREINERS hat die katalytische Wirksamkeit des fein verteilten Platins und ihre Anwendung in einem Feuerzeug das größte Aufsehen erregt und besonders nachhaltigen Einfluß ausgeübt. DÖBEREINER kam nicht durch Zufall zu seinem Fund, sondern durch planmäßiges Untersuchen des Platins, dessen Erze ihm die Erbgroßherzogin MARIA PAULOWNA freigiebig aus ihrer Heimat Rußland verschaffte. EDMUND DAVY — ein Vetter des berühmten HUMPHRY DAVY — hatte 1817 gefunden, daß feinstes Platinpulver aufglüht, wenn man es auf alkohol-befeuchtetes Fließpapier schüttet. DÖBEREINER untersuchte diese Angaben genau und fand, daß der Alkohol in Gegenwart von Platinschwarz oder Platinmohr — damals glaubte DÖBEREINER, es handle sich um ein „Platin-

¹⁾ Die amtlichen Schreiben sind abgedruckt durch ALEXANDER GUTBIER: „Goethe, Großherzog Carl August und die Chemie in Jena“ (Rede). Jena 1926, G. Fischer.

²⁾ JULIUS SCHIFF: „Briefwechsel zwischen Goethe und Johann Wolfgang Döbereiner (1810—1830)“. Weimar 1914, Hermann Böhlau Nachfolger. — Einen „Nachtrag zum Schriftverkehr zwischen Döbereiner und Goethe“ (57 Seiten) bringt HUGO DÖBLING in seiner gediegenen Arbeit „Die Chemie in Jena zur Goethezeit“. Jena 1928, G. Fischer.

³⁾ Vgl. BERTHOLD ANFT: „Friedlieb Ferdinand Runge, sein Leben und sein Werk“. Berlin 1937, Dr. Emil Ebering.

suboxyd“ — Sauerstoff verbraucht und zunächst zu einem eigenartigen „Äther“ (Acetaldehyd), dann bei reichlichem Sauerstoffzutritt quantitativ zu Essigsäure oxydiert wird, ohne daß dabei das Platin verändert wird. Für die theoretische Einsicht in den Bau der organischen Stoffe war dieser Nachweis der engen Zusammengehörigkeit von Alkohol und Essigsäure außerordentlich wichtig. Für DÖBEREINER war der Vorgang, den er wirtschaftlich zur Schnellessigfabrikation auszubauen wünschte, nicht eine bloße Einzel Tatsache; er prüfte, wie sich andere fein verteilte Stoffe verhalten, und kam schließlich immer wieder auf das Platin als den wirksamsten Stoff zurück. „Wenn man locker zusammenhängenden Platinstaub, so wie derselbe bei Zersetzung des Platinsalmiaks durch Feuer gewonnen wird, schwach erhitzt und ihn, im erhitzten Zustande, mit Alkoholdampf unter Zutritt der Luft in Berührung bringt, so wird er wie erhitzter Platindraht plötzlich glühend und bleibt dieses solange, als Alkoholdampf und Sauerstoffgas vorhanden sind. Ganz dieselbe Erscheinung findet statt, wenn man a) gepulverten Braunstein, b) Nickelstaub oder c) Nickeloxyd, d) Kobaltstaub oder e) Kobaltoxyd, f) Uranoxyd, g) Zinnoxid usw. in losem zusammenhängenden (sehr porösen) Zustande, wie sie (die unter b, c, d, e, f und g genannten Metalle und Oxyde) bei Zersetzung ihrer Verbindungen mit Oxalsäure durch Feuer (unter Ausschluß oder Mitwirkung der Luft) sich darstellen, in schwach erhitztem Zustande mit Alkoholdampf und Luft in Berührung kommen läßt⁴⁾.“ Hier hat DÖBEREINER verschiedene Katalysatoren der heutigen Großverfahren gefunden. Es ist erwähnenswert, daß er später (1832) auch die Oxydation des Schwefeldioxyds am Platinkontakt festgestellt und quantitativ untersucht hat. MITTASCH bezeichnet deshalb DÖBEREINER mit Recht als „Begründer der katalytischen Forschung“⁵⁾. Als DÖBEREINER seine Versuche über die Alkoholoxydation zu Essigsäure beendet hatte, studierte er das Verhalten des „Platinsuboxydes“ und des fein zerteilten metallischen Platins, „wie solches bei der Zersetzung des Platinsalmiaks durch Feuer hervorgehet“, gegen Gase. Er fand, „daß 100 Gran Platinsuboxyd 15 bis 20 Cub. Zolle Wasserstoffgas einschlürfen, wobei soviel Wärme entwickelt wird, daß das Platinsuboxyd aufglühet und das Wasserstoffgas verpuffend verbrennt, wenn dasselbe zuvor mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft vermischt ward“⁶⁾. In einem begeisterten Brief an Goethe fügte er hinzu, „daß das rein metallische staubförmige Platin die höchst merkwürdige Eigenschaft hat, das Wasserstoffgas durch bloße Berührung und ohne alle Mitwirkung äußerer Potenzen zu bestimmen, daß es sich mit Sauerstoffgas zu Wasser verbindet, wobei eine bis zum Entglühen des Platins gesteigerte Summe von Wärme erregt wird. Die Verbrennlichkeit jenes Gases wird durch die Berührung mit Platinstaub so sehr erhöht, daß es eine Mischung von 0,99 Stiekgas mit 0,01 Sauerstoffgas total desoxydiert, eine Wirkung, welche durch die stärksten elektrischen Funken nicht mehr veranlaßt werden kann“⁷⁾. Mit Hilfe der weitgehenden Oxydation am Platinkontakt werden heute technisch aus Elektrolytwasserstoff die letzten Spuren Sauerstoff entfernt; das einst weitverbreitete Feuerzeug ist überlebt.

Von bleibendem Wert ist der Nachweis der zahlenmäßigen Zusammengehörigkeit chemischer Elemente in gut gekennzeichneten Gruppen. Der „Versuch zu einer Gruppierung der elementaren Stoffe nach ihrer Analogie“⁸⁾ war der erste Anfang eines wirklichen Systems; aus den „Triaden“ — Chlor, Brom, Jod; Calcium, Strontium, Barium; Lithium, Natrium, Kalium; Schwefel, Selen, Tellur; Platin, Iridium, Osmium — wurden schließlich die Gruppen des periodischen Systems. Diese zuerst kaum beachtete Großtat gelang DÖBEREINER, weil er gewohnt war, alle Dinge und Vorgänge quantitativ zu betrachten; er legte sehr großen Wert auf

⁴⁾ SCHWEIGGERS Jahrbuch der Chemie und Physik 4 (1822), 91. — Braunstein als Katalysator für die Sauerstoffentwicklung aus Kaliumchlorat hatte DÖBEREINER bereits 1820 angegeben: SCHWEIGGERS Journal für Chemie und Physik 28 (1820), 248.

⁵⁾ A. MITTASCH und E. THEIS: „Von Davy und Döbereiner bis Deacon, ein halbes Jahrhundert Grenzflächenkatalyse“. Berlin 1832, Verlag Chemie. S. 92.

⁶⁾ SCHWEIGGERS Jahrbuch der Chemie u. Physik 8 (1823), 322.

⁷⁾ SCHIFF a. a. O., S. 78.

⁸⁾ OSTWALDS Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 66.

die Stöchiometrie. Übrigens ließ sich GOETHE von ihm in Stöchiometrie unterrichten.

Für die organische Elementaranalyse machte er unabhängig von GAY-LUSSAC zur selben Zeit wie dieser den ausgezeichneten Vorschlag, das leicht reduzierbare Kupferoxyd als Sauerstoffquelle zu verwenden, weil es „in hoher Temperatur sein Oxygen sehr leicht an (verdichtetes) Carbon und Hydrogen, aber nicht an Azot (oxydiertes Nitrogen) abgibt“ und dabei „sicherere Resultate gibt“ als das bisher gebräuchliche, gefährliche Kaliumchlorat⁹⁾. GAY-LUSSAC verbrannte die organischen Stoffe in einem aufrecht stehenden Rohr, DÖBEREINER hingegen im waagerechten Rohr, wie es seither allgemein geschieht.

Im Verlauf seiner Bemühungen, Holzgas oder Steinkohlengas wirtschaftlich verwendbar zu machen, stieß DÖBEREINER auf das unschätzbar wichtig gewordene Wassergas. Er meldete dem Großherzog: „Ich habe gefunden, daß Kohle und Wasser bei ihrer Wechselwirkung in hoher Temperatur das wohlfeilste und reinste Feuergas geben¹⁰⁾.“ Es gelang ihm allerdings nicht, der Schwierigkeiten im Großversuch Herr zu werden; infolge einer gefährlichen Explosion mußte er die Großversuche aufgeben.

Zahlreiche Aufgaben haben den gedankenreichen Mann gelockt und gereizt; für die meisten, die er vergeblich zu lösen versuchte, war die Zeit noch nicht reif. Er wollte die Stoßkraft des abbrennenden Knallgases als Antrieb einer Maschine verwenden; er wollte optische Gläser erschmelzen und bessere Stahlsorten herstellen; schon vor WÖHLERS Harnstoffsynthese hoffte er, Zucker aus Alkohol und Kohlensäure aufzubauen zu können. Seinen Landesherrn hat er oft in chemisch-technischen Fragen gut beraten. Er erkannte und bekannte, daß an Stelle der Geheimniskrämerei einer Meisterwirtschaft in den Betrieben ein wissenschaftlicher Geist herrschen müsse: „Wenn die niederrheinischen Stahlfabrikanten eine Verbesserung ihrer Fabrikationsmethode wünschen, so müssen sie ihre Anstalt und ihr Verfahren von einem Chemiker an Ort und Stelle untersuchen lassen und sich verbindlich machen, alles, was letzter ihnen lehrt, genau zu prüfen und zu befolgen¹¹⁾.“

Obgleich er für sein Vaterland alle erdenklichen Vorteile erstrebte, fehlte ihm Geschäftssinn vollkommen. Es half auch nichts, daß GOETHE ihn ermahnte: „Ich werde Sie ersuchen, künftig jeden neuen Fund zu sekretieren, mir ihn anzudeuten, damit man den Versuch mache, ihn zu fremdem und eigenem Nutzen anzuwenden¹²⁾.“ Zeit lebens hat DÖBEREINER in Dürftigkeit gelebt. Von seinem kärglichen Gehalt hat er uneigennützig stets einen beträchtlichen Anteil für wissenschaftliche Zwecke ausgegeben, weil die Mittel nicht ausreichten, die für Forschung und Lehre bewilligt wurden. Im Jahre 1819 war er ordentlicher Professor geworden mit 500 Thalern Jahresgehalt und den Emolumenten der philosophischen Fakultät; aber für seine zahlreiche Familie war dieses Einkommen ein Hungerlohn. Als BERZELIUS ihn 1828 besuchte und gebeten hatte, zur Naturforscherversammlung nach Berlin zu reisen, mußte DÖBEREINER an GOETHE schreiben: „Ich sehe mich allerdings sehr nach Berlin, aber es fehlt mir bis jetzt noch die materielle Bedingung zu dieser Reise¹³⁾.“ Er mußte verzichten. Entbehren und arbeiten, das war sein Los, bis er am 24. März 1849 die Augen für immer schloß.

Geometrischer Anfangsunterricht nach Salkowski.

Ein Erfahrungsbericht von FRITZ BÄSMANN in Siegen.

Im folgenden wird die Bekanntschaft mit dem Buch von Prof. Dr. E. SALKOWSKI: „Neue Ziele und Wege des Geometrieunterrichts“ vorausgesetzt. Als ich es vor zwei Jahren zum erstenmal durchgearbeitet hatte, wurde sogleich der Wunsch rege, wenigstens die beiden ersten Jahreskurse in der neuen Weise einmal praktisch zu erproben, da ich mir eine Belebung des ganzen Unterrichtsbetriebes davon versprach und die Hoffnung hatte, die Schüler durch

⁹⁾ SCHWEIGGERS Journal für Chemie und Physik 17 (1816), 369—375.

¹⁰⁾ SCHIFF a. a. O., S. 39.

¹¹⁾ SCHIFF a. a. O., S. 27.

¹²⁾ Ebenda S. 24.

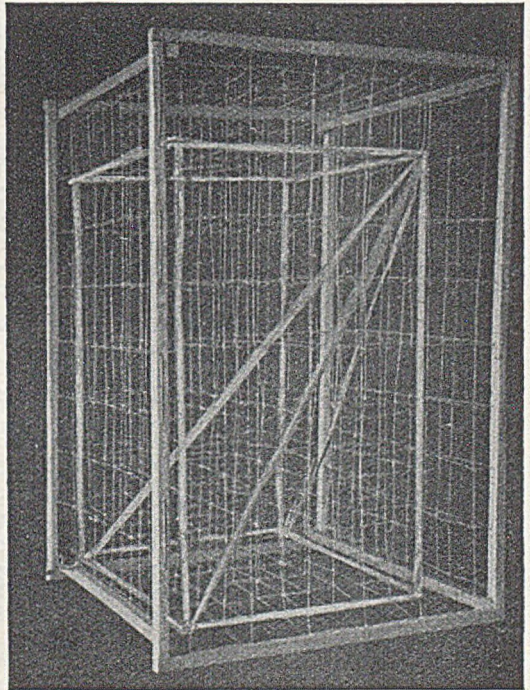
¹³⁾ Ebenda S. 90.

die neue Behandlung zu bewußten Schemen und zur anschaulichen Erfassung von geometrischen Zusammenhängen bringen zu können, die ja bei der bekannten Verkümmern der Raumanschauung später kaum noch zu erreichen ist. Die Aussprache mit einigen Kollegen im Schulungslager für „Wehrerziehung im mathematischen Unterricht“ im Herbst 1936 im Rankenheim verstärkte diesen Wunsch, weil ich die Überzeugung gewann, daß die nötige Zeit und die Wissensgrundlage für die geforderte Ausrichtung des Mathematikunterrichts auf die Wehrerziehung durch den neuen Weg SALKOWSKIS in einfacher Weise zu gewinnen sein würden. Die eingehende Besprechung aller Möglichkeiten in einer Versammlung der Mitglieder des Fördervereins an unseren siegerländischen Schulen, an der auch der Direktor unserer Anstalt teilnahm, brachte dann die Entscheidung: Von Ostern 1937 ab durfte ich die eine Quarta in der neuen Weise unterrichten. Der Direktor stellte die Bedingung, daß nach dem zweiten Jahr der Anschluß an die alten Lehrpläne hergestellt sein müßte. Dann sollten neu eintretende Schüler und die Sitzlinge von Ostern 1938 in die Parallelklasse abgeschoben werden, damit für diese in der Geometrie keine Schwierigkeiten entstünden. So war also die Möglichkeit zur Erprobung gegeben.

Nun zum Bericht über meine Unterrichtserfahrungen. Nach einer einführenden Betrachtung verschiedener Körper wurden die Grundsätze 1—13 in zwölf Stunden erarbeitet. Für die Konstruktionen in der Ebene hatte ich mir eine Wandtafel mit einem quadratischen Raster überziehen lassen. Die Schüler zeichneten in Rechenhefte mit quadratischem Raster, und am Schluß jeder Stunde wurde auch das Ergebnis unserer Betrachtungen in dieses Heft eingetragen. Aus methodischen Gründen habe ich die Reihenfolge der Grundsätze etwas geändert, nämlich: 6, 9, 8, 5, 7. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß ohne ein brauchbares Modell des räumlichen Gitters schlecht zu arbeiten ist, während die Entwicklung der Grundsätze für die Ebene keine Schwierigkeiten macht. Ich wollte für den Grundsatz 7 die von den Schülern mit (angeblich) gleichen Abmessungen angefertigten Würfelmodelle benutzen; es stellte sich aber heraus, daß diese Modelle doch zu verschieden ausgefallen waren, als daß sich ein überzeugender Eindruck gewinnen ließ. Später bin ich darauf gekommen, mir für die räumlichen Betrachtungen selber ein kubisches Gitter herzustellen: Aus Holzlatten stellte ich mir ein Quadergerüst her, bohrte in 10 cm Abstand Löcher in die Latten und spannte dann mit Hilfe meiner jüngsten Tochter Bindfäden aus, die an den Kreuzungsstellen verknotet wurden und ein kubisches Gitter bilden. Dieses Modell ist zwar auch noch nicht vollkommen, da es sich in der trockenen Schulluft stark verzogen hat. Es hat sich aber sehr gut bewährt und würde schon bei der Einführung gute Dienste geleistet haben. Dieser Unterrichtsabschnitt wurde dann mit einer Arbeit abgeschlossen, in der die Schüler ihre Kenntnisse über Quadrate, rechte Winkel und Parallelen verwenden mußten.

Abschnitt III, 4 bot keine Schwierigkeiten. Es machte den Schülern offensichtlich Spaß, nach einer vorgelegten Reihe von Rasterzahlen allerlei symmetrische Figuren entstehen zu sehen, und verschiedene konnten eine kleine Entdeckerfreude erleben, als sie den Grund dafür in der Regelmäßigkeit beim Abzählen der Rasterzahlen von einer Ecke zur anderen erkannten, zum Beispiel Quadrat mit den Netzzahlen 1; 5, 11; 1, 15; 11, 5; 15. Bei Abschnitt III, 5 wurde zunächst der Begriff der Ähnlichkeit von Rechtecken entwickelt. Ich finde es besonders begrüßenswert, daß die Ähnlichkeit schon so früh im Unterricht behandelt werden kann. Das Entwerfen eines Wochenendhauses und anschließend die Herstellung eines Modelles brachte erfreulich gute Leistungen zutage, aus denen sich deutlich ersehen ließ, mit wie großer Teilnahme die Jungen bei der Sache waren. Zeitaufwand: 6 Stunden.

Der folgende Abschnitt III, 6 nahm 9 Stunden in Anspruch, woraus sich schon ergibt, daß hier einige begriffliche Schwierigkeiten zu überwinden waren. Es dauerte lange, bis die



Deckungsgleichheit der durch eine beziehungsweise zwei Eckenlinien entstandenen rechtwinkligen Dreiecke von allen Schülern richtig verstanden war. Auch der Beweis, daß die Punkte A, C und F der Abbildung 1 in einer Geraden liegen, erforderte mehr Zeit, als ich erwartet hatte. Dafür entschädigten dann aber die Betrachtung der Symmetrieverhältnisse und das Ausschneiden symmetrischer Figuren aus Papier.

Die Durcharbeitung des Rechtecksgitters (Drachensfigur, Grundkonstruktionen, Winkelübertragung mit dem Zirkel, Z- und F-Winkel) wurde in 12 Stunden durchgeführt und bot nichts besonders Erwähnenswertes; denn daß den Schülern eine knappe und klare Beschreibung ihrer Konstruktionen Mühe macht, ist ja aus dem bisherigen Unterricht bekannt. Die einfachen Konstruktionen habe ich ferner dazu benutzt, um von dem gegebenen quadratischen Raster unabhängig zu machen, und die Figuren auf der gewöhnlichen Tafel gezeichnet.

Jetzt war auch endlich die Gelegenheit zur zweiten schriftlichen Klassenarbeit gegeben.

Weitere 10 Stunden wurden zur Winkelmessung und zu den allgemein üblichen Aufgaben über Winkelhalbierende, Neben- und Scheitelwinkel, Winkel im gleichschenkeligen Dreieck, Thaleskreis benutzt. Auch über diesen Lehrstoff wurde eine Klassenarbeit geschrieben. Daran schlossen sich 5 Stunden mit Besprechung des Strahlensatzes und des Anstiegs, es folgte die Konstruktion ähnlicher Dreiecke ohne Benutzung des Rasters.

Den Rest des Jahres mit 12 Unterrichtsstunden hatte ich dann zur Darstellung räumlicher Gebilde durch Zeichnung zur Verfügung; ich hatte sogar noch Zeit genug, um die Eckenlinien des räumlichen Rasters (IV, 1) hinzuzunehmen. Diese letzten Stunden zeigten recht deutlich, wie gut sich die Raumnachschauung im Laufe des Jahres entwickelt hatte. In dem oben erwähnten kubischen Gitter spannte ich bunte Bänder aus, wie sie zum Verschnüren von Geschenkpäckchen gebraucht werden und die mir die Schüler reichlich mitgebracht hatten. Zunächst wurden die Kanten eines Quaders in das Gitter eingespannt, siehe Abbildung. Es machte keine Schwierigkeiten, aus dem Gitter den Grund-, Auf- und Seitenriß zu gewinnen und in das quadratische Raster der Wandtafel im Handumdrehen einzuzichnen. Ferner läßt sich die Volumenbestimmung durch Auszählen der einzelnen Würfel durchführen und daraus die Volumenformel gewinnen. Dann wurden mit Bändern in anderen Farben Seiten- und Raumdiagonale eingespannt und besprochen, sogar einfache Schnitte des Quaders lassen sich so gut darstellen. Die weitere Überlegung galt dann der Aufgabe, ein anschauliches Bild des Quaders mit seinen Diagonalen zu zeichnen und führte ohne weiteres zum Schrägbild. Wir einigten uns dahin, daß die von vorn nach hinten laufenden Kanten durch Eckenlinien des quadratischen Rasters dargestellt wurden, wobei in der Verkürzung die Länge einer Eckenlinie des Quadrats zwei

Quadratseiten in natürlicher Größe bedeuten sollte, also $\varphi = 45^\circ$, $q = \frac{1}{2} \sqrt{2}$. So konnten wir in das quadratische Netz ohne großen Zeitaufwand gute Schrägbilder einzeichnen. Modelle aus Korken und Stricknadeln oder aus Teilen von Stabilbaukästen wurden von den Schülern gerne hergestellt und dienten zur Klärung der letzten Zweifel. Die natürlichen Größen der Flächendiagonalen wurden aus den drei Rissen entnommen, die natürliche Größe der Raumdiagonale aus drei verschiedenen ebenen Schnitten gefunden, wozu allerdings etwas mehr Zeit aufgewandt werden mußte. Das Quadernetz zur Herstellung eines Pappmodells wurde natürlich auch ermittelt. Die Aufgaben der letzten Klassenarbeit mögen zeigen, was schließlich erreicht wurde:

1. Konstruiert Schrägbild und die drei Risse eines Quaders mit gegebenen Kantenlängen!
2. Konstruiert die Raumdiagonale in natürlicher Größe!
3. Zeichnet eine vorgeschriebene Schnittebene senkrecht zur Aufrißebene in die Figuren ein und konstruiert ihre natürliche Größe!
4. Verbindet die Endpunkte einer Raumdiagonale durch den kürzesten, auf der Oberfläche verlaufenden Geradenzug!

Zum Abschluß wurde noch eine quadratische Pyramide in das Gitter eingespannt und dann Risse, Schnitte, Netz und Modell angefertigt. Ferner wurden in einen großen Würfel die beiden Tetraeder eingespannt und das Schrägbild davon gezeichnet. Die beiden letzten Stunden waren dem Oktaeder gewidmet, und als im Schrägbild durch Verbinden der Seitenmitten eines Würfels nach und nach das Oktaeder entstand, lag eine Spannung über der Klasse, wie ich sie selten gefunden habe und welche durch die fertige Zeichnung unter großem Beifall gelöst wurde.

Nach meiner Aufstellung ergeben sich für das Jahr 66 Unterrichtsstunden, dazu kommen je 2 Stunden für die Anfertigung und Besprechung der vier Klassenarbeiten, also zusammen 74 Stunden.

Wenn ich nun auf das vergangene Jahr zurückblicke, so muß ich sagen, daß meine Erwartungen voll erfüllt worden sind. Für die Schüler und auch für mich bot der neue Weg viele Anregungen (weniger angenehm war er allerdings für die Nachhelferinnen). Im Kreis der siegler Kollegen ist schon öfter über eine Umgestaltung des Anfangsunterrichts in der Geometrie gesprochen worden, wobei ich wohl auf eine 1933 im Verlag Vorländer, Siegen, erschienene

Schrift unseres früheren Direktors Dr. A. GOTTSCHALK: „Der Aufbau der Geometrie und der Arbeitsunterricht“ hinweisen darf. Aber zu einer wirklichen Durchführung neuer Gedanken ist es erst im vergangenen Jahr gekommen. Aus diesem Grunde hoffe ich auch, daß meine Erfahrungen für andere Kollegen von Wert sind und vielleicht entsprechende Versuche nach sich ziehen.

Die Bewegung des Geschosses durch den Luftraum.

(Beitrag zum Aufsatz in Heft 6/37.)

Von ERICH BUSCHE in Kiel.

1. Die Einfachheit des in obengenannter Abhandlung (Heft 6, 1937, S. 175) angegebenen Verfahrens, aus dem Widerstandsgesetz die Flugbahn zu konstruieren, gegenüber den üblichen, auch den zeichnerischen Methoden, beruht auf einer nicht unwesentlichen Vernachlässigung bei der Integration der außenballistischen Hauptgleichung.

Diese tatsächlich vorgenommene Vernachlässigung ist indessen vom Verfasser nicht erwähnt. Für den nicht dauernd mit ballistischen Problemen beschäftigten Lehrer dürfte sie aus der Abhandlung nicht ohne weiteres erkennbar, zur überlegenen Beherrschung des Stoffes jedoch notwendig sein.

Wie weit diese Vernachlässigung hingenommen werden darf, ist eine andere Frage. Läßt man sie jedoch zu, so kann die Hodographenkurve einfacher und mit größerer Genauigkeit aus der Widerstandskurve gewonnen werden, als der Verfasser angibt.

2. Die Abhandlung integriert die Beschleunigungsfunktion:

$$\frac{dv}{dt} = -f(v) \quad (1)$$

stückweise für kleine Zeitbereiche Δt . Sie berücksichtigt dabei den Geschwindigkeitsabfall während dieser Zeit Δt durch geeignete Mittelbildung (siehe darüber weiter unten). Sie vernachlässigt jedoch, daß sich auch die Richtung der Geschwindigkeit während dieses Zeitbereiches ändert. Darin liegt aber gerade die Schwierigkeit. Denn in der Differentialgleichung (1) können die Variablen getrennt werden, in der Differentialgleichung des Geschößfluges:

$$\frac{d(v \cdot \cos \vartheta)}{dt \vartheta} = -f(v) \cdot \cos \vartheta \quad (2)$$

$$dt = -\frac{v \cdot d\vartheta}{g \cdot \cos \vartheta} \quad (2a)$$

(ϑ = Neigungswinkel der Flugbahntangente)

jedoch nicht. Die Vereinfachung des Verfassers besteht darin, daß während der Zeit Δt

$$\frac{d \cos \vartheta}{dt} = 0$$

gesetzt wird. Dann geht (2) in (1) über. (1) kann für jede Widerstandsfunktion mit beliebiger und leicht angebbarer Genauigkeit integriert werden, indem man schreibt:

$$\int_{v_0}^{u_1} \frac{dv}{f(v)} = -(t_1 - t_0) \quad (3)$$

und für die linke Seite irgendein Näherungsverfahren benutzt. Der Verfasser nähert das Integral an durch:

$$\int_{v_0}^{u_1} \frac{dv}{f(v)} = \frac{1}{f(v_1)} \cdot (u_1 - v_0),$$

wobei:

$$v_1 = v_0 - f\left(\frac{v_0}{2}\right).$$

Bedeutet u_1 denjenigen Wert der Geschwindigkeit, der zu

$$\int_{v_0}^{u_1} \frac{dv}{f(v)} = t_0 - t_1 = 1$$

gehört, so erhält man:

$$u_1 = v_0 - f(v_1).$$

Dieser Wert wird mit einem anderen verglichen (S. 182, Abs. 3):

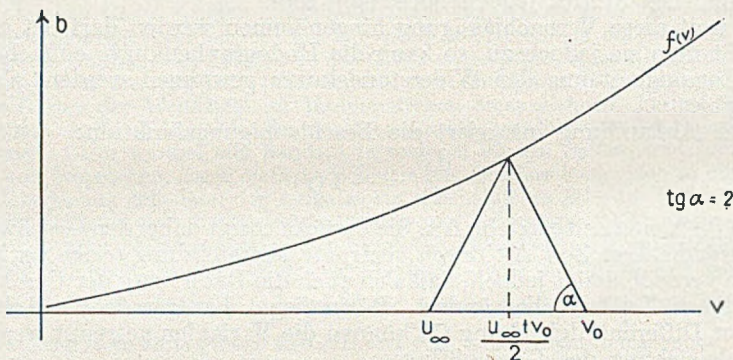
$$u_{i+1} = v_0 - f\left(\frac{u_i + v_0}{2}\right) \quad i = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

den der Verfasser als den „genauen“ bezeichnet.

3. Nun läßt sich leicht beweisen, daß die durch (4) definierte Folge konvergiert. Der „genaueste“ Wert im Sinne der Abhandlung ist also der Grenzwert dieser Folge:

$$u_\infty = v_0 - f\left(\frac{u_\infty + v_0}{2}\right). \quad (5)$$

Daraus ergibt sich folgende Konstruktion für den „genauesten“ Wert, die von Brauer benutzt wird (Cranz, Ballistik I, S. 220):



(Der im Punkte v_0 anzutragende Winkel ist:

$\alpha = \text{arc tg } 2$, wenn Ordinaten- und Abszissenmaßstab gleich sind,

$\alpha = \text{arc tg } 2a$, wenn der Ordinatenmaßstab gleich dem a -fachen des Abszissenmaßstabes ist.)

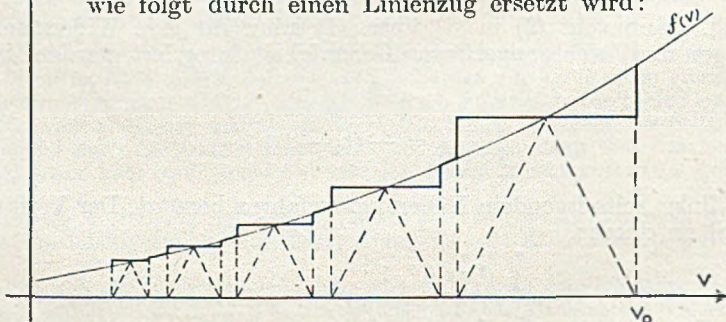
Sie ist, obwohl sie gleich den „genauesten“ Wert liefert, einfacher als das auf S. 179 angegebene Rechenverfahren für den ungenauen Wert.

4. Aber dieser „genaueste“ Wert ist natürlich auch nur eine Näherung, und

zwar derart, daß die Kurve

$$b = f(v)$$

wie folgt durch einen Linienzug ersetzt wird:



Man wird eine bessere Näherung erhalten, wenn man die Kurve

$$b = f(v)$$

durch eine andere integrable Funktion ersetzt, die sich ihr besser anschmiegt als die Geraden der Abb. 2. Dann aber ist es einfacher, nicht $b = f(v)$, sondern gleich

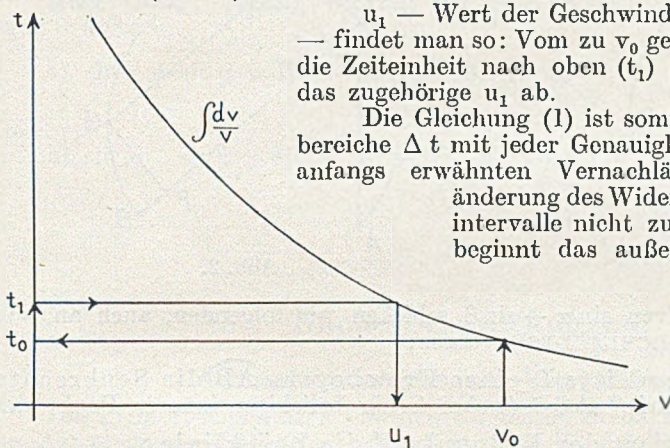
$$\frac{1}{f(v)} = F(v) \tag{6}$$

durch einen Kurvenzug anzunähern und durch Integration unmittelbar das gesuchte Integral $\int F(v) \cdot dv$ zu erhalten.

Mit anderen Worten: Man bildet die Funktion (6) und integriert sie nach irgendeiner Regel für numerische, graphische oder mechanische Integration. Das ist für die vorgelegte Widerstandsfunktion mit Hilfe der SIMPSONSchen Regel geschehen. Zahlenwerte in nachstehender Tabelle.

v	850	800	700	600	500	400	350	300	275	250	225	200	175	150
$\int \frac{dv}{f(v)} = t$	0	0,2	0,5	1,5	2,8	4,5	5,7	8,6	11,2	14,7	19,7	25,7	33,9	44,7

Die Integration kann für jede andere Widerstandsfunktion in wenigen Minuten ausgeführt werden. Man erhält v als Funktion von t für den Fall, daß keine Schwerkraft wirkt (Abb. 3):



u_1 — Wert der Geschwindigkeit nach einer Sekunde — findet man so: Vom zu v_0 gehörenden t_0 geht man um die Zeiteinheit nach oben (t_1) und liest auf der v -Achse das zugehörige u_1 ab.

Die Gleichung (1) ist somit für beliebig große Zeitbereiche Δt mit jeder Genauigkeit lösbar. Nur wegen der anfangs erwähnten Vernachlässigung der Richtungsänderung des Widerstandes darf man die Zeitintervalle nicht zu groß nehmen. Hier erst beginnt das außenballistische Problem mit

der Frage nach der Genauigkeit, die nicht mehr durch einfache Integration beantwortet werden kann. In Wahrheit prüft also der Verfasser durch Vergleich mit dem quadratischen Luftwider-

standsgesetz nicht in erster Linie, wie genau sein Mittelwert ist, sondern wie weit die gewählten Zeitintervalle zulässig sind. Darüber, wie groß die Genauigkeit bei anderen Widerstandsgesetzen ist, vergleiche Cranz, Ergänzungsband, S. 116.

Eine Bemerkung zu dem angeführten „Fehlurteil in den Lehrbüchern“:

In keinem Lehrbuch ist bestritten, daß der absteigende Ast Ähnlichkeit mit irgendeiner Parabel hat. Unter der „Wurfparabel“ ist immer diejenige verstanden, die das Geschöß im luftleeren Raum unter gleichen Anfangsbedingungen beschreiben würde. Daß die wirkliche Flugbahn von dieser ihrer Flugbahnparabel an ihrem Ende wesentlich abweicht, ist selbstverständlich. Und warum darf man sie nicht als Vergleichsparabel wählen? Man muß es sogar, denn auf die Abweichung der Flugbahnelemente (Schußweite, Fallwinkel usw.) von denen des Vakuums kommt es ja gerade an.

Im übrigen steht nicht das Problem der Konstruktion der Flugbahn aus dem Widerstandsgesetz, sondern dessen Aufstellung selber im Mittelpunkt der augenblicklichen Untersuchungen. Die in der Abhandlung dargestellte ältere Methode ist nur für enge Geschwindigkeitsbereiche und geringe Erhöhungen anwendbar. Auf das immer mehr an Bedeutung gewinnende Verfahren, das Widerstandsgesetz aus den Raum- und Zeitkoordinaten eines fliegenden Geschosses zu berechnen, wird an späterer Stelle eingegangen.

Geometrische Ableitung der Formeln zu $\sin(\alpha + \beta)$, $\sin \alpha + \sin \beta$, für Winkel $< 180^\circ$.

Von FRANZ DENK in Erlangen.

1. Wählen wir den Durchmesser eines Kreises als Einheit, dann ist jede zu einem Umfangswinkel α gehörige Sehne gleich $\sin \alpha$ ($0 \leq \alpha \leq 180^\circ$)¹⁾ bzw. gleich $\sin(180 - \alpha)$.

Es seien nun in einem solchen Kreise $BC = \sin \alpha$, $AC = \sin \beta$ zwei aufeinanderfolgende Sehnen mit den zugehörigen Umfangswinkeln α bzw. β . Dann ist

$$\begin{aligned} AB &= \sin(\alpha + \beta) = BC \cos \beta + AC \cos \alpha \quad (\text{vgl. Abb. 1}) \\ &= \sin \alpha \cdot \cos \beta + \sin \beta \cdot \cos \alpha. \end{aligned}$$

(Aus einer entsprechenden Figur kann ebenso die Formel für $\sin(\alpha - \beta)$ abgeleitet werden.)

Sofern nur $\alpha + \beta$ selbst $\leq 180^\circ$ bleibt, können auch α oder β stumpfe Winkel sein.

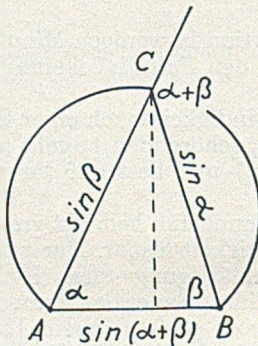


Abb. 1.

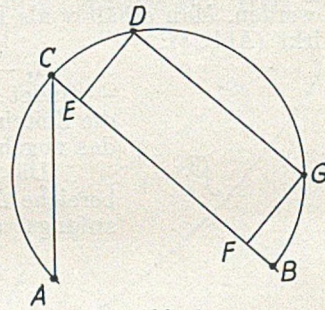


Abb. 2.

2. Zur Umformung von $\sin \alpha + \sin \beta$ schicken wir folgenden, auch an sich interessanten Satz von ARCHIMEDES²⁾ voraus:

Fällt man von der Mitte D eines Kreisbogens \widehat{AB} die Senkrechte DE auf eine „Knicklinie“ ACB (wobei C ein beliebiger innerer Punkt des Bogens \widehat{AB} sei), so halbiert der Fußpunkt E die Knicklinie.

Bemerkung: Der Fußpunkt E liegt auf der längeren von den zwei Sehnen AC und BC.

Beweis (s. Abb. 2):

Es sei $BC > AC$. Wir ziehen $DG \parallel BC$ bis zum Kreis, dann ist $\widehat{CD} = \widehat{GB}$ (Symmetrie). Da nach Voraussetzung $\widehat{AD} = \widehat{DB}$, so folgt durch Subtraktion

$$\widehat{AD} - \widehat{CD} = \widehat{DB} - \widehat{GB}$$

oder $\widehat{AC} = \widehat{DG}$, also auch $AC = DG$.

Fällen wir nun $GF \perp AC$, so ist $BF = EC$ (Symmetrie) und $EF = DG$ (Rechteck) = AC ; also $AC + CE = (EF + FB) = EB$, w. z. b. w.

Folgerung I. $BC + AC = 2 \cdot BE$.

Folgerung II. $BC - AC = (BE + CE) - (BE - CE) = 2 \cdot CE$.

Allgemeine Bemerkung: Ist allgemein $a + b = 2m$, $a > b$, so folgt $a - b = 2(a - m)$, wie sich auch durch einfache Rechnung bestätigt.

¹⁾ Nach L.N.M. CARNOT (1801), zitiert in TROPFKE, Geschichte der Elementarmathematik, 2. Aufl., 1923, Band V, Seite 23st.

²⁾ Der persische Astronom El-Biruni gibt in seinem Buche „Das Buch der Auffindung der Sehnen im Kreise“ (vgl. die Übersetzung von SUTER in Bibl. math., 3. Folge, 11. Band, 1910 bis 1911, Seite 11—78) nicht weniger wie 22 verschiedene Beweise für diesen Satz. Vgl. auch den Kommentar zu 24, 25 dort.

3. Nun ist

$$\widehat{BC} + \widehat{CA} = 2 \cdot \widehat{BD} \text{ (Vor.)}$$

$$\widehat{BC} - \widehat{CA} = 2 \cdot \widehat{DC} \text{ (nach$$

„allgem. Bemerkung“ abzuleiten).

Entsprechendes gilt für die Zentriwinkel zu diesen Bogen.

Für die Umfangswinkel über diesen Bogen folgt also (vgl. Abb. 3) auch

$$\alpha + \beta = 2 \cdot \text{Umfangswinkel über } \widehat{BD},$$

$$\alpha - \beta = 2 \cdot \text{Umfangswinkel über } \widehat{DC}, \text{ oder}$$

$$\text{Umfangswinkel } BCD = \frac{\alpha + \beta}{2},$$

$$\text{Umfangswinkel } CBD = \frac{\alpha - \beta}{2}.$$

Alles Übrige können wir aus der Figur 3 ablesen:

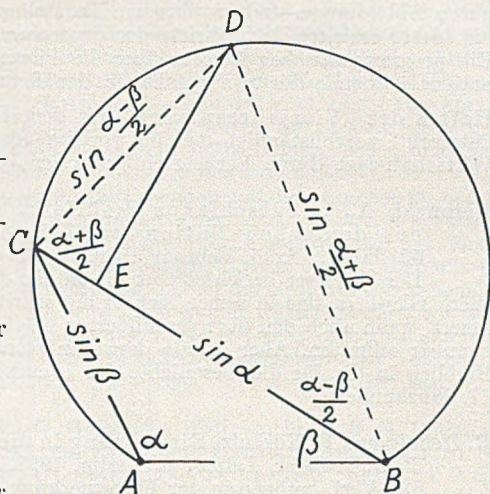


Abb. 3.

a) $\sin \alpha + \sin \beta = BC + AC = 2 \cdot BE$ (Folg. I)

$$= 2 \cdot BD \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2} = 2 \cdot \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}.$$

b) $\sin \alpha - \sin \beta = BC - AC = 2 \cdot CE$ (Folg. II)

$$= 2 \cdot CD \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} = 2 \cdot \sin \frac{\alpha - \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2}.$$

Bücherbesprechungen.

Chemieunterricht und Vierjahresplan.

Die „Unterrichtsblätter“ werden an dieser Stelle fortlaufend Verzeichnisse von Aufsätzen veröffentlichen, aus denen die Berufskameraden Material für die Behandlung des deutschen Wirtschaftsaufbaus im Chemieunterricht entnehmen können.

Franck.

Dörmer, L., Ein einfacher Crackversuch (Paraffinölsplattung). Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht, 52. Jahrg., 1939, Heft 1, S. 17–21.

DÖRMER beschreibt hier die Ausführung eines einfachen Schauversuches zum Cracken höherer Kohlenwasserstoffe ohne Hydrierung. Weiterhin wird geschildert, wie man die verschiedenen Fraktionen mit einfachen Mitteln näher untersuchen kann. Den Abschluß bildet die Beschreibung einer einfachen Durchführung des Crackprozesses durch den Schüler im Praktikum.

Flörke, W., Die Darstellung von Anilin im Kleinversuch. Dieselbe Zeitschr., S. 23 u. 24.

Durch die Verwendung aktiver Kohle, die mit Nitrobenzol getränkt wird, kann die Reduktion zum Anilin gegenüber der bisher üblichen Anordnung wesentlich beschleunigt werden.

Das Sonderheft des „Vierjahresplanes“, Heft 1/2, Januar 1939, bringt dem Lehrer eine Fülle von Material für die Berücksichtigung der chemischen Probleme im Rahmen des Vierjahresplanes. Neben anderen allgemeineren Aufsätzen unterrichtet das Heft über die Ausweitungen in der Stein- und Braunkohlenwirtschaft und die Bemühungen und Fortschritte in der Eigenversorgung Deutschlands mit Kraftstoffen. Ein großer Raum ist auch den Problemen der Leicht- und Schwermetallwirtschaft gewidmet. Der Holzvorrat der deutschen Wälder und seine Bedeutung für die großdeutsche Textilwirtschaft bildet den Gegenstand weiterer Kapitel. Der Abschluß des chemischen Teiles dieses Sonderheftes behandelt die Bedeutung von Porzellan und Glas als Austauschrohstoff für Metalle. — Die Aufsätze sind zum großen Teil mit sehr

guten Abbildungen und graphischen Darstellungen versehen, die einen guten Überblick über die bisher erzielten Fortschritte der deutschen Chemie im Sinne des Vierjahresplanes geben. Ein programmatischer Aufsatz über die Pionierarbeit der deutschen Chemiker für die internationale Chemie dürfte ebenfalls für den Lehrer von Interesse sein.

Heft 3 des „Vierjahresplanes“ mit dem Untertitel „Ein Jahr Wirtschaftsaufbau in der Ostmark“ vervollständigt das im vorhergehenden Doppelheft gegebene Bild der deutschen Wirtschaftslage durch Berücksichtigung der Verhältnisse in der Ostmark.

Kotowski, A., „Deutschlands Wohlfahrt“. Glaubers Gedanken über die Hebung des deutschen Nationalreichtums durch die Chemie. *Angewandte Chemie*, 52. Jahrg., Nr. 5, Februar 1939, S. 109—112.

Der Verfasser berichtet über ein in den Jahren 1656 bis 1661 erschienenen umfangreiches Werk Glaubers, das in seiner Zielsetzung sehr stark an die Aufgaben des Vierjahresplanes erinnert, wenn auch den dort geschilderten Möglichkeiten die alchemistischen Ideen noch unverkennbar anhaften. Aber gerade deswegen bietet der Aufsatz dem Lehrer einen interessanten Einblick in die für die Geschichte der chemischen Wissenschaft so bedeutungsvolle Zeit des 17. Jahrhunderts.

KOOPS.

R. Hennig und L. Körholz, Einführung in die Geopolitik. 198 S. m. 76 Abb. 5., verm. Aufl. B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin, 1938. Kart. 3,40 RM.

Die Verf. betonen in der Vorbemerkung scharf, was sie unter Geopolitik verstehen. Für sie ist Geopolitik das, was KJELLIN, der große schwedische Staatswissenschaftler, darunter verstanden hat: die Einwirkung der geographischen Faktoren im weiten Umfang des Wortes auf das politische Geschehen im Leben der Völker und Staaten. Das ist eine Geopolitik, die einseitig zu einer geopolitischen Umweltstheorie führen kann, ja oft führen muß. So wird S. 3 noch besonders gesagt: „Unser Buch studiert nur die Einflüsse der Umwelt.“ Für die deutsche Weltanschauung ist aber das Volk im Raum und hier wieder die Raumbewältigung durch das Volk die wichtigste und vordringlichste Aufgabe der Geopolitik, weil sich hier die Möglichkeiten einer geopolitischen Erziehung erst wirksam und deutlich zeigen lassen. Den oben angedeuteten Gefahren ist auch das Buch keineswegs entronnen. Man lese z. B. nur den Abschnitt über den geopolitischen Einfluß der belebten Natur (S. 26ff.) nach. Die Ausschaltung der Betrachtung des Verhältnisses von Volk und Raum führt dann zu sehr anfechtbaren volkspolitischen Sätzen wie S. 179 (Memel, Ostoberschlesien u. a.). Oder ein anderes Beispiel! „Stämme sind lose Zweckverbände, die sich zunächst ausschließlich zur gemeinsamen Durchführung von Jagd- und Kriegsunternehmungen zusammenschließen“ (S. 3). Soll das auch für die deutschen Stämme gelten? Oder man lese S. 39, was da über die Tschechen und das Sudetendeutschtum gesagt ist. Und auf S. 102: „Inzwischen hat sich der Rassencharakter der Völker so gefestigt, daß er des öfteren die Bedingtheit der räumlichen Umwelt zu überwinden vermag.“ Darf 1938 noch in einem deutschen Buch der Satz „das in der Heimat verstümmelte und in seinem natürlichen Volkstum zerrissene, heutige Deutsche Reich . . .“ nach dem Anschluß Österreichs — das Sudetenland war bei Drucklegung noch nicht heimgekehrt — ohne jegliche Einschränkung so stehen (S. 118)? Und gar S. 136 tauchen noch Wenden im Spreewald, Wasserpolen in Oberschlesien u. a. auf! Der letzte Absatz auf S. 140, in dem von der Möglichkeit, daß „auch alle anderen noch im Ausland geschlossen lebenden deutschen Volksgruppen, soweit sie es selbst wünschen, Staatsbürger des Deutschen Reiches werden müssen“, kann doch nicht allgemein ausgesprochen werden; vor allem ist auch der Hinweis auf die Worte des „schweizerischen“ Dichters K. F. Meyer fehl am Platz und führt in diesem Zusammenhang nur zu schweren politischen Falschdeutungen. Eine Südtirol-Frage (S. 148, 178 u. 179) gibt es seit den Laterantrinksprüchen im April 1938 für uns nicht mehr. Das möge genügen!

Das Werk gliedert sich in drei Hauptabschnitte: A. Die geopolitischen Einwirkungen (Einflüsse der Natur auf die Staaten, Einflüsse der Natur auf die Staatsbürger), B. Staat und Staatsbürger (Der Staat als lebendiger Organismus, Einstellung der Staatsbürger zum Staatsbegriff, Ausschaltung geopolitischer Einflüsse bei der Staatengestaltung), C. Verwischung des Staatsgedankens (Ausschaltung politischer Reibungsflächen durch gegen- und überstaatliche Versuche) und einer Einleitung, in der der Raum als allgemeiner geopolitischer Faktor und die Entstehung der Staaten behandelt wird. Das Buch bringt eine Fülle von wertvollem Tatsachenmaterial, das in der Hand des geopolitisch ausgerichteten Erziehers, aber nur in dessen Hand, mit größtem Erfolg im Unterricht und in der Schulung herangezogen werden kann. Die reichlich beigegebenen Skizzen sind gut und können helfend bei der Vertiefung und Veranschaulichung herangezogen werden. Die am Ende jedes Abschnittes angefügten dick gedruckten „Merksätze“ sind in ihrer Isolierung oft bedenklich und können leicht zu falschen Folgerungen führen.

Freyberg, Bruno von, Thüringen. Geologische Geschichte und Landschaftsbild. 160 S. m. 252 Abb. Öhringen 1938, Hohenlohesche Buchhandlung F. Rau. Gebunden 3,85 RM.

Der Verfasser, der Thüringen seit Jahrzehnten als Geologe durchwandert und durch-

forscht hat, legt hier in der Schriftenreihe des Deutschen Naturkundevereins ein Heimatbuch im besten Sinne des Wortes vor. Der Text ist einfach, klar und anschaulich geschrieben und will dem Leser einen Überblick über die mannigfaltige Reichhaltigkeit der Erdgeschichte des thüringischen Landes geben, will anregen, sich eingehender mit dem Sein und Werden der Heimat Thüringen zu beschäftigen. Entsprechend dem Zweck des Buches gibt der Verf. zuerst eine kurze Einführung in die Erdgeschichte, indem er an Hand eines Querschnittes durch Thüringen den Oberbau vom Unterbau trennt und diese dann beide für sich betrachtet. In guter Auswahl folgen dann geologische Streifzüge durch das Schiefergebirge, Bilder aus dem varistischen Gebirge; wir lernen weiter die Schuttlandschaft, den Vulkanismus im Rotliegenden und die Vorgänge im Zechsteinmeer kennen, um anschließend mit den Ereignissen in der Trias- und Tertiärzeit vertraut gemacht zu werden. Ein Blick auf die Eiszeit und ihre Folgen und die geologischen Vorgänge der Gegenwart runden das Bild. Eine große Fülle von feinen Bildern, Skizzen und Profilen unterstützt den knappen Text vorzüglich; gerade die Abbildungen helfen die Beziehungen zwischen geologischem Bau und Landschaftsbild aufhellen. Es wird auch immer wieder gezeigt, wie der Mensch sich mit den verschiedenen geologischen Gegebenheiten in der Landschaft auseinandersetzt. Ein Verzeichnis des wichtigsten geologischen Heimatschrifttums beschließt das Werkchen, das allen Naturfreunden, aber auch allen Schulen nur wärmstens empfohlen werden kann.

Haushofer, Karl, und Crümer, U., Macht und Erde. Hefte zum Weltgeschehen. B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin. — Heft 3: **Fochler-Hauke, G., Der ferne Osten.** 2. Aufl. 1938. 81 S. m. 8 K. Kart. 1,60 RM. — Heft 8: **Siewert, W., Der Ostseeraum.** 1938. 100 S. m. 9 K. Kart. 1,80 RM. — Heft 9: **Pauser, F., Spaniens Tor zum Mittelmeer und die katalanische Frage.** 1938. 72 S. m. 11 K. Kart. 1,60 RM. — Heft 10: **Wiersbitzky, K., Südostasien.** 1938. 69 S. m. 6 K. Kart. 1,50 RM. — Heft 11: **Essen, W., Nordosteuropa.** 1938. 54 S. m. 11 K. Kart. 1,20 RM.

Die Leser der U.BI. können wieder mit einer Reihe von Heften der vortrefflichen Sammlung bekanntgemacht werden (s. auch U.BI. 1938, S. 95). Das Heft „Der ferne Osten“ liegt bereits in der 2. Auflage vor, die, überarbeitet, das weitere Geschehen in diesem Sturmgebiet des Erdballs einfängt und damit Ausgangsstellungen für neue Betrachtungen schafft. — **SIEWERT** führt uns mit seinem Heft in einen Raum Europas, der in seiner Vielgestaltigkeit der Begriffsbestimmung und Abgrenzung außerordentliche Schwierigkeiten bereitet. Der Verf. faßt den Raum so, „daß diejenigen Gebiete, die durch die Gemeinsamkeit der nordischen Rasse in engere Verbindung miteinander gebracht wurden“, das sind die skandinavischen und Ostseestaaten, deren Hauptstädte gleichzeitig bedeutende Ostseehäfen sind. Die deutsche Ostseeküste wird dazu gerechnet, aber nicht ausschließlich einbezogen; das bedeutete Ablösung vom Reich (Hanse!). Litauen, Polen und Rußland sind als osteuropäische Festlandsstaaten immer nur Fremde an der Ostsee gewesen. Die geopolitischen, völkischen, kulturellen und geschichtlichen Voraussetzungen werden knapp aufgezeigt, um das Verständnis für die heutige politisch-strategische Lage, die durch die aktive Politik Sowjetrußlands in der arktischen Frage neue Probleme aufwirbelt. — In einer kurzen Schau stellt **PAUSER** die geopolitische Aufgliederung Spaniens dar und zeigt, daß Katalonien das Brückenland zwischen dem Inneren der Halbinsel und den europäischen Nachbarländern ist, der Knotenpunkt ist die Millionenstadt Barcelona mit ihrer industriellen Lebensauffassung. In einem weiteren Abschnitt werden Spaniens Stellung zur See und seine Handelshäfen beschrieben. Besonders wertvolle Ein- und Ausblicke gibt der Schlußabschnitt Katalonien, Spaniens Tor zum Mittelmeer, in dem die weltpolitische Bedeutung des Spannungsfeldes Kataloniens gut umrissen wird. — Der Untertitel „Ein Kampffeld der Zukunft zwischen Weiß, Rot und Gelb“ der Schrift von **WIERSBYTZKY** deutet schon auf das Ziel dieser Schrift hin. Nach der Betrachtung der geographischen und völkischen Grundlagen, der Wirtschaft, der europäischen Kolonialherrschaft, dem Zusammenwirken des farbigen Nationalismus und dem Bolschewismus, dem Druck Japans und Chinas auf den südostasiatischen Raum wird in einem wertvollen Schlußabschnitt die weltpolitische Stellung des Raumes klar aufgezeigt. Zwei bedeutsame politisch und verkehrsgeographische Tatsachen sind für diesen Lebensraum von über 100 Millionen Menschen maßgebend: Drei Weltmächte, England, Japan und die Vereinigten Staaten, grenzen an ihn in nächster Nähe des volkreichsten Lebensraumes der Erde (China), und dann liegt er zwischen dem Indischen und Pazifischen Ozean. — **ESSEN** betrachtet in seinem Heft eine Großlandschaft mit den Orten Magdeburg, Baku und Chabarowa (Nordural) als Eckpunkte, in der Hauptsache als das nordeuropäische Tieflandsgebiet einschließlich des deutschen bis zur Elbe-Saale-Linie im Westen; Finnland wird nicht mit eingerechnet. Rassen, Stämme und Völker dieser Großlandschaft, ihre historische Sendung, ihre kulturellen Aufgaben, ihr politisches und staatliches Sein und Werden ziehen in großen Umrissen am Leser vorüber, der Weltkrieg und die „Neuordnungen“ nach ihm werden geopolitisch betrachtet, Nordosteuropa als Kampfgebiet zwischen Ost und West in Gegenwart und Zukunft wird geschildert. Die schwierigste Lage hat Polen, es muß sich entscheiden zwischen Mitteleuropa (Ordnung) und Osteuropa (Chaos) oder zwischen Germanentum und Asiatentum. Und in seinem Gefolge müssen die kleineren Staaten Ostmitteleuropas dieselbe Entscheidung oder zumindest den Willen zu einer solchen für Mitteleuropa aufbringen.

Alle Hefte sind entsprechend reichlich mit Zahlenübersichten, mit Kartenskizzen und mit Schrifttumsverzeichnissen versehen. Wir können die Benutzung nur wärmstens empfehlen.
Frankfurt a. d. O. FR. KNIEREM.

Sammlung Göschen, Bd. 81. HERMANN SCHUBERT, Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt. Neue Ausgabe von R. HAUSSNER. 175 S. Preis geb. 1,62 RM. Walter de Gruyter & Co., Berlin 1938.

Die Tafel ist dadurch bekannt geworden, daß sie eine Tafel zum Aufschlagen des Logarithmus einer Zahl und eine zweite für das Aufsuchen des Numerus hat. Dadurch soll die Genauigkeit der Rechnung erhöht werden. Auch sind als Besonderheit die Additions- und Subtraktionslogarithmen aufgenommen worden.

Der Anhang gibt Werte für die sphärische Trigonometrie der Erd- und Himmelsberechnung, eine Lebensversicherungstafel, eine Tabelle für Zinseszins-Rechnung und Konstanten aus der Chemie und Physik.

Sammlung Göschen, Bd. 920. GUIDO HOHEISEL, Gewöhnliche Differentialgleichungen. 3., neu bearbeitete Auflage. 126 S. Preis geb. 1,62 RM. Walter de Gruyter & Co., Berlin 1938.

Der Band bringt vorwiegend die Theorie der Differentialgleichungen mit reellen Veränderlichen. Das dazugehörige Aufgabenmaterial findet man in Bd. 1059 vom gleichen Verfasser.

Der Aufbau ist folgender: Die Differentialgleichungen erster Ordnung, Differentialgleichungen höherer Ordnung, lineare Differentialgleichungen und Randwertaufgaben.

Düsseldorf.

G. WOLFF.

Die Umschau. Heft 44: Die Wasserkräfte der Ostmark. – Alkohol und Arbeitsleistung. – Das Dorf, seine Pflege und Gestaltung. Heft 45: Mineralische Bodenschätze der Ostmark. – Der Klang als Forschungsmittel. – Neues aus der Biologie der Wale. – Magnesium. – Ein neuer Ultra-violett-Strahler. – Neuere Verfahren zur Gewinnung von Schwermetallen. Heft 47: Molekülgrößenbestimmungen hochpolymerer Naturstoffe. – Die Erschließung Afrikas, eine Aufgabe der Sozialhygiene. – Das Problem des Ozean-Luftverkehrs. – Zur Entdeckung des Stark-Effektes vor 25 Jahren. – Eisenerze im Braunen Jura der Schwäbischen Alb. – Atmosphärische Ionen und ihre Bedeutung für die Menschen. – Heft 48 hat als Thema: Photographiere im Winter. Heft 49: Innersekretorischer Jahresrhythmus im menschlichen Organismus. – Die Spurenelemente und ihre Erforschung. – Die Braunkohle des Sudetenlandes. – Bagger im Braunkohlenbergbau. – Holzfressende Muscheln als Großschädlinge. Heft 50: Fortschritte und Aufgaben der deutschen Zuckerindustrie. – Eß- und Trinkgeschirr aus Kunststoff. – Deutsche Expedition zum Haifisch- und Schildkrötenfang. – Baustahlgewebe erspart Rohstoffe. – Chemische Kampfstoffe. Heft 51: Änderungen im Reifungsablauf des Menschen. – Wetterkundliche Grundlagen der Luftfahrt. – Die böhmischen Bäder. – Ein leuchtelektrisches Gerät hilft der Bodenertragssteigerung. – Der Beweis für das Vorhandensein schwerer Elektronen. – Der Luftschutzraumbau. Heft 52: Welche Möglichkeit bietet die künstliche Radioaktivität für die praktische Chemie? – Das Wohnungsklima. – Die Elektronensonde. – Bekämpfung von Obstkrankheiten durch Züchtung widerstandsfähiger Sorten. – Elektrische Temperaturüberwachung. – Die Werkstoffe für sanitär-keramische Erzeugnisse.
MÖBIUS.

Deutsches Biologen-Handbuch. Eine Übersicht über die deutschen Biologen, die biologischen Institute und Organisationen. Herausgegeben von E. LEHMANN und O. MARTIN. 270 S., gebunden 8,— RM. I. F. Lehmanns Verlag, München 1938.

In zwei einleitenden Beiträgen berichtet A. GÜTT über „Bevölkerungspolitik und Biologie“ und E. RIEHM über „Pflanzenschutz“. Auf 70 Seiten sind die Stellen und Biologen in Staat und Partei, Instituten, Forschungsstätten, Industrie usw. aufgezählt. Es folgen 3906 Biologie lehrende Erzieher, davon 18,3% weibliche, an den Höheren Schulen Deutschlands auf 81 Seiten. Von ihnen haben 46% besondere Interessengebiete angegeben. Den Schluß bilden die allgemein biologischen Vereine und naturwissenschaftlichen Fach- und Heimatvereine sowie der Vereine für Gartenbau, Landwirtschaft und Züchtung. So wird das Buch vielen ein willkommener Berater und Wegweiser sein.

Paul Buchner, Allgemeine Zoologie. 376 S. mit 195 Abb. In Leinen 12,— RM. Verlag Quelle und Meyer in Leipzig 1938.

Das Buch erscheint in der Lehrbuchsammlung „Hochschulwissen in Einzeldarstellungen“ des Verlages Quelle und Meyer. Diese „Allgemeine Zoologie“ ist wohl der Niederschlag einer fünfständigen einsemestrigen Vorlesung des Leipziger Wissenschaftlers und dürfte schon aus diesem Grunde die Aufmerksamkeit der Schulbiologen erwecken. Aus der Gliederung des Stoffes in die Kapitel Protoplasma und Zelle, Fortpflanzung und Geschlecht, Vererbung, Entwicklung, Alter und Tod, Abstammungslehre und Anpassung ergibt sich, daß das Werden und Vergehen des Individuums und seine zweckmäßige Gestaltung im Verlaufe der Stammesgeschichte im Mittelpunkt dieser Darstellung steht. Der unterrichtende Schulmann wird gern zu dem Buche

greifen, das wohl in erster Linie für den Studierenden der Biologie und für den Mediziner geschrieben ist und das vorzüglich für ein Selbststudium geeignet ist.

Meißen.

SCHUSTER.

O. Haupt, unter Mitarbeit von G. AUMANN, Differential- und Integralrechnung. 1. Band: Einführung in die reelle Analysis. 196 S. Gebunden 11,20 RM. — 2. Band: Differentialrechnung. 168 S. Gebunden 9,80 RM. — 3. Band: Integralrechnung. 183 S. Gebunden 10,60 RM. Göschens Lehrbücherei, I. Gruppe, Reine und angewandte Mathematik, Band 24—26, Berlin 1938, Walter de Gruyter & Co.

Das Vorwort sagt u. a.: „Das vorliegende Buch will eine Bekanntschaft mit den wichtigsten Fragen und Verfahren aus der Differential- und Integralrechnung vermitteln. Unbeschadet der Wahrung eines elementaren Standpunktes sind hierbei insbesondere neuere, auch für die Anwendungen wichtige Forschungen in Betracht gezogen, die jedenfalls in einführenden Lehrbüchern bisher nicht behandelt wurden. In Rücksicht auf den Anfänger . . . werden die nötigen Hilfsmittel im Buche selbst entwickelt; so bringt der erste Band alles für das Verständnis der Differential- und Integralrechnung selbst Erforderliche und damit zugleich eine Einführung in die neuere reelle Analysis. Um den Umfang des Buches in mäßigen Grenzen zu halten, mußten natürlich mancho für das Verständnis des Buches völlig entbehrlichen Dinge kürzer als üblich behandelt oder beiseitegelassen werden . . .“

Die drei Bände enthalten eine, verglichen mit dem augenblicklichen Stande menschlichen Wissens und Könnens hinsichtlich der logischen und erkenntnistheoretischen Exaktheit und Sauberkeit, wohl kaum mehr zu überbietende Darstellung des Stoffes. Wer sie studiert und ihren Inhalt beherrscht, verfügt jedenfalls über diejenigen Hilfsmittel, die er zum Kampfe an der mathematischen Front heute braucht. Aber für den Mann der Etappe, der ein Schulmathematiker nun einmal ist, scheint mir das glänzende Werk leider doch nicht der geeignete treue Begleiter zu sein. Gewiß, einmal soll auch er durch die strenge Schule der modernen Analysis gehen. Aber ich glaube, daß er mit einem wesentlich kleineren Umfang auskommen kann und dabei doch den für ihn notwendigen Bezirk der Differential- und Integralrechnung mit der heute nötigen Exaktheit und Sauberkeit kennenlernt. Für den Schulmathematiker ist die Darstellung m. E. zudem zu gedrängt, trotz der vielen geometrischen Hinweise zu abstrakt und im ganzen doch von zu wenigen Beispielen und Anwendungen belebt, im Gegensatz zu der in dieser Hinsicht geradezu hervorragenden Darstellung der Algebra in der „Einführung in die Algebra“ desselben Verfassers, in der auch die abstraktesten Dinge in einer erfreulichen Breite, gewürzt von vielen Aufgaben, vorgeführt werden. (Im Vorwort dieser Algebra ist allerdings auch besonders an die Lehrer der höheren Schulen gedacht.)

Dieses Urteil vom Standpunkt des Schulmathematikers aus tut aber der wissenschaftlichen Bedeutung des Werkes gewiß keinen Abbruch. Der Verfasser hat das Verdienst, Begriffe, die seither erst an viel späterer Stelle verwendet werden, schon viel früher zu gebrauchen, um dadurch vieles zu vereinfachen. Aber gerade dies wirkt sich für denjenigen, der nicht so weit in die Analysis eindringen möchte oder einzudringen braucht, erschwerend aus — wenigstens für den heutigen Stand der Dinge. Denn es ist eben doch wieder so, wie es war, als man auf der Schule noch gar keine Analysis, sondern nur „Elementarmathematik“ trieb: die Schule hinkte damals der Wissenschaft um eine gewaltige Strecke hinten nach. Heute hat sich jene Analysis so gewaltig weiterentwickelt, daß die Schule der Hochschule aufs neue nachhinkt. Da aber zunächst kein in den Bedürfnissen des deutschen Volkes begründeter Anlaß vorliegt, diese Kluft durch Aufnahme weiteren Stoffes in die Schule zu schließen, so bleibt sie dann unüberbrückt, wenn die Mehrzahl der Studenten (d. h. die Studenten, abzüglich der Minderzahl der künftigen mathematischen Forscher) nur weit in die neu eroberten Gebiete der Analysis hineingeführt werden, ohne daß ihnen der Rückweg in die bescheidenere Heimat der elementaren Teile ebenfalls gezeigt wird. Es besteht sonst die Gefahr — das lehrt mich eine zehnjährige Tätigkeit als Ausbilder von Referendaren —, daß diese den Rückweg aus eigener Kraft nicht finden und damit für den Unterricht an der Höheren Schule einfach unbrauchbar sind, vollends jetzt, wo der neue mathematische Lehrplan eine in viel höherem Maße geometrische als analytische Lehrerausbildung verlangt.

Doch nochmals: das HAUPTSCHNE Werk ist wissenschaftlich glänzend und beweist so, daß die Deutsche Mathematik die Konkurrenz des Auslandes nicht zu fürchten braucht.

Tübingen.

K. FLADT.

Rudolf Brandt, Himmelswunder im Feldstecher. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig. Kart. 3,60 RM.

Verfasser, Dipl.-Optiker an der Sternwarte Sonneberg (Thür.), ist bestrebt, Besitzern von Feldstechern einen Fingerzeig zu geben, damit sie die Fülle der Wunder des Himmels zu schauen lernen, er geht noch einen Schritt weiter, indem er auf die Objekte besonders hinweist, bei denen der Liebhaber noch ernste Mitarbeit zu leisten vermag. Dem Büchlein mag weite Verbreitung gewünscht werden, weil heute durch die Wehrhaftmachung des Volkes und durch die wehrsportliche Einstellung der Jugend der Feldstecher viel mehr verbreitet ist als früher und weil das

Büchlein auf alle Objekte eingeht, die mit diesem Instrument zu erfassen sind. Aufnahmen, Karten und Tabellen erleichtern das Auffinden der Objekte. Wertvoll ist besonders auch der erste Teil über den Bau und die Leistungsfähigkeit des Feldstechers (Vergrößerung, Lichtstärke und Sehfeld), sowie über die Verwendung der Stativ- und der Selbstherstellung eines Vorsatzfernrohrs. Der Inhalt leitet von der Sonne zum Mond, den Planeten, Kometen, Sternschnuppen und Meteoriten zu den erfassbaren Gebilden der Fixsternwelt über. Auch die schwierigen Objekte, die farbigen Graffschen Nebel, sind nicht übergangen. Vielleicht könnte daran gedacht werden, das Kapitel über die Sehvorgänge im Auge an den Anfang des Buches zu stellen, die Tabelle der Sternbedeckungen durch den Mond des Jahres 1939 bei einer Neuauflage zu streichen, da ja der Beobachtungsort, für den die Zeiten gelten, nicht angegeben ist und die Daten aus dem Henslingschen Sternbüchlein für jedes Jahr zu entnehmen sind; dafür könnte vielleicht einiges über das Tierkreislicht aufgenommen werden. Bei den Abbildungen 25 bis 32 könnte, um ein Nachblättern zu vermeiden, gleich das Mondalter mit angeschrieben werden. Ausführung des Buches, wie Druck, Papier, ist sehr gut. Empfohlen werden kann das Buch für den Lehrer, für Schülerbüchereien, für die nach den Richtlinien neu anzulegenden Arbeitsbüchereien und ganz besonders auch für die vielerorts bestehenden astronomischen Kraft-durch-Freude-Kurse.

Die Himmelswelt. Zeitschrift zur Pflege der Himmelskunde und verwandte Gebiete. 48, Nov./Dez. 1938, Heft 11/12. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin SW 68 und Bonn. Jährlich 10 RM. (6 Doppelhefte), Doppelheft 2 RM.

Der VI. Abschnitt über europäische Sternwarten befaßt sich mit der Entwicklung der italienischen Astronomie. MEURERS berichtet über Aufgabe und Sinn einer Erforschung des inneren Aufbaus der Sterne. Der Aufsatz ist von besonderem Interesse auch für den Physiker, da er einen sehr klaren Überblick über den Forschungsstand dieses vielleicht schwierigsten astrophysikalischen Problems, über das seit Erscheinen des klassischen Werks Eddingtons eine Unzahl von Einzelarbeiten in Zeitschriften aller Länder veröffentlicht wurden, darbietet. Der übrige Inhalt ist, wie in den bisherigen Heften, für den Fachmann bestimmt.

Ulm.

SATTELE.

Prieks, H., Einfache Lehrversuche mit Aluminium und seinen Legierungen. Verlag Aluminium-Zentrale, Berlin. 28 Blätter in Mappe mit 26 Abb. 1,50 RM.

Das vorbildlich angeordnete und gedruckte Heft ist für Berufsschulen bestimmt. Die beschriebenen Versuche, die durchweg als Schauversuche gedacht sind, sollen den künftigen Verarbeiter des Aluminiums und seiner Legierungen mit den hauptsächlichsten Eigenschaften dieser Werkstoffe bekannt machen. Einige der Versuche sind auch für den Unterricht an der allgemeinbildenden höheren Schule verwendbar, desgleichen die beigegebenen Zellophanlichtbilder. Die Temperatur für die Thermireaktion ist mit 3000° erheblich zu hoch angegeben (vgl. Angewandte Chemie 1936, S. 363).

Kuhn, Werner, Physikalische Chemie. Quelle & Meyer, Leipzig 1938. 360 Seiten, 29 Abb. Geb. 8 RM.

Das Buch, das in der Lehrbuchsammlung „Hochschulwissen in Einzeldarstellungen“ erscheint, will eine knappe und möglichst leicht verständliche Einführung in das schwierige Gebiet der physikalischen Chemie geben. Verhältnismäßig eingehend sind die Grundlagen der chemischen Thermodynamik und der Reaktionskinetik dargestellt, wobei der Verfasser sich bemüht, die Mathematik nur soweit heranzuziehen, als dies unerlässlich ist. Auf die Klarstellung der Grundbegriffe ist überall besonderer Wert gelegt. Das handliche Buch ist vorzüglich ausgestattet und kann den Chemie- und Physiklehrern angelegentlich empfohlen werden. Ich glaube, daß es eine wirkliche Lücke ausfüllt, zumal es gegenüber den bekannten größeren Werken sehr preiswert ist.

ZEITLER.

Joh. Brockmüller, Fernschender und Kathodenstrahlempfänger. 32 S. mit 12 Abb. im Anhang. Verlag Diesterweg in Gemeinschaft mit P. HARTUNG, Hamburg 1938. Geh. 0,50 RM.

Das vorliegende Heftchen erscheint unter den von der Gauverwaltung Hamburg des NSLB. herausgegebenen „Schriften für Erziehung und Unterricht“. In dem Bestreben, seine Schüler mit den neuesten physikalischen Errungenschaften bekanntzumachen, hat der Verfasser ein Fernsehgerät gebaut, das sich als vielseitiges Lehrgerät für Schulen eignet. Man kann mit ihm nicht nur die einzelnen Stufen des Fernsehens praktisch zeigen, sondern auch Einzelversuche über Photozelle, Kathodenstrahlzillograph, Veranschaulichung kleinster Zeitabschnitte u. a. machen.

Das kleine Heft gibt keine erschöpfende Erklärung der Fernstechnik, sondern nur in knapper Form ihre Grundgedanken, beschreibt dann aber an Hand der Abbildungen ausführlich Zusammensetzung und Bau des Senders und Empfängers, die mit Spiegelrad, Photozelle, Braunschauer Röhre und Doppelkippergerät arbeiten.

Ich halte das Heftchen auch als geeignet für physikalische Arbeitsgemeinschaften.
Zwickau i. Sa.

TZSCHIRNER.

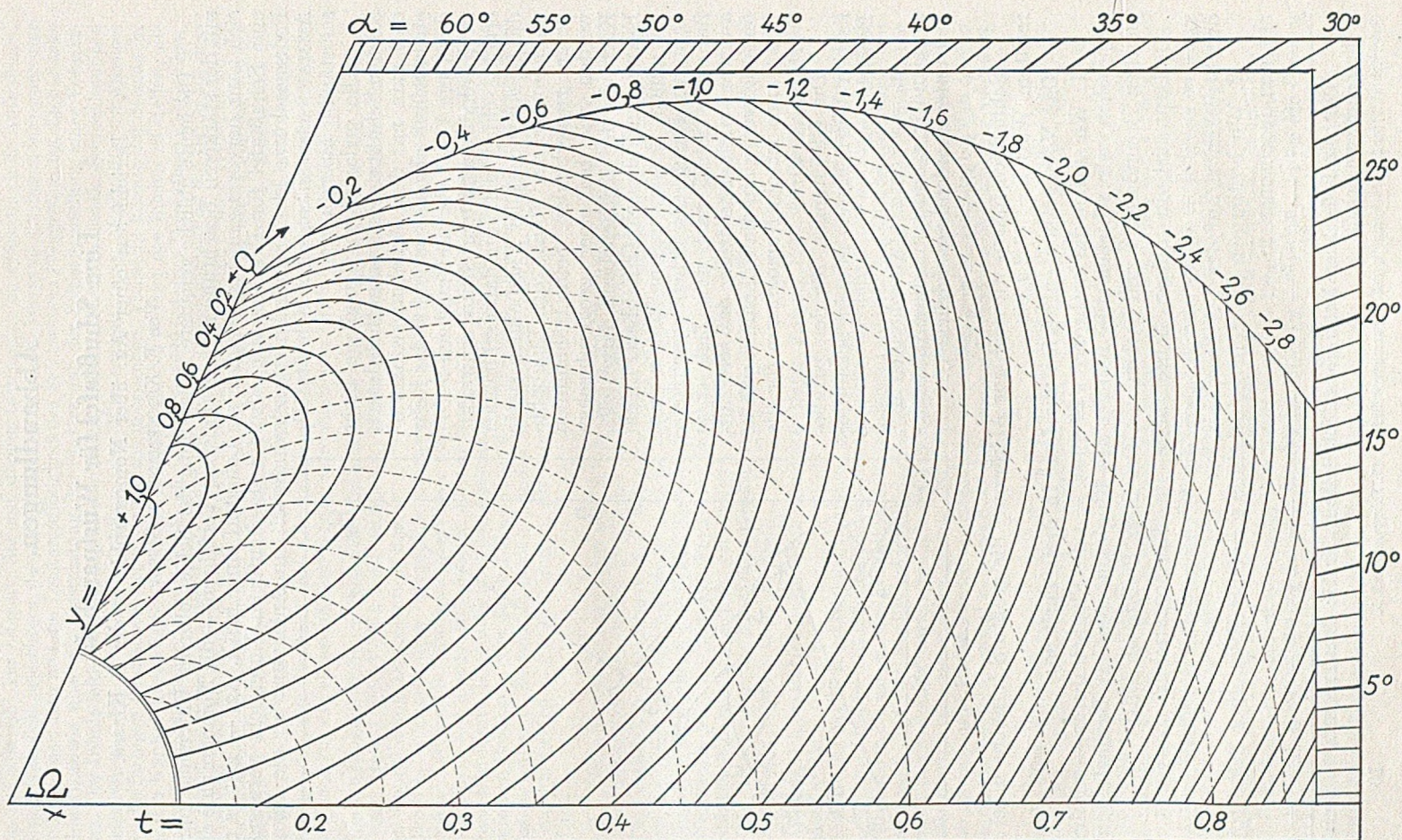


Abb. 2. Schußtafel für $v = 5$ m/sek. Der um Ω drehbare Maßstab für x entspricht dem Maßstab für t , wenn die Zahlen für t gemäß $x = vt$ mit 5 multipliziert werden; er ist der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet.

Verlängern wir also $\overline{H_1O} = z_0$ bis zur η -Achse im Punkte H_2 , so ist $\overline{H_1H_2} \cdot z_0 = \overline{\Omega H_1}^2 = x_0^2$, also $\overline{H_1H_2} = 4h$, und wir erhalten das einfache Ergebnis: Gleitet die Strecke $\overline{H_1H_2} = 4h$ mit ihren Endpunkten auf den Achsen, so schneidet sie die Isochronen in den Punkten 0 der Höhenlinie $y = 0$, sobald H_1 durch den Schnitt der Isochrone mit der ξ -Achse hindurchtritt.

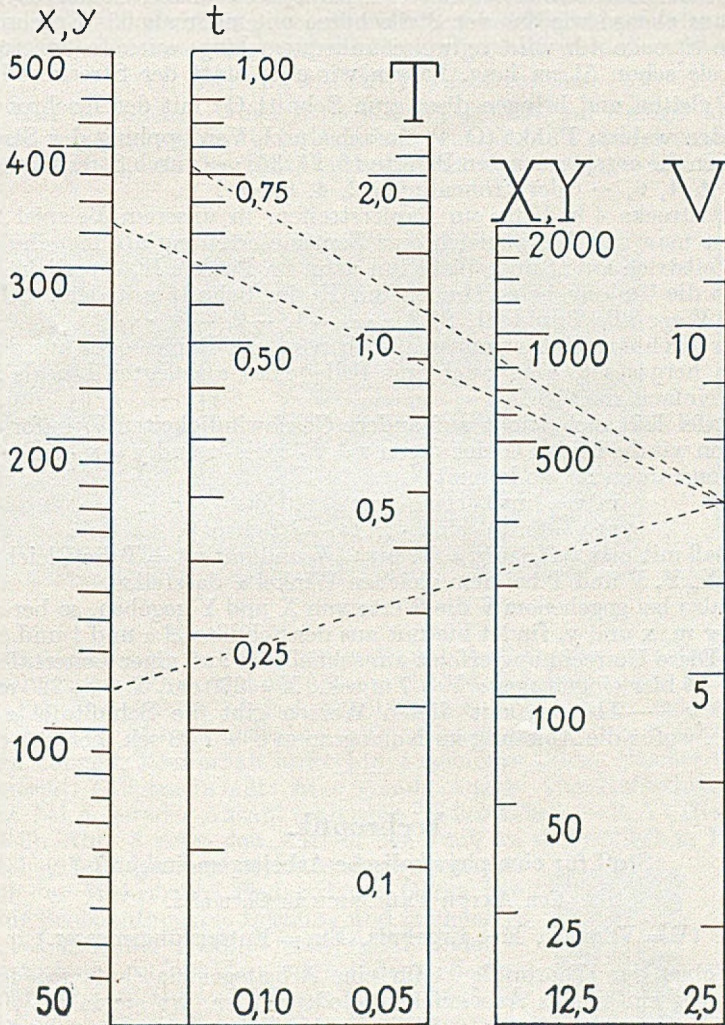


Abb. 3.

3. Trägt man endlich die Einheit wiederholt von den Punkten 0 aus auf $\overline{H_1H_2}$ bis $1', 2', 3', \dots$ bzw. $-1', -2', -3', \dots$ ab und beschreibt um H_1 die Kreise mit $\overline{H_11'}, \overline{H_12'}, \overline{H_13'}$ bzw. z_1, z_2, z_3, \dots und mit $\overline{H_1-1'}, \overline{H_1-2'}, \overline{H_1-3'}$ bzw. $z_{-1}, z_{-2}, z_{-3}, \dots$, die die Isochrone in $1, 2, 3, \dots, -1, -2, -3, \dots$ treffen, so ist z. B. in 4

$$y_{a_4} = v \cdot \sin \alpha_4 \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = x_0 \sin \alpha_4 - x_0^2 / 4h = z_4 - z_0 = 4,$$

d. h. der Punkt 4 ist der Schnittpunkt der Isochrone mit der Höhenlinie $y = 4$ usf.

In diesen drei Schritten ist der Arbeitsweg bei der Anlegung einer solchen Schußtafel in der Reihenfolge Isochrone, Nulllinie und Höhenlinie vollständig festgelegt. Ein Beispiel mit $v = 500$ cm/sek. läßt sich bequem auf einem Blatt im Maß-

stab 1 : 10 durchführen. Für die praktische Ausführung wäre noch folgendes zu beachten:

a) Der Schnitt der Strecke 4 h mit der Isochronen wird stark schleifend in der Nähe des Nullpunktes. Man ersetzt dann besser die Isochrone durch ein mit einer Spannseite an 4 h gelegtes Zeichendreieck, dessen andere Spannseite durch den Nullpunkt geht. Im übrigen ist die Umgebung des Nullpunktes praktisch bedeutungslos, wenn auch mathematisch interessant — wir sparen dieses Gebiet darum in der Zeichnung aus ebenso wie das der Steilschüsse mit mehr als 65° Erhebungswinkel.

b) Die Strecke 4 h wird teilweise unbequem lang; auch in unserem Zahlenbeispiel ist sie schon 51 cm lang. Lassen wir aber statt der Strecke 4 h etwa die Strecke 2 h gleiten und bringen diese zum Schnitt O* mit der Isochronen $\frac{1}{2} \bar{t}$, so finden wir den wahren Punkt (O, t) einfach durch Verdopplung der Strecke ΩO^* . Ähnlich liefern die entsprechenden Punkte 1*, 2*, 3*, ... durch Streckenverdopplung die Punkte 2, 4, 6, ... der Höhenlinien 2, 4, 6, ...

c) Als Strecke 4 h dient ein Papierstreifen, in unserem Beispiel von 51 cm Länge. Trägt man auf ihm zugleich eine Zentimeterteilung ab, legt ihn mit einem beliebigen Teilstrich auf O und spießt ihn dann im Punkte H₁ derselben Isochronen fest, so gibt die Teilung beim Drehen um H₁ im Schnitt mit der Isochronen auf schnellstem Wege alle Punkte 1, 2, 3, ..., -1, -2, -3, ...

d) Der drehbare Entfernungsmaßstab wird aus Papier oder aus einem Zellophanstreifen hergestellt, aber auch mit Hilfe eines angelegten Lineals ist die Ablesung sehr einfach möglich.

Die Tafel läßt sich leicht auf andere Geschwindigkeiten V umformen. Denn multiplizieren wir die beiden Gleichungen $x = v \cdot \cos \alpha \cdot t$ und $y = v \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$ mit einer Konstanten m², so kommt

$$\begin{aligned} m^2 x &= (mv) \cdot \cos \alpha \cdot (mt) \\ m^2 y &= (mv) \cdot \sin \alpha \cdot (mt) - \frac{1}{2} g (mt)^2, \end{aligned}$$

d. h. aber, daß mit $m^2 x = X$, $m^2 y = Y$, $mv = V$ und mit $mt = T$ die Gleichungen eine Lösung für X, Y, V und T bei dem gleichen Winkel α darstellen.

Sind also bei gegebenem V die Werte von X und Y gegeben, so berechnet man nacheinander m, x und y, findet hiermit aus der Schußtafel α und t und endlich mit mt auch T. Diese Umrechnung erfolgt am schnellsten auf einer Leitertafel (Abb. 3). Als Beispiel ist hier eingetragen: $V = 7$ m/sek., $X = 670$ cm, $Y = -220$ cm, hieraus $x = 335$ cm, $y = -110$ cm; mit diesen Werten gibt die Schußtafel $\alpha = 27^\circ$ und $t = 0,76$ sek., wofür die Ablesung im Nomogramm $T = 1,08$ sek. liefert.

Wehroptik.

(Stoff für eine physikalische Arbeitsgemeinschaft.)

VON ARTUR FRIEDRICH in Chemnitz.

(V = Versuch, E = Ergebnis, Em = Entfernungsmesser.)

Das Gebiet der Wehroptik ist für eine Arbeitsgemeinschaft gut geeignet, da die Schüler vor ein großes Arbeitsfeld gestellt werden, wo sie in die Forschungsform eingeführt werden können¹⁾. Es sollen im Folgenden aber auch Anregungen gegeben werden, damit — entsprechend der Lehrplanforderung²⁾ — Wehrphysik auch unterrichtlich mehr betont wird. Ungezählte Beispiele wehroptischer Art lassen sich ohne Zeitverlust in die Physikstunden eingliedern mit dem Vorteil, daß sich die Jungen mit Eifer auf alle die Wehrmacht berührenden Probleme werfen.

I. Aufgaben der Wehroptik.

Ziel und Zweck der Wehroptik ist es, die Grenzen die uns durch unsere Augen gesteckt sind, zu erweitern, sowie die Unvollkommenheiten des Auges auszugleichen. Unser Auge hat neben unschätzbaren Eigenschaften alle Fehler, die eine billige

¹⁾ „Erziehung und Unterricht“, S. 204.

²⁾ „Der neue Lehrplan f. Physik u. d. Wehrphysik“, Prakt. Schulphysik, 1038/6, S. 177, v. Verfasser.

Linse aufweist! Dann können wir mit unseren Sehorganen nur geradeaus (nicht „um Ecken“) sehen. Die Tiefenwirkung und damit das Entfernungsschätzen des Auges ist beschränkt. Weiterhin können wir Gegenstände nicht wahrnehmen, wenn sie absolut klein (Sehwinkel kleiner als eine Bogenminute) sind, oder sie sind unsichtbar, weil sie relativ klein sind (wegen zu großer Entfernung). Auch können wir unsere Augen nur auf einen Punkt akkomodieren, und schließlich erfassen wir visuell nur erleuchtete oder selbstleuchtende Körper. Alle diese „Mängel“ müssen durch optische Instrumente behoben werden und darüber hinaus der Wehrmacht noch optische Nachmittelmittel zur Verfügung gestellt werden.

II. Zurückwerfung des Lichtes.

Hat man in üblicher Weise die Reflexionsgesetze am Spiegel abgeleitet, so schließen sich folgende wehroptische Anwendungen an: 1. V: (Grabenspiegelmodell). Anordnung für Nachweis des Strahlenganges im Grabenspiegel auf der optischen

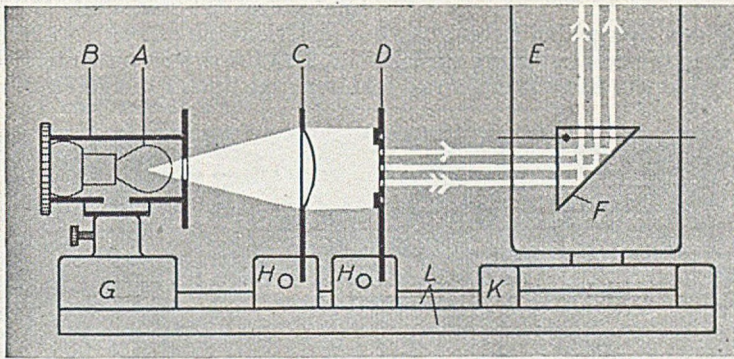


Abb. 1.

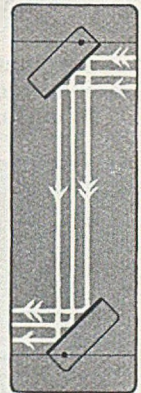


Abb. 2.

Bank zeigen Abb. 1 und 2. Oder man stellt aus Aufbauteilen das Modell her, mit dem Beobachtungen im Lehrzimmer oder im Gelände möglich sind³⁾. E: Der Grabenspiegel (= Schrohr) ist ein optisches Hilfsmittel, mit dem es möglich ist, über Deckungen hinweg, über Hindernisse oder, seitlich gelegt, um solche herum beobachten zu können. Man erhält aufrechte, scheinbare Bilder gleicher Größe, nicht seitenvertauscht. (Allgemein gilt: Eine gerade Anzahl von Reflexionen stellt das Bild richtig, bei ungerader Anzahl fehlt eine Bildumkehr.) — 2. V: (Beobachtungsspiegelmodell). Abb. 3 zeigt den Aufbau der Teile an der optischen Bank. E: Es entstehen scheinbare, gleichgroße, aber seitenvertauschte Bilder. Bei der Wehrmacht findet dieses Gerät Verwendung zur Beobachtung aus Deckung und in kleinerer Form, als „Tripelstreifen“ im Blinkgerät (vgl. II/Ende). — 3. V: (Polemoskop). Aufbau der Teile auf der optischen Scheibe nach Abb. 4. E: Auch dieser (schon 1647 benutzte) „Feindseher“ dient, um über Deckungen ungesehen hinwegsehen zu können und liefert, nach vier-

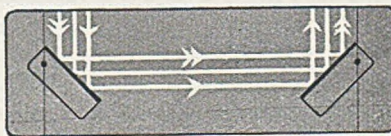


Abb. 3.

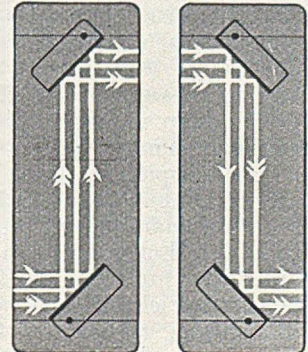


Abb. 4.

³⁾ Ein Lehrmittelfirma hat auf Veranlassung des Verfassers Aufbauteile zur Wehroptik geschaffen, mit denen sowohl Modelle, die den Strahlengang zeigen, als auch die Apparate selbst (vom Grabenspiegel bis zum Stereotelemeter) zeitsparend zusammengestellt werden können. Beschreibung der Apparaturen v. Verf. in „Physik u. Schule“, 3/1938, 5/1939.

facher Reflexion, scheinbare, aufrechte, seitenrichtige Bilder. — Bei Zurückwerfung des Lichtes an zwei Spiegelflächen ist weiterhin der **Spiegelsextant** als wehroptisches Instrument zu nennen. Bei der Marine wird er zur Messung von Vertikal- und Horizontalwinkeln (Ortung, Peilung usw.) benutzt. — Hierher gehört auch der

Heliograph, der aus 2 Plan- (oder leicht gewölbten) Spiegeln, Signal- und Visierspiegel, besteht. In Kolonialkriegen und im Weltkrieg hat er (österreichische Armee) gute Dienste getan, denn die Sonne ist die intensivste Lichtquelle, die wir haben, und nur so ist es zu erklären, daß bis zu 100 km Nachrichten damit übermittelt werden können. Der Signalspiegel ist mit einer Morsetaste verbunden, die den Spiegel bei Betätigung aus der Richtung ablenkt, während ihn eine Feder wieder in die Sendstellung zurückzieht. Das Prinzip ist im Unterricht mit 2 Planspiegeln und einem Strahl bequem zu erklären (vgl. auch Blinkgerät. 5. V).

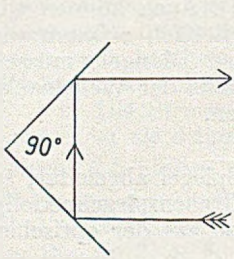


Abb. 5a.

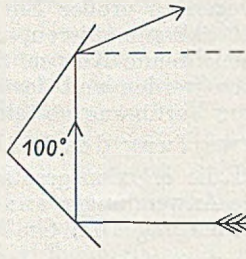


Abb. 5b,

taste verbunden, die den Spiegel bei Betätigung aus der Richtung ablenkt, während ihn eine Feder wieder in die Sendstellung zurückzieht. Das Prinzip ist im Unterricht mit 2 Planspiegeln und einem Strahl bequem zu erklären (vgl. auch Blinkgerät. 5. V).

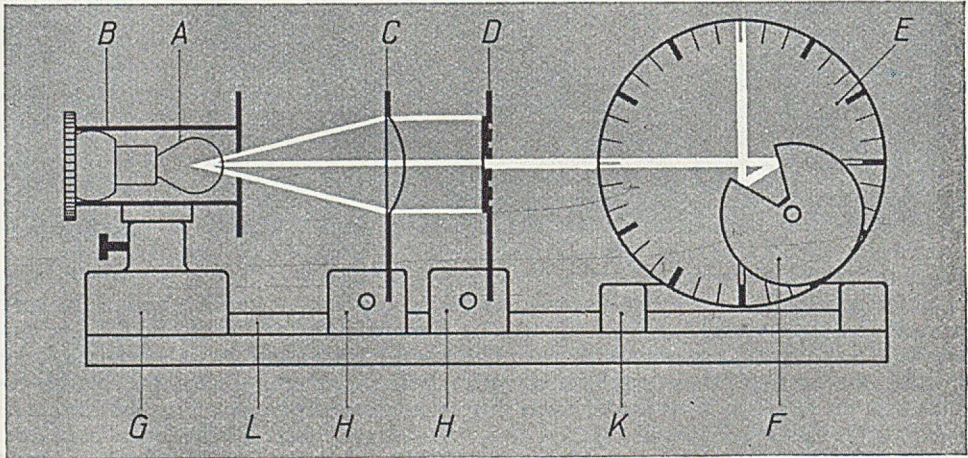


Abb. 6.

Hieran schließt sich die Behandlung der Winkelspiegel. Die Strahlenumkehr beim 90° -Sp. und beim verstellbaren Winkelspiegel zeigt Abb. 5a und b, Abb. 6

den 45° -Sp. (vgl. 23. V). — Stehen drei spiegelnde Flächen so aufeinander, daß sie eine körperliche Ecke bilden, dann ist es ein Eck- (= Tripel-) Spiegel, sind sämtliche Winkel R , so heißt er **Zentralspiegel**. — 4. V: (Eckspiegel). Man bringt den Spiegel auf eine optische Bank und schiebt ein dünnes, horizontales Lichtstrahlenbündel auf eine der Flächen (Abb. 7) und dreht den Eckspiegel um sein Gelenk. — E: Jeder Strahl, der auf einen der 3 Spiegel auftrifft, wird zum nächsten reflektiert und vom dritten parallel zur Einfallrichtung zurückgeworfen, wenn nur der Einfallstrahl horizontal verläuft. Der auf den Schnittpunkt der 3 Spiegel auftreffende Strahl wird in sich selbst reflektiert. Ein Glaswürfel mit einer abgeschliffenen Ecke zeigt dieselben Erscheinungen. — Als Zeichen für die hintere Begrenzung von Fahrzeugen ist der Tripelspiegelsatz den Schülern bekannt.

(Vgl. Ubl. 1933/8, Prakt. Schulphys. 1937/12.) Weniger bekannt ist die Ausnutzung

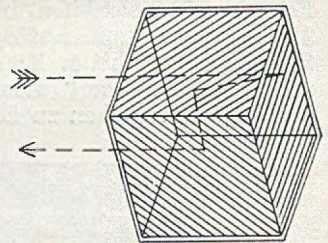


Abb. 7.

dieser Erfindung der Zeißwerke zur Nachtorientierung auf See, als Ersatz der verlöschten Leuchtfeuer während des Weltkrieges. Von den Schiffen aus wurden die an Land befindlichen Eckspiegel angestrahlt und dienten so zur Orientierung. Bojen, mit einem Spiegelkranz ausgerüstet, markierten Fahrtrinnen und Sperrgebiete. Auch als Nachrichtenmittel fand er Verwendung. Der Scheinwerfer schickte Licht nach vorn auf einen Spiegel, der im Takt der Morsezeichen beweglich war und die Lichtenergie mit Nachrichten versehen wieder hinterschickte. Drittens wurde er als Empfänger benutzt (vgl. VII/2 b 3). Überall, wo nicht dauernd eine Lichtquelle leuchten soll und wo die Lichtstrahlen von der Beobachtungsstelle ausgehen, verwendet auch die Wehrmacht Tripelspiegel.

Bei Zurückwerfen des Lichtes an gekrümmten Flächen wird man an der optischen Scheibe zeigen, wie Parallelstrahlen vom Hohlspiegel reflektiert sich im Brennpunkt schneiden. Es gibt aber keinen Scheinwerfer, der so gebaut wäre (Taschenlampe, Fahrrad- und Autoscheinwerfer!), da die vom Brennpunkt ausgehenden Strahlen nur in geringem Umkreis von der optischen Hauptachse parallel verlaufen, dann sich aber immer wirrer zerstreuen (sphärische Aberration). Man benutzt deshalb parabolische Spiegel oder solche, die aus Kugel- und Paraboloidspiegel kombiniert sind. Die in Abb. 8 gezeigte Konstruktion können die Jungen auf mm-Papier ausführen und so die Verhältnisse selbst finden. Das Heer verwendet Paraboloidspiegel aus Metall oder Sphäroidspiegel (d. h. sphäroidisch gewölbte, kombinierte Zeißgeräte aus Glas mit Metallrückfläche). Letztere gestatten, ein paralleles, konvergentes oder divergentes Strahlenbündel zu erzeugen, je nachdem, ob die Lichtquelle im oder vor oder hinter dem Brennpunkt auf der Achse liegt. Die „Glasstreifen“ vor dem Scheinwerfergehäuse sind plankonvexe Zylinderlinsen, die das Licht zerstreuen. (Oft auch zwei Sätze = Doppelstreuer.) — Hier ist auch des wichtigsten optischen Nachrichtenmittels, des Blinkgeräts zu gedenken¹). Im Brennpunkt eines Paraboloidspiegels befindet sich eine elektrisch betriebene Glühlampe, die ein dünnes Lichtbündel ausschickt, das durch eine Drucktaste im Takte der Zeichen unterbrochen wird. Die Zeichen werden von der Empfangsstation mit dem Auge wahrgenommen. Ein Tripelstreifen verschiebt das Glühfadenbild seitlich vor das Richtfernrohr und dient zum Einstellen der Gegenstelle. (Reichweite 1 km tags, 2,5 km nachts für kleine Geräte, 25 bzw. 75 km für große.) — 5. V: (Blinken). Während des Landheimaufenthalts wird untersucht, wie weit abends Lichtquellen (Zündholz bis Scheinwerfer) sichtbar sind, und mit Taschenlampe Blinkübungen angestellt.

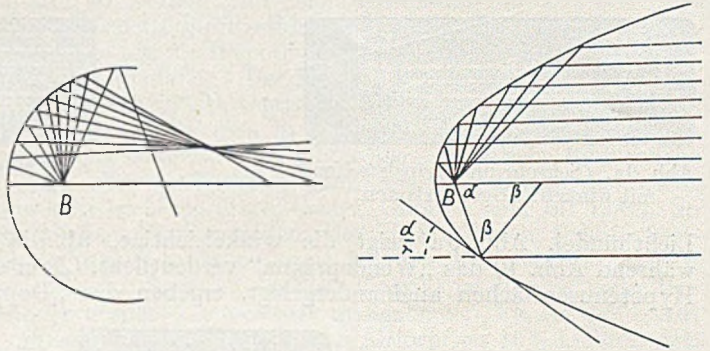


Abb. 8.

Bei militärtechnischen Geräten ist es von Interesse, wie lichtstark die entstehenden Bilder sind. An glatten Flächen rechnet man den Lichtverlust bei jeder Reflexion = $\left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$. Für den Brechungswert für optisch verwendetes Glas: $n = 1,5$ ergeben sich 4% Verlust. Nun findet aber an gewöhnlichen Spiegeln an der vorderen und hinteren Fläche Reflexion statt, so daß von den 96% wieder 4% verloren gehen. Gesamtverlust 7,84%. Berücksichtigt man außerdem die Absorption (0,3%, vgl. III), so kommt man nach einer Reflexion am Spiegel zu 91,96% Licht.

Bei militärtechnischen Geräten ist es von Interesse, wie lichtstark die entstehenden Bilder sind. An glatten Flächen rechnet man den Lichtverlust bei jeder

Reflexion = $\left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$. Für den Brechungswert für optisch verwendetes Glas: $n = 1,5$ ergeben sich 4% Verlust. Nun findet aber an gewöhnlichen Spiegeln an der vorderen und hinteren Fläche Reflexion statt, so daß von den 96% wieder 4% verloren gehen. Gesamtverlust 7,84%. Berücksichtigt man außerdem die Absorption (0,3%, vgl. III), so kommt man nach einer Reflexion am Spiegel zu 91,96% Licht.

¹) Nachr.-Fibel: S. 156f. — GÜNTHER: Wehrphysik, S. 103. Bauanleitung.

III. Die totale Reflexion.

Alle bisher angeführten Versuche können statt mit Spiegeln auch mit Prismen ausgerüstet werden, da im Endeffekt durch Totalreflexion dasselbe erreicht werden kann wie durch Reflexion, nämlich: Strahlenrichtungsänderung. In wehroptischen Instrumenten hat man die verschiedensten Prismen eingebaut, um alle erforderlichen Strahlenwege zu bekommen. Unterrichtlich können diese nicht sämtlich erörtert werden, jedoch ist es wünschenswert, die einfache Umkehr in der Ebene und die doppelte im Raume vorzuführen. — 6. V: (Rechtwinkliges Prisma). Die Versuche werden an der optischen Scheibe ausgeführt. Den Strahlenweg verdeutlichen die Lichtspuren gefärbter

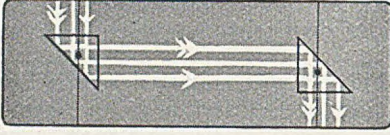


Abb. 9a. (Schohr und Tripelstreifen mit winkelrichtigen Prismen.)

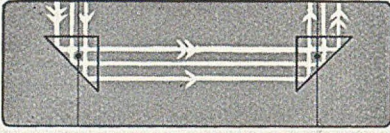
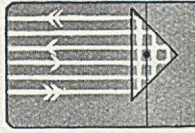


Abb. 9b.



Lichtbündel. Abb. 9a zeigt die winkelsichtige, 9b die rückläufige Anordnung, während Abb. 10 das „Wendepisma“ verdeutlicht. (Zwei solcher Prismen mit den Hypotenusenflächen aneinandergelagt, ergeben das „Doppelwendepisma“). Eine

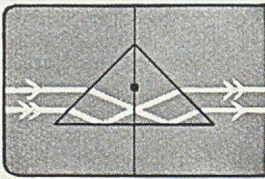


Abb. 10.

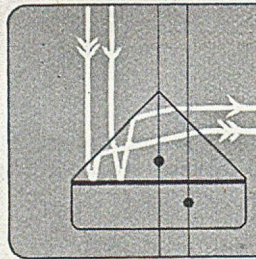


Abb. 11.

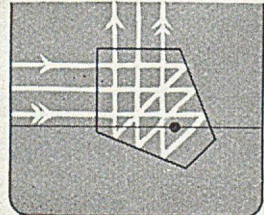


Abb. 12.

andere Art der Winkelsichtigkeit zeigt Abb. 11 (Bauerfeind, 1868). — 7. V: (Pentagonalprisma). Will man wehroptische Geräte behandeln, so darf das Pentaprisma (von Goulier, 1864, auch Prandtl'sches genannt) keinesfalls fehlen. Es ist jetzt für die üblichen optischen Scheiben im Lehrmittelhandel zu haben. Man befestigt das Prisma so, daß die Strahlen senkrecht zu einer der Seiten, die den Rechten bilden, einfallen (Abb. 12). Die Strahlen verlassen das Pentaprisma senkrecht zur Einfallsrichtung, d. h. eine Wirkung wie beim 45° -Spiegel. Kleine Drehungen des Glaskörpers ändern fast nichts. Das ist einer der Hauptgründe, warum es zur Strahlen-

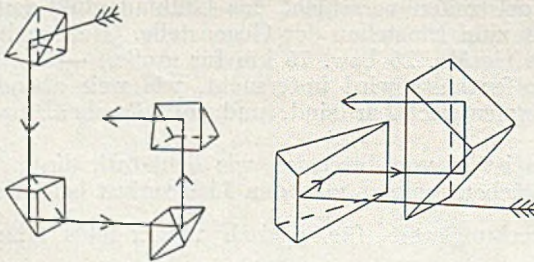


Abb. 13.

biegung um 90° in fast allen wehrtechnischen Apparaten verwendet wird (Seh-, Scheren-, Stangenfernrohr, Em, Periskope, Vergrößerung der Meßbasis, Justierung der Em, in geringer Abänderung selbst ein Em. Diese reichhaltige Verwendung sollte uns veranlassen, es mit zu zeigen!) — 8. V: (Vollständige Strahlenumkehr im Raume). Hier sind die als Porrosystem I. und II. Art bekannten Prismenanordnungen

vorzuführen. Beide Systeme wirken bildaufrichtend wie Linsensysteme. a) Porro I. Art: 2 gleichschenklige-rechtwinklige Prismen stehen mit parallelen Hypotenusenflächen einander gegenüber, die Katheten sind jedoch senkrecht zueinander. Am geeignetsten ist die optische Bank zu diesem Aufbau. Bunte Strahlen zeigen den Gang des Lichtes, weißes Licht und Bildblenden, die Gegenstandsabbildungen auf einem Schirm. — b) Porro II. Art: Denkt man sich jedes der Prismen der Anordnung a) halbiert und um die Hauptachse um 90° gedreht, so erhält man die zweite Zusammenstellung. Der Vorteil für wehroptische Instrumente ist ersichtlich: Alle vier Teilkörper lassen sich beliebig weit, nach oben, unten und seitlich verschieben (Abb. 13). — c) Wendepisma: Das Prisma aus 6. V bringt man in derselben Lage in den Strahlengang und dreht es nun um die Visierlinie. Das Bild wird gedreht, und zwar wegen der Symmetrie der Spiegelebene um den doppelten Drehwinkel, d. h. bei Prismendrehung um 45° erhält man eine Bildrotation um 90° . Das Entsprechende mit zwei solchen Körpern durchgeführt, ergibt das Doppelwendepisma. Da in beiden Fällen nur der Teil um die Hypotenusenfläche herum benutzt werden kann, kann der obere Teil auch wegfallen: Der Restkörper — Hauptschnittebene ein gleichschenkliges Trapez — heißt Doveprisma. (Strahlengang bei Drehung: Günther, a. a. O. S. 21). Zwei solche Prismen in den Strahlengang hintereinandergeschaltet — eins senkrecht, eins waagrecht — gibt völlige, räumliche Bildumkehr wie ein Porrosystem, da erst oben und unten, dann rechts und links vertauscht wird. — Räumliche Bildumkehr ist bei militäroptischen Geräten sehr oft nötig. So bei: Prismengläsern, Richtkreisen, Zielfernrohren, Geschützaufsätzen, Scherenfernrohren, Rundblickfernrohren und Sehrohren, sowie bei verschiedenen Em. Außer anderen Gründen (Verkürzung des Systems, größere Plastik) ist für die vielseitige Verwendung der Prismen der geringe Lichtverlust maßgebend: „Faustregel“: Auf 10 cm Lichtweg durch optische Gläser gehen durch Absorption 15% Lichtenergie verloren. Zum Beispiel: Werden zur völligen räumlichen Bildumkehr 2 Porro- (oder 2 Dove-) Prismen vom Gesamtlichtweg = 6 cm benutzt, dann ist der Verlust ungefähr 9%. Bei 4 Spiegeln zum selben Zweck sind aber $0,96^8 = 27,86\%$ Reflexionsverluste + 1,5% Absorptionsverluste vorhanden. Das heißt: Mit Prismen erhält man die Bilder 3,5 mal so lichtstark als mit Spiegeln!

IV. Linsen.

Da die in wehroptischen Geräten eingebauten Linsen sich von den sonst gebräuchlichen nicht unterscheiden, sind die Linsenformen, -gesetze, der Strahlengang und die Bilderzeugung durch Linsen hier in der üblichen Weise zu behandeln.

V. Das Auge und das stereoskopische Sehen.

Das Auge hat (wie schon in I erwähnt), als optisches Instrument betrachtet, beachtlich viele Fehler! Astigmatismus, geringe Rand- und Tiefenschärfe, (geringen) Chromatismus, (starke) sphärische Aberration, Gesichtsfeld (bei ruhendem Auge) nur $1/2^\circ$, dazu Größen-, Richtungs-, Entfernungs-, Gestalt-, Farben-, Lichtstärken- und Lichtdauertäuschungen! Alle diese Augenfehler wären wehrtechnisch sehr gut brauchbar, wenn sie nur der Feind allein besitzen würde (!), denn alle bei der Wehrmacht gebräuchlichen optischen Tarnungsarten sind nur möglich dank der Augenfehler¹⁾. „Optische Geräte mit so vielen Fehlern wie das menschliche Auge, würde man mit Recht zurückweisen“ (Helmholtz). Demgegenüber hat das Auge Eigenschaften, die in optischen Apparaten nie erreicht werden können. 1. Die Beweglichkeit des Auges gewährleistet ein Gesichtsfeld von 150° . 2. Die Akkommodationsfähigkeit gestattet, nacheinander Gegenstände von der Entfernung 8 cm — ∞ scharf zu sehen. 3. Die selbsttätige Blendenwirkung verwandelt das Auge je nach Bedarf in ein lichtstarkes oder lichtschwaches Instrument (Mondschein: Sonnenlicht = 1 : 500 000!) 4. Können wir mit 2 Augen in gewissen Grenzen körperlich sehen. — Wehrtechnisch ist 2. und 4. besonders wichtig! — Akkommodation (= Anpassung) ist die Fähigkeit des Auges, durch Änderung der Linsenform, mit Hilfe von Ring-

¹⁾ „Wie ist optische Tarnung möglich?“ Prakt. Schulphys. 1939/1, v. Verf.

muskeln und Bändern, sich auf einen Punkt so genau einzustellen, daß auf der Netzhaut ein scharfes Bild entsteht. — 9. V: Zwischen Buch und Auge wird ein Bleistift gehalten. — E: Entweder kann man den Druck bequem lesen, erkennt aber den Bleistift nur undeutlich (auf den Druck akkommodiert) oder umgekehrt (auf den Bleistift akkommodiert). Beim Zielen soll nun Kimme, Korn und Ziel in eine Richtung gebracht werden. Das Auge kann unmöglich alle 3 Punkte zugleich scharf sehen. Deshalb hilft sich der Schütze, indem er beim langsamen Herunterführen der Gewehrmündung blitzschnell nacheinander die Punkte anvisiert, ein Notbehelf, der bei längerem Schießen das Auge ermüdet und zu Ungenauigkeiten führt, was bei größeren Geschützen nicht zu empfehlen ist (z. B. kostete im Weltkrieg ein Schuß eines 38-cm-Schiffgeschützes 10 000 M.!). Durch a) Ziel- (= Richt-) Gläser, b) Zielfernrohre hilft man diesem Mangel der Augen ab. — 10. V: (Grubbsches Zielglas). Eine Zielmarke befindet sich im Brennpunkt der Objektivlinse. Darunter ist unter 45° zur Blickrichtung eine planparallele Platte angebracht. — E: Die Linse projiziert die Marke ins Gelände (eigentlich ins Unendliche), so daß das Bild der Marke am Orte des Zieles zu liegen scheint. Die Visierlinie wird durch die optische Hauptachse ersetzt, Zielfehler und Ermüden sind so ausgeschlossen (vgl. Günther, a. a. O. S. 23). — Bei Zielfernrohren ist der entgegengesetzte Weg gewählt! Nicht die Zielmarke wird ins Gelände verlegt, sondern das Gelände (= Ziel) wird in einer Ebene, in der sich eine Zielmarke befindet, reell abgebildet (vgl. VI/5).

Das körperliche Sehen ist besonders ausführlich zu behandeln, da jede Art von Entfernungsbestimmung nur auf Grund des plastischen Sehens möglich ist. Da wir immer räumlich sehen, merken wir nicht mehr, daß wir zwei getrennte Bilder aufnehmen, die zusammengesetzt das Raumbild geben. — 11. V: Die Schüler drücken leicht unter ein Augenlid, wodurch zwei scheinbar gleiche Bilder entstehen. — 12. V: (Parallaxe). Der Zeiger einer Uhr stehe auf 12. Nur die Schüler, die in gerader Richtung davorsitzen, lesen 12 ab, die rechts Sitzenden 59, die links 1. — E: Der körperliche Eindruck ändert sich mit der Blickrichtung! Der am fixierten Punkt von den Sehstrahlen gebildete Winkel heißt die Parallaxe. Dabei: Pupillenabstand = Standlinie. Auf der Schätzung der Parallaxe beruht die Tiefenanschauung. Nach neueren Untersuchungen ist $\frac{1}{3} - \frac{1}{8}$ Bogenminute (individuell verschieden) die Grenze unseres Tiefenunterscheidungsvermögens (Abb. 14). Ist die Differenz zwischen $\overline{LG_1R}$ und $\overline{LG_2R}$ kleiner als $\frac{1}{3}'$, so scheinen uns G_1 und G_2 gleichweit und zwar unendlich wegzuliegen. Gegenstände mit Parallaxe $0 - \frac{1}{3}'$ sehen wir alle unendlich weit. Daraus ergibt sich die Grenze für Entfernungsschätzen:

$$\operatorname{tg} \frac{1'}{3} = \frac{0,06}{x}; \quad x = \frac{0,06}{\operatorname{tg} \frac{1'}{3}} = \frac{0,06}{170000}$$

$x = 600 - 650$ m. Darüber hinaus sehen wir nicht mehr plastisch! (Mond, Sterne = Flächen, Parallaxe = 0) (vgl. 16. V). — Hier ist Gelegenheit, Stereoskope zu benutzen, Apparate, wo durch passende Linsen die richtige Akkommodation, durch eine Scheidewand Einzelbilder erzeugt werden. Wir sehen die Raumbilder damit plastischer

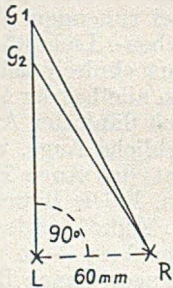


Abb. 14.

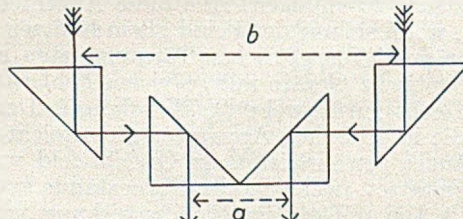


Abb. 15.

als die Gegend selbst, da das Auge ein Zwischenbild liefert zwischen dem flachen Netzhautbild und der körperlichen Wirklichkeit (die das Stereoskop wiedergibt!).

Da man in der heutigen Kriegsführung nicht mit Entfernungen bis 650 m auskommt, der Augenabstand aber nicht zu vergrößern ist, müssen wieder optische

Hilfsmittel herangezogen werden. Mit HELMHOLTZ' Spiegelteleskop ist es möglich, die Meßbasis (= Augenabstand) beliebig zu vergrößern. — 13. V: Mit der Zusammenstellung nach Abb. 15 betrachtet man geometrisch regelmäßige Körper in geringer Entfernung. Durch Verschieben der Objektivspiegel kann die Basis und damit die Tiefenwirkung geändert werden. — E: Bei größerer Tiefenwirkung Verkleinerung des Bildes und scheinbare Verschiebung auf den Beobachter zu. $b : a = x : 650$. Für $b = 1$ m ist schon bis 10 km räumliches Sehen möglich! (Augenabstand eines Riesen!)

Das Gerät von HELMHOLTZ hat sich nicht eingeführt, aber mit dem Zeißschen Stereokomparator kann die parallaktische Differenz für jede Basis bis zum Erdbahndurchmesser gemessen werden. Der Photoapparat mit Stereokomparator nimmt den Erdbahndurchmesser (= 16 Lichtminuten) als Basis und kann mit dem Fernrohr millionenmal so weit dringen, d. h. einige Lichtjahre! Sagt man nun, daß ein „Lichtjahr“ (wie eine „Autostunde“) ein Längenmaß ist (31,5 Mill. sec. \times 300 000 km/s) = rund 10 Billionen km und das beste Fernrohr bis 200 Millionen Lichtjahre in den Raum vordringt, dann bekommt wohl auch der schwächste Schüler eine Vorstellung von dem, was deutscher Forschergeist und deutsche Technik geleistet hat¹⁾. (Schluß folgt.)

Ein vertikal beweglicher Objektisch für Auflichtmikroskopie.

Von PAUL EICHLER in Dresden.

In dieser Zeitschrift habe ich wiederholt²⁾ auf die Vorteile der Auflichtmikroskopie im Schülerpraktikum hingewiesen. Die verschiedenen Beleuchtungseinrichtungen für Auflichtuntersuchungen (z. B. Ultropak, Opakilluminator, Epikondensor usw.) beruhen im wesentlichen darauf, daß das horizontal gerichtete Strahlenbündel einer vor dem Mikroskop stehenden Lichtquelle durch Spiegelflächen oder Prismen so umgelenkt wird, daß es parallel zur Achse des Mikroskoptubus von oben her auf das zu untersuchende Objekt fällt.

Dieser Strahlengang macht es wünschenswert, einen Objektisch zu verwenden, der sich senkrecht zu seiner Fläche heben und senken läßt. Durch diese vertikalen Bewegungen des Tisches erfolgt dann die Scharfeinstellung der Untersuchungsobjekte. Man verzichtet hier also auf die Triebbewegungen des Mikroskoptubus, um die einmal eingestellte optische Achse der Auflichtbeleuchtung (d. h. Lichtquelle \rightarrow reflektierende Umlenkflächen) während der mikroskopischen Untersuchung unverändert beibehalten zu können.

Aber auch für solche Auflichteinrichtungen, bei denen Lichtquelle und Umlenkoptik starr miteinander verbunden sind, ist ein heb- und senkbarer Objektisch zu empfehlen.

Die im Schullaboratorium verwendeten Mikroskope pflegen meist mit festem Objektisch ausgerüstet zu sein. Gelegentlich ist wohl auch ein größeres Instrument vorhanden mit dreh- und zentrierbarem Tisch, dessen Bewegungen aber bekanntlich nur innerhalb seiner eigenen Ebene möglich sind. Es gibt natürlich Spezialinstrumente mit vertikal verstellbarem Objektisch (z. B. mineralogische und technologische Mikroskope), die aber eben wegen ihres Sondercharakters für das allgemeine Schullaboratorium kaum gekauft werden dürften.

Wir haben einige unserer Normalmikroskope durch einen einfachen und sehr billigen Zusatzisch so ergänzt, daß wir sie je nach Bedarf mit ein paar Handgriffen für Epiuntersuchungen umstellen können. Voraussetzung ist das Vorhandensein eines Beleuchtungsapparates am Mikroskop, der durch Zahn- oder Schneckentrieb heb- und senkbar ist.

¹⁾ Vgl. auch: KERST: Ubl. 1933/7.

²⁾ P. EICHLER, Technische Hinweise aus der Praxis der biologischen Arbeitsgemeinschaften. Ubl. f. Math. u. Naturw., 44. Jg., 1938. H. 6. — Derselbe, Mikroskopie lebender menschlicher Organe mit einfachen Hilfsmitteln. Ubl. f. Math. u. Naturw., 44. Jg., 1938. H. 8. — Derselbe, Ein einfaches Universalstativ für biologische und physikalische Laboratorien. Ubl. f. Math. u. Naturw., 44. Jg., 1938. H. 9.

Statt des Kondensors schieben wir in die federnde Klemmhülse des Beleuchtungsapparates eine gewöhnliche Zylinderblende ein. An Stelle ihres Blendeneinsatzes wird unser neuer Objektstisch von oben her eingeführt. Dieser Tisch (Abb. 1) besteht aus einer mattschwarz lackierten kreisförmigen Metallplatte (Durchmesser 90 mm), die in der Mitte ihrer Unterseite einen geschlitzten Rohrstützen von 50 mm Länge trägt. Der äußere Durchmesser dieses Stützens ist so gewählt — bei uns 13 mm —, daß er sich durch das zentrale Loch des vorhandenen Objektstisches in die Öffnung der Zylinderblende federnd einschieben läßt.



Abb. 1. Der Zusatzstisch, eingeschoben in die Zylinderblende eines normalen Mikroskops.

Wir haben damit über und parallel der Ebene des normalen Objektstisches, an dem nichts geändert wird, einen zweiten Tisch liegen (Abb. 2), der durch den Trieb des Beleuchtungsapparates gehoben, gesenkt und um die Längsachse des Trägerstützens gedreht werden kann.

Abb. 2 zeigt ein normales Mikroskop, ausgerüstet mit unserem Zusatzstisch und einem Opakilluminator für Auflichtuntersuchung, hier z. B. einer ganzen Tomate. Der Vorteil dieses neuen Tisches liegt, wie schon gesagt, darin, daß die einmal eingestellte Beleuchtungsrichtung nicht mehr geändert zu werden braucht, ganz gleich, welche Dicke die untersuchten Objekte und welche Brennweite

die verwendeten Objektive haben. Auch für kapillaroskopische Untersuchungen (z. B. am Nagellimbus eines Fingers) eignet sich unser Tisch recht gut.

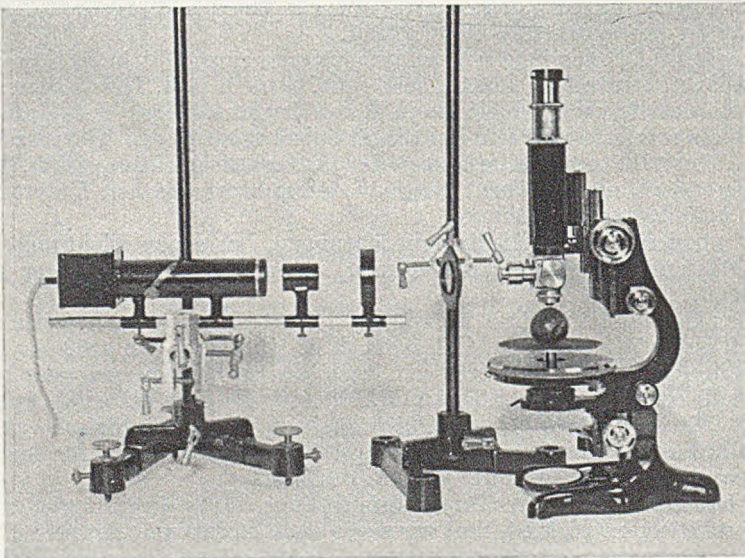


Abb. 2. Mikroskop mit Zusatzstisch für Auflichtuntersuchungen. Von links nach rechts: Spaltlampe, Stativ mit Polarisatorfilter, Mikroskop mit Opakilluminator, Analysatorfilter und Zusatzstisch.

Wie Abb. 2 zeigt, benutzen wir als Lichtquelle für den Opakilluminator eine selbstgebaute und mit beweglichem Doppelkondensator, Spaltblende und Sammellinse ausgestattete Schwachstromlampe, die ich in dieser Zeitschrift bereits³⁾ be-

³⁾ P. EICHLER, Mikroskopie lebender menschlicher Organe mit einfachen Hilfsmitteln. Ubl. f. Math. u. Naturw., 44. Jg., 1938. H. 8.

schrieben habe. Für einfache Untersuchungen genügt aber auch eine kleine elektrische Stablampe.

Da bei mikroskopischen Beobachtungen im Auflicht häufig störende Glanzlichter der angeleuchteten Oberflächen auftreten, arbeiten wir mit polarisiertem Licht unter Verwendung der von mir in dieser Zeitschrift wiederholt empfohlenen Polarisationsfilter. Das eine Filter kommt zwischen Lichtquelle und Opakilluminator (vgl. Abb. 2), das andere Filter sitzt als Analysator oben auf dem Okular des Mikroskops. Durch Drehen dieses zweiten Filters erhält man leicht die günstigste Stellung, bei der die störenden Oberflächenreflexe ausgelöscht werden.

Den beschriebenen Tisch kann jeder Mechaniker oder auch ein an der Metall-drehbank geübter Schüler un schwer und billig herstellen.

Zum Schluß noch einige Hinweise auf Objekte, die sich für Auflichtunter-suchung besonders eignen. Zum Studium von Holzstrukturen mikroskopieren wir z. B. ganze Streichhölzer oder noch dickere „Klötze“. Es genügt, wenn die zu unter-suchende Fläche mit dem Taschenmesser einigermaßen geglättet ist. Für Kork-gewebe kann jeder beliebige Korkstopfen ohne weiteres unter das Auflichtmikroskop kommen. Sehr dankbar sind Metallstücke (roh oder angeschliffen), Münzen, Mine-ralien und Gesteine, Knochenstücke — je älter desto besser —, Textilien, Druck- und Schriftproben usw. Man zeige z. B. radierte Stellen eines Schriftsatzes unter Hinweis auf gerichtsmikroskopische Methoden, Korrekturen an Tinten-, Blei- und Kopier-stiftschriften.

Spaltöffnungen an lebenden Blättern (z. B. von Ilex, Lilium, Tradescantia) und Stengelquerschnitte zeige ich fast ausschließlich in Epimikroskopie und verwende dabei Vergrößerungen bis 350fach und mehr. Von weiteren pflanzlichen Objekten eignen sich für Auflichtuntersuchung u. a. Pollenkörner, keimende Gerste, Samen (z. B. von Centaurea und Brassica), Haargebilde wie Brennhaare und Wurzelhaare, die Farbstoffkörper der Apfelschale, polierte Hölzer usw.

Von tierischen Objekten seien genannt Iris, Haut und Dottersack von Fischen, Rücken-, Bauch- und Schenkelhaut des Laubfrosches, das Rückengefäß des Mehl-wurms, Flügel von Schmetterlingen, Insektenaugen, Hartgebilde (Zähne, Muschel-schalen, Echinodermen, Sepiaschulpe quer und längs) usw.

Verwendet man zur Untersuchung Trockensysteme von hoher Eigenvergröße-rung, so empfiehlt sich die Benutzung sogenannter „kurzgefaßter“ Objektive, bei denen das Schraubgewinde unmittelbar hinter dem Linsensystem sitzt.

Die Auflichtmikroskopie verlangt meist nur geringfügige, oft überhaupt keine präparative Vorarbeit an den zu untersuchenden Gegenständen. Die dabei erhaltenen Bilder sind — besonders wenn man im polarisierten Licht arbeitet — so kontrast-reich, daß sie zu weiterer Beschäftigung mit dieser Methode der mikroskopischen Untersuchung reizen dürften.

Die Spektroskopie der Röntgenstrahlen.

Von HERBERT GRAEWE in Halle.

(Schluß.)

II. Untersuchungen im Wellenlängengebiet unterhalb 1 \AA E mit einem SEEMANNschen Röntgenspektrographen.

I. Versuchsanordnung.

Die Apparatur zur Erzeugung der Röntgenstrahlen blieb zunächst die gleiche wie bisher, nur wurde statt des D्रोhtisches mit Kristall und Film der Spektrograph vor das Austrittsfenster der Röntgenstrahlen gebracht. Zur Verfügung stand mir ein „Mediziner-Spektrograph“ (vgl. Ab-bildung bei BEHNKEN, Nr. 1, S. 168), der für Aufnahmen im härtesten Gebiet bestimmt war. Demzufolge war der Schwenkbereich ein relativ kleiner.

Als Kristallanalysator diente ein besonders gutes und langes Exemplar eines Steinsalz-kristalls mit natürlichen Spaltflächen. Der Kristall muß deshalb eine möglichst lange Reflexions-fläche besitzen, um auch Strahlen, die unter kleinsten Winkeln auftreten (also ganz harte Strah-len), „auffangen“ und spiegeln zu können. Steinsalz besitzt neben seinem großen Auflösungs-vermögen noch eine besonders große „Reflexionskraft“.

Der Spektrograph selbst war nach der Lochkammermethode von SEEMANN gebaut. Für diese ist charakteristisch, daß der Spalt in der Strahlenrichtung hinter dem Kristall liegt, „so daß er mit der photographischen Platte eine Lochkamera bildet“ (Nr. 14, S. 249). Der Vorzug dieser Methode vor der BRAGGSchen und der Schneidenanordnung besteht darin, „daß sie unabhängig ist von der Dicke der wirksamen reflektierenden Kristallschicht“. Selbst im härtesten Gebiet erhält man so noch scharfe Linien. Mit den anderen Methoden ergeben sich hier völlig unscharfe Spektren, was darauf zurückgeht, „daß die Reflexion harter Röntgenstrahlen am Kristall nicht nur an der Oberfläche, sondern auch aus tieferen Schichten heraus erfolgt“ (Nr. 15, S. 17). Die Eindringtiefe wächst ja mit zunehmender Härte!

Der Steinsalzkrystall muß luftdicht abgeschlossen sein, um ein Schadhafwerden des kostbaren Kristalls in feuchter Luft zu vermeiden.

Da die Aufnahmen bei dem beschriebenen Spektrographen in mehreren Entfernungen vom Kristall zu machen sind (14, 28 und 42 cm), ist die Auflösung bei den einzelnen Aufnahmen ganz verschieden. So entspricht z. B. einer Filmbreite von 1 cm im Abstand I (14 cm) ein Wellenlängengebiet von 0,400 ÅE, im Abstand II (28 cm) 0,200 ÅE und im Abstand III (42 cm) 0,133 ÅE.

Die Auswertung der Spektrogramme geschieht am schnellsten mit einer genormten Skala, die einfach auf das Spektrogramm aufgelegt wird. Für die weiteste Entfernung sind dann im allgemeinen die Werte sofort in ÅE abzulesen. Durch Kalziumwolframatfolien, die vor und hinter dem Film angebracht werden, können die Expositionszeiten bis auf $\frac{1}{4}$ ihres ursprünglichen Wertes vermindert werden. Ferner besteht die Möglichkeit, vor der Filmkassette Filter anzubringen und so die Filterungswirkung bestimmter Materialien zu untersuchen (vgl. eine Reihe von entsprechenden eigenen Aufnahmen in meiner Arbeit „Einige Anwendungen der kurzwelligen Röntgenspektroskopie“, Fortschr. auf d. Geb. d. Röntgenstr. 1933, S. 234).

Die Schwenkung des Spektrographen geschieht automatisch durch Uhrwerkanttrieb. Die Drehachse muß wenigstens annähernd an der Stelle des Spaltes liegen. — Gearbeitet wurde ausschließlich mit W-Antikathode und einer Spaltbreite von 0,5 mm.

2. Versuchsergebnisse und ihre theoretische Erörterung.

a) Versuche mit Spannungen bis zu 40 Kilovolt. Bei einem Schwenkwinkel von 12° konnte in der Entfernung I ein Spektralgebiet bis zu etwa 1 ÅE (= 1000 XE) aufgenommen werden, wie Abb. 17 zeigt. Die Belichtung betrug (ohne Verstärkungsfolien) $\frac{2}{4}$ Stunden bei 40 KV und 8 MA. Die Wellenlängewerte werden jetzt zweckmäßig in ÅE angegeben, da beim DUANE-HUNTschen Gesetz, welches die Beziehung zwischen Minimumwellenlänge und Röhrenspannung angibt, mit ÅE gerechnet wird.

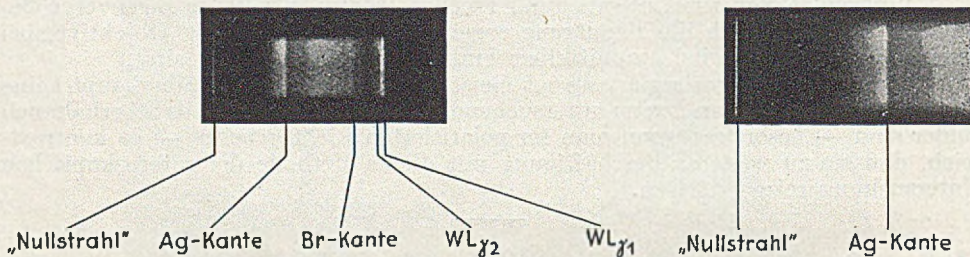


Abb. 17.

Abb. 18. Belichtung 2 Std. (ohne Verstärkungsfolien) bei 40 KV und 8 MA. Schwenkbereich 12° (ohne zusätzliche Drehung). 1 cm Filmlänge entspricht hier einem Wellenlängenbereich von $200 \text{ XE} = 0,200 \text{ ÅE}$.

Neben den schon früher beobachteten Absorptionsbandkanten treten noch zwei der kurzwelligsten Linien des WL-Spektrums auf. Die K-Linien des W-Spektrums erscheinen nicht, da die benutzte Spannung zu gering ist; die Anregungsspannung des Wolfram-K-Spektrums liegt ja bei 69 KV!

Will man noch weitere Linien im langwelligen Teile des WL-Spektrums aufnehmen, so muß man den Kunstgriff anwenden, neben dem eigentlichen Schwenkbereich noch eine zusätzliche Drehung des ganzen Spektrographen gegen die Röntgenröhre vorzunehmen, so daß die Röntgenstrahlen von vornherein unter größeren Winkeln gespiegelt werden. Demzufolge fällt dann ein Teil des härtesten Gebiets (auch der Nullstrahl) fort. Für medizinische Zwecke kommt allerdings nur die Messung des kurzwelligsten (härtesten) Teils des Spektrums in Betracht; arbeitet doch die Tiefentherapie hauptsächlich mit einer Strahlung von 100–400 XE (= 0,1 bis 0,4 ÅE)!

Wird in der Entfernung II gearbeitet, so fällt bereits die Br-Kante fort, wie Abb. 18 zeigt. Dafür tritt die Ag-Kante besonders schön hervor. Auch das kurzwellige Ende der „weißen“ Strahlung (Minimumwellenlänge) ist deutlich erkennbar.

b) Versuche mit Spannungen bis zu 180 Kilovolt. Zur Messung der Minimumwellenlänge ist es notwendig, daß die Wolfram-K-Linien auf dem Spektrogramm als Ausgangspunkt der Ausmessung gewählt werden. Der sogenannte „Nullstrahl“ (direkte Strahl) bezeichnet nämlich gar nicht exakt den Nullpunkt, sondern liegt bei jedem Spektrographen an einer etwas anderen Stelle. Dagegen bleibt die Lage der WK-Linien stets konstant. Deshalb werden letztere bei der Ausmessung des Spektrogramms mit den entsprechenden Linien der geeichten Skala zur Deckung gebracht, unbeschadet der Tatsache, ob auch der „Nullstrahl“ genau mit dem wahren Nullpunkt zusammenfällt. Die Minimumwellenlänge, d. h. der gerade noch mit bloßem Auge erkennbare feinste Schwärzungssaum am kurzwelligen Ende, wird dann an der Skala abgelesen. Nach der Beziehung $h \cdot \nu = e \cdot V$ oder in umgerechneter Form $V \cdot \lambda = 12350^{19)}$ ergibt sich dann aus der abgelesenen Minimumwellenlänge in ÅE sofort der zugehörige Wert der Maximalröhrenspannung $V = \frac{12350}{\lambda}$ in Volt. Der Vorteil dieser Meßmethodik beruht darauf, daß tatsächlich

das gemessen wird, „was an Strahlung austritt“ (Nr. 15, S. 31), und nicht das, was primär in die Röhre hineingeschickt wird. SEEMANN bezeichnet es direkt als irreführend, nach der Funkenstreckenlänge genaue Härteangaben zu machen, „denn diese spricht auch dann an, wenn nur während eines äußerst geringen Bruchteils der gesamten Zeitdauer einer Stromperiode die Maximalspannung herrscht, die den Funken zum Überspringen bringt . . .“ (Nr. 15, S. 31).

Mit wachsender Spannung verschiebt sich die scharf fixierte Grenzwellenlänge nach kurzen λ -Werten hin unter gleichzeitiger, dem WIENSCHEN Verschiebungsgesetz analoger Intensitätsverteilung, wie Abb. 19 zeigt (nach KULENKAMPPF, Nr. 10, S. 442).

Es ist von großer Bedeutung, daß die Minimumwellenlänge von dem Antikathodenmaterial völlig unabhängig ist, mithin nur von der Höhe der Spannung, also von der kinetischen Energie der Kathodenstrahlung abhängt.

Bei diesen hohen Spannungen ist es vorteilhaft, durchweg mit Verstärkungsfolien aus Kalziumwolframat zu arbeiten, da diese dank ihres W-Gehalts hauptsächlich das Spektralgebiet härter als 0,178 ÅE, welches ja gerade untersucht werden soll, verstärken. Denn die Komponenten härter als 0,178 ÅE werden von dem Kalziumwolframat sehr stark absorbiert und in blaues Licht umgewandelt. Daher ist „die indirekte Beeinflussung der Bromsilberemulsion auf dem Wege über die Lichterzeugung . . . weit ökonomischer als die direkte Anregung der Bromsilberkörner durch die Röntgenstrahlen“. Sind aus diesem Grunde schon die Expositionszeiten ganz wesentlich abzukürzen, so muß selbstverständlich noch beachtet werden, daß an sich schon um so kürzer zu belichten ist, je höher die Röhrenspannung, je härter also die Strahlung wird.

Das hier wiedergegebene Spektrogramm (Abb. 20) wurde aufgenommen mit einer medizinischen Diagnostikröhre, die mit hochgespanntem Wechselstrom betrieben wurde. Man erkennt neben dem direkten Strahl und den Wolfram-K-Linien in 1. und 2. Ordnung die Grenzwellenlänge bei 0,1 ÅE. Dem entspricht nach der Gleichung $V \cdot \lambda = 12350$ eine Scheitelspannung von 123500 Volt. Die Effektivspannung ist dann $\frac{123500}{\sqrt{2}} = 87300$ Volt.

Beachtlich ist an der Aufnahme auch die Tatsache, daß in der 2. Ordnung die K-Linien in ihre Komponenten α_1 und α_2 , β_1 und β_2 (letztere Linie allerdings von sehr geringer Intensität) auf-

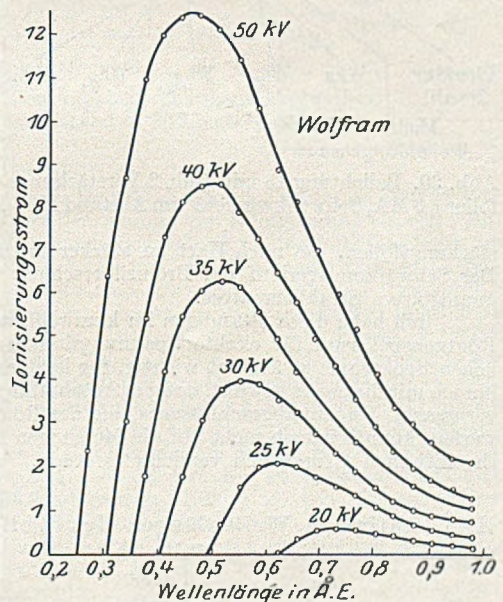


Abb. 19.
Die Intensitätsverteilung im Wolframspektrum bei Änderung der Spannung.

¹⁹⁾ h und e sind ja bekannt, und für ν braucht man nur den Wert $\frac{c}{\lambda}$ einzusetzen. Die Gleichung lautet dann: $V \cdot \lambda = \frac{h \cdot c}{e} = 12350$, da $h = 6,55 \cdot 10^{-27}$ erg \cdot sec, $e = 1,592 \cdot 10^{-19}$ coul und $c = 2,998 \cdot 10^{10}$ cm \cdot sec⁻¹ sind. Eine Spannung von 12350 Volt erzeugt also gerade eine Wellenlänge von 1 ÅE, während andererseits zu einer Wellenlänge von 0,1 ÅE die Spannung von 123500 Volt gehört.

gelöst sind. Noch besser ist diese Erscheinung an der nächsten Aufnahme (Abb. 21) zu erkennen, welche mit einer medizinischen Therapieröhre gemacht wurde. Die Minimumwellenlänge liegt bei 0,07 ÅE; die zugehörige Spannung beträgt 176,5 KV. Die Röhre wurde mit Gleichstrom von 4 MA und einer Spannung von maximal 180 KV betrieben, was durch die Ausmessung bestätigt wurde. Die Krümmung am Minimumwellenlängensaum beruht auf der verhältnismäßig großen Ausdehnung des Brennflocks dieser Röhre, während der fast punktförmige Brennfleck der zuvor benutzten Diagnostikröhre einen geraden Minimumwellenlängensaum erzeugte.

Man erkennt zugleich bei einem Vergleich von Abb. 20 und 21, daß das K-Spektrum um so intensiver erscheint, je weiter die Minimumwellenlänge der Impulsstrahlung die Wellenlänge der Eigenstrahlung überschreitet. Die charakteristische Strahlung tritt ja überhaupt erst auf, „wenn das kontinuierliche Spektrum mindestens ein gewisses kleines Stück ins härtere Gebiet“ über die Anregungsgrenze der betroffenen Spektrallinien hinausreicht (Nr. 15, S. 25, 27). Selbstverständlich enthält das kontinuierliche Spektrum auch alle weichen und weichsten Komponenten, selbst „wenn es noch so weit in das härteste Gebiet hineingetrieben wird. Die weichen Strahlen bleiben jedoch bei Erhöhung der Röhrenspannung erheblich zurück hinter der dann außerordentlich steigenden Gesamtintensität der harten Komponenten“ (Nr. 15, S. 25), was durch die ungleichmäßige Wirkung der Ver-

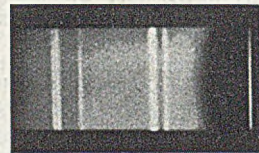
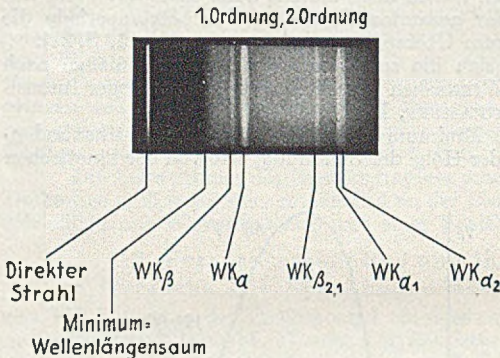


Abb. 21. Belichtung 30 min (mit 2 Verstärkungsfolien), 4 MA Gleichstrom, Schwenkung etwa 5° im Abstand III. Die Minimumwellenlänge rückt mit steigender Spannung immer näher an den Nullpunkt heran!

Abb. 20. Belichtung 18 min (mit 2 Verstärkungsfolien), 6 MA, Schwenkwinkel 5° im Abstand III*).

stärkungsfolien, die nach Hart zu stärker arbeiten als nach Weich zu, noch verstärkt wird. Der Schwärzungsvorlauf der Bromsilberschicht bietet also keine absolute Unterlage für eine quantitative Strahlenanalyse.

Ich habe diese Messungen im kurzwelligsten Gebiet noch kurz gestreift, da das „weiße“ Röntgenspektrum für exakte Spannungsbestimmungen wie zum Verständnis des kontinuierlichen Spektrums so äußerst wichtig, für letzteres geradezu grundlegend ist. Selbstverständlich bin ich mir durchaus bewußt, daß die Anschaffung eines Spektrographen schon erhebliche Kosten verursacht. Um ein abgeschlossenes Bild der Röntgenspektroskopie in ihren Grundzügen zu entwerfen, konnte jedoch nicht auf die Messungen im kontinuierlichen Röntgenspektrum und ihre theoretischen Grundlagen verzichtet werden.

Anhang.

Die häufigsten Wellenlängen des Wolframspektrums in ÅE (1 ÅE = 1000 XE):

Linie	Wellenlänge	Linie	Wellenlänge
L _{α₁}	1,47348	L _{γ₁}	1,09553
L _{α₂}	1,48452	L _{γ₂}	1,06584
L _{β₁}	1,27917	L _{γ₃}	1,05965
L _{β₂}	1,24191	L _{γ₄}	1,02647
L _{β₃}	1,26000	L _η	1,4177
L _{β₄}	1,29874	L _ι	1,67505
L _{β₅}	1,2871		

K _{α₁}	0,20885	von der relativen Intensität	100
K _{α₂}	0,21352	„ „ „	50
K _{β₁}	0,18436	„ „ „	35
K _{β₂}	0,17940	„ „ „	15

Tabelle 2 (nach SIEGBAHN).

*) Abb. 20 und 21 sind mit freundlicher Genehmigung des Verlages GEORG THIEME, Leipzig, meiner Abhandlung über die kurzwellige Röntgenspektroskopie aus der Zeitschrift „Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen“ 1933, S. 234, entnommen.

Element		Einige Wellenlängen der K-Reihe in ÅE				Anregungsspannungen in KV		
Symbol	Ordnungszahl z	α_2	α_1	β_1	β_2	K-Reihe	L-Reihe	M-Reihe
Al	13	8,31940		7,9405	—	1,55	—	—
Fe	26	1,93651	1,93230	1,75272	1,7406	7,10	—	—
Co	27	1,78956	1,78528	1,61713	1,6054	7,71	—	—
Ni	28	1,65854	1,65461	1,49703	1,4854	8,29	—	—
Cu	29	1,54116	1,53730	1,38933	1,3780	8,86	—	—
Zn	30	1,43587	1,43206	1,29271	1,28111	9,65	1,20	—
Ag	47	0,56259	0,55816	0,49585	0,48542	25,5	3,79	0,02
W	74	0,21352	0,20885	0,18436	0,17940	69,3	12,1	2,81

Tabelle 3 (nach SIEGBAHN'schen Angaben zusammengestellt).

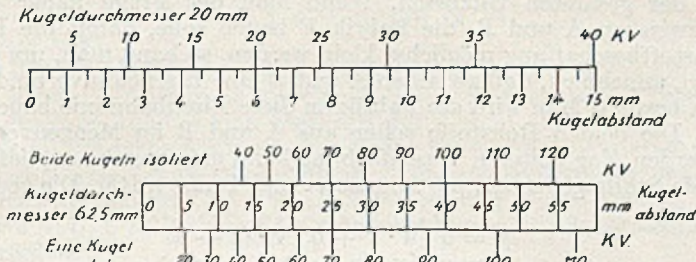


Abb. 22 (nach SIEGBAHNSchen Angaben). Funkenschlagweiten (Spannung in Kilovolt, Kugelabstand in Millimetern gemessen).

Literatur.

1. BEHNKEN, HERMANN: Röntgontechnik, Handb. d. Physik (Scheel & Geiger) Bd. 17 (1926), S. 126. — 2. BOTHE, W.: Absorption und Zerstreung von Röntgenstrahlen, ebd., Bd. 23 (1926), S. 307. — 3. EWALD, P. P.: Der Aufbau der festen Materie und seine Erforschung durch Röntgenstrahlen, ebd., Bd. 24 (1927), S. 191. — 4. GREBE, L.: Röntgenspektren, ebd., Bd. 21 (1929), S. 329. — 5. HERZ, RICHARD: Röntgenstrahlen (Physik, Technik und Anwendungen) 1927, Sammlung Göschel Nr. 950. — 6. v. HEVESY, GEORG, u. PANETH, FRITZ: Lehrbuch der Radioaktivität, Leipzig, Barth, 1923. — 7. JÄGER, GUSTAV: Theoretische Physik V (Wärme-strahlung, Elektronik und Atomphysik), Berlin u. Leipzig, Gruyter, 1930, Sammlung Göschel Nr. 1017. — 8. KIRCHNER, FRITZ: Allgemeine Physik der Röntgenstrahlen, Handb. d. Experimentalphysik (Wien u. Harms) Bd. 24, 1. Teil (1930). — 9. KOHLRAUSCH, FRIEDRICH: Lehrbuch der praktischen Physik, Leipzig, Teubner, 15. Aufl., 1927. — 10. KULENKAMPFF, HELMUTH: Das kontinuierliche Röntgenspektrum, Handb. d. Phys. (Geiger & Scheel) Bd. 23 (1926), S. 433. — 11. LESSHEIM, HANS: Atomphysik I, Berlin u. Leipzig, Gruyter, 1929, Sammlung Göschel Nr. 1009. — 12. LINDH, ALEX. E.: Röntgenspektroskopie, Handb. d. Exp.-Physik (Wien u. Harms) Bd. 24, 2. Teil (1930). — 13. OTT, H.: Strukturbestimmung mit Röntgeninterferenzen, ebd., Bd. 7, 2. Teil (1928). — 14. SEEMANN, H.: Die Vermeidung der Verbreiterung von Röntgenspektrallinien infolge der Tiefe der wirksamen Schicht, Physikal. Ztschr. 18 (1917), S. 242. — 15. SEEMANN, H.: Die Qualität der Röntgenstrahlen und ihre spektroskopische Messung in der Therapie und Röntgentechnik, Sonderabdruck aus „Strahlentherapie“ Bd. 17 (1924). — 16. SEEMANN, H.: Die Praxis der technischen Röntgenspektroskopie (Manuskript). — 17. SIEGBAHN, MANNE: Spektroskopie der Röntgenstrahlen, Berlin, Springer, 2. Aufl., 1931. — 18. SOMMERFELD, ARNOLD: Atombau und Spektrallinien, Braunschweig, Vieweg, 5. Aufl., 1931, bes. S. 24ff. u. S. 190ff.

Einige Minimumaufgaben in elementarer Behandlung.

Von ERICH STROHHÄCKER in Möckmühl (Wttbg.).

Minimumaufgaben entstehen häufig aus dem Willen zum Sparen. Solche Aufgaben bleiben solange modern, solange es Menschen gibt, die wirtschaften. Auch auf der Unterstufe der Schule ist für sie schon Platz, selbst wenn das wichtigste Hilfsmittel, die Differentialrechnung, noch nicht bereitsteht. An einer einheitlichen

Gruppe von Minimumaufgaben, die sich in einem ersten Teil aus Aufgaben des Wirtschaftslebens herauschälen, beabsichtige ich zu zeigen, daß man sie teilweise auch elementar und empirisch lösen kann unter Benutzung einfacher geometrischer und mechanischer Sätze bzw. mit Hilfe einfacher Bewegungsmodelle.

1. Aufgaben aus dem Wirtschaftsleben.

Eine Fabrik soll gegründet werden, die aus zwei Rohstoffen eine Fertigware möglichst billig herstellen soll. Unter den Unkosten spielt eine wichtige Rolle die Fracht, die nötig ist, um die beiden Rohstoffe nach der Fabrik zu schaffen. Nehmen wir an, die beiden Rohstoffe seien aus den getrennten Orten A und B zu beziehen, so kann man durch geeignete Wahl des Ortes für die Fabrik diese Fracht möglichst klein machen. Die Frachtkosten spielen bei der Preisfestsetzung für die Fertigware im allgemeinen eine erhebliche Rolle. In der deutschen Eisenindustrie bildet die Fracht für die Beförderung der Eisenerze und der Kohle zum Hochofen immerhin etwa 30% der gesamten Unkosten. Wenn man der Frage näher tritt, wohin man nun, zwischen A und B, die Fabrik F bauen solle, damit die Frachtkosten für die Rohstoffbeschaffung möglichst klein werden, so kann man, um die Frage zu vereinfachen, annehmen, daß zwischen A und B eine Eisenbahnverbindung von der Länge a km besteht. Man wird die Fabrik an diese Eisenbahnlinie bauen, x km von A entfernt. Die beiden Rohstoffe sollen aus A und B im Mengenverhältnis u : v beschafft werden. Zur weiteren Vereinfachung kann man annehmen, daß der Frachtsatz für beide Stoffe gleich ist, pro Kilometer und Tonne q RM. Die gesamte Fracht beträgt dann:

$$y = q \cdot u \cdot x + q \cdot v \cdot (a - x)$$

$$y = q \cdot [x \cdot (u - v) + v \cdot a] \dots \dots \dots (1)$$

Stellt man y als Funktion von x graphisch dar ($0 \leq x \leq a$), so erkennt man, daß y am kleinsten ist für $x = a$ unter der Voraussetzung: $u < v$. Man müßte dann die Fabrik in B selbst errichten. So war auch technisch der Fall bei der Eisenverhüttung; da man mehr Kohle wie Eisenerze brauchte, wanderten die Erze zur Kohle. Heute haben sich hier teilweise die Mengenverhältnisse umgekehrt, und was einst richtig war, ist nun falsch. Eine wichtige Einsicht! Mathematisches Planen kann schädlich sein, da man leicht den technischen Fortschritt wegabstrahiert.

Es ist nun sehr reizvoll, sich darüber Gedanken zu machen, warum es wirtschaftlicher sein kann, wenn trotz des technischen Fortschritts das Erz immer noch zur Kohle wandert. Man kann sagen: wegen der Anlagen, die dort schon bereitstehen, wegen der geschulten Arbeiter, die dort einsatzbereit sind, wegen der Industrie, die dort das Eisen weiterverarbeitet usw. Nicht alle diese Gründe sind mathematisch überhaupt faßbar. Wir verfolgen hier nur einen Gedanken weiter, der uns auf ein weiteres Minimumproblem führt.

Die Fabrikation der Fertigware in unserer gedachten Fabrik ist erst beendet, wenn sie an dem Ort des Verbrauchers angelangt ist. Zu den Unkosten treten als weitere die Frachtkosten für die Beförderung der Fabrikware bis zum Verbraucher. Wir denken uns den durchaus möglichen Fall, daß die Fabrik F ihre Fertigware vollständig an eine weitere Fabrik abgibt, die sich bereits im Ort C befindet. Durch die passende Wahl des Ortes von F kann man erreichen, daß die gesamten Frachtkosten für die Bewegung der Rohstoffe von A und B bis F und die Bewegung der Fertigware von F nach C möglichst klein werden. Um dieses Problem mathematisch erfaßbar zu machen, kann man auf zweierlei Weise weiter abstrahieren.

1. Man nimmt an, daß A, B, C und F an einer Eisenbahnlinie liegen. Biegt man diese in eine Gerade um, so kann man auch sagen: A, B, C, F sollen in einer Geraden liegen. Setzen wir $AB = c$, $BC = a$, $FA = x$ und nehmen wir an, daß F und B zwischen A und C liegen (was wegen der Gleichwertigkeit von A, B und C erlaubt ist), so folgt, wenn das Mengenverhältnis der beiden Rohstoffe und der Fertigware $u : v : w$ und der für alle drei gültige Frachtsatz pro Kilometer = q RM ist, für die gesamten Frachtkosten:

$$y = q \cdot u \cdot x + q \cdot v \cdot |c - x| + (a + c - x) \cdot q \cdot w \dots \dots \dots (2)$$

Stellt man y als Funktion von x graphisch dar, so wird das Bild in $0 \leq x \leq c$ und

in $c \leq x \leq c + a$ jeweils gerade, und man erhält in B einen Knick. Als Minima für y kommen also nur die Werte in $x = 0$; $x = c$; $x = c + a$ in Frage. Diese sind:

$$\begin{aligned} x = 0: & \quad y_0 = q \cdot v \cdot c + a \cdot q \cdot w + c \cdot q \cdot w \\ x = c: & \quad y_1 = q \cdot c \cdot u + a \cdot q \cdot w \\ x = a + c: & \quad y_2 = q \cdot a \cdot u + q \cdot c \cdot u + q \cdot a \cdot v. \end{aligned}$$

Für $u < v + w$ und $w < u + v$ ist $y_1 < y_0$ und $y_1 < y_2$, d. h. geometrisch: kann man aus den drei Strecken u, v, w ein Dreieck zusammensetzen, so ist der vorteilhafteste Platz für F der Ort B. Ist dagegen $u > v + w$, so wird $y_1 > y_0$, $w < u + v$ und damit $y_1 < y_2$, d. h. für diesen Fall ist y_0 das Minimum. Und ebenso folgt aus $w > u + v$ $y_2 = \min$. Man erkennt nun leicht, daß diese Aufgabe ein Grenzfall folgender rein mathematischer Minimaufgabe ist:

I. Minimaufgabe. Gegeben sind drei Punkte A, B, C und drei ganze, positive Zahlen u, v, w . Gesucht ein Punkt F mit den Entfernungen x, y, z von A, B, C, so daß

$$u \cdot x + v \cdot y + w \cdot z$$

möglichst klein wird.

2. Sind die Orte A, B, C weit entfernt voneinander, so kann man in einem Land mit engmaschigem Verkehrsnetz annehmen, daß die Frachtwege geradlinig sind. Mit dieser Annahme kommt man ebenfalls auf diese I. Aufgabe.

Ehe wir an die elementare Lösung dieses Problems gehen, seien noch einige weitere Anwendungen der Minimaufgabe und eine weitere rein mathematische Minimaufgabe angeführt, die sich als verwandt zur ersten erweist.

a) 3 Orte A, B, D sollen durch ein möglichst kurzes Straßensystem miteinander verbunden werden.

b) Drei Orte A, B, C sollen durch ein Eisenbahnsystem so miteinander verbunden werden, daß die Unkosten pro Jahr, die sich für einen voraussichtlichen Verkehr aus Tilgung und Zinsen, Unterhaltung der Strecke, Kosten für die Antriebskraft ergeben, möglichst klein werden.

c) Gegeben ein Wasserwerk W und zwei Orte A und B, die durch W mit Wasser zu versorgen sind. Gesucht ein Wasserturm T derart, daß die Kosten für die Leitungen WT, TA und TB möglichst klein werden.

d) Gegeben sind zwei Neubauten A und B und eine Wasserleitung w . Die beiden Neubauten sollen durch passende Wahl des Anschlußwegs auf möglichst billige Weise an w angeschlossen werden.

Diese letzte Aufgabe führt auf folgende

II. Minimaufgabe. Gegeben A, B, g und die drei positiven ganzen Zahlen u, v, w . Gesucht ein Punkt P mit dem veränderlichen Abstand d von g , so daß

$$u \cdot PA + v \cdot PB + w \cdot d$$

möglichst klein wird. (d soll stets positiv gerechnet werden.)

2. Einige elementare Methoden.

Der einfachste Minimumsatz der elementaren Geometrie lautet: Die kürzeste Verbindungslinie zwischen zwei Punkten ist die gerade. Mit seiner Hilfe kann man bereits kleine Minimaufgaben lösen wie etwa folgende zwei:

1. Gegeben g und P, Q auf einer Seite von g . Gesucht X auf g derart, daß $PX + QX$ ein Minimum wird.

2. Gegeben g und P, Q auf beiden Seiten von g . Gesucht X auf g derart, daß $|PX - QX|$ ein Maximum wird.

Lösungen. 1. Man zeichne $Q' \cdot | \cdot Q$ in bezug auf g . Es ist dann für jeden Punkt A auf g : $PA + QA = PA + Q'A$. X erhält man also als Schnittpunkt von PQ' mit g . PX und QX bilden dann mit g gleiche Winkel. (Spiegelgesetz.)

2. Auch hier zeichne man $Q' \cdot | \cdot Q$ in bezug auf g . Ist A auf g , so ist

$$|PA - QA| = |PA - Q'A|.$$

Nun ist:

$$PQ' + Q'A \leq PA$$

$$|PA - QA| = |PA - Q'A| \leq PQ'.$$

Nur wenn A auf der Verlängerung von PQ' liegt, ist hierin das Gleichheitszeichen

gültig, und also ist X der Schnittpunkt von PQ' mit g . Auch hier bilden PX und QX mit g gleiche Winkel.

Diese Hilfssätze kann man verwerten, um die bekannte Eigenschaft der Ellipsen- und Hyperbeltangente auf elementarem Wege herzuleiten.

1. Ellipsentangente. Man zeichnet neben der Ellipse E_0 mit ihrer Tangente t , dem Berührungspunkt P , den Brennpunkten F_1 und F_2 die ganze Schar von konfokalen

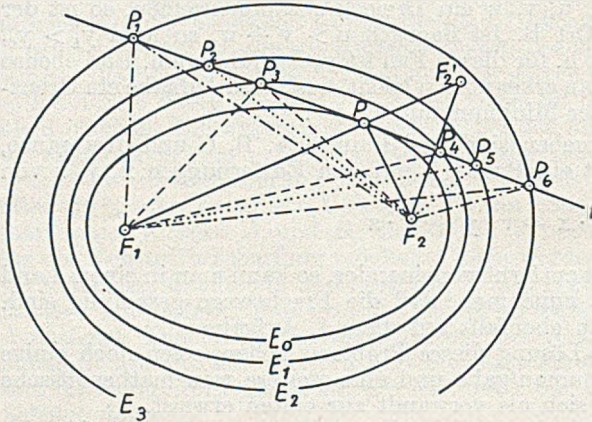


Abb. 1.

Ellipsen. t hat nur mit solchen Ellipsen Schnittpunkte, deren Punkte eine größere Entfernungssumme von F_1 und F_2 haben wie die Punkte von E_0 . Daraus folgt, daß von allen Punkten von t der Berührungspunkt P die Eigenschaft hat, daß seine Entfernungssumme von F_1 und F_2 das Minimum ist. Daraus folgt wieder nach Lösung 1, daß die Brennstrahlen gleiche Winkel mit t bilden (Abb. 1).

2. Hyperbeltangente. Der Gedankengang ist derselbe wie oben; neben H_0 zeichnet man die konfokalen Hyperbeln um F_1 und F_2 . t hat nur mit solchen

Hyperbeln Schnittpunkte, deren Entfernungsdifferenz von F_1 und F_2 kleiner ist wie die der Punkte von H_0 . Von allen Punkten von t hat der Berührungspunkt die größte Entfernungsdifferenz von F_1 und F_2 , und also halbiert nach Lösung 2 t den Winkel der Brennstrahlen (Abb. 2).

Mit Hilfe des Satzes über die Ellipsentangente ist es uns möglich, die I. Minimumaufgabe für den Spezialfall $u = v = w = 1$ zu lösen. Man hat also in einem gegebenen Dreieck einen Punkt F zu suchen, dessen Entfernungssumme von A, B, C möglichst klein wird. F_1 sei ein beliebiger Punkt. Wir zeichnen (Abb. 3) die Ellipse durch ihn mit B und C als Brennpunkten. Man kann nun leicht einen Punkt F_2 auf ihr angeben, dessen Entfernungssumme von A, B, C kleiner ist. Dies ist der Punkt, der von allen Ellipsenpunkten die kleinste Entfernung von A hat. Also muß AF_2 Normale der Ellipse sein und den Winkel der Brennstrahlen halbieren. Als notwendige Bedingung für F findet man so: AF muß den Winkel BFC halbieren, oder es muß sein:

$$1. \angle AFB = \angle AFC.$$

Ebenso folgt, da A vor B und C nicht ausgezeichnet ist:

$$2. \angle AFB = \angle BFC.$$

Daraus folgt:

$\angle AFB = \angle BFC = \angle CFA = 120^\circ$, so daß sich F als Schnittpunkt der Faßkreise von 120° über AB, BC und CA ergibt.

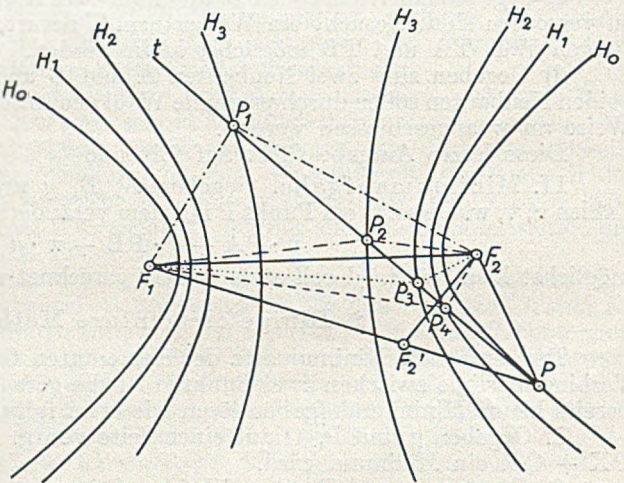


Abb. 2.

Während bis hierher alle Betrachtungen ohne das Hilfsmittel der Differentialrechnung durchgeführt sind, wird im folgenden bei der Lösung des allgemeinen I. Minimumproblems ein bescheidener Gebrauch von ihr gemacht. Es erscheinen statt der Ellipsen der speziellen Betrachtung nunmehr die verallgemeinerten Ellipsen, die DESCARTESschen Ovale, die es ja, namentlich in Hinsicht auf ihre optischen

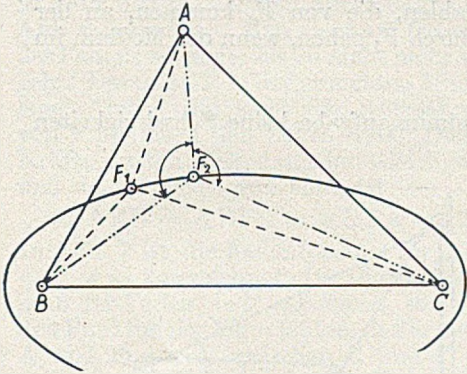


Abb. 3.

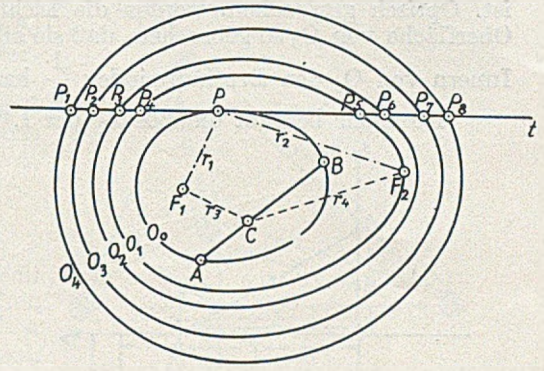


Abb. 4.

Eigenschaften, wert sind, einer genaueren Betrachtung unterzogen zu werden. Sie sind bekanntlich erklärt durch ihre Brennpunktsgleichung:

$$r_1 + n \cdot r_2 = a,$$

wo r_1 und r_2 die Entfernungen des Kurvenpunkts von den beiden Brennpunkten F_1 und F_2 , n und a positive, gegebene Zahlen sind. In Abb. 4 ist die Schar dieser Ovale für $n = \frac{1}{2}$ und veränderliches a gezeichnet. Man kann der Anschauung entnehmen, daß diese Kurven konvex sind, kann aber auch diese Tatsache durch folgenden Beweis erhärten:

In Abb. 5 ist A und B fest, und es wird jedem C auf der x-Achse ein

$$y = r_1 + n \cdot r_2 \quad (n \text{ fest, } > 0)$$

zugeordnet. Es ist

$$y = \sqrt{a^2 + x^2} + n \cdot \sqrt{(c-x)^2 + b^2} \quad \dots \dots \dots (3)$$

Die Ableitung hierzu ist

$$y' = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} + n \cdot \frac{x-c}{\sqrt{(c-x)^2 + b^2}} \quad \dots \dots \dots (4)$$

in $0 \leq x \leq c$:
$$y' = \frac{x}{r_1} - n \cdot \frac{c-x}{r_2} = \sin \alpha - n \cdot \sin \beta \quad \dots \dots \dots (5)$$

Für $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ wird $y' = 0$, man hat hier das Minimum von $r_1 + n \cdot r_2$ (Brechungsgesetz). y' ist nur für ein x_0 gleich 0, für $x < x_0$ wird, da hier α kleiner (für $x \leq 0$) und β größer wird, $y' < 0$ [für $x < 0$ folgt dies aus (4)]. Für $x > x_0$ wird $y' > 0$, wie man ebenfalls aus (4) und (5) leicht erkennt. Die Kurve (3) hat also ein parabelförmiges Verhalten und ein Minimum. Daraus folgt, daß jeder Funktionswert höchstens zweimal angenommen wird. Ist nun in Abb. 4 AB eine Sehne von O_0 , so muß folglich für ein im Innern der Sehne liegendes C

$$r_3 + n \cdot r_4 < r_1 + n \cdot r_2$$

sein. In dieser Tatsache liegt der Beweis dafür, daß O_0 konvex ist. Wir sind damit in Stand gesetzt, auch die Tangenteneigenschaft dieser Ovale festzustellen, um dertwillen auch DESCARTES die Ovale besonders gut gebrauchen konnte. Wie Abb. 4 zeigt, ist die Schar dieser Ovale so aufgebaut, daß das Oval mit kleinerem a im Innern des Ovals mit größerem a liegt. Zeichnet man von O_0 in P die Tangente t , so hat diese nur mit Ovalen von größerem a Schnittpunkte. Bildet man für jeden Punkt

3. Modelle und mechanische Überlegungen.

Die Ecken A, B, C werden durch starre Stäbe verbunden. In die Ecken werden leicht drehbare, möglichst kleine Rollen mit fester Achse eingesetzt. In F ist eine lose Rolle. Es wird nun ein zusammenhängender Faden so zwischen F einerseits, den Ecken ABC andererseits hin- und hergeführt, daß das eine Ende in F festgebunden ist. Für den einfachsten Spezialfall $u = v = w = 1$ ist die Führung des Fadens in Abb. 6 gezeichnet. Man zieht am freien Ende des Fadens solange, bis es nicht mehr weitergeht. Dann ist F in der gesuchten Minimumlage. Andererseits zieht die Seilspannung S von F aus nach den Ecken ABC. Diese drei Kräfte halten sich dann im Gleichgewicht, und da sie gleichgroß sind, ist

$$\sphericalangle AFB = \sphericalangle BFC = \sphericalangle DFA = 120^\circ.$$

In Abb. 7 ist die Fadenführung für $u = 3$, $v = 1$, $w = 2$ gezeichnet. Im allgemeinen Fall muß der Faden, in F anfangend, so zwischen den Punkten der Figur laufen, daß er zwischen A und F u-mal, zwischen B und F v-mal, zwischen C und F w-mal läuft. Dies ist immer möglich. Man zieht am freien Ende so lange, bis die lose Rolle in F die Minimumlage erreicht hat. In F zieht die Fadenspannung S u-fach nach A, v-fach nach B, w-fach nach C. Alle drei Kräfte halten sich im Gleichgewicht. Folglich bilden für die Minimumlage $u \cdot S$, $v \cdot S$, $w \cdot S$ als Vektoren ein Kräfte-dreieck. Zeichnet man aus den drei Strecken u, v, w ein Dreieck mit den Gegenwinkeln α , β , γ von u, v, w, so ist leicht einzusehen, daß

$$\begin{aligned} \sphericalangle BFC &= 180^\circ - \alpha, \\ \sphericalangle AFC &= 180^\circ - \beta, \\ \sphericalangle BFA &= 180^\circ - \gamma \end{aligned}$$

ist. Diese Überlegung aus der Mechanik führt also auf dasselbe Ergebnis wie die Lösung mit den DESCARTES'schen Ovalen. Man wird aber ein unbehagliches Gefühl hierbei nicht los, weil man mit Hilfe von teilweise empirischen Sätzen ein exaktes mathematisches Ergebnis erzielt hat.

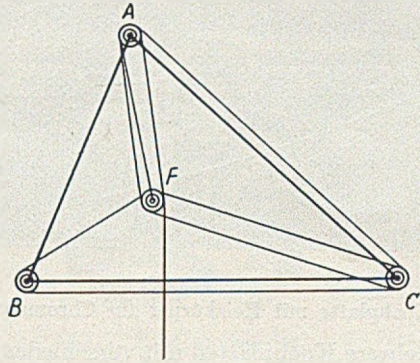


Abb. 7.

Elektrowärmegeräte für den Haushalt.

Beitrag zum Physikunterricht in Klasse 7 der Mädchenoberschule.

VON KARL GENTIL in Frankfurt a. M.

Die neuen Lehrpläne schreiben für den Physikunterricht in Klasse 7 der Mädchenoberschule eine eingehende Behandlung des Gebietes der Elektrowärme vor. Welche Bedeutung die Elektrowärme für den neuzeitlichen Haushalt gewonnen hat, geht aus einem Verzeichnis der Erzeugnisse einer Elektrowärmegeräte herstellenden Fabrik hervor. Man findet da u. a. elektrische Heiz- und Kochgeräte wie Kaffeemaschinen, Teekessel, Schnellkocher, Tauchsieder, Kochplatten, Wärmeplatten und Wärmeschränke, Tischherde, Brat- und Backröhren, Pfannen, Brotröster. Andere wichtige elektrische Haushaltgeräte sind: Heizkissen, Warmflaschen, Haartrockner, Wärmestrahler, Warmwasserspeicher, Bügeleisen usw.

Die Werbung für die elektrische Küche stellt als besonderen Vorteil die Tatsache gern heraus, daß bei dem Elektroherd die Temperatur niedriger ist als beim Kohlen- und Gasherd. Elektroherd und Elektroheizung arbeiten ohne offene Flamme, was für die Brandverhütung von Bedeutung ist.

Der Wärme erzeugende und Wärme abgebende Körper ist beim elektrischen Gerät ein Heizdraht, der durch den Strom zum Glühen gebracht wird. Der Heizdraht wird im Kochgerät so angebracht, daß er gut elektrisch isoliert ist und seine

Wärme nur in einer bestimmten Richtung abgeben kann. Die Abb. 1 zeigt den Querschnitt durch eine elektrische Kochplatte. Die meist aus einer Legierung von Chrom und Nickel bestehende Heizspirale ist in Magnesiumoxyd oder in eine keramische Masse so eingebettet, daß sie durch Wärmeleitung ihre Wärme nach oben an eine Abschlußplatte aus Metall abgibt. Der elektrische Herd vereinigt in sich

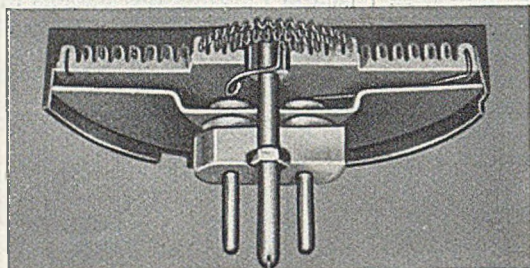


Abb. 1.

Kochplatte mit Heizkörper aus Chromnickeldraht.

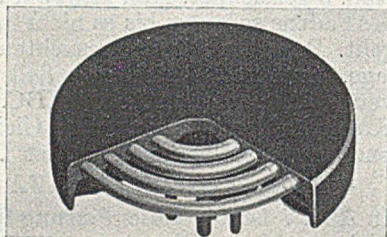


Abb. 2. Kochplatte mit Heizkörper aus Backerrohr.

mehrere Kochplatten mit verschiedenen Größen, von denen jede in mehreren Stufen regelbar ist. Die Stromaufnahme eines solchen Herdes ist recht beträchtlich und beträgt bei Herden mit 3—4 Kochplatten einige 1000 Watt. (Tabelle.) Eine neuere Konstruktion verwendet statt der Heizspirale Heizrohre oder Heizstäbe Abb. 2. Diese bestehen aus einem nahtlos gezogenen Rohrmantel aus Chromstahl. In dieses Rohr ist die Heizwendel eingebettet, deren Enden durch Verdrillung für den Anschluß an die Kontaktstifte ausgebildet sind (Abb. 3). Der Innenraum des Rohres ist mit einer isolierenden

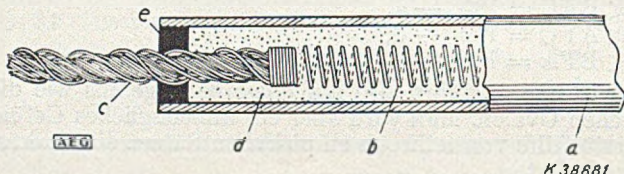


Abb. 3. Längsschnitt durch ein Heizrohr. a = Stahlrohrmantel, b = Heizwendel, c = Anschlußende, d = Einbettmasse, e = Abschlußdichtung.

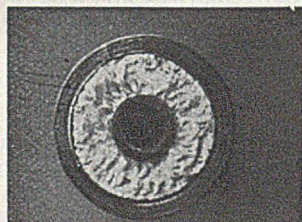


Abb. 4a. Querschnitt durch ein Backerrohr.

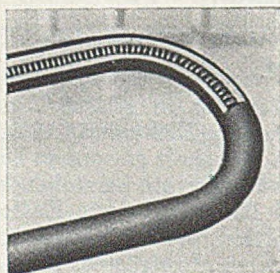


Abb. 4b. Längsschnitt durch ein Backerrohr.

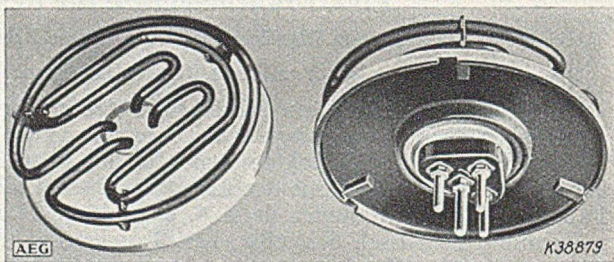


Abb. 5. Istra-Glühkochplatte.

Masse (Magnesiumoxyd) ausgefüllt. Nach einem besonderen Verfahren von BAKER ist es gelungen, die Heizwendel absolut konzentrisch, elektrisch isoliert und unverrückbar in das Stahlrohr einzubetten. Abb. 4a und 4b.

Die elektrische Kochplatte hat für die Hausfrau den Nachteil, daß des besseren Wärmeleitungs- und Wärmeabsorptionsvermögens wegen Kochtöpfe besonderer Konstruktion benutzt werden müssen. Von dem Gebrauch besonderer Töpfe ist man

unabhängig, wenn man die sog. Glühkochplatte verwendet. Bei der sog. Istra-Kochplatte (A.E.G.) Abb. 5 ist der Heizdraht in Wendelform in mechanisch und elektrisch hochwertiger Magnesiumoxyd-Isolation sicher eingebettet; die Heizrohre selbst liegen offen über einem Teller aus keramischer Masse. Die Prometheus-Kochplatte hat Rohrheizkörper nach BACKER (DRP. 347781), die zwischen Deckbleche eingepreßt sind. Abb. 6. Die Wärmeübertragung auf das Kochgut geht größtenteils durch Strahlung und nicht wie bei der geschlossenen Kochplatte durch Wärme-

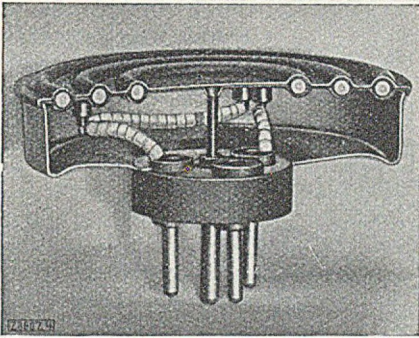


Abb. 6. Prometheus-Glühkochplatte.

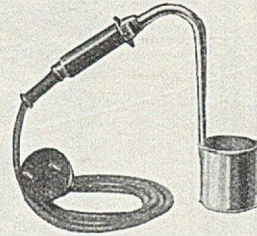


Abb. 7. Ringtauchsieder.

leitung vor sich. Beim Betrieb kommen die Heizrohre auf eine Temperatur von etwa 600—700° und leuchten dann dunkelrot.

Schnellen Kochvorgängen dient der Tauchsieder, ein Elektrowärmegerät in Ring- oder Spiralform. Abb. 7 und 8. Bei diesem Gerät ist der Wirkungsgrad besonders groß, da der Heizkörper in das Kochgut getaucht wird und von diesem völlig umgeben ist, so daß nahezu 100% der Stromwärme ausgenutzt wird. (Versuch: Erwärme in ein und demselben Gefäß 1 l Wasser a) mit dem Tauchsieder, b) mit dem Gasbrenner auf 90° C und bestimme den Verbrauch an elektrischem Strom und Gas. Berechne die Kosten.) Der Ringheizkörper des Ringtauchsieders besteht aus Chromnickeldraht in der sog. Flachbandwicklung. Abb. 9. Die Stromaufnahme eines einfachen Spiraltauchsieders mit einfacher Wendel (Abb. 8) beträgt

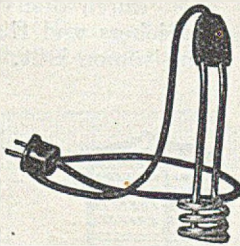


Abb. 8. Spiraltauchsieder (einfache Wendel des Rohrheizkörpers).

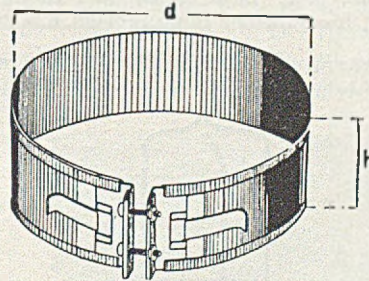


Abb. 9. Ringheizkörper mit Chromnickeldrahtwicklung für Ringtauchsieder.

etwa 600 Watt. Der Tauchsieder kann daher ohne weiteres an ein mit 6 Ampere gesichertes 110-Volt-Netz angeschlossen werden. Für die Erwärmung größerer Flüssigkeitsmengen verwendet man Heizkörper mit den in Abb. 10abc dargestellten Biegeformen: (Flachwendel, einfache Doppelwendel und zweifache Doppelwendel).

Die Versorgung des Haushaltes mit warmem Wasser geschieht heute vielfach mit Hilfe von Elektrowärmegegeräten, deren wichtigste Vertreter der Durchlauferhitzer und der Warmwasserspeicher sind. Beim Durchlauferhitzer fließt Wasser in einen Behälter von meist zylindrischer Form, der einen Rohrheizkörper mit einer der Biegeformen (Abb. 10a, b, c) enthält, umspült den Heizkörper und fließt erwärmt wieder ab. Dabei fließt im Rohrheizkörper nur solange elektrischer Strom und erzeugt Wärme, als im Behälter Wasser strömt. Wegen der hohen Betriebskosten

kommen Durchlauferhitzer nur für die Erwärmung von kleinen Wassermengen in Betracht. Benötigt man größere Mengen warmes Wasser, dann verwendet man den Warmwasserspeicher in der Form eines Ablauf- oder Überlaufgerätes. (Abb. 11 und 12.) Die schematische Zeichnung 11 zeigt den Längsschnitt durch ein Ablaufgerät.

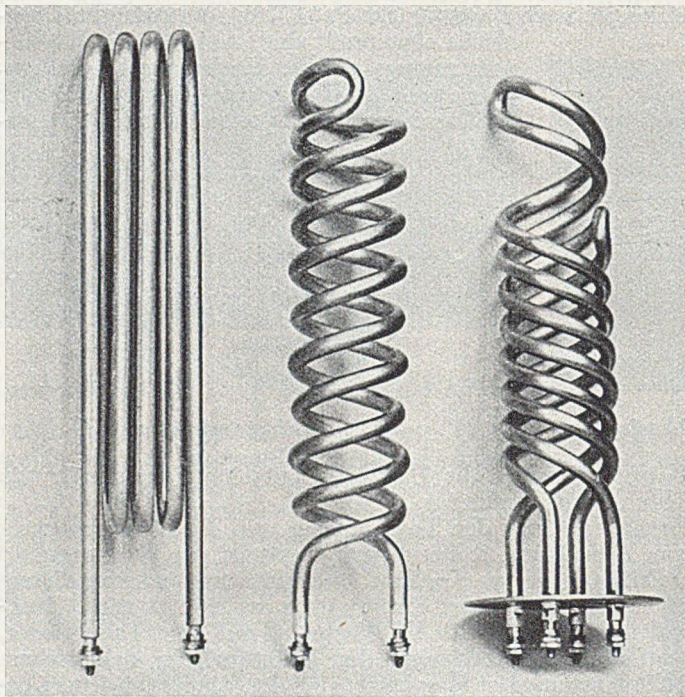


Abb. 10a, b, c. Biegeformen von Rohrheizkörpern. a = Flachwendel, b = einfache Doppelwendel, c = zweifache Doppelwendel.

H erwärmt Wasser sammelt sich im oberen Teil des Speichers und fließt durch das Überlaufrohr A ab, sobald man kaltes Wasser bei Z einströmen läßt.

Das Überlaufgerät (Abb. 12) hat für den Zufluß des kalten und Abfluß des warmen Wassers zwei getrennte Rohre Z und A. Das durch den Heizkörper



Abb. 11. Warmwasserspeicher, Ablaufgerät. H = Heizkörper, A = Sicherheitsüberlaufrohr, K = Kaltwasserhahn, W = Warmwasserhahn.



Abb. 12. Warmwasserspeicher, Überlaufgerät. H = Heizkörper, A = Ablaufrohr, Z = Kaltwasserhahn.

Zwei Elektrowärmeegeräte findet man heute wohl in jedem mit elektrischem Strom versehenen Haushalt: das elektrische Heizkissen und das elektrische Bügeleisen. Beim Heizkissen ist ein etwa 0,15 mm dicker und viele Meter langer

Heizdraht in Form einer engen Spirale vermittels einer wärmebeständigen gummihaltigen Masse zwischen Stoff unverrückbar eingebettet. Abb. 14. Regler aus Bimetallstreifen überwachen die Erwärmung bis auf etwa 60° C und verhindern eine unzulässige Überhitzung. Abb. 15. Ein dreipoliger Schalter gestattet das stufenweise Schalten und Erwärmen. Bei A findet Stromverzweigung statt! Beim elektrischen

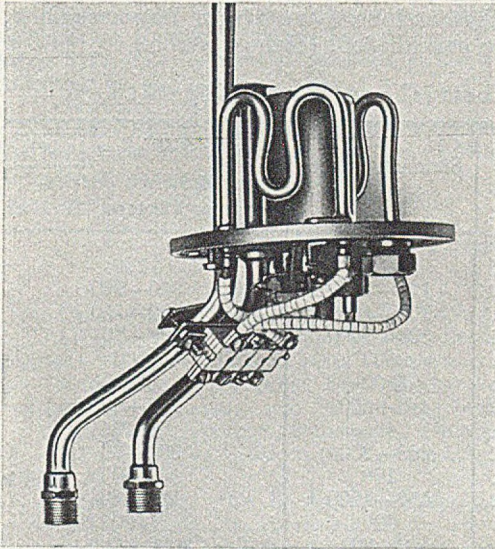


Abb. 13. Heizkörper aus Backerrohr für Warmwasserspeicher.

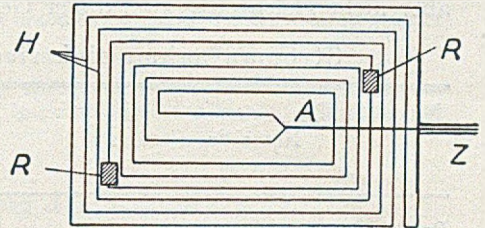


Abb. 14. Schaltschema eines Heizkissens. A = Stromverzweigung,

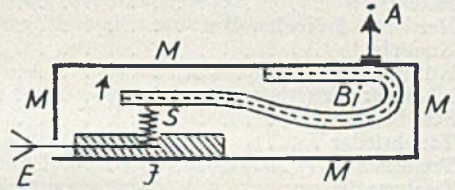


Abb. 15. Schema eines Reglers. M = Metallkästchen, Bi = Bimetallstreifen, I = Isolationsmaterial, S = Schraube mit Spitze, E = Stromeintritt, A = Stromaustritt.

Bügeleisen besteht der Heizkörper gewöhnlich aus einem etwa 4—5 m langen und 1/2 mm schmalen Metallband, das auf Glimmer gewickelt ist. Abb. 16. Der Heizkörper wird durch Glimmer isoliert zwischen zwei hitzebeständigen Metallstreifen gebettet und auf der Oberseite durch Asbest wärmeisoliert, so daß die erzeugte Wärme nur

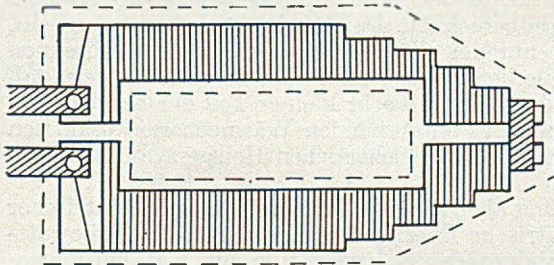


Abb. 16. Heizkörper eines Bügeleisens aus Chromnickeldraht.

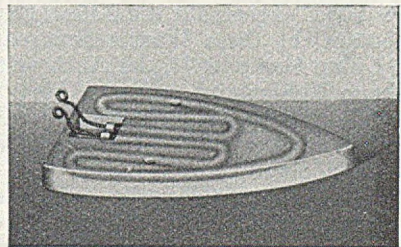


Abb. 17. Heizkörper eines Bügeleisens aus Backerrohr.

nach unten in den Metallsockel abgeleitet wird. Statt des auf Glimmer gewickelten Metallbandes kann man natürlich auch einen Rohrheizkörper verwenden, der der besseren Wärmeleitung wegen in die Bodenplatte eingegossen ist. Abb. 17.

Die Vorteile eines auf die Verwendung elektrischer Energie eingestellten Haushaltes liegen darin, daß man von vielen räumlich getrennten Stellen aus Strom entnehmen kann. Der Strom ist überall da vorhanden, wo Steckdosen angebracht sind, also in der ganzen Wohnung. Durch diese örtliche Ungebundenheit und den

damit verbundenen Gebrauch beweglicher Heiz- und Arbeitsgeräte hat der elektrische Strom seine überragende Bedeutung im Haushalt gewonnen.

Beschränkt ist nur der gleichzeitige Gebrauch mehrerer Geräte, da die elektrische Leitung bzw. deren einzelne Zweige im allgemeinen für einen Strom von max. 6 Ampere gesichert ist. Hat das Netz eine Spannung von 110 Volt (220 Volt), dann kann man ohne Überlastung dem Stromnetz eine Leistung von $6 \times 110 = 660$ Watt ($6 \times 220 = 1320$ Watt) entnehmen. An eine Steckdose 110 Volt — 6 Ampere darf man eine Kochplatte oder eine Teemaschine oder einen Wärmestrahler, aber nicht gleichzeitig zwei dieser Geräte anschließen. (Siehe Tabelle.)

Stromaufnahme elektrisch betriebener Haushaltgeräte.

Name des Gerätes	Stromaufnahme in Watt	Die Kosten einer kWh ermöglichen die Be- nutzung während Minuten
Brotröster	500	120
Bohner	170—375	350—220
Bügeleisen	200—400	300—750
Heißwasserspeicher (5—10 l).	300—2000	200—30
Heizkissen	60	1000
Herd mit 3 Kochstellen	3800	16
Kochplatte	450—650	135—90
Kühlschrank (Kompressor)	45	1350
Kühlschrank (Absorption)	200—2000	300—30
Staubsauger	170	350
Tauchsieder	450—1000	135—60
Teemaschine (1,25 l)	600	100
Tischventilator	20—80	3000—750
Wärmestrahler	500	120
Waschmaschine	650—1100	90—55

Beim Kauf von elektrischen Geräten ist es daher notwendig, daß man Stromstärke und Spannung des Netzstromes kennt und die Stromaufnahme des Gerätes angegeben ist.

Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit elektrisch betriebener Geräte ist nicht ohne weiteres zu beantworten. Die aus der elektrischen Energie zu gewinnende Wärmeenergie kann man leicht mit Hilfe der Gleichung $Q = 0,24 \cdot I \cdot E \cdot t$ zu 864 WE (kcal) für die Kilowattstunde berechnen. Das scheint recht wenig zu sein, entspricht diese Wärmemenge doch nur der Wärmemenge, die beim Verbrennen $\frac{1}{4}$ cbm Gas oder $\frac{1}{10}$ kg Anthrazitkohle liefert. Man muß aber berücksichtigen, daß beim Kohlenherd und auch beim Gasherd nur ein sehr kleiner Teil der bei der Verbrennung des Heizmaterials bzw. Heizgases entstandenen Wärmeenergie praktisch ausgenutzt werden kann. Der Wirkungsgrad der elektrischen Heizgeräte ist wesentlich höher.

Von ausschlaggebender Bedeutung aber für die Wirtschaftlichkeit elektrischer Geräte ist die Preisgestaltung für elektrische Energie. Die Kosten für eine Kilowattstunde sind sehr verschieden, je nachdem es sich um Strom für Haushaltungen, Gaststätten, Krankenhäuser usw. handelt. Der Tarif eines Elektrizitätswerkes unterscheidet außerdem zwischen Lichtstrom und Kraftstrom, Tagstrom und Nachtstrom. Der Preis für 1 kWh richtet sich auch nach der Menge der verbrauchten kWh und wird wesentlich herabgesetzt, sobald der sog. Regelverbrauch — der sich wieder nach der Zimmerzahl richtet — überschritten wird. Die Frage, ob man mit Gas oder Elektrizität billiger kocht, kann daher nicht allgemein gültig beantwortet werden.

Mitteilungen.

Lehrgang für Biologielehrer

zur Einführung in die Meeresbiologie vom 26. Juli bis 15. August 1939 an der Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Wie in den vorhergehenden Jahren unter Leitung von Anstaltsmitgliedern.

Lehrgang: Vorträge, Führungen, praktische Vorführungen, Lehrausflüge zu Fuß und zu Schiff bei Helgoland und ein Lehrausflug ins Wattenmeer. Gegen Ende des Lehrganges wird jedem Teilnehmer Gelegenheit gegeben, sich mit ihm besonders interessierenden Gebieten unter Anleitung zu beschäftigen.

Gebühren: 15,— RM.

Anmeldungen sind möglichst bald, aber bis spätestens 1. Juli 1939, unpersönlich an die Biologische Anstalt einzusenden, welche nähere Auskunft erteilt. Allen Anmeldungen und Anfragen ist Rückporto beizufügen.

Ornithologischer Lehrgang der Vogelwarte

vom 15. bis 21. bzw. 23. September 1939.

Unter Leitung von Prof. Dr. R. DROST.

Allgemeines: Teilnehmen können Studenten und andere ornithologisch interessierte Personen. — Das Mitbringen eines Fernglases und eines Präparierbesteckes ist empfehlenswert.

Aufgabe: Kennenlernen des Vogelzugs und der Methoden seiner Erforschung sowie der Vogelwelt auf Helgoland und im Nordseegebiet.

Lehrgang: Vorträge, Führungen, Übungen und Ausflüge.

Die Gebühren betragen für diesen Lehrgang für Studierende 5,— RM., für andere Teilnehmer 10,— RM.

Anmeldungen bis 15. August erbeten „an die Vogelwarte“.

Lehrausflug: Im Anschluß an die Heimreise findet ein Lehrausflug über Cuxhaven nach Neuwerk und in das vogelreiche Watt bei Scharhörn statt.

Näheres auf Anfrage.

Helgoland.

Der Direktor der Biologischen Anstalt
gez. HAGMEIER.

Berichtigungen.

Heft 2 S. 35 Z. 24 statt: ... als Einheit der Abszisse der wahrscheinliche Fehler — im Heere 50%ige Streuung genannt — ... muß stehen: ... als Einheit der Abszisse die 50%ige Streuung — die dem doppelten wahrscheinlichen Fehler entspricht — ...

Heft 3 S. 91 Z. 4 statt: $\frac{10}{b}$ muß stehen: $\frac{b}{10}$. Ebenda Z. 5 statt: Kilometer muß stehen: Kilometern.

Heft 4 S. 127 Anm. 18 letzte Zeile statt: „durch den... daraus...“ muß stehen: „durch den Wert $\rho \cdot d^3$ gegeben (Volumen mal Dichte). Beide Ausdrücke müssen also gleich sein: $\rho \cdot d^3 = 58,5/2$ N. Daraus...“

Bücherbesprechungen.

Sternbüchlein 1939. Mit Sternschau im Herbst 1938. Von ROBERT HENSELING. 100 S. 8° Mit 70 Bildern und Sternkarten. 1938. Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. Kartonierte 1,50 Rm.

Eine Besprechung des Sternbüchleins ist an sich überflüssig, da es sich bereits durch seine Zweckmäßigkeit nahezu überall Eingang verschafft hat und von Jahr zu Jahr stets mit Spannung erwartet wird. Der Inhalt schließt sich den früheren Ausgaben würdig an. Die ganzen Ereignisse des Jahres (Finsternisse, Planetenstellungen, Sternbewegungen, Lichtwechsel des Algol) sind enthalten und veranschaulicht. Vom übrigen Inhalt ist vor allem eine kleine Beschreibung mit Abbildung über germanische Sternbilder zu erwähnen. Das Büchlein kann nur dringend für jeden empfohlen werden, der im Erdkundeunterricht auf die entsprechenden Fragen einzugehen hat, da sich dadurch die Beschaffung irgendeines teureren, umfangreicheren Jahrbuches erübrigt.

Die Himmelswelt. Zeitschrift zur Pflege der Himmelskunde und verwandte Gebiete. 49. Jan./Febr.- und März/April-Heft 1/2 und 3/4, 1939. Verlag Ferd. Dümmler, Berlin SW 68 und Bonn. Jährlich 10,— RM. (6 Doppelhefte), Doppelheft 2,— RM.

Neben den vor allem den Fachmann und Besitzer von Fernrohren interessierenden Inhalt sollen folgende Aufsätze hervorgehoben werden, da sie auch dem Physiker und Mathematiker entweder für Arbeitsgemeinschaften oder als Grundlage für häusliche Facharbeiten Dienste leisten können: Zur Entwicklung der Spiegelsysteme für die Astronomie (geschichtlich, schematischer Strahlengang der verschiedenen Typen), Bestimmung der Drehgeschwindigkeit der Erde aus der Schwingungsdauer eines Kreisellkompasses um die Meridianlage. Die Aufsatzreihe über europäische Sternwarten enthält den Plan über die Aufstellung der vom Führer an Mussolini überreichten Instrumente und spiegelt in der Geschichte der deutschen Sternwarte in Prag das Schicksal aller Deutschen im böhmisch-mährischen Raum wider.

Ulm a. D.

SÄTTELE.

Lenard, Philipp, Deutsche Physik. Bd. 4: Elektrizitätslehre. 2. Teil. 317 S., 122 Abb. J. F. Lehmanns Verlag, München 1937. Geh. 8,80 RM., Lwd. 10,— RM.

Mit dem vorliegenden vierten Band findet das großzügig angelegte Werk, dessen bisher erschienene Bände hier besprochen worden sind, seinen Abschluß. Der Band bringt die Lehre von magnetischen Feld und schließt daran die Behandlung der magnetischen Wirkungen elektrischer Ströme. Das zusammenfassende Hauptstück dieser Kapitel ist der Abschnitt „Der elektrodynamische Zusammenhang“. Die magnetischen Kraftlinien entstehen als Ergebnis der Bewegung von elektrischen Kraftlinien, wobei es auf Bewegungen relativ zum Äther ankommt. Umgekehrt erzeugen auch magnetische Kraftlinien bei ihrer Bewegung elektrische Kraft. Bei Bewegung relativ zum Äther des Ortes kann keine der beiden Kraftlinienarten für sich allein vorkommen; sie sind in allen Fällen durch den elektrodynamischen Zusammenhang miteinander verbunden. Für die Energiewanderung ergibt sich die Regel, daß sie stets in Richtung senkrecht zur Ebene der elektrischen und dazugehörigen magnetischen Kraft erfolgt.

Der letzte große Abschnitt des Werkes „Anfänge von Weiterem“ bringt die Strahlungen elektrischen Ursprungs, voran die Kathodenstrahlen, sowie die Kenntnis von Atominnern und von den radioaktiven Umwandlungen. Von diesem Abschnitt sagt LENARD, daß er in der Tat nur Anfänge bringen kann, weil die zugehörige Erkenntnis keineswegs fertig ist. „Naturerkenntnis ist ausnahmslos auf dem langsamen Wege stufenweiser Vervollkommnung mit allmählich steigender Sicherheit gewonnen; nur was alt und daher genügend erprobt ist, verdient somit überhaupt Kenntnisnahme in weiteren Kreisen. Denjenigen kann ein Erstaunen über diese Einschränkungen nicht erspart werden, die Rechenergebnisse aus willkürlichen Annahmen mit Zuziehung einiger Beobachtungen schon für Naturerkenntnis halten.“

Als Abschluß des Gesamtwerks ist ein Abschnitt über Energie, Gravitation, Äther gedacht. Hier wird die Frage untersucht, ob Energie auch ein ihrer Masse proportionales Gewicht habe, was an der Hand der Schwingungsversuche mit Pendeln aus Uran bejaht wird: Energie ist in dem für alle Massen gewohnten Maße der Gravitation unterworfen. Die Einzelbetrachtung der Energieformen führt zu dem Ergebnis, daß alle Energie elektromagnetische Energie oder doch elektromagnetisch bedingt sei. Der Abschnitt klingt aus in Bemerkungen über Äther und Geisterwelt; am Ende stehen die Worte: „Dem Unbegreiflichen — nur ahnungsweisen Vermutungen Zugänglichen — gegenüber steht innerhalb einigermaßen erkennbarer Grenzen das befriedigend und wohlbegründet Begriffene, dessen immerhin erhebliche Fülle darzustellen wir uns bemüht haben.“

Eine gütige, alles umfassende Macht über uns zeigt sich aus dem Erforschten und dem danach zu Erahnenden. Als gütig wird sie empfunden in der Freude über jeden neu sichtbar gewordenen großen Zusammenhang, dem auch der Mensch eingeordnet ist mit dem Vorzug, ihn ein wenig begreifen zu können als Teil eines unbegreiflichen Ganzen.“

Kepler, Johannes, Gesammelte Werke. Herausgegeben im Auftrage der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Bayrischen Akademie der Wissenschaften unter der Leitung von WALTHER VON DYCK und MAX CASPAR. Bd. I: Mysterium Cosmographicum. De Stella Nova. Herausgegeben von MAX CASPAR. XV, 493 S. Lex.-8°. Mit einem Bildnis Keplers und 2 Tafeln. Verlag von C. H. Beck, München. Subskriptionspreis: Geh. 9,— RM., in Halbpergament 12,— RM.

Die prachtvolle Gesamtausgabe wurde eröffnet durch die Bibliographia Kepleriana, einen Führer durch Keplers gedrucktes Schrifttum, 1936, hier besprochen 1937, S. 96, und den Band III mit der *Astronomia nova*, 1937, hier besprochen 1938, S. 240. Nun liegt der eigentliche erste Band vor, der zwei Hauptwerke bringt, das geniale Jugendwerk „Mysterium Cosmographicum“ aus der Grazer Zeit (1596) und das umfangreiche Buch „De Stella Nova“ (1606). Daneben ist die ausführliche und grundlegende Einleitung von der Hand MAX CASPARS bedeutungsvoll, die die Entstehungsgeschichte und den Überblick über den Aufbau des großartigen Werkes bringt. Der Gedanke, die Gesamtausgabe von CHRISTIAN FRISCH, die 1858—1871 erschien und die bei aller Anerkennung der ausgezeichneten Leistung doch dem heutigen Standpunkte

der Keplerforschung nicht mehr entspricht, durch eine neue Ausgabe zu ersetzen, geht auf Anregungen WALTHER VON DYCKS im Jahre 1914 zurück. Die neue Ausgabe will das Quellenwerk bilden für jeden, der sich bei seinen Studien auf die Originaltexte Keplers angewiesen sieht. Unter anderem wird sie als wesentlichen Fortschritt gegenüber der FRISCHSchen Ausgabe zum ersten Male eine möglichst lückenlose chronologische Darstellung des gesamten Briefwechsels bringen, worin sich der Ablauf von Keplers so bewegtem äußeren Leben und die Entwicklung seines gesamten geistigen Schaffens widerspiegelt.

Der Gedanke, dem hauptsächlichsten Teil des lateinischen Textes eine deutsche Übersetzung beizugeben, wurde fallen gelassen, um den ohnehin beträchtlichen Umfang des Gesamtwerks nicht über Gebühr zu vermehren. Jedoch wird am Schlusse eines jeden Bandes dem Texte Keplers eine Analyse des Inhalts beigelegt werden, wobei auf wichtige Stellen, die neue Entdeckungen oder wesentliche Gedanken enthalten, hingewiesen wird. Die Einteilung des Werkes sucht die beiden Gedanken einer systematischen und einer chronologischen Anordnung zu vereinigen, nämlich in der Weise, daß die Werke aus den einzelnen Schaffensperioden, die im Leben Keplers einen auffallenden Rhythmus erkennen lassen, zusammengefaßt und innerhalb dieser Gruppe nach sachlichen Gesichtspunkten geordnet werden. Dadurch soll erreicht werden, daß jeder Band für sich möglichst als geschlossene Einheit dastet.

Der Name des Herausgebers bürgt dafür und die beiden vorliegenden Bände bestätigen es, daß hier ein Werk im Entstehen ist, würdig des großen deutschen Mannes, dem es geweiht ist, würdig des deutschen Namens überhaupt.

Die äußere Ausstattung des Werkes ist hervorragend, der Preis überraschend niedrig, so daß jede Schulbücherei in der Lage ist, sich allmählich die Reihe dieser wundervollen Bände zu beschaffen.

Regler, Josef, Physikalische Aufgabensammlung für höhere Schule und Studium. 129 S. J. A. Barth Verlag, Leipzig 1939. Brosch. 6,30 RM.

Der Verfasser will Schülern höherer Schulen, technischer Fachlehranstalten und Studenten der ersten Semester ein Wiederholungs- und Übungsbuch bieten, das ihnen geeignete Aufgaben zur Vertiefung und Festigung ihres physikalischen Grundwissens an die Hand geben soll. Die Aufgaben sind durchweg mit den Anmerkungen versehen, die für die Lösung notwendig sind. Sie sind nach den bekannten Gebieten Mechanik, Wärme, Licht, Elektrizität und Magnetismus gruppiert und sehr geschickt und glücklich ausgewählt insofern, als auf allbekannte Aufgaben verzichtet wird, wie sie jedes bessere Physikbuch bringt. Also wird auch der Lehrer vielerlei Anregung aus dem Buch mit fortnehmen. Vielleicht hätten sich manche Druckfehler vermeiden lassen; ich greife heraus Metrologie statt Meteorologie (weshalb nicht Wetterkunde?) S. 34, Kollimanorrohr (statt Kollimator) S. 70, Momment S. 107. Kepler wird nach der eben erscheinenden großen Gesamtausgabe nicht mehr mit pp geschrieben.

Bauer, Hans Adolf, Grundlagen der Atomphysik. Eine Einführung in das Studium der Wellenmechanik. 249 S. 154 Abb. Julius Springer, Wien 1938.

Das Buch ist aus Vorträgen hervorgegangen, die der Verfasser im Rahmen des Außeninstituts der Wiener Technischen Hochschule zur wissenschaftlichen Weiterbildung von Ingenieuren gehalten hat. Damit ist die Höhenlage des Buches festgelegt. Bei aller durch zahlreiche Abbildungen gesicherten Anschaulichkeit wird auf das Mathematische durchaus nicht verzichtet; jedoch wird es nur so weit herangezogen, als es zur Klärung der Grundlagen erforderlich ist. Überdies sind die mathematischen Darlegungen erfreulicherweise so ausführlich gehalten, daß für den Leser eine Nachrechnung ohne weiteres möglich ist, was für eine erste Einführung einen ganz besonderen Vorzug bedeutet. Im ersten und zweiten Teil des Buches, in dem die Teilchenstruktur und die Wellenstruktur der Materie behandelt werden, benutzt der Verfasser zur Klarlegung des atomaren Geschehens wesentlich Begriffe und Vorstellungen der klassischen Physik. Der dritte Teil bringt die Vereinigung des Teilchen- und des Wellenbildes; hier werden die mathematischen Verfahren entwickelt, die die Quanten- bzw. Wellenmechanik von heute kennzeichnen.

Das ausgezeichnete Buch sei all denen empfohlen, die den Wunsch haben, sich in die moderne Wellen- und Quantenmechanik einzuarbeiten, die sich aber durch die mathematischen Schwierigkeiten bisher immer wieder haben abschrecken lassen.

Dresden.

GÜNTHER.

Schäfer, Clemens, Einführung in die theoretische Physik in drei Bänden. Dritter Band, zweiter Teil der Quantentheorie. 510 S., 88 Figuren im Text. 1937, Verlag Walter de Gruyter. Preis geh. 26,— RM., geb. 28,— RM.

Mit dem vorliegenden Bande ist die „Einführung in die theoretische Physik“ von CLEMENS SCHÄFER zum Abschluß gebracht. Der erste Band dieses einzigartigen Werkes erschien 1914. Im Vorwort sagte damals der Verfasser, daß der Herausgabe jenes Bandes eine zehnjährige akademische Lehrtätigkeit vorherging. Man kann also wohl sagen, daß das Gesamtwerk die Frucht einer 35-jährigen Arbeit sei. Das ist ungefähr der Zeitraum, in dem ein Wissenschaftler

auf der Höhe seiner Leistung steht. So bildet der vorliegende Band den Abschluß einer vollen Lebensarbeit.

Wer die Zeit, das Interesse und das Wissen hat, das zur gründlichen Einarbeit in die neuesten physikalischen Forschungen nötig ist, der wird vorteilhaft für diesen Zweck das große Werk von Schäfer benutzen. Denn er genießt in dem Falle den Vorzug, daß er sich über Fragen, deren Kenntnis zum Verständnis eines Abschnittes nötig ist, aus den anderen Abschnitten des gleichen Werkes unterrichten kann. So findet man in dem vorliegenden letzten Band eine Fülle von Hinweisen auf die früheren Bände. Man kann den Band in zwei Teile zerlegen: Der erste gipfelt in der Darstellung des BOHR'schen Atommodells, das vom 3. bis 5. Kapitel ausführlich behandelt wird. Wenn dies Modell auch schon einer überwundenen Anschauung der theoretischen Physik angehört, so wird doch gerade der Fachlehrer für Physik an höheren Schulen hier manches finden, das er für seinen Unterricht mittelbar verwerten kann. Die Darstellung der Wellenmechanik in den Kapiteln 6 bis 8 und der relativistischen Verallgemeinerung nach DIRAC im letzten Kapitel dagegen sind Gebiete der modernen theoretischen Physik, die mit dem Unterricht eines Fachlehrers für Physik auch nicht den losesten Zusammenhang mehr haben, die ihn aber selber um so lebhafter interessieren werden, wenn er den Anschluß an den Fortschritt seiner Wissenschaft nicht verpassen will.

Auf eine Darstellung der Kernphysik ist verzichtet, weil das Gebiet noch nicht „lehrbuchreif“ ist.

Moeller, Friedrich, Versuche zur elektrischen Resonanz mit hochfrequenten und niederfrequenten Wechselströmen. 82 S., 52 Abb. Heft 16 der Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft. Springer 1937. Preis gel. 4,80 RM.

Das Büchlein bildet eine Ergänzung zu dem vom gleichen Verfasser stammenden Heft 15 derselben Sammlung: „Die Dreielektrodenröhre und ihre Anwendung.“ Die Ausführungen sind aber auch für den verständlich, der Heft 15 nicht kennt.

Nach einer kurzen theoretischen Erläuterung der elektrischen Resonanz werden Resonanzversuche und Messungen in dem ganzen Frequenzbereich von 50 Hertz (Lichtstrom) bis 30 Megahertz behandelt. Obgleich bewußt auf die Behandlung an- und abklingender Vorgänge verzichtet ist und der Begriff der Schwingung nur einmal beiläufig erwähnt wird, führt das Buch viel tiefer in das Gebiet ein, als das die für Schulen gebräuchlichen Darstellungen tun. Besonders ist überall der Unterschied zwischen Reihenresonanz und Parallelresonanz scharf hervorgehoben. Die für die Versuche benutzten Geräte mit zwei Telefunkenröhren AD 1 sind allerdings für Schulen im allgemeinen zu teuer. Aber es ist betont, daß auch Röhren geringerer Leistung ausreichen.

Zur Messung der niederfrequenten Wechselspannungen wird an Stelle des gebräuchlichen Selengleichrichters ein Röhrengleichrichter benutzt. Auf Beschreibung des auch für Hochfrequenzmessungen geeigneten Röhrenvoltmessers mit Wirkung der zu messenden Spannung auf das Gitter wird verzichtet.

Trotz der anschaulichen und auch dem Anfänger etwas bietenden Darstellung merkt man doch überall, daß der Verfasser aus dem Vollen schöpft.

Hannover-Waldheim.

BERLAGE.

Müller, Reiner, Medizinische Mikrobiologie, Bakterien, Parasiten, Immunität. (Lehrbuch der Hygiene, 2. Teil.) Lehmanns Medizinische Lehrbücher, Bd. 19. I. F. Lehmanns Verlag, München 1938. 410 S. Geh. 8,80 RM., Lwd. 10,50 RM.

Dieser zweite Teil des „Lehrbuches der Hygiene“ des Professors der Hygiene und Bakteriologie an der Universität Köln schließt sich dem an dieser Stelle schon besprochenen ersten Teil würdig an. Das weite Wissensgebiet ist in folgende Hauptabschnitte gegliedert: Tierische Parasiten, Bakterien und Pilze samt Viren und Viruskrankheiten, Immunitätslehre mit Antikörpern und Immunstoffen. Begrüßenswert ist wieder die lückenlose Erklärung der wissenschaftlichen Fremdwörter. Wenn mehr als hundert Millionen Menschen mit Haken- oder Bilharziawürmern behaftet sind, so muß darüber nicht nur jeder Arzt, sondern auch jeder naturwissenschaftlich Gebildete Bescheid wissen, und wenn der jährliche Geburtenausfall durch Gonorrhöe und Syphilis im Reich auf 40—50000 geschätzt wird und wenn die Diphtherie soviel Todesopfer fordert wie die Verkehrsunfälle, so muß sich der Biologielehrer über die neuen Methoden, die uns zu ihrer Bekämpfung zur Verfügung stehen, Aufklärung verschaffen. Das Buch, das „für den praktischen Arzt, den Zahnarzt, den Amtsarzt, aber auch für nichtmedizinische Mikrobiologen und für technische Assistentinnen“ geschrieben ist, gibt soviel Anregungen und Stoff für den Unterricht, daß es jedem Biologen warm empfohlen werden kann.

Meißen.

SCHUSTER.

Abhandlungen.

Zeichnerische Lösungen von Aufgaben aus der mathematischen Erdkunde.

Von REINHOLD SCHMIDT in Schweidnitz.

Der gleichnamige Aufsatz von Stud.-Rat HERM. MEYER in Heft 7 (Jahrg. 37) der Ubl. hat bei uns große Zustimmung gefunden; treten wir doch in unserer Fachgruppe schon lange dafür ein, die Aufgaben aus der mathematischen Erd- und Himmelskunde und überhaupt am Kugeldreieck zeichnerisch zu lösen. Allerdings sind wir der Ansicht, daß die senkrechte Abbildung, die sogenannte „Eintafelmethode“, dafür nicht die geeignetste ist. Sie ist mit ihren vielen Umlegungen, mit der notwendigen Zeichnung von Ellipsen und Konstruktion ihrer Schnittpunkte, mit dem hier benutzten „Umkehr“-verfahren und den Vierteldrehungen der Kugel in sich um das Äquatorbild wohl konstruktiv reizvoll, aber viel zu umständlich, zeichnerisch schwierig und für die Schüler zu wenig anschaulich. Die stereographische Projektion (St.Pr.) dagegen liefert für alle Aufgaben Lösungswege, die mit Lineal und Zirkel in einer Zeichenebene durchgeführt werden können, und Zeichnungen, aus denen man wegen der Winkeltreue der Abbildung die gesuchten Winkel in wahrer Größe unmittelbar entnehmen kann, während man die wahre Länge von Bogen auf einem Großkreise durch einfaches Herumschwenken um seine Achse auf den Umriß erhält. Außerdem hat die Eintafelmethode den Nachteil, daß man bei der für diese Aufgaben meist angebrachten Projektionsrichtung senkrecht zu einer Meridianebene nur die Punkte einer Halbkugel abbilden kann, während man bei der St.Pr. sich wohl im allgemeinen auch auf die eine Halbkugel, deren Bild vom Umriß oder Grenzkreis begrenzt wird, beschränkt, man aber doch, wenn nötig, zu Konstruktionszwecken diese Grenze überschreiten und zum Beispiel mit dem Gegenpol eines Punktes auf der zweiten Halbkugel arbeiten kann (vgl. Abb. 1).

Bereits bei einem Lehrgang für darstellende Geometrie, den Dr. KRAMER im Januar 1926 in Breslau abhielt, habe ich die Vorzüge der St.Pr. für diese Zwecke gegenüber der Eintafelmethode zur Sprache gebracht und dann bei einer amtlichen Arbeitsgemeinschaft für Mathematiklehrer Niederschlesiens, die ich im August 1928 in Schweidnitz leitete, durch Behandlung im Unterricht der U1 und einen Vortrag mit Lichtbildern, „Über orthogonale und stereographische Projektion im Dienste der sphärischen Trigonometrie, der Erd- und Himmelskunde“, alle Teilnehmer für die Einführung der St.Pr. gewonnen, anschließend auch in der Ortsgruppe Breslau des Förderungsvereins mit diesem Vortrag die Zustimmung der Fachgenossen gefunden. Leider wurde

damals der geplante Abdruck des Vortrags in der math.-naturwissenschaftl. Zeitschrift von der Schriftleitung abgelehnt, weil die Wiedergabe der vielen Zeichnungen zu kostspielig wäre. Im Jahre 1930 hat auf der Hauptversammlung des Förderungsvereins in Würzburg der dortige Oberstudienrat Dr. WIDDER, nachdem er vorher mit mir Verbindung aufgenommen hatte, in seinem Vortrag einen Vorstoß zugunsten der St.Pr. unternommen und seinen Vortrag durch Ausstellung von Schüler-

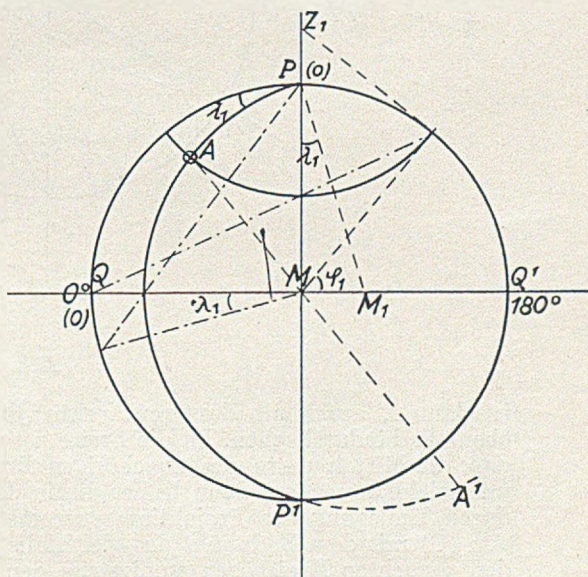


Abb. 1.

zeichnungen seiner und unserer Anstalt ergänzt. Wenn trotzdem die Eintafelmethode die größere Verbreitung gefunden hat, so liegt das offensichtlich daran, daß die amtlichen Richtlinien von 1925 für das mathematische Zeichnen und Messen ausschließlich auf dem Buche von SCHEFFERS-KRAMER fußen.

Ich will nun den Vorzug der St.Pr. für diese Zwecke dadurch beweisen, daß ich den Lösungen von MEYER in Eintafelprojektion die Lösungen derselben Aufgabe in St.Pr. gegenüberstelle.

Für diejenigen, welchen die Anwendung der St.Pr. in der mathematischen Erdkunde weniger geläufig ist, schicke ich in Abb. 1 die Festlegung eines Ortes A auf der östlichen Halbkugel (Schweidnitz) voraus, damit sie daran sehen, wie die Länge ($\lambda_1 = 16^\circ 30'$ Ost) und die Breite ($\varphi_1 = 51^\circ$ N) eingetragen und Längen- und Breitengrad gezeichnet werden. Der Gegenpol zu A

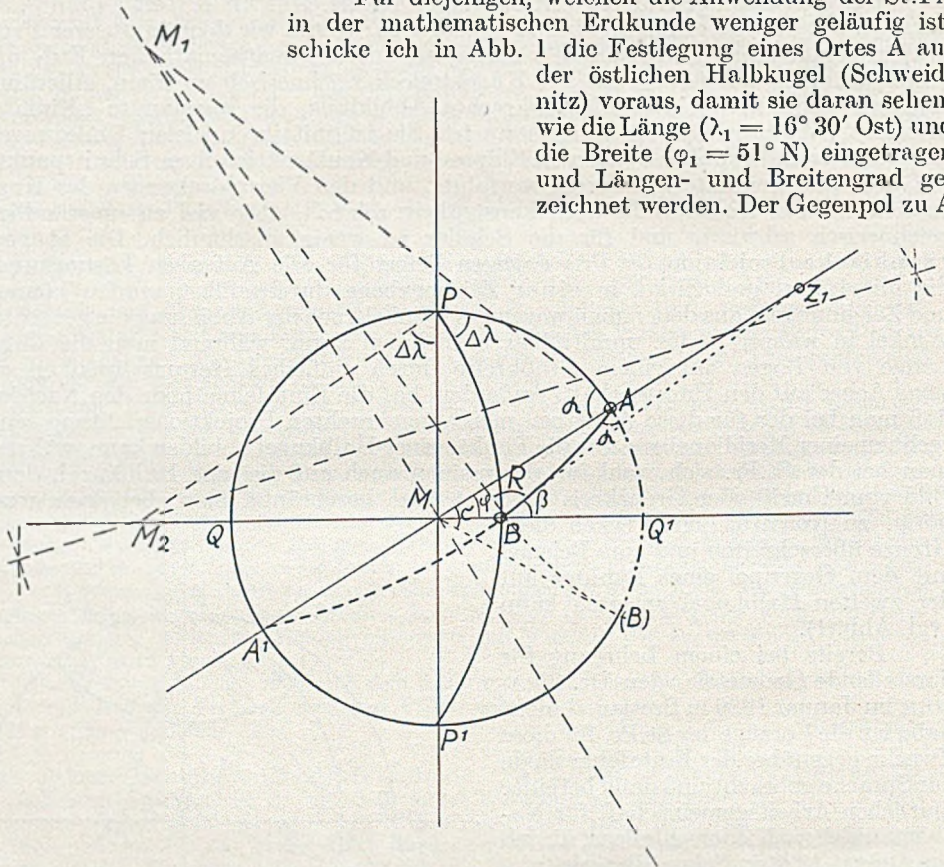


Abb. 2.

ist dann A' außerhalb des Grenzkreises; durch A' müssen alle Großkreise durch A ebenfalls hindurchgehen. Ist die Breite φ so klein bzw. die Länge λ so nahe an 90° , daß die Mittelpunkte des zugehörigen Breiten- bzw. Längenkreises, Z_1 bzw. M_1 unerreikbaar werden, dann liefert die in der Abbildung angegebene Hilfszeichnung durch Umlegung des Projektionszentrums O nach Q bzw. P und die Verbindung von (O) mit dem Endpunkt des gleichfalls umgelegten Schenkels von φ bzw. λ für den gesuchten Kreisbogen wenigstens den dritten Punkt auf PP' bzw. QQ', so daß ich den dann sehr flachen Kreisbogen durch drei Punkte hinreichend genau zeichnen kann, zumal ich beim Parallelkreis noch die zwei Tangenten von M aus an ihn habe. Die Schwierigkeiten mit dem Meridian kann ich noch besser dadurch vermeiden, daß ich in so einem Falle nicht gerade den 0° — 180° -Meridian, sondern einen anderen, etwa den 90° — 270° -Meridian als Grenzkreis wähle. Die freihändige Zeichnung des flachen Kreisbogens bei geringen Breiten fällt jedenfalls nicht ungenauer aus als die Auszeichnung einer Ellipse auf Grund ihres Achsenkreuzes.

Nach dieser Vorbemerkung will ich die Aufgabe des MEYERSchen Aufsatzes mit den dort verwendeten Winkelwerten, die ich den Figuren entnommen habe, behandeln: Ein Luftschiff möge einen Ort A, der durch seine Länge λ und seine Breite $\varphi = 32^\circ$ gegeben ist, unter dem Kurswinkel $\alpha = 70^\circ$ zu einer Fahrt auf einem Großkreis (Orthodrome) verlassen. Wo und unter welchem Kurs schneidet es 1. den Äquator, 2. einen bestimmten Breitenkreis, 3. einen bestimmten Längengrad?

Die drei Fragen könnte ich bei Benützung der St.Pr. ohne besondere Schwierigkeit aus einer Figur beantworten, während in dem Aufsatz 13 Abbildungen benötigt werden, doch will ich der deutlichen Wiedergabe wegen für alle drei Antworten getrennte Figuren zeichnen.

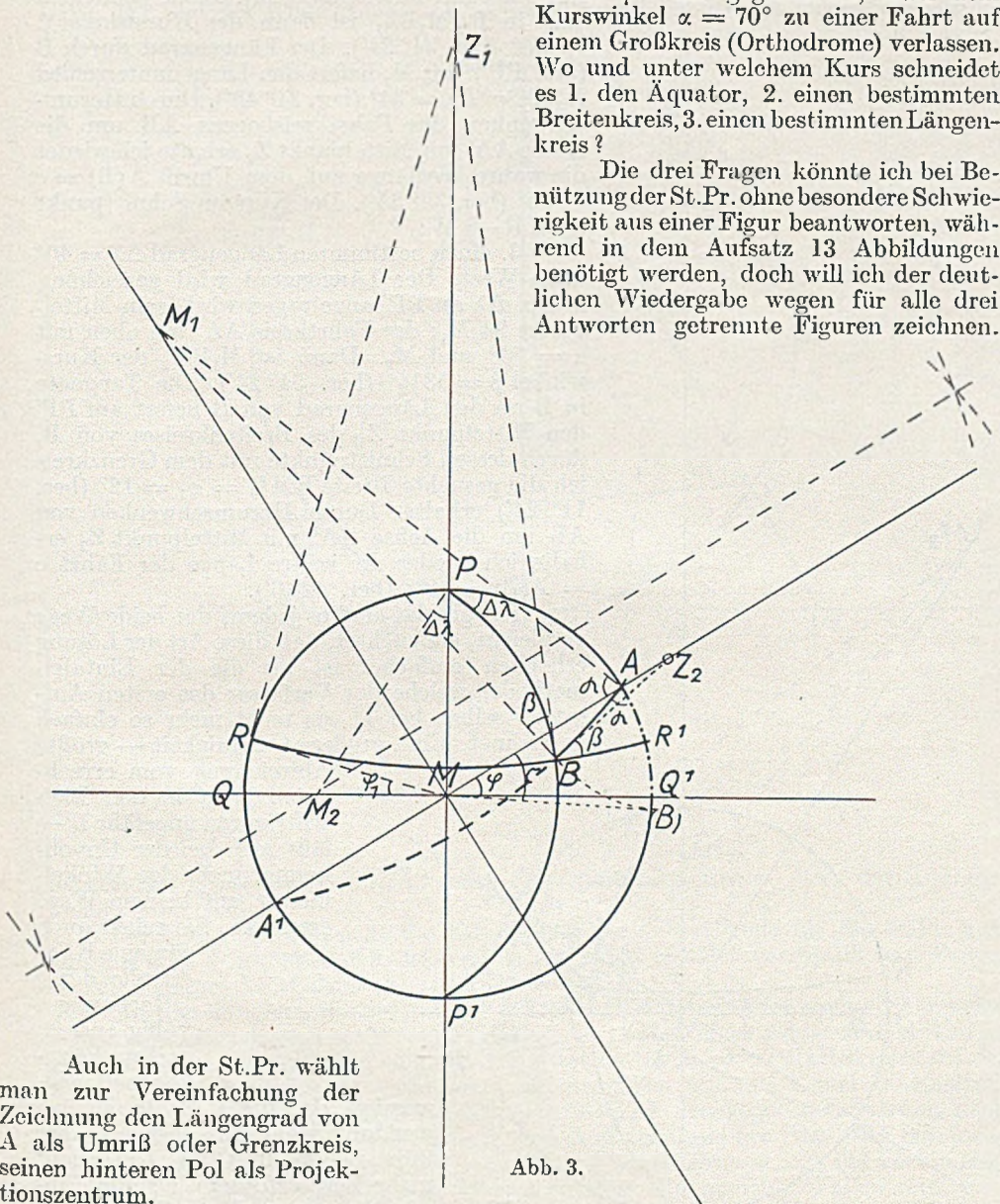


Abb. 3.

Auch in der St.Pr. wählt man zur Vereinfachung der Zeichnung den Längengrad von A als Umriß oder Grenzkreis, seinen hinteren Pol als Projektionszentrum.

1. In Abb. 2 liefert α an AA' angetragen auf der Mittelsenkrechten von AA' den Mittelpunkt M_1 des Fahrtkreises durch A und A' , der den Äquator QQ' in B schneidet. Die Tangente in B an ihn bildet mit BQ oder BQ' den Kurswinkel $\beta = 37\frac{1}{2}^\circ$ (berechnet $37^\circ 10'$). Der Längengrad durch B (und PP') mit dem Mittelpunkt M_2 liefert $M_2PM = \Delta\lambda = 55^\circ$ (ber. $55^\circ 31'$). Außerdem kann ich durch Herumschwenkung des Fahrtkreisbogens AB um die Achse AA' mit dem Mittelpunkt Z_1 auf den Umriß die wahre Länge der Fahrt $c = A(B) = 61\frac{1}{2}^\circ$ feststellen (ber. $61^\circ 18'$);

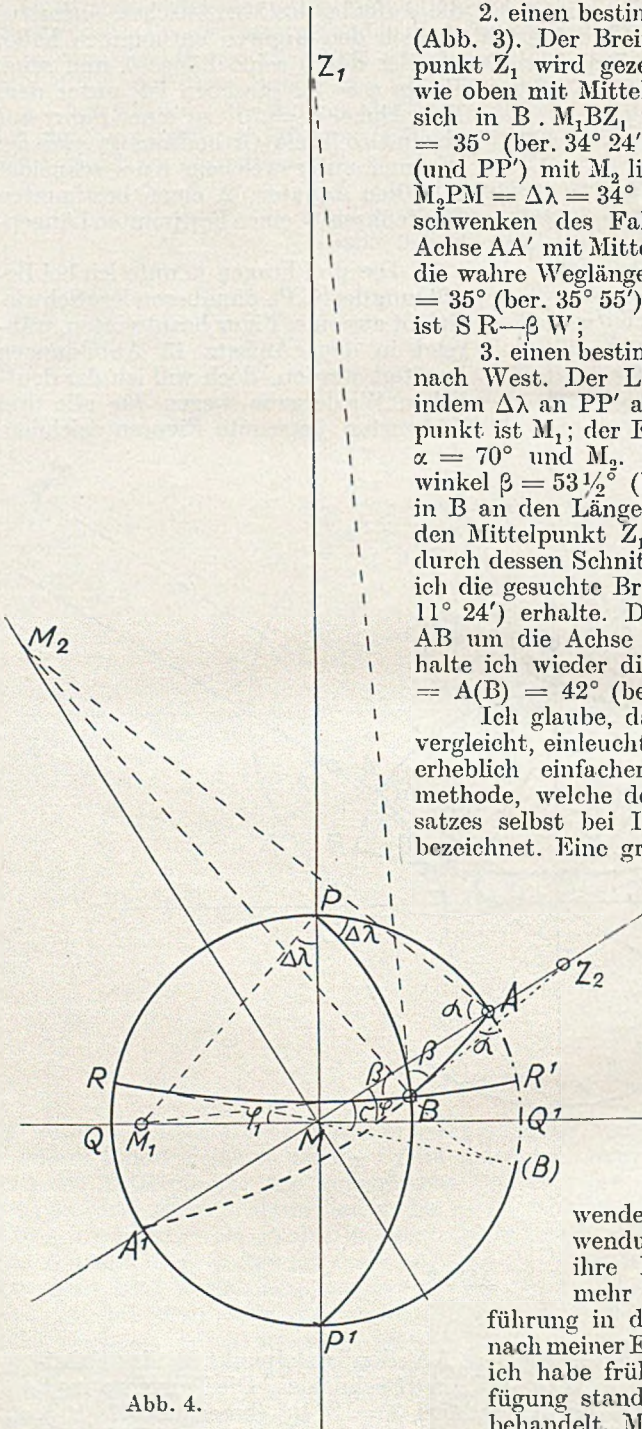


Abb. 4.

2. einen bestimmten Breitenkreis $\varphi_1 = 15^\circ$ (Abb. 3). Der Breitenkreis φ_1 mit dem Mittelpunkt Z_1 wird gezeichnet, der Fahrtkreis AA' wie oben mit Mittelpunkt M_1 . Beide schneiden sich in B . M_1BZ_1 ist dann der Kurswinkel $\beta = 35^\circ$ (ber. $34^\circ 24'$). Der Längengrad durch B (und PP') mit M_2 liefert den Längenunterschied $M_2PM = \Delta\lambda = 34^\circ$ (ber. $34^\circ 48'$). Durch Herumschwenken des Fahrtkreisbogens AB um die Achse AA' mit Mittelpunkt Z_2 erhalte ich wieder die wahre Weglänge auf dem Umriß $A(B) = c = 35^\circ$ (ber. $35^\circ 55'$). Der Kurs im Schnittpunkt ist $SR - \beta W$;

3. einen bestimmten Längengrad $\Delta\lambda = 40^\circ$ nach West. Der Längengrad wird gezeichnet, indem $\Delta\lambda$ an PP' angetragen wird, sein Mittelpunkt ist M_1 ; der Fahrtkreis AA' wie oben mit $\alpha = 70^\circ$ und M_2 . Dann ist M_1BM_2 der Kurswinkel $\beta = 53\frac{1}{2}^\circ$ (ber. $54^\circ 24'$). Die Tangente in B an den Längengrad von B liefert auf PP' den Mittelpunkt Z_1 des Breitenkreises von B , durch dessen Schnittpunkte mit dem Grenzkreis ich die gesuchte Breite $RMQ = \varphi_1 = 12^\circ$ (ber. $11^\circ 24'$) erhalte. Durch Herumschwenken von AB um die Achse AA' mit Mittelpunkt Z_2 erhalte ich wieder die wahre Länge der Fahrt $c = A(B) = 42^\circ$ (ber. $42^\circ 6'$).

Ich glaube, daß es jedem, der beide Wege vergleicht, einleuchtet, daß diese Art der Lösung erheblich einfacher ist als die der Eintafelmethode, welche der Verfasser des ersten Aufsatzes selbst bei II als nicht mehr so einfach bezeichnet. Eine größere Genauigkeit — größte

Abweichung vom errechneten Wert in den Bleistiftfiguren ungefähr 1° — läßt sich bei der Unvollkommenheit der Winkelmesser auf keinem Wege erreichen. Sie reicht auch

für eine Kontrolle der Rechnung völlig aus.

Nun könnte man einwenden, daß die St.Pr. in der Anwendung wohl einfacher sei, aber ihre Behandlung im Unterricht mehr Zeit erfordere als die Einführung in die andere Methode. Das ist nach meiner Erfahrung nicht der Fall; denn ich habe früher, als mehr Zeit zur Verfügung stand, beide in derselben Klasse behandelt. Man braucht, um den Schüler so weit zu bringen, daß er einwandfreie

Figuren in St.Pr. zeichnet, außer der anschaulichen Ableitung der Tatsache, daß für jeden Bildkreis sofort zwei Punkte festliegen, nämlich die Schnittpunkte des abgebildeten Kreises mit dem Umriß, nur zwei Sätze zu beweisen.

Der erste ist der Satz, daß bei der St.Pr. die Bilder von Kugelkreisen wieder Kreise sind. Am einfachsten ist er mit Hilfe des Satzes von den Wechselschnitten eines Kreiskegels zu beweisen, indem man an der Aufrißfigur (Abb. 5) ableitet, daß $UVV'U'$ ein Sehnenviereck ist. Wenn aber vom Achsenschnitt des Kegels (OUV) ein Sehnenviereck abgeschnitten wird, liegt der Fall des Wechselschnitts vor. $U'V'$, das Bild des Kugelkreises UV in der Tangentialebene des Gegenpols von O .

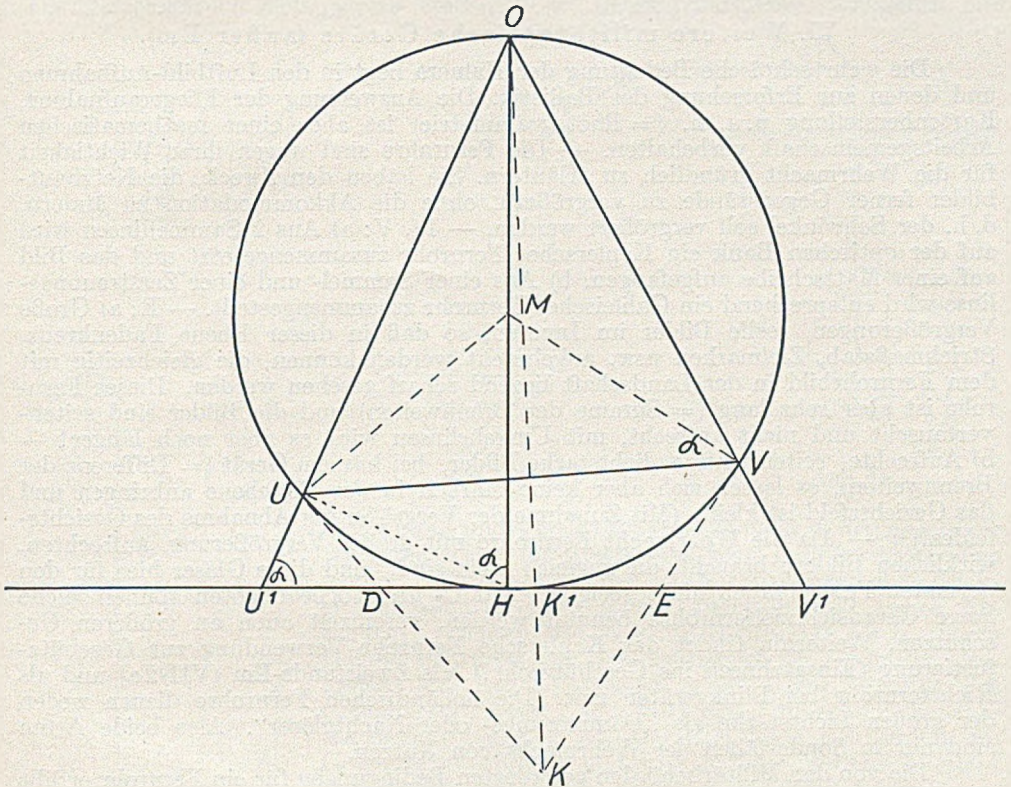


Abb. 5.

ist also ein Kreis und ebenso in jeder dazu parallelen Ebene, etwa der Äquator-ebene durch M .

Der zweite Satz spricht die Eigenschaft der Winkeltreue für die St.Pr. aus. Für ihn gibt SCHEFFERS-KRAMER einen für jeden Schüler verständlichen Beweis in Teil 2 seines Leitfadens (S. 101/102, 1. Aufl.).

Mit diesen beiden Sätzen und der Mittelsenkrechten auf der stets vorhandenen Sehne des Grenzkreises (PP' , QQ' , RR' , AA') oder eines anderen Großkreises (AA' in Abb. 1) kommt man aus, um irgendwelche Groß- oder Parallelkreise auf der Kugel herzustellen: Damit kann man alle Aufgaben auf der Kugel zeichnerisch lösen: die Herstellung irgendwelcher Kugeldreiecke aus drei gegebenen Stücken, auch aus drei Winkeln, sowie alle vorkommenden Aufgaben aus der Erd- und Himmelskunde, am nautischen Dreieck oder am astronomischen Dreieck, das bei Verbindung von Äquatorial- und ekliptischem System entsteht. In manchen Fällen muß man zunächst mit zwei getrennten Umrissen für jedes Koordinatensystem arbeiten, die man dann zur Deckung bringt, z. B. wenn im nautischen Dreieck die Breite φ gesucht wird.

Hoffentlich regt dieser Aufsatz den einen oder anderen Berufskameraden an, selbst einmal die Vorzüge der St.Pr. zu erproben, die schon im alten KAMBLY-THAER (Teil IV vom Jahre 1919) und in dem Göschensband „Kartenkunde“ ausführlich behandelt ist.

Wehroptik.

(Stoff für eine physikalische Arbeitsgemeinschaft.)

VON ARTUR FRIEDRICH in Chemnitz.

(Schluß).

VI. Weitere militäroptische Geräte (außer Em).

Die wehrtechnische Bedeutung der Kamera liegt in den Luftbild-Aufnahmen und denen zur Erforschung der Ballistik. Die Auswertung der Fliegeraufnahme, Kartenherstellung u. a. m. (= Photogrammetrie) ist aber einer mathematischen Arbeitsgemeinschaft vorbehalten. — Die Fernrohre sind wegen ihrer Wichtigkeit für die Wehrmacht gründlich zu erläutern. Sie haben den Zweck, die Netzhautbilder ferner Gegenstände zu vergrößern, ohne die Akkommodation zu ändern, d. h. der Schwinkel soll vergrößert werden. — 14. V: a) Aus 2 Sammellinsen wird auf der optischen Bank ein Keplersches Fernrohr zusammengesetzt und das Bild auf einer Mattscheibe aufgefangen. b) Aus einer Sammel- und einer Zerstreuungslinse wird entsprechend ein Galileisches Fernrohr zusammengestellt. — E: a) Große Vergrößerungen, reelle Bilder im Inneren, so daß in dieser Ebene Fadenkreuz, Strichmaßstab, Zielmarken usw. angebracht werden können, die gleichzeitig mit dem Fernrohrbild in der Landschaft liegend scharf gesehen werden. Dieses Fernrohr ist aber sehr lang (= Summe der Brennweiten) und die Bilder sind seitenvertauscht und nicht aufrecht, mit Umkehrlinsen wird es aber noch länger! — b) Aufrechte, seitenrichtige, lichtstarke Bilder, bei kurzem Gerät (= Differenz der Brennweiten), es lassen sich aber keine Marken in der Bildebene anbringen und das Gesichtsfeld ist klein. (Mit Zunahme der Vergrößerung Abnahme des Gesichtsfeldes!)²⁾ — Da die Wehrmacht Fernrohre mit großer Vergrößerung, aufrechten, wirklichen Bildern braucht, die zugleich klein sind, sind diese Gläser hier für den normalen Feldgebrauch nicht geeignet. Auf U- und Torpedobooten können solche lange Geradsichtzielfernrohre benutzt werden, vereinzelt auch an größeren Geschützen. Weiterhin findet das Keplersche Fernrohr Verwendung zur Geschützjustierung (Einsatzlinsen ins Geschützrohr!), als Zweistands-Em (VII/2a) und als Richtfernrohr bei Blinkgeräten usw. Die holländischen Fernrohre dienen wegen der großen Lichtstärke als „Dämmerungs- oder Nachtgläser“. Also beide Arten sind nur in Sonderfällen der Wehrmacht von Nutzen.

Die von den Militärbehörden geforderten Bedingungen für ein Fernrohr erfüllt das **Prismenfernrohr**, ja es geht noch darüber hinaus. — 15. V: Bringt man in den Strahlengang von V 14 das Umkehrsystem aus V 8a, dann erhält man das Prismenfernrohrmodell (Abb. 16). — E: Seitenrichtige, aufrechte, vergrößerte Bilder mit reeller Bildebene, bei bis auf ein Drittel verkürzter Rohrlänge, zusätzlich größere Tiefenwirkung. — 16. V: Durch Verdopplung des Aufbaus aus V 15 ergibt sich das Prismenglasmodell. Mit einem gekauften Glas sieht man nach zwei Geländepunkten (über 650 m entfernt!), die vorher mit unbewaffnetem Auge

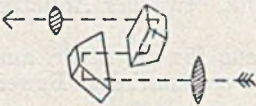


Abb. 16.

betrachtet wurden. — E: Die größere Plastik ist auffällig. Punkte, die in gleicher Entfernung zu liegen schienen, heben sich hintereinander ab. Zur Geländebeobachtung werden diese Gläser zu Millionen bei der Wehrmacht verwendet. Eine Abart ist das **Dosenfernrohr**, bei dem drei verschiedene Okulare in den Strahlengang nacheinander eingeschaltet werden können und verschiedene Vergrößerungen erhalten werden.

Bei den wehroptischen Apparaten gibt es kaum eine Strahlenrichtungsänderung, die nicht in einem, den verschiedenen Bedürfnissen angepaßten Geräten Verwendung fände. Die Zielfernrohre der MGs und Tankabwehrgeschütze sind Prismenfernrohre mit 1,5—2facher Vergrößerung. Eine Schraube mit Visiermerteilung verstellt die Zielmarke im Inneren entsprechend. Um bequeme Kopf-

²⁾ „6 × 30“, Prakt. Schulphysik 1939, v. Verf.

haltung bei Luftzielen zu erreichen, werden die Strahlen nach oben gebrochen, so daß bei gerader Durchsicht nach oben beobachtet werden kann. Es gibt so keine Akkommodationschwierigkeiten mehr, ungenaues Zielen ist ausgeschlossen, bei Bewegung des Auges bewegen sich Zielbild und Fadenkreuz nicht gegenseitig. Auch die Geschütze der Artillerie sind deshalb mit Zielfernrohren ausgerüstet. (Spezialformen für Panzerwagen-, Kasematten- und Turmgeschütze der Marine). Die verschiedenen Zielapparate heißen kurz „Geschützaufsätze“. Zielgeräte mit

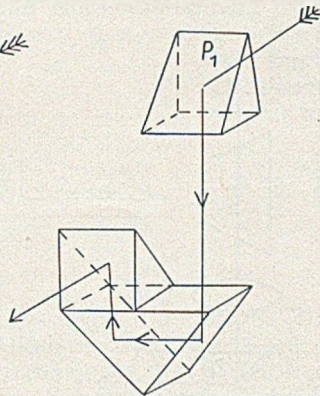
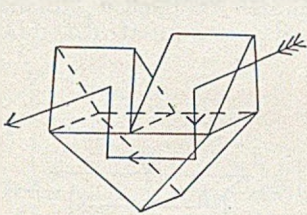


Abb. 17.

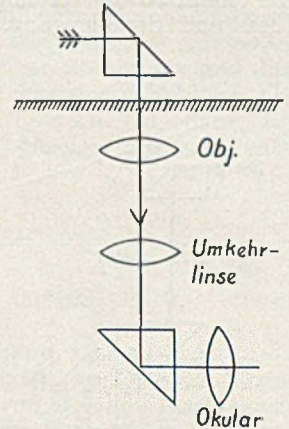


Abb. 18.

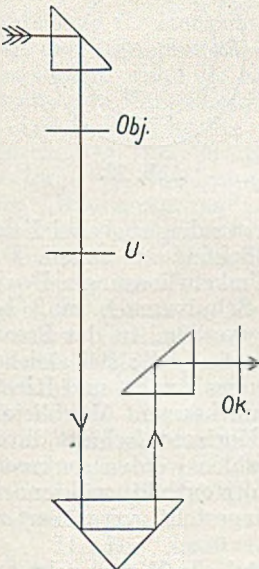


Abb. 19.

Horizontal- und Vertikalteilkreis zum Einstellen gegebener Richtungen sind die **Richtkreise**. Beim indirekten Schießen werden **Hilfsziele** (oft hinter dem Richtschützen ohne Blickrichtungsänderung zu sehen) angepeilt und ganze Abteilungen richten die Geschützrichtkreise nach einem Geländerichtkreis (oft Bussolenrichtkreis). Unter den Teilkreisen läuft ein Lichtpunkt synchron zur Drehung des Geländerichtkreises, so daß eine optische „Benachrichtigung“ möglich ist. Der Richtkreis ist seitlich am Geschütz angebracht und so Visierlinie und Geschützlauf (Rücklauf!) unabhängig, jedoch konstruktiv verbunden. — Schulmäßig läßt sich der Richtkreis am besten mit Theodoliten oder Feldwinkelmessern erläutern.

Eine andere Art Prismenfernrohr ist das **Scherenfernrohr**. — 17. V: Bringt man zwischen die Linsen von V 14 die Umkehrprismen nach Porro II., so erhält man das Scherenfernrohrmodell, oder man verwendet die im Lehrmittelhandel erhältliche Spiegelzusammenstellung

(Abb. 17). — E: Aufrechte, seitenrichtige, vergrößerte Bilder großer Plastik. Mit Fadenkreuz und Teilkreisen versehen dient es als Beobachtungs-, Richt- und Meßgerät. Sind die Schenkel auseinandergeklappt, heißt es **Stangenfernrohr**. Kleine Prismengläser mit stereoskopischem Effekt der Scherenfernrohre nennt man **Teleplaste**. — Das im V 1 gezeigte Sehrohr kann durch Anbringen eines Pentaprismas und Linsen verbessert werden. So sind die **Sehrohre** 4—6 m lang gebaut worden, zusammenschiebbar bis 26 m, als „**Mastfernrohre**“. Am bekanntesten sind die bei der Marine verwendeten **Periskope** der U-Boote. Ein direktes Sehen von unter Wasser ist nicht möglich (Wassertiefe, Strahlenbrechung). Darum werden die über Wasser aufgefangenen Strahlen in einem Sehrohr (20—50 cm Durchmesser), das mechanisch, hydraulisch, elektrisch oder pneumatisch eingezogen wird, hinuntergeleitet. — 18. V: Nach Abb. 18 werden die Teile zusammengestellt. — E: Aufrechte, seitenrichtige Bilder bei kleinem Gesichtsfeld. (Vergrößerung durch Kollektivlinsen möglich!) Schwierigkeiten bereitet das Absuchen des Gesamthorizontes

(Drehen des ganzen Apparates) und das Beobachten beim Aus- und Einfahren (große Abstandsänderung vom Okular!). Die Standsehröhre beheben diesen Mangel, da eingeschaltete Prismen den Strahlengang wenden, während der Abstand Objektiv—Okular gewahrt bleibt (Abb. 19), trotz Lageänderungen des Fahrzeuges. Eine so mögliche dauernde Beobachtung schützt vor unliebsamen Überraschungen. (Der Hebemechanismus von Rohr und Boot sind verbunden.) Um den Gesamthorizont überblicken zu können, wurden **Multiperiskope** gebaut (6 einfache Periskope zu einem Kranz vereinigt). Geeigneter sind **Rundblickfernrohre**. Abb. 20 zeigt Aufbau und Strahlengang. Dreht sich P 1, so dreht sich gleichzeitig P 3 und das

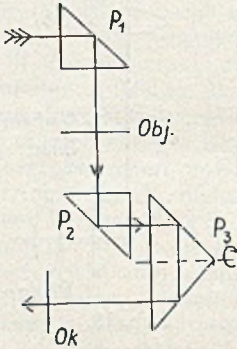


Abb. 20.

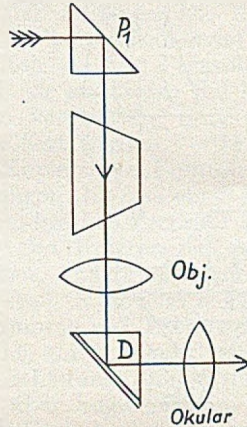


Abb. 21.

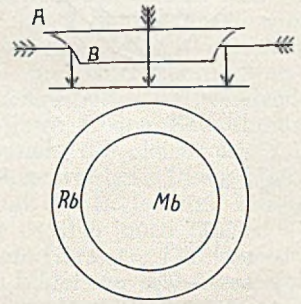


Abb. 22.

„Stürzen“ des Bildes wird wieder aufgehoben. Diese Geräte werden auch bei Feldgeschützen und Flugabwehr verwendet, um allseitiges Blickfeld zu haben. Die Marine verwendet Rundblickfernrohre, die zwischen den Umkehrlinen ein Doveprisma aufweisen. — 19. V: Aufbau nach Abb. 21. Im Schulversuch muß bei Drehung von P 1 um 90° das Doveprisma um 45° gedreht werden. In der Praxis werden diese Teile durch eine Kugelradübersetzung gesteuert. — E: Bei gleicher Blickrichtung erhält man einen „Rundblick“. (Auch als Beobachtungs- und Richtgerät der Artillerie ausgebildet.) Eine andere Art, den Gesamthorizont überblicken zu können, zeigt das Ringbildfernrohr. Abb. 22 stellt einen Horizontalschnitt durch die Ringbildlinse dar. Die von allen Seiten einfallenden Strahlen werden senkrecht nach unten reflektiert, ergeben auf einem Kreisring das Horizontbild, während in der Mitte ein Teilausschnitt (lohnendes Ziel wird darauf eingestellt) vergrößert zu sehen ist.

Das umgekehrte Prinzip wie bei den Fernrohren nutzt die Wehrmacht zur Tarnung aus, durch buntfarbigen Anstrich der Kriegsgeräte. Ein großer Gegenstand wird so in einzelne Teile aufgelöst, die kleinere Netzhautbilder ergeben. Es ist so der Gegenstand in einer Entfernung, wo er noch gut sichtbar wäre, nicht mehr als das, was er wirklich ist, zu erkennen, er verschwimmt und wird schließlich unsichtbar. Geeignete Farbenwahl macht die Täuschung vollständig.

VII. Entfernungsmesser (= Em).

Genau Beobachtungs- und Zielgeräte genügen noch nicht, es müssen auch die Entfernungen zum Ziele genau bestimmt werden können. Alle dazu verwendeten Instrumente heißen Em. (Entfernungsschätzen fällt mit wenig Ausnahmen für das Heer weg, da sich 25% Fehler ergeben, beim Abschreiten 5%, beim Abgreifen auf der Karte 2% Fehler.) Jede Entfernungsmessung beruht optisch auf der Parallaxe, mathematisch auf Dreiecksberechnung. Zur Vereinfachung wird eine Seite (= Standlinie) von bekannter Größe, ein Winkel = 90° genommen, so daß nur ein Winkel zu bestimmen übrigbleibt. Zu jedem gefundenen Winkel ist dann eine Entfernung

Truppe auch das **Meßdreieck**. Drei verstellbare Leisten mit Maßeinteilung (100 m = 1 cm). Sind Basis und Winkel ermittelt, so werden die Leisten entsprechend verstellt, daß ein dem natürlichen ähnliches Dreieck im Maßstab 1:100 entsteht, woran die Entfernung abgelesen wird. (Auch dieser Em läßt sich schulisch verwenden, wenn man geeignete Leisten hat herstellen lassen.) — Die große Basis erhöht die Genauigkeit, nachteilig sind bei den Zweistands-Em die zwei Beobachtungsstellen. Sie werden nur noch bei der Marine in Küstenaufstellung für

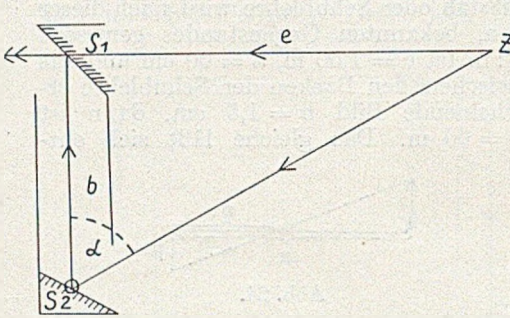


Abb. 26.

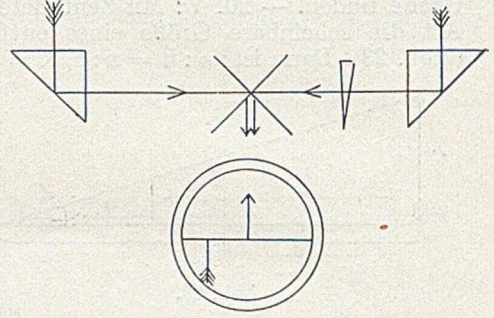


Abb. 27.

Seeziele gebraucht, gelten aber sonst als überlebt. Auch sie sind schulisch aber zu benutzen, da das Prinzip der Entfernungsbestimmung sehr durchsichtig ist und diese Em die Grundlage für die folgenden geben.

b) Bei den **Einstands-Em** liegt die Basis im Apparat. Ein Mann bedient den Em an einem bestimmten Ort. Unter Verwendung eines R, ergibt jede Einstellung sofort die gesuchte Entfernung. Grundprinzip: (Abb. 15). Ist das Ziel nicht ∞ , so sind die in die Objektivspiegel einfallenden Strahlen nicht mehr parallel und die im Mittelspiegel entstehenden Bilder müssen gegeneinander verschoben sein. Die Verschiebung ist das Maß für die Parallaxe, da Basis und R bekannt sind auch das Maß für die Entfernung. Nach der Beobachtungsart unterscheidet man: 1. **Mono-**kulare Em, 2. **Binokulare Em**. — 24. V: Aufbau nach Abb. 26 auf der optischen Bank. Sp 1 ist nur halb so hoch wie Sp 2. Während über Sp 1 hinweg das Ziel anvisiert wird, wird Sp 2 gedreht, bis auf Sp 1 das Spiegelbild vom unteren Teil des Zieles mit dem Bild des oberen Zerteiles übereinstimmen. Der Drehwinkel von Sp 2 wird bestimmt. Dann ist: $e = \operatorname{tg} \alpha \cdot b$, wenn $e =$ Entfernung, $b =$ Basis, $\alpha =$ doppelter Drehwinkel ist. — Für kleine Entfernungen im Lehrzimmer kann auch Sp 2 konstant 112° bleiben und bis zur Übereinstimmung verschoben werden. $e = b!$ — Solche Em heißen **Schnittbild-Em** und gehören zu den **Koinzidenztelemetern** (koinzident = zusammenfallend). Zur Verbesserung kann man in der Mitte zwei gekreuzte Spiegel anbringen. Bei Militär-Em werden „Scheideprismen“ verwendet (sie ergeben schärfere Trennungslinien). Bei größeren Entfernungen, stößt man bei diesen Em auf Schwierigkeiten, da die zur Koinzidenz nötige Spiegel-drehung unausführbar klein wird. Theoretisch scheint es am einfachsten zu sein, die Vergrößerungslinsen quer zur Achse zu verschieben! Das ist aber auch unmöglich, da bei einem Infanterie-Em ($b = 80$ cm, Vergrößerung 12 mal) für Entfernungen von 400 m — ∞ , ca. 0,4 mm Verschiebung nötig wäre!¹⁾ Da mechanische Verschiebung ausscheidet, bleibt nur die optische übrig. Entweder wird in den Objektivweg ein (oder zwei, gegeneinander verdrehbar) Keil oder eine Planplatte eingefügt, oder man „zerlegt“ die eine Okularlinse optisch in zwei, deren Brennweitensumme gleich der des Okulars ist und erreicht damit eine größere Koinzidenzverschiebung. — 25. V: Aufbau eines Schnittbild-Em nach Abb. 27. Der Keil wird seitlich verschoben (oder am Ort gedreht) bis die Teilbilder im Mittelspiegel ein gemeinsames Bild ergeben. Die Größe der Verschiebung (oder Drehung) ist das Maß für die Entfernung. (Eventuell Verbesserung durch Objektiv- und Okularlinsen.) — Zu dem Koinzidenz-Em gehören auch die **Inverttelemeter** (= **Kehrbild-Em**). Der obere Teil des Gesichts-

¹⁾ Angabe aus: v. HOFÉ: „Fernoptik“, S. 116.

feldes zeigt dasselbe Landschaftsbild wie der untere, nur umgekehrt! Die Messung geschieht durch Übereinanderstellen der entsprechenden Teile. Eignen sich die Schnittbild-Em besonders da, wo geradlinige Begrenzungen vorhanden sind (Marine: Schiffe, Masten, Schornsteine), so sind die Kehrbild-Em wieder gut für Feldziele mit markanten Spitzen, die im Em übereinandergestellt werden können (Infanterie, Artillerie). Die militärischen monokularen Einstands-Em haben die Basis 70 cm, 1 m bis 20 m. — 26. V: Verwendet man im Aufbau von V 26 statt einer Sammellinse eine Zerstreuungslinse, so erhält man das Bild wie im Kehrbild-Em. (Die Darstellung ist nicht ganz exakt, zeigt aber das Grundsätzliche.) — 2. Beim binokularen Em sollen plastische Bilder entstehen. An Stelle der gekreuzten Mittelspiegel treten 2 Spiegel im Augenabstand unter 90° (die Kreuzspiegel werden bis auf Augenabstand auseinandergezogen!) Um Entfernungen messen zu können, werden in den Bildebenen durchsichtige, stereoskopische Bilder einer Anzahl von Marken angebracht, die in die Landschaft hinausprojiziert werden und über ihr zu schweben scheinen, so daß sie wie km-Steine einer Landstraße im Bild erscheinen! — 27. V: (Erklärung der Meßskala im stereoskopischen Em.) a) In einen dunklen Karton werden folgende Punkte gestochen: In 5 mm Abstand eine Reihe senkrecht untereinander und im Augenabstand wieder eine Reihe 5 zu 5 mm, jedoch jeden Punkt um 1 mm nach rechts verschoben (Abb. 28 a). Sieht man nun in deutlicher Sehweite gegen Licht durch den Karton, so erblickt man eine auf den Beobachter zukommende Punktreihe. — b) Auf Millimeterpapier zeichnet man Abb. 28 b. (I, I = II, II = 30 mm Abstand, III, III = 23 mm, IV, IV = 27 mm, V, V = 32 mm.) Dazwischen hält man senkrecht zur Bildebene eine Postkarte: Nach einigen Augenblicken erscheint ein Bild und das körperlich! (Da die parallaktische Differenz der zugeordneten Punkte verschieden ist, können die Punkte nicht in einer Ebene liegen und das Ganze erscheint wie ein gebogener Draht¹⁾! — 28. V: a) Nach Abb. 15 werden die Teile zum Raumbild-Em zusammengestellt. Auf 2 Glasplatten werden die „Raumbildleitern“ (Abb. 28 a, geteilt) gezeichnet und vor die Objektive gebracht. Gegen hellen Hintergrund wird beobachtet. — b) Oder man zeichnet auf jede Platte nur eine Marke und verschiebt auf der optischen Bank die Platten während der Beobachtung gegeneinander. Die Marken „wandern“ ins Gelände, und können auf den Zielpunkt eingestellt werden. So erhält man im Versuch das Stereotelemeter a) mit fester, b) mit wandernder Skala. — Schnitt-, Kehrbild- und Raumbild-Em verglichen, lassen letzteren als den mit der natürlichsten, da zweiäugigen Beobachtung erscheinen. Da die Marken sich gegen den Himmel am besten abheben, bevorzugen den Em die Luftwaffe und die Marine. — Zur Vollständigkeit sei noch der Tripel- spiegel als Em genannt, wie er 85—100 mm groß der Wehrmacht zur Verfügung steht. Die Glaskörper sind so gebaut, daß die Winkel nicht R bilden, sondern

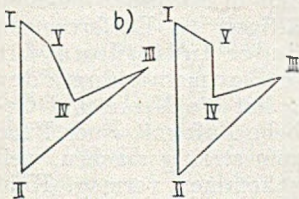
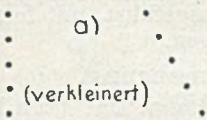


Abb. 28.

daß $\text{tg } \alpha = 1 : 10\,000$ z. B. ist. (Abb. 29). Die Entfernung kann bestimmt werden, wenn der Winkel bekannt ist und der Spiegel angestrahlt wird. $\text{Sch} = \text{Scheinwerfer}$, $\text{T} = \text{Spiegel}$, $\text{SchA} = 60 \text{ cm} = \text{gemessener Wert auf der Meßlatte}$, dann ist $e = \text{SchT} = \text{SchA} \cdot 10\,000 = 6 \text{ km}$.

Die Genauigkeit von Em ist direkt proportional dem Produkt aus Basislänge und Vergrößerung. Die zu messen-

den Höchstentfernungen sind bei Gewehren 1000 m, bei MG 2—3000 m, bei Feld- und Flakgeschützen 5—10 000 m und bei Schiffsgeschützen noch ein Vielfaches davon. Von den Em wird verlangt, daß sie bei jeder Gelegenheit be-

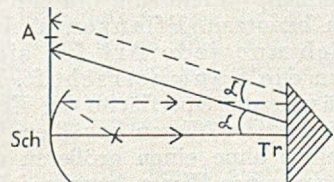


Abb. 29.

nutzbar, leicht zu handhaben sind, ein Ziel schnell aufzufinden und zu messen gestatten, und daß sie ohne Rechnung schnelle, zuverlässige Ergebnisse zeitigen

¹⁾ Diese und andere Arten des Raumsehens ausführlicher: „Prakt. Schulphysik“, 1938/9. S. 265, „Anaglyphen“, v. Verf.

(4% Fehler höchstens), mechanischen, thermischen Einflüssen, Erschütterungen gefahrlos standhalten: wahrlich allerhand Forderungen für ein solches Präzisionsinstrument! Um allen diesen Ansprüchen gerecht zu werden, sind die Endspiegel durch Pentaprismen ersetzt und die mittleren Teile in einem besonderen Rohre kardanisch aufgehängt. Trotzdem müssen die Em hin und wieder berichtigt werden. Man geht davon aus, daß wenn eine Entfernung richtig an gezeigt wird, auch alle anderen richtig sind, stellt den Em auf und in geringem Abstand davor eine Justierlatte

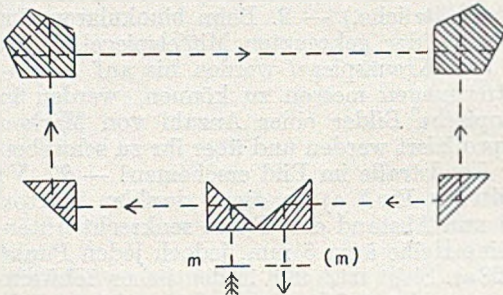


Abb. 30.

mit Marken im Abstand der Basislänge, so daß die Strahlen parallel einfallen (als wenn der Gegenstand im Unendlichen stände). Nun wird der Em nach Höhe und Breite berichtigt. Da diese „Außenjustierung“ nicht immer möglich ist, hat man die größeren Em mit „Innenjustierung“ ausgerüstet. Durch eine Hebelbewegung werden die Objektivprismen durch Pentaprismen verdeckt und eine Marke vor das Okular geschoben. Nach 6 facher Totalreflexion und 2 facher Reflexion wird beim Berichtigen das Markenbild im anderen Okular abgebildet (Abb. 30).

Leider konnte nur das Notwendigste gebracht werden. Trotzdem ist gezeigt, wie mit geringen Mitteln die wichtigen wehroptischen Fragen veranschaulicht und und in den Unterricht eingeflochten werden können, um unsere Jungen wehrtüchtig zu machen. Dann werden sie in einigen Jahren mit mehr Verständnis und Interesse ihren Dienst als Soldat tun!

Pflanzen- und Tierwanderungen.

Ein Beitrag zur Soziologie der außermenschlichen Organismen- und der Menschenwanderungen.

Von ERNST SCHULTZE in Leipzig.

Organische Wesen sind nicht denkbar ohne Bewegung. Je höher sich das Leben entwickelt, desto mehr steigt die Fähigkeit dazu. Die primitivsten Organismen haben nur geringe Eigenbewegungen. Sie beschränken sich zunächst auf die Benutzung motorischer Kräfte der anorganischen Welt (Wind- und Wasserströmungen), später erst gelangen sie zu kräftigeren Eigenbewegungen. Die Tierwelt löst sich von dem Standort, während die Pflanze an ihn gebunden ist. Dabei wird die Eigenbewegung des Tieres ursprünglich von dem gesamten Körper ausgeführt, mit fortschreitender Arbeitsteilung aber einzelnen Gliedmaßen übertragen.

1. Raumverlangen, Wanderkampf, Pflanzenvermehrung.

Alle organischen Gebilde streben nach möglichst weitem Raum. Das kann in doppelter Art geschehen: entweder um ihn durch den eigenen Körper auszufüllen oder zu beherrschen, so daß keine anderen Individuen ihn in Anspruch nehmen können, — oder um ihn zur Ortsveränderung, zum Bewältigen von Entfernungen zu benutzen. Pflanzen und Tiere führen deshalb, jedes Individuum für sich und jede Art für sich, einen Kampf um die Raumnutzung oder um die Raumherrschaft. Die biologische Entwicklung hat die Meere und Gewässer, die Oberfläche der Erde und die über ihr befindliche Luft mit einer Fülle organischer Wesen bevölkert, die sich gegenseitig den Raum streitig machen, weil keines ohne einen größeren oder geringeren Raum auszukommen vermag. Kein organisches Wesen kann am Leben bleiben, wenn es sich nicht ernährt, und dazu bedarf es eines gewissen Raumes, um aus Erde, Wasser oder Luft Nahrungsstoffe an sich zu ziehen oder aber andere Wesen zu töten. Es wird noch zu zeigen sein, daß das letztere Verfahren, auf dem das Wesen aller fleischfressenden Tiere (zumal also der Raubtiere) beruht, zu starken und ausgedehnten Wanderungen zwingt. Auch für die pflanzenfressenden Tiere jedoch ist eine reichliche Ausnutzung des Raumes er-

forderlich, weil sie ihre (fest im Boden wurzelnde) Beute aufsuchen müssen. Nicht minder endlich führt die eingewurzelte Pflanze einen Kampf um den Raum — und mehr noch der Samen, durch den sich ihre Art ausbreitet.

Pflanzen sowohl wie Tiere sind allmählich aus Wasserbewohnern zu Sumpfbewohnern und dann zu Land- und Luftbewohnern geworden. So haben beide Gruppen der organischen Welt immer größere und weitere Räume durch Wanderungen erobert. Vielleicht kann man behaupten, daß sich der feste Boden wirtschaftlich besser für die Lebensvorgänge von Pflanzen und Tieren ausnutzen läßt als das Wasser, und wiederum die Luft besser als das Land. Jedenfalls beobachten wir, daß die Mannigfaltigkeit der Daseinsbedingungen im Wasser geringer ist als auf dem Erdboden und daß sie im Luftraum noch weiter zunimmt.

Der Kampf ums Dasein, der in der gesamten organischen Natur herrscht, spielt sich vielfach als ein Kampf um den Raum ab. Unter den Pflanzen fällt er am meisten bei solchen ins Auge, die der eigenen Ortsbewegung, sobald sie Wurzel geschlagen haben, nicht mehr fähig, vielmehr an ihren Standort gebunden sind, in dessen durch Samenflug, Bestäubung oder Befruchtung ihren Siedlungsraum ausdehnen können. Zunächst führen sie am eigenen Standort einen erbitterten Kampf um den Raum. Eine Pflanze nimmt der anderen das Licht fort, das für sie alle (mit Ausnahme der Verwesungspflanzen) ein unentbehrlicher Ernährungsfaktor ist. Ihr Kampf um den Raum geht so vor sich, daß jede Pflanze sich nach allen drei Dimensionen auszudehnen trachtet: sowohl in die Breite und Länge (durch strahlenförmige Ausdehnung, wobei in der Regel die wichtigeren Organe im Zentrum bleiben, während die übrigen nach außen vorgeschoben werden), wie in die dritte Dimension der Höhe und Tiefe.

Je mehr die Pflanze wächst, desto mehr Raum nimmt sie nach allen Seiten in Anspruch. Ich wähle als Beispiel, das wir der Pflanzenstatistik verdanken, die allmähliche Ausdehnung des Standraumes, den eine Kiefer in den verschiedenen Altersstufen nötig hat:

Alter der Kiefer	Erforderlicher Standraum in qm
25jährig	0,6
50 „	1,99
100 „	6,83
150 „	15,05

Während demnach auf einem Hektar noch 16600 Stück 25jährige Kiefern gedeihen können, reicht derselbe Raum, wenn die Kiefern 150 Jahre alt geworden sind (auch ohne etwaige Bodenverschlechterung), nur noch für 663 Stück, mithin nur für etwa $\frac{1}{25}$ der ursprünglichen Anzahl¹⁾.

Die Forstwirtschaft sorgt, um der Entwicklung der von ihr ausgewählten Bäume die nötige Bewegungsfreiheit zu schaffen, für das allmähliche Lichten des Standraumes. Wo dies nicht geschieht, werden die Bäume kümmerlich, weil sie zu wenig Platz haben, viele von ihnen gehen dann zugrunde, nur die kräftigsten entwickeln sich zu rechter Stärke.

Wie scharf ist ferner der Raumkampf der Pflanzen nach unten und oben! In der Tiefe führen ihre Wurzeln einen unablässigen Kampf miteinander, in der Höhe die Zweige. Vielfach muß die Pflanze aber auch mit Schmarotzern kämpfen, die sich nicht nur von ihrem Lebenssaft nähren, sondern die auch mit Hilfe der sich nach oben streckenden Wirtspflanze in das Licht gehoben werden wollen. So bilden die größeren Tange des Meeres (wie die Sargassum- und Cystisyrta-Arten) förmliche unterseeische Wälder, sie tragen sogar auf ihren zahlreichen Verästelungen viele andere kleine Überpflanzen (zumal Florideen), und diese selbst sind wieder mit winzigen Diatomazeen überkleidet. Botaniker vergleichen diese hohen, vom Meeresgrunde sich mächtig erhebenden Tange mit tropischen Bäumen, die über und über mit Orchideen und Bromeliazeen bewachsen sind, welch letztere selbst wieder von Moosen und Flechten überwuchert erscheinen.

So nehmen in jedem Wald (auf dem Erdboden wie unter dem Wasserspiegel) die hohen Bäume dem Nachwuchs Licht und Kraft. Auf dem Lande werden die emporkommenden jungen Pflanzen durch Tropfenfall beschädigt oder es wird ihnen

¹⁾ Ich zitiere diese Feststellungen CAJANDERS nach WALTER ZIMMERMANN: Pflanzensoziologie (Forschungen zur Völkerpsychologie und Soziologie. Herausgegeben von RICHARD THURNWALD. X 2. Leipzig 1931, S. 19—70), S. 27.

durch die Wurzeln der schon angesiedelten der Boden eingeschränkt. Die Kokospalme läßt an ihrem Siedlungsort überhaupt kein Unterholz zu, sie kann richtig gedeihen nur, wenn sie einzeln steht.

Zudem gibt es Pflanzen, die nicht an ihrem Siedlungsort bleiben, sondern sich weiterbewegen und in kurzen Zeitabschnitten neues Gelände erobern — wie das Schilf, die syrische Seidenpflanze, die kanadische Wasserpest.

Ist reichlicher Boden vorhanden, kann die Pflanze durch Klettern oder gefestigte Stamm- und Astbildung Raum in der Höhe und für die seitliche Entwicklung gewinnen, so vermag sie sich ungeschlechtlich durch knospende Wurzeln, Ausläufer und Zweige zu vermehren. Ist dagegen der Raum beschränkt, so kann die Eroberung neuen Geländes für die Art zweckmäßig nur auf geschlechtlichem Wege, durch Ausstreuen von Samen, erfolgen.

„Das Sprichwort: ‚Der Apfel fällt nicht weit vom Baume‘ entspricht nicht ganz der Raumökonomie des Apfelbaumes. Der Apfel soll fortrollen, er soll auch nachher noch mittels der fleischigen Umhüllung der Samenkerne Konsumenten anlocken, welche diese in weite Fernen schleppen. Die Samen sind eben als Wanderformen zu betrachten, und sie müssen deshalb um so besser für die Wanderung ausgestattet werden, je karglicher die Elternindividuen leben. Pflanzen auf dürem Boden erzeugen gewöhnlich mit Flugvorrichtungen versehene Nachkommen (Pseudokazien, Kanadisches Wollkraut usw.). Andere wieder besitzen aufspringende Samenhülsen (Kiefern, Araukarien, Balsaminen usw.). Die meisten aber ziehen durch den Geruch, die Schmackhaftigkeit und die schönen Farben des Fruchtfleisches oder des fleischigen Fruchtbodens Tiere oder obligate Überträger heran. Hingegen vermehren sich dünne, schlanke, hinsichtlich des Raumes sehr sparsame Individuen, wie z. B. Erdbeeren, Brombeeren usw. durch natürliche Stecklinge, wobei die Zweige selbst sich zur Erde neigen und sofort in derselben Wurzel treiben²⁾.“

Die Bewegungen der Pflanze bestehen vorwiegend aus einem Sichwenden und Sichdrehen einzelner Organe, wie es scheint ohne zentrale Anregung. Trotzdem dringt jede einzelne Pflanze und jede Pflanzenart erobernd vor. Sowohl im Keimprozeß wie im weiteren Wachstum drängt sie nach oben, nach den Seiten, nach unten. Sie schiebt Individuen der gleichen und fremder Arten beiseite und kämpft so nicht nur um ihr Leben, sondern auch um die Ausdehnung ihres Standraumes. Auf diese Weise vollzieht sich unaufhörlich ein Prozeß der Auslese der kräftigsten, rücksichtslosesten Individuen und ebenso der für die vorhandenen Lebensbedingungen am besten ausgestatteten Art.

2. Koloniebildungen in der Pflanzenwelt.

Kann man bei der einzelnen Pflanze, soweit sie nicht (wie die obengenannten Arten) zur eigenen Fortbewegung eingerichtet ist, nicht von der Eroberung neuen Geländes sprechen, außer eben in dem unmittelbaren Umkreis des Platzes, an dem sie zu keimen begann, so wandert die Art mit ihren Samen. Das kann über weite Entfernungen geschehen, unabhängig von dem Willen der Einzelpflanze (selbst wenn wir eine Beseelung der Pflanzen annehmen) und doch überaus wirksam.

Ein eigenartiger Zusammenhang besteht zwischen der Wanderbeweglichkeit der Samen und der Art des Standortes der Pflanzen, und zwar scheint mir hier derselbe Unterschied vorzuliegen wie bei dem Menschen. Die auf Wüstenboden lebenden Pflanzen haben nämlich vorwiegend beflügelte, mit Federkronen oder anderen Flugvorrichtungen ausgerüstete Samen (so die Disteln, die Zichorien, die Wildreben usw.), während die auf gutem, nahrungsreichem Boden wachsenden Pflanzen entweder aufspringende Schoten (wie die Bohne, Kohlarten, Kleesorten usw.) oder in Kapseln aufbewahrte Früchte (Mohn usw.) haben. Findet doch der Samen der auf gutem Boden wachsenden Pflanze hinreichende Nahrung schon in nächster Umgebung, während die auf kargem Boden wurzelnden Pflanzen ihren Samen sehr viel wanderbeweglicher gestalten müssen. — Ist das nicht ein ähnlicher Unterschied, wie wir ihn zwischen den wanderbeweglichen und klimaharten Nomaden der Steppen und Wüsten gegenüber den so viel weicheren, bequemeren Menschen der fruchtbaren Niederungsgebiete beobachten?

Wir vermögen uns keine Vorstellung davon zu machen, wie die ursprünglich nur aus Gesteinen bestehende Erdoberfläche, soweit sie nicht mit Wasser bedeckt

²⁾ EMANUEL HERRMANN, Sein und Werden in Raum und Zeit. 2. Aufl. Berlin 1889. S. 264.

war, allmählich von Pflanzen besiedelt wurde. Heute aber sind (mit Ausnahme der über die Vegetationsgrenze emporragenden Berghöhen, der Firne, der Polarkappen der Erde und der Karstgebiete, welche letztere vielfach durch menschlichen Raubbau entstanden sind) alle Teile der Erdoberfläche einschließlich der Meere von Pflanzen bedeckt: von frischen Rasenteppichen, von Sumpfgräsern, von majestätischen Wäldern; wie auch das Meer von Tangen, Algen und von dem mikroskopisch kleinen Plankton erfüllt ist. So ist die Erde wohnlich und fruchtbar geworden. Erst durch die wandernde Ausbreitung der Pflanzenwelt hat sie jene Daseinsbedingungen erhalten, die für alles tierische und daher auch alles menschliche Leben erforderlich sind.

Die Besiedlung der Erde durch Pflanzen kann nur durch Pflanzenwanderungen erfolgt sein. Wie sie für jede einzelne Art vor sich gegangen ist, das sucht die Pflanzengeographie zu erforschen: für die historischen Zeiträume unterstützt von geschichtlichen Überlieferungen, für die vorhistorischen von der Paläontologie.

Den Gesamtvorgang der planetaren Pflanzenwanderungen haben wir uns wohl so zu denken, daß gleichzeitig mit der Differenzierung der Arten jede einzelne um sich zu greifen suchte, indem sie Ableger vorschob, solange sie sich noch nicht durch Samen fortpflanzte. Die schnellsten und weitesten Eroberungen sind solchen Pflanzenarten gelungen, die mit den besten Samenflugvorrichtungen ausgestattet waren. Alle sich ungeschlechtlich vermehrenden Pflanzen konnten gleichsam nur Vorposten weiter ins Land schieben, während die mit Samenflug versehenen auswärtige Kolonien begründen und von letzteren abermals Schwärme junger Keimindividuen weiter hinaus entsenden konnten.

3. Die Wanderkraft der pflanzlichen Genossenschaften.

Insbesondere ist aber den Pflanzenwanderungen der Zusammenschluß von Pflanzen verschiedener Art zu Genossenschaften oder Gesellschaften zuzustatten gekommen. Durch sie sind jene reichgliederten Pflanzenteppiche und Waldgemeinschaften ins Leben getreten, die das einmal eroberte Gebiet nicht wieder hergeben, obwohl sie kaum noch Verteidigungswaffen besitzen. Ist es ihnen doch gelungen, einen Gleichgewichtszustand des benutzten Bodens zu schaffen, einen regelten Haushalt, der auf einem in sich geschlossenen Stoffwechselkreislauf beruht.

Das Arbeitssystem der Pflanzengesellschaften macht, wie die Pflanzensoziologie ergründet hat, eine geschlossene Organisation notwendig, innerhalb deren die Vegetation sich im Ausmaß ihrer Kräfte bereichert, als Wiese oder als Wald.

„Um diese geschlossene und im Gleichgewichtszustand befindliche zentrale Organisation nehmen in Erosionsgebieten die Pioniere, in den abflußlosen Gebieten dagegen die Nachposten Platz; da sich hier die Arbeit in dem Maße vermehrt, in dem die Vor- oder Nachhutorganisation vom Mittelpunkte fern ist, beschränkt sie sich immer mehr auf die unmittelbare Bearbeitung der Oberfläche: in Erosionsgebieten auf die Verwitterung der Felsen, auf das Binden der Gerölle, auf die Bereitung des Humus; in abflußlosen Gebieten auf das Auffangen und die Verwertung des niederfallenden Staubes, auf die Verwertung der mit dem fließenden Wasser ankommenden Rohstoffe und auf die Ausmerzung der zurückbleibenden schädlichen Produkte.

Dieses pflanzensoziologische Arbeitssystem charakterisiert ebenso die Vegetationsniederlassungen der größeren Gebiete, die Verteilung von Pflanzengesellschaften in größeren Gebirgsgegenden und den von diesen eingekreisten oder begrenzten Ebenen, als auch in kleinen, z. B. in einem Sanddünengebiet den Zusammenhang der Pflanzengesellschaften der Sandrücken und ihrer Täler. Überall begegnen wir Pflanzengesellschaften und ihrer Arbeit, die das Arbeitssystem aufrechterhalten, und der Arbeitsteilung, die die Niederlassung an der Oberfläche ermöglicht und ihr trotz fortwährender exogener Veränderungen der Oberfläche Gleichgewicht und Beständigkeit gibt.“

Eine Pflanzengesellschaft höherer Ordnung, wie wir sie namentlich in der Wiese und im Wald vor uns sehen, besitzt eine außerordentliche Widerstandskraft gegen die Umwelt. Vor allem vermag sie sich fremder Zuwanderer erfolgreich zu erwehren. So ist der geschlossene Rasenteppich der Wiese (von der die Pflanzensoziologie drei Arten unterscheidet: Gesellschaften der saftgrünen, reichblättrigen

³⁾ RAYMUND RAPAIS, Versuch einer Gesellschaftslehre der Pflanzen (Forschungen zur Völkerpsychologie und Soziologie. Herausgegeben von RICHARD THURNWALD. X 2. Leipzig 1931. S. 1—17), S. 12f.

Gräser bilden die eigentlichen Wiesen; graugrüne, hagere, meist kurze Gräser sind die Hauptelemente der Steppen; die Riesengräser endlich bilden die Savannen) nicht nur fähig, gewissen Wirkungen und Veränderungen der Atmosphäre und des Bodens Widerstand zu leisten, sondern auch das Eindringen neuer Elemente zu verhindern und so das bestehende Gleichgewicht zu sichern und zu erhalten. Wandern fremde Pflanzenkeime, durch Windströmungen oder durch Tiere herbeigeführt, in eine Wiese ein, so gehen sie in dieser ausgebildeten Pflanzengesellschaft, falls sie keiner der dort lebenden Arten entsprechen, zugrunde, bevor sie erstarren können. Gelingt es jedoch fremdem Eingriff, rühre er nun von welcher Kraft immer her, den geschlossenen Rasen zu beschädigen, so ergänzt die Lebensgemeinschaft der Wiese die verlorenen Teile binnen kurzem wieder.

Nach außen hin aber dringt die Wiese erobernd vor (wie wir später sehen werden auch der Wald), wo ihr nicht unübersteigbare Hindernisse feste Schranken setzen. Selbst einen Wasserlauf überspringt sie. Nur wenn sie auf unfruchtbares Gestein oder auf eine ebenso kräftige andere Pflanzengesellschaft stößt, macht sie Halt.

Wiese und Wald, diese beiden wichtigsten Pflanzengesellschaften, „bilden die höchste Macht der Pflanzenwelt⁴⁾“. Einen Rückgang erfahren sie, soweit nicht gewaltsame Eingriffe durch Naturkatastrophen, Niedertreten durch Großtiere (zumal Dickhäuter) oder Zerstörungen durch Menschenhand erfolgen, (soweit ich sehe) nur dort, wo sie sich an ungeeigneter Stelle ansiedeln; genau wie menschliche Siedlungen. Besonders gilt das von abflußlosen Gebieten, in deren Boden sich schädliche Stoffe anhäufen können, so daß die Vegetation allmählich verkümmert. In nassem Klima bilden sich dann Torfmoore, an zeitweise austrocknenden Stellen Heiden, im hohen Norden Tundren. Ist das Klima hingegen trocken, so versalzt der Boden. In beiden Fällen möchte ich von einer Entartung der ursprünglich siegreichen wandernden Pflanzengesellschaft sprechen.

4. Die Wanderkraft menschlicher Siedler.

Zu der hier erörterten Ausbreitungskraft pflanzlicher Genossenschaften und zu ihren Mißerfolgen auf ungeeignetem Boden bietet die Geschichte der menschlichen Wanderungen mancherlei bedeutsame Parallelen. Ich beschränke mich hier darauf, nur die wichtigsten anzudeuten.

Allbekannt ist der Mißerfolg von Siedlungen auf ungeeignetem Boden. Ist er zu feucht oder heftigen Winden zu stark ausgesetzt, liegt er in ungeeigneter Umgebung oder inmitten einer feindlichen (pflanzlichen, tierischen oder menschlichen) Umwelt, so können sie nicht Boden fassen, sie verkümmern und über kurz oder lang gehen sie zugrunde.

Wichtiger scheint mir eine andere Parallele zu sein: die Unkraft neuer menschlicher Siedlungen, den Boden festzuhalten, wenn es nicht gelingt, die Menschen zu einer in sich geschlossenen Gemeinschaft (nenne man sie Organismus, Genossenschaft oder wie immer) zusammenzuschließen. Auch das klingt wie eine Binsenwahrheit — und ist es doch leider durchaus nicht. Denn immer wieder wird ihr von den Siedlern selbst oder von den Menschen, die die Ansiedlung veranlassen, zuwidergehandelt. Insbesondere geschieht das dort, wo in einem Lande, das der Einwanderung sachverständiger und tatkräftiger Bauern dringend bedarf, die Regierung bemüht ist, dafür zu sorgen, daß nicht etwa geschlossene fremdnationale Siedlungen innerhalb ihrer Grenzen entstehen. Bis vor wenigen Jahrzehnten hatte man dagegen nichts einzuwenden, weder in den Vereinigten Staaten, wo sonst die praktische Besiedlung vielfach unmöglich gewesen wäre, noch in Kanada, aber auch in Brasilien nicht und ebensowenig in Südafrika oder Australien.

Die Geschichte der Siedlungen im Fünften Erdteil ist ungemein kennzeichnend für die Kraft, mit der menschliche Genossenschaften im Boden Wurzel schlagen. Hier begann die große deutsche Zuwanderung 1838 mit einer Gruppe von Männern, Frauen und Kindern, die von GOSSNERSchen Missionaren geführt wurden. Noch im selben Jahr setzte die organisierte alt-lutherische Einwanderung nach Südastralien ein. In den nächsten Jahren wurde eine ganze Anzahl von

⁴⁾ Rapais, S. 16.

deutschen Dörfern in Australien gegründet: Klemzig, Lobetal, Schönthal, Bethanien, Langmeil und viele andere. Besondere Bedeutung errang Hahndorf. — Was die deutschen Bauern in diesen Dörfern (zumal in Südaustralien) für den Aufbau der Landwirtschaft, des Weinbaus, der Molkereiwirtschaft und des Gemüsebaus geleistet haben, ist staunenswert, und nicht minder ihre Bodenständigkeit, die sich durch keine Krisis entwurzeln ließ⁵⁾.

An diesen Dörfern, die sehr schnell festwurzelten, während so manche andere Siedlung verging, läßt sich ein Gesetz der Siedlungssoziologie ablesen, für das ich zahlreiche weitere Beispiele nennen könnte: eine Siedlung faßt um so schneller Wurzel und gedeiht um so schneller, je enger der Zusammenhang unter ihren Mitgliedern ist. Sie kann also auch nur dann krisenfest werden, wenn diese Voraussetzung erfüllt ist.

Siedlungspolitisch ergibt sich daraus die Forderung, daß man möglichst davon absehen sollte, Menschen der verschiedensten Art wie einen Haufen Sand auf irgendeine Stelle zu streuen und ihnen einheim zu geben, dort heimisch zu werden. Nein, der Erfolg ist nur gewährleistet durch eine innere Zusammenarbeit der Siedler. Man muß ihnen deshalb nicht nur erlauben, sondern sie darin bestärken, an den Gewohnheiten ihrer alten Dorfgemeinschaft, an Sitte und Brauchtum, an ihren kirchlichen, kulturellen und nationalen Bindungen festzuhalten. Nur wenn der Sinn der Nachbarschaft lebendig ist, entsteht eine wirkliche Siedlungsgemeinde.

Wo man hingegen die Siedler im neuen Lande mit allen möglichen Fremden durcheinanderwürfelt, da können sie nicht heimisch werden. Das Klima ist ihnen fremd, die Zusammensetzung der Pflanzen- und Tierwelt ist nicht die gewohnte, das Wachstum ist ein anderes, die Ernte steht unter anderen Gesetzen. Dazu kommt die innere Vereinsamung, die schwerere körperliche Arbeit, das Entbehren der gewohnten Bequemlichkeiten, das völlige Angewiesensein auf sich selbst und die eigene Familie.

Insbesondere die Frauen müssen sehr viel entbehren, was ihnen lieb und wert ist. So verschieden ihre Bedürfnisse im einzelnen sein mögen — auf Pflege und Schmuck des Heims, auf Kleidung und mindestens diese oder jene Vergnügung, vor allem auf gesellschaftliche Beziehungen zu anderen Menschen und auf die Freude, sich mit ihnen auszusprechen, legen sie alle Gewicht. Wo ihnen durch eine fremdartige Umgebung die Möglichkeit dazu genommen wird, da zerbrechen gar manche.

Sehr bezeichnend ist, daß namentlich in Südafrika vielfach über die „nervöse Spannung“ gar mancher Siedler geklagt wird. Bei Männern und mehr noch bei Frauen der weißen Siedler im südafrikanischen Hochland zeigen sich ganz ähnliche Erscheinungen, wie sie auch in den Eiswüsten des nördlichen Kanada und Alaskas hervortreten. Auch hier wird oft über eine nervöse Spannung geklagt, die das Leben schließlich zur Qual machen kann.

Meines Erachtens ist sie ein unvermeidliches Ergebnis der Einsamkeit. Nur darf man unter Einsamkeit nicht den allgemeinen, gleichsam rohen Sinn des Wortes verstehen. Vielmehr kann man sich außerordentlich einsam fühlen, wenn man von noch so vielen Menschen umgeben ist, unter denen sich aber niemand befindet, mit dem man gesellig verkehren, Gedanken oder Gefühle austauschen kann. In diesem Sinne pflegen große Männer fast immer einsam zu sein. Auch wenn wir nur den Durchschnittsmenschen in Betracht ziehen, kann er sich entsetzlich einsam fühlen, sobald er dauernd nur von Menschen umgeben ist, die eine andere Sprache reden oder anderen Glaubens sind, oder eine andere Hautfarbe haben, kurzum zu denen er (ganz allgemein gesprochen) keinerlei innere Beziehungen hat. — Das aber ist die Lage vieler Weißer in Afrika. Namentlich der Siedler in der Bahnbrecherzone („Pionierzone“) und ganz besonders seine Frau und seine Töchter leiden oft schwer unter solcher Vereinsamung. Fast sämtlich stammen sie aus Verhältnissen, in denen sie weit größere Abwechslung hatten. Da konnten sie, wenn sie auf dem Lande lebten, in die nächste Kleinstadt fahren, Schaufenster besichtigen, Einkäufe machen, Theater, Kino oder Klub besuchen. In der Einsamkeit an der Grenze der Zivilisation

⁵⁾ Vgl. AUGUSTIN LODEWYCKS, Die Deutschen in der australischen Wirtschaft. (8. Heft meiner Sammlung „Wirtschaftlich-soziale Weltfragen.“) Stuttgart 1938.

fehlen ihnen alle diese auffrischenden Dinge. Höchstens gibt es eine ländliche Bücherei, aus der sie Bücher erhalten können — und das Grammophon. Glücklicher, wer ein betriebsfähiges Radio besitzt.

Immerhin hat der weiße Siedler mancherlei zu tun. Er muß hier und da zu packen, um seine farbigen Arbeitskräfte richtig anzuleiten, und er kann Pläne schmieden, wie sich sein Besitztum am besten bewirtschaften und wie es sich verschönern ließe.

Seine Frau aber leidet viel schwerer in der Zone der Vereinsamung. Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß in Neuländern die Lebensbedingungen für die Frau weit härter sind als die für den Mann. Gilt das schon von der Hinterwäldlerfrau, wie wir sie etwa aus der Geschichte der Westwanderungen der Vereinigten Staaten kennen, so noch mehr von der weißen Siedlerfrau in den subtropischen Gebieten der Pionierzone in Afrika. Ihr wird es obendrein leicht zum Verhängnis, daß sie zu wenig zu tun hat, weil ihr ja farbige Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, so daß ihre eigene Tätigkeit vorwiegend in deren Überwachung besteht.

Dieses sozial-psychologische Problem hat für die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung ganz besonderes Schwergewicht insofern, als der wirtschaftspolitische Wunsch, den die Regierung der Südafrikanischen Union mit aller Kraft verfolgt, eine Trennung (Segregation) der Wohngebiete der Weißen und der Farbigen herbeizuführen, dadurch zum Scheitern verurteilt werden könnte. An sich wäre es denkbar, daß die farbigen Arbeitskräfte auf den weißen Siedlungen durch Maschinenkraft zunächst in kleinem Umfange durch billigen elektrischen Strom ersetzt werden. Damit würden aber aus der menschlichen Umwelt der Farmer auch die Farbigen verschwinden. Übrig würden nur die eigenen Familien bleiben. — Es ist sehr zu bezweifeln, ob die weißen Siedlerfrauen, die jetzt schon über ihre nervenaufpeitschende Einsamkeit klagen, das aushalten könnten. So gut wie gewiß scheint mir zu sein, daß der unverheiratete Farmer unter diesen Umständen eine weiße Frau kaum mehr finden würde.

Die Reize des Lebens in der neuen Umwelt liegen in der weit größeren Freiheit und Unabhängigkeit, in dem stolzen Besitz einer Bodenfläche, die in Europa für den Mittellosen unerschwinglich ist, und in der Verbreiterung des Herrenbewußtseins. Aber das sind alles Dinge, die vor allem den Mann locken und ihm zugute kommen, nicht der Frau.

Allein auch der Mann braucht als Gegengewicht für die schwere Belastung in einer Umwelt, die ihn vereinsamt, Hilfe bei besonders schweren Aufgaben, nicht nur bei Krankheit. Auch er verlangt nach bescheidenen Festen und nach der Aussprache mit Nachbarn und Gesinnungsgenossen.

Wird ihm dieser Wunsch erfüllt, so wurzelt er sich im Boden ein. Sonst aber bleibt sein Zusammenhalt damit oberflächlich, und bei erster Gelegenheit geht er wieder davon.

Es ist deshalb ein schwerer Fehler, wenn die Einwanderungsbehörde etwa in Brasilien am liebsten ein buntes Gemisch von Nationalitäten durcheinandersiedeln möchte. Schon vor 50 Jahren fanden darüber in Rio Grande do Sul und an anderen Stellen lebhaftere Erörterungen statt. Wieviel Menschenkraft ist in Brasilien nutzlos versickert, ohne eine Spur, ohne auch nur ein Andenken zu hinterlassen! „Glanzvolle Pläne, in die viel Geld gesteckt wurde und die aus Europa Scharen von soliden Bauernsöhnen oder auch wurzelloses Volk herbeigelockt haben, sind an falscher Ortswahl, an falscher Auslese der Siedler, an schlechtem Klima, mangelnden Verkehrswegen usw. gescheitert. Südlich von Santos bei Cannanea oder auch im Innern von Parana kann man jetzt noch den Ausklang solcher Tragödien erleben, und im Staate Sao Paulo, in Minas Geraes, in Matto Grosso trifft der Kundige immer wieder einen blonden Einzelnen mit deutschem Namen, der nicht mehr Deutsch kann. Schon sein Vater ist in die Tiefe geschichtslosen und verbrauchten Gelegenheitsarbeitertums hinabgesunken⁶⁾.“ Hingegen haben sich andere Kolonien (wie etwa Joinville) trotz ungünstiger Lage und vieler Rückschläge dank der Energie und der besonderen Auslese der Kolonisten zu Industrie- und Landwirtschaftsmittelpunkten von bestem europäischem Gepräge emporgearbeitet.

⁶⁾ HERMANN ULLMANN, Land der Zukunft. Reise in Brasilien. Jena o. J. (1937), S. 80f.

Charakteristischergab sich immer wieder, daß die Siedler jeder einzelnen Nationalität, selbst wenn die Behörden ein solches Durcheinandersiedeln erzwingen, durch Verkauf und Tausch ihrer Grundstücke wieder zusammenrückten. Auch die konfessionelle Gemeinschaftsbildung spielt eine große Rolle. Die Zähigkeit, mit der sich die Mennoniten trotz ihrer Schicksale erhalten, zeugt von der Bedeutung des Gemeinschaftslebens für das äußere Gedeihen jeder Siedlung.

Oft ist der Erfolg japanischer Siedlungen in dieser Richtung hier zu suchen — wo solche in der Tat eingetreten sind. Denn in der Regel fühlt sich der japanische Siedler nur dort wohl, wo er gruppenweise auftritt. Gerade die Angehörigen der unteren Schichten sind so stark mit ihrer Familie und ihrer Sippe verknüpft, daß sie nicht ohne solchen unmittelbaren Rückhalt leben mögen. Es ist ein grundlegender Unterschied zwischen der Energie, mit der die tatkräftigsten aller Siedler, die weißen Pioniere des Westens in den USA., die Wildnis eroberten, jeder für sich, in eigener Blockhütte, fern von allen anderen — und dem gruppengebundenen Japaner, der nicht alleinstehen kann, sondern der engsten Anlehnung an Stammesgenossen bedarf. Typisch für diese geringe Kolonisationskraft ist es, daß die ersten Ansiedler in dem menschenleeren Südseeparadies, die Erfolg hatten, nicht Japaner, sondern weiße Männer waren, die sich mit braunen Frauen von Honolulu aus 1830 auf der Peelinsel ansiedelten⁷⁾.

Nur sehr selbständige und willenskräftige Menschen gewöhnen sich an eine neue, sie zunächst abstoßende Umgebung. Dann söhnt man sich mit der fremden Umwelt allmählich aus — bis man schließlich nicht mehr von ihr lassen kann. Der Inhaber eines Gasthofes im Saharagebiet, der 14 Jahre lang keine Stadt mehr gesehen hatte, erzählte dem deutschen Afrikaflieger FISCHER VON POTURZYN: „Es geht uns allen so. Zuerst ein großer Schmerz, daß man in der Wüste leben muß. Nach 3 Jahren ein Sichhineinfinden, nach 10 Jahren ein Nichtmehrherauswollen. Die Sahara packt jeden, und alte Offiziere, wenn sie in Pension gehen, nachdem sie ihr Leben hier geführt, die lassen sich höchstens in Bechar nieder, wo sie den Hauch der Wüste verspüren⁸⁾.“

Sehr viel leichter und schneller erfolgt das Festwurzeln, wenn die Siedler mit Familien kommen und wenn sie mit anderen Siedlern derselben Nationalität und Sinnesart eine Gemeinschaft bilden. In den deutschen Kolonien in Rio Grande und in anderen Teilen Brasiliens liegt die durchschnittliche Kinderzahl immer noch bei 8. Die Folge ist, daß hier den ursprünglichen Siedlungen der Boden bald zu knapp wird und daß sich dieser Vorgang des öfteren wiederholt. Regelmäßig senden daher junge Familien Neusiedlergruppen in die Urwaldgebiete des Uruguay und in die Tiefen des Berglandes von Sta. Catharina aus. Es ist bemerkenswert, daß in den letzten Jahren diese naturhafte Siedlung, die der erfahrene und seit langem ansässige Siedler mit Hilfe von einheimischen Landesgesellschaften aus sich heraus entwickelt hat, viel bedeutsamer gewesen ist als die europäische Zuwanderung, die oft auf weiter ausgreifenden Plänen aufgebaut war. Durch die Wanderkraft der eingewurzelten deutschen Siedlungskolonien in Rio Grande do Sul sind weite Urwaldgebiete zu blühenden Frucht- und Gartenlandschaften geworden. Wo einst auf verkohlten Baumfriedhöfen die ersten Maiskörner mit einem primitiven Stachel versenkt worden sind und die Hacke mühselig und notdürftig das Unkraut beiseiteräumte, da zieht heute der Pflug seine Furchen, da wächst neben dem Bedarf des Kolonisten, neben Mais, Aipim, Mandioca, schwarzen Bohnen, manches Handelserzeugnis: Wein, Tabak, Zuckerrohr, oder es grünt ausgesäte und gepflegte Vichweide.

So ist mitten im Urwald „mit Kirchen, Schulen und Gemeinde ein Stück Europa entstanden, voll fremdartigen Reizes und schwer mit der fremden Natur ringend, aber nicht feindlich, sondern schöpferisch und voll Liebe⁹⁾.“

Die Volksvermehrung der deutschen Siedlungen in Espirito Santo ist die höchste statistisch irgendwie nachgewiesene natürliche Volksvermehrung.

⁷⁾ Näheres über die Wanderungs- und Siedlungsschwäche der Japaner siehe in meinem Buch: Japan als Weltindustriemacht. Stuttgart 1935. I 415ff.

⁸⁾ FISCHER VON POTURZYN, Rund-Afrika-Flug. München 1938. S. 113.

⁹⁾ ULLMANN, Land der Zukunft. S. 82.

Es gibt zu denken, daß unter den verschiedenen Nationalitäten, denen die Siedler angehören, die Deutschen, die Polen und die Italiener die erfolgreichsten sind. Der seßhafteste aber ist der Deutsche. Insbesondere in den Südstaaten Brasiliens ist die deutsche Leistung kaum zu überschätzen, namentlich für jenen Übergang zum Aufbau und zur Gestaltung. Engländer und Amerikaner treten nur in Kommando- stellen auf. „Aber als ganzes Volk in seiner gesamten Struktur vom Bauern und Handwerker bis zum Wirtschaftsführer und Verwaltungsmann wirken nur die Deutschen und — mit weniger Seßhaftigkeit — die Italiener¹⁰⁾.“

*

Wäre es möglich, eine Weltgeschichte der Siedlung auch nur für die letzten Jahrhunderte zu schreiben, so würde sie mehr von Mißerfolgen berichten denn von klaren, durchgreifenden Erfolgen. Nur zum Teil ist das auf materielle Ursachen zurückzuführen, weit mehr haben die unmeßbaren ideellen Faktoren mitgespielt. Um eine menschliche Genossenschaft festzumachen, ist eben jener innere Zusammenhang erforderlich, der nur durch gemeinsame Sprache und innere Wesensverwandtschaft gegeben ist. Deshalb haben es menschliche Wandergruppen schwerer, fremden Boden zu erobern, als pflanzliche Genossenschaften.

(Schluß folgt.)

Doppelkurbelapparat.

Von ERICH KRUMM in Offenburg (Baden).

Der im folgenden beschriebene Doppelkurbelapparat dient zur experimentellen Darstellung beliebiger Wellenüberlagerungen.

Ein Al-Draht (1) von etwa 12 cm Länge ist beiderseits in einem Bohrloch einer Kurbel (2) gelagert (Abb. 1). Angebogene Ösen verhüten sein Herausgleiten. Die Welle (3) der Kurbel ist in einem Holzklötz drehbar gelagert, dessen Bohrloch

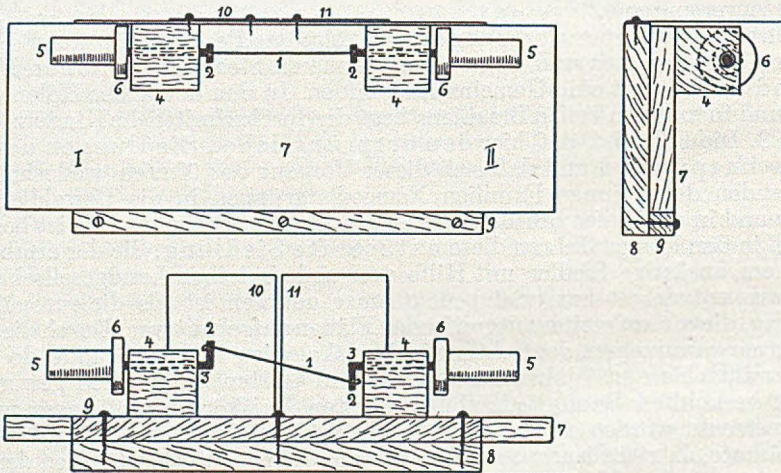


Abb. 1. Doppelkurbelapparat. Erklärung im Text.

mit einem Röhrchen passender Weite gefüttert ist. Auf der Welle sitzt außen eine Holzwalze (5) — Besenstielstück — und zur Erzielung eines gleichmäßigen Umlaufes eine kleine Metallschwingscheibe (6). Beide Wellen mit Kurbeln und eingelagertem Draht lassen sich leicht unabhängig voneinander mit verschiedener Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung drehen. Angetrieben werden sie mittels Gummischnur durch zwei einzeln regulierbare kleine Elektromotore (Spielzeugelektromotore, Föhn, Staubsauger usw.) I und II, die auf das Aufbaubrett (7) aufgeschraubt werden.

¹⁰⁾ ULLMANN, S. 92.

Dieses Aufbaubrett läßt sich auf dem Grundbrett (8) seitlich hin- und herschieben, einerseits durch eine Leiste (9), andererseits durch zwei Bleche (10 und 11) geführt. Eines der Bleche ist durch zwei Schrauben am Grundbrett befestigt, das andere nur mit einer Schraube. Man kann so leicht die Spaltbreite verändern, 1—2 mm dürfte die geeignetste Breite sein. Der bewegliche Draht werde möglichst nahe an den Spalt herangerückt.

Dieser Apparat kommt in einen Projektionsapparat. Der schmale Lichtstreifen mit dem kurzen dunklen Drahtstück wird durch das Objektiv auf der Projektionswand scharf eingestellt. Der Lichtstrahl wird über einen Schwenkspiegel zum Drehspiegel geleitet (Abb. 2).

Läuft nur ein Motor, dann erhält man eine reine Sinuslinie. Laufen beide Motore, dann ergeben sich Überlagerungen. Ist der Spalt in der Mitte zwischen den Kurbeln, dann sind die Amplituden beider Wellen gleich. Verschiebt man das Aufbaubrett seitlich auf dem Grundbrett, dann kann man für jede Welle während des Ganges der Motoren und während des Beobachtens jede beliebige Amplitude einstellen. Die entstehenden Kurven liegen verständlicherweise dunkel auf hell vom Spalt bestrichener Fläche.

Der Apparat, dessen Bau durch eine kleine Zeichnung im „Pohl“ angeregt war, überrascht durch die Klarheit der Kurven und die Vielgestaltigkeit der möglichen Überlagerungen. Schwebungskurven sind selbstverständlich auch darunter.

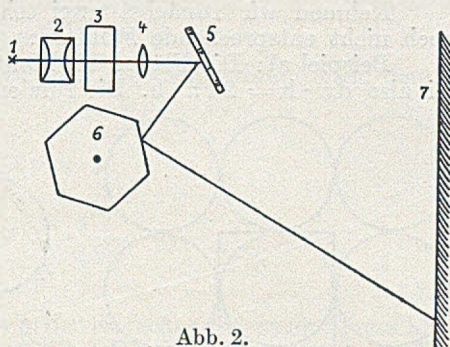


Abb. 2.

Versuchsaufbau. 1. Lichtquelle. 2. Kondensator. 3. Doppelkurbelapparat. 4. Projektionslinse. 5. Schwenkspiegel. 6. Drehspiegel. 7. Projektionswand (weiße Wand des Lehrsaales).

Eine alte Aufgabe in erweiterter Form.

Von HEINRICH KOHRS in Kiel.

Eine immer wieder gern behandelte Aufgabe ist folgende: „Ein zylindrisches Gefäß mit Boden und Deckel ist so zu gestalten, daß seine Oberfläche bei vorgeschriebenem Rauminhalt möglichst klein wird. In welchem Verhältnis stehen dann Durchmesser und Höhe?“ Oder in einer Einkleidung, die gleich eine praktische Bedeutung dieser Aufgabe betont: „Wie muß eine zylindrische Konservendose von vorgeschriebenem Rauminhalt geformt werden, wenn der Blechverbrauch möglichst gering sein soll?“

Bezeichnet man den gegebenen Rauminhalt mit V , den Durchmesser des Zylinders mit d , seine Höhe mit h , so lautet die Lösung bekanntlich:

$$d = h = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}} \dots \dots \dots \text{Gl. 1}$$

Das ist ein sehr schönes, Freude machendes Ergebnis, nur — die Konservendosenhersteller kümmern sich anscheinend nicht darum, denn die am meisten auf dem Markt befindlichen Dosen, die 1-kg-Büchsen, sehen anders aus: ihre Höhe ist größer als ihr Durchmesser. Kritische Gemüter fragen nach dem Warum. Sie wollen vom Lehrer wissen, weshalb das berechnete Ergebnis nicht verwendet wird, und wie man gerade zu den tatsächlich vorhandenen Abmessungen kommt. Der Grund liegt darin, daß die übliche Behandlung der Aufgabe nur die Oberfläche der Dose, d. h. den Nutz-Blechverbrauch ins Auge faßt, daß der Hersteller der Dosen aber den Gesamt-Blechverbrauch = Nutzverbrauch + Verschnitt so gering wie möglich halten will. Der Mehrverbrauch an Blech tritt dadurch auf, daß 1. die runden Böden der Dosen nicht ohne Verschnitt aus den dem Hersteller gelieferten rechteckigen Blechtafeln ausgestanzt werden können; 2. Mantel und Böden der Dosen

nicht stumpf zusammengelötet werden können, sondern zu ihrer Verbindung noch ein gewisser Rand zum Löten und Falzen vorhanden sein muß. Nähere Erläuterungen gibt die Rechnung.

Nehmen wir zunächst zwei sehr einfache, der Wirklichkeit noch nicht entsprechende Fälle an:

Beispiel a): Die Fläche des Mantels habe keinen Überschuß, sei also $d\pi \cdot h = 2r\pi \cdot h$. Die runden Böden werden nach Abb. 1

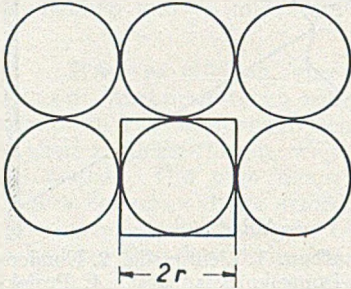


Abb. 1.

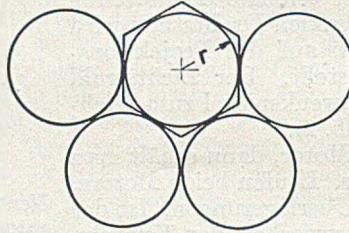


Abb. 2.

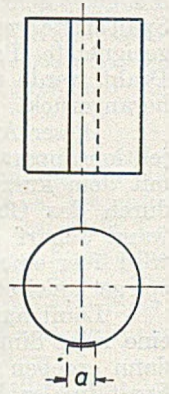


Abb. 3.

ausgestanzt, so daß je Boden die Blechfläche $(2r)^2$ verbraucht wird. Dann ist die benötigte Gesamtlechfläche je Dose

$$F = 2r\pi \cdot h + 2 \cdot (2r)^2$$

$$h = \frac{V}{r^2\pi}$$

$$F = \frac{2V}{r} + 8r^2$$

$$\frac{dF}{dr} = -\frac{2V}{r^2} + 16r = 0$$

$$r^3 = \frac{V}{8}; d^3 = V$$

$$\frac{h}{d} = \frac{V}{\frac{d^2\pi}{4} \cdot d} = \frac{4V}{\pi \cdot d^3} = \frac{4V}{\pi \cdot V}$$

$$h : d = 4 : \pi \dots \dots \dots \text{Gl. 2}$$

Beispiel b): Wie unter a), nur werden die runden Böden nach Abb. 2 ausgestanzt, so daß je Boden eine Sechseckfläche $= 2 \cdot \sqrt{3} r^2$ verbraucht wird. Dann ist die Gesamtfläche je Dose

$$F = 2r\pi \cdot h + 2 \cdot 2\sqrt{3} r^2$$

$$F = \frac{2V}{r} + 4\sqrt{3} r^2.$$

Die erste Ableitung gleich Null gesetzt ergibt:

$$r^3 = \frac{V}{4\sqrt{3}}; d^3 = \frac{2V}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{V}{\frac{d^2\pi}{4} \cdot d} = \frac{4V}{\pi \cdot d^3} = \frac{4V\sqrt{3}}{\pi \cdot 2V}$$

$$h : d = 2\sqrt{3} : \pi \dots \dots \dots \text{Gl. 3}$$

Man sieht aus den Beispielen a) und b), daß d um so kleiner wird, je mehr Verschnitt die runden Böden beanspruchen, während h gleichzeitig entsprechend größer werden muß.

In a) ist $\frac{h}{d} = \frac{4}{\pi} = \frac{(2r)^2}{r^2 \pi} = \frac{\text{Quadrat}}{\text{Kreisfläche}}$

und in b) $\frac{h}{d} = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} = \frac{2\sqrt{3}r^2}{r^2 \pi} = \frac{\text{Sechseckfläche}}{\text{Kreisfläche}}$.

Führt man allgemein für den Boden der Dose eine „Verschnittziffer“ α ein derart, daß $\alpha = \frac{\text{Verschnittfläche}}{\text{nutzbare Kreisfläche}}$ ist, so ist

$$F = 2r \pi \cdot h + 2r^2 \pi \cdot \alpha$$

und nach Weiterentwicklung

$$r^3 = \frac{V}{2\pi\alpha}; \quad d^3 = \frac{4V}{\pi \cdot \alpha}$$

$$h : d = \alpha : 1 \quad \dots \dots \dots \text{Gl. 4}$$

Dabei ist aber Voraussetzung, daß — wie in den einfachen Beispielen a) und b) — α eine Konstante ist. In Wirklichkeit ist α , wie das Beispiel c) zeigen wird, selbst eine Funktion von r . Mit $\alpha = \varphi(r)$ wird

$$F = \frac{2V}{r} + 2r^2 \pi \cdot \varphi(r)$$

$$\frac{dF}{dr} = -\frac{2V}{r^2} + 2r^2 \pi \cdot \varphi'(r) + \varphi(r) \cdot 4r\pi = 0$$

$$r^4 + 2 \frac{\varphi(r)}{\varphi'(r)} r^3 - \frac{V}{\pi \cdot \varphi'(r)} = 0 \quad \dots \dots \dots \text{Gl. 5}$$

Diese Entwicklung bringt aber rechnerisch keine Vorteile.

Beispiel c): Bei der praktischen Herstellung der Dosen wird der Mantel entsprechend Abb. 3 überlappt gelötet mit einer Überlappungsbreite a . Boden B und Mantel M werden durch Falz verbunden nach Abb. 4. Dazu muß für den Mantel oben und unten eine Breite b zugegeben werden (Abb. 5), während der Boden einen

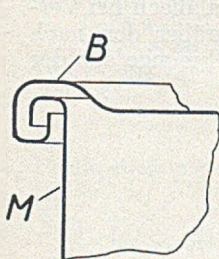


Abb. 4.

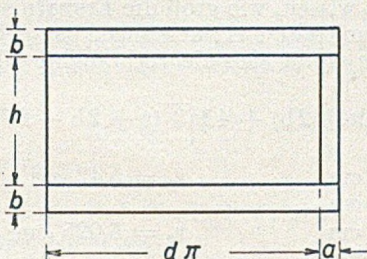


Abb. 5.

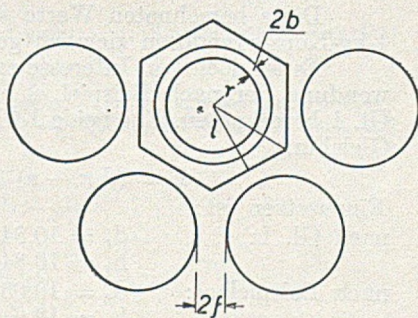


Abb. 6.

Falzrand von der Breite $2b$ erhält, so daß sein Gesamtdurchmesser $d + 4b$ wird (Abb. 6). Ferner muß beim Ausstanzen der Böden eine Stegbreite $2f$ stehenbleiben (Abb. 6). Da die Böden „auf Lücke“ ausgestanzt werden, wird für jeden Boden eine Sechseckfläche $= 2\sqrt{3}l^2$ verbraucht ($l = r + 2b + f$ nach Abb. 6). Demnach ist der Gesamtblechverbrauch je Dose

$$F = (2r\pi + a)(h + 2b) + 2 \cdot 2\sqrt{3} \cdot l^2$$

oder mit $h = \frac{V}{r^2 \pi}$ und $l = r + (2b + f)$

$$F = \frac{2V}{r} + \frac{aV}{\pi \cdot r^2} + 4b\pi r + 8\sqrt{3}(2b + f) \cdot r + 4\sqrt{3}r^2 + \text{const.}$$

$$\frac{dF}{dr} = -\frac{2V}{r^2} - \frac{2aV}{\pi \cdot r^3} + 4b\pi + 8\sqrt{3}(2b + f) + 8\sqrt{3} \cdot r = 0.$$

Daraus folgt die Bestimmungsgleichung für r :

$$r^4 + \left(\frac{b\pi}{2\sqrt{3}} + 2b + f \right) \cdot r^3 - \frac{V}{4\sqrt{3}} \cdot r - \frac{aV}{4\pi\sqrt{3}} = 0 \quad \dots \quad \text{Gl. 6}$$

Bei einer 1-kg-Büchse haben die Konstanten etwa folgende Werte:

$$\begin{aligned} V &= 1000 \text{ cm}^3 \\ a &= 0,4 \text{ cm} \\ b &= 0,2 \text{ cm} \\ 2f &= 0,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Die Bestimmungsgleichung für r lautet damit:

$$r^4 + 0,831 r^3 - 144,3 r - 18,4 = 0$$

Von den vier Wurzeln der Gleichung hat nur diejenige Bedeutung, die in der Nähe des Wertes liegt, der sich bei Benutzung der Gl. 1 ergibt:

$$r = \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}} = \sqrt[3]{\frac{500}{\pi}} = 5,42$$

r	$ $	r^4	$+$	$0,831 r^3$	$-$	$144,3 r$	$-$	$18,4$	$ $	$f(r)$
5	$ $	625	$+$	103,9	$-$	721,5	$-$	18,4	$ $	-11

Zur Anwendung der Newtonschen Näherungsmethode ist zu bilden:

$$f'(r) = 4r^3 + 2,49r^2 - 144,3.$$

Für den Wert $r = 5$ ist $f'(5) = 500 + 62,3 - 144,3 = 418$.

Dann ist die Verbesserung

$$k = -\frac{f(5)}{f'(5)} = \frac{11}{418} = 0,026.$$

Der mit dieser Verbesserung schon sehr genaue Wert der gesuchten Wurzel ist also $r = 5,026$.

Mit $d = 10,05$ cm wird $h = 12,6$ cm.

Diese berechneten Werte stimmen mit den tatsächlichen Abmessungen der 1-kg-Konservendosen ziemlich genau überein.

Es ist noch von Interesse zu wissen, wie groß die Ersparnis an Blech bei Verwendung der nach Beispiel c) ermittelten Abmessungen ist gegenüber den nach Gl. 1 berechneten. Für beide Fälle ergibt sich die verbrauchte Blechmenge aus der Gleichung

$$F = (d\pi + a)(h + 2b) + 4\sqrt{3}(r + 2b + f)^2.$$

Einzusetzen ist:

nach Gl. 1:	$d_1 = 10,84$ cm	$r_1 = 5,42$ cm
	$h_1 = 10,84$ cm	
nach Beispiel c):	$d_2 = 10,05$ cm	$r_2 = 5,025$ cm
	$h_2 = 12,6$ cm	
	und für beide Fälle: $a = 0,4$ cm	
	$2b = 0,4$ cm	
	$f = 0,25$ cm	

Als Differenz beider Flächen ergibt sich die

$$\text{Ersparnis} = 3,8 \text{ cm}^2/\text{Dose}$$

Dieser Betrag scheint auf den ersten Blick unwesentlich zu sein. Rechnet man aber nur je Monat und Kopf der Bevölkerung Großdeutschlands einen Verbrauch von einer Dose, so ergibt sich ein Jahresverbrauch von rund 1 Milliarde Dosen und eine

Ersparnis von $\frac{3,8 \cdot 10^9}{10^4} = 380000 \text{ m}^2$ Blech oder — bei der üblichen Blechstärke von 0,3 mm und einer Wichte von 7,8 — von 900 t Eisen.

Das ist ein Ergebnis, das im Zeichen des Vierjahresplans Beachtung verdient und geeignet ist, den Schülern vor Augen zu führen, daß sich die mathematische Behandlung scheinbarer Kleinigkeiten lohnen kann.

Die Fallbeschleunigung.

Von AUGUST HOFMANN in Partenkirchen.

1. Der Gedanke der im folgenden beschriebenen Versuchsanordnung ist, die Fallbeschleunigung in der Tat im Physiksaal aus einem wirklichen freien Fall zu bestimmen und dabei das Pendel als Zeitmesser zu verwenden.

2. Man benütze ein Trapezpendel: ein nicht zu schwaches Eisenstäbchen hänge man an zwei Fäden trapezartig auf. Zur bequemen Regelung der Schwingungsdauer dieses Pendels klemme man jeden Faden mit gehörigem Übermaß zwischen zwei Holzplatten ein, die man etwa von Stativen halten läßt. Aus einer genügend großen Anzahl von Schwingungen ermittle man mit der Uhr vor jedem Fallversuch die Schwingungsdauer.

3. Der Fallkörper, etwa ein Gewichtsstück aus Eisen, soll beim freien Fall die schwingende Pendelstange gerade bei ihrem Durchgang durch die Ruhelage treffen und dadurch die Fallzeit vermitteln. Man bringe also das Fallgewicht, das an der Decke des Physiksaales von einem kleinen Elektromagneten gerade noch getragen wird, mit dem auf dem Experimentiertische stehenden Trapezpendel in der Ruhelage ins Lot, schalte hinter den Trägermagneten an der Decke einen zweiten Elektromagneten auf dem Tisch, der die Pendelstange aus der Ruhelage herauszieht, wobei man es vermeidet, daß sich die Pendelstange an den Kern des Magneten anlegt.

Beim Ausschalten des Stromes setzen sich beide Körper, das Fallgewicht und das Pendel gleichzeitig in Bewegung, und nach einigen wenigen Versuchen wird man die Pendellänge leicht so geregelt haben, daß ein Treffer erfolgt.

4. Bei einem flüchtigen Versuch wurde als Fallkörper ein 200-g-Stück verwendet. Das Pendel führte in 20 Sekunden 22 Vollschrwingungen aus. Der Fallkörper traf die Pendelstange auf dem Rückwege, d. h. nach $\frac{3}{4}$ Schwingungen. Der Fallweg betrug rund 230 cm. Mit dem Rechenstab ergab sich daraus g zu rund 10 m/sec^2 .

Über Hohlspiegel.

Von KARL SCHILLING in Berlin-Charlottenburg.

In den Ubl. 43, 10 (Seite 307) hat Herr SCHICKERT einen einfachen Beweis für die Tatsache angegeben, daß die parabolischen Spiegel die einzigen sind, die das Licht einer punktförmigen Lichtquelle parallel machen können. Mit den Mitteln der Schulmathematik läßt sich auch die etwas allgemeinere Aufgabe lösen:

Wie muß ein Hohlspiegel beschaffen sein, der alle von F_1 ($-e; 0$) ausgehenden Strahlen in F_2 ($e; 0$) sammelt?

Es genügt, die ebenen Schnitte durch F_1F_2 zu betrachten.

x, y seien die Koordinaten eines Punktes P der Schnittkurve; r_1 und r_2 seine Entfernungen von F_1 und F_2 ; e_1 und e_2 die Einheitsvektoren in Richtung von F_1P und PF_2 . Dann weist der Vektor

$$e_1 + e_2 = \left(\frac{x+e}{r_1} - \frac{x-e}{r_2}; \frac{y}{r_1} - \frac{y}{r_2} \right)$$

in die Richtung der Tangente:

$$(1) \quad y' = \frac{y(r_2 - r_1)}{x(r_2 - r_1) + e(r_2 + r_1)}$$

Es kommt alles darauf an,

$$(2) \quad r_2 + r_1 = 2a$$

als Funktion von x zu bestimmen. Dann ergibt sich in bekannter Weise

$$(3) \quad r_2 - r_1 = -\frac{2e}{a} x$$

und die Kurvengleichung

$$(4) \quad (a^2 - e^2)x^2 + a^2y^2 - a^2(a^2 - e^2) = 0.$$

Mit Hilfe von (2), (3), (4) erhält man aus (1)

$$(5) \quad y' = \frac{xy}{x^2 - a^2} = -\frac{(a^2 - e^2)x}{a^2y},$$

$$(a^2 - e^2)x + a^2yy' = 0.$$

Aus (4) folgt durch Ableitung

$$2[(a^2 - e^2)x + a^2yy'] + 2aa'[x^2 + y^2 - 2a^2 + e^2] = 0.$$

Wegen (5) und der aus (4) sich ergebenden Ungleichung $x^2 + y^2 - 2a^2 + e^2 < 0$ ist $a' = 0$, a konstant.

In derselben Weise läßt sich der Fall des Konvexspiegels behandeln.

Bericht über den Reichslehrgang der Gausachbearbeiter für Mathematik und Naturwissenschaften im Hause der Deutschen Erziehung in Bayreuth vom 8.—13. Mai 1939.

Zum zweiten Male seit der Gründung des Reichssachgebietes Mathematik und Naturwissenschaften im NSLB. (Ostern 1937) trafen sich die Gausachbearbeiter in Bayreuth. Während der erste Reichslehrgang vom Oktober 1937 nur aus Vertretern der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer der Höheren Schule bestand, war diesmal auch eine stattliche Anzahl von Berufskameraden aus der Volksschule erschienen, wie es der Reichssachbearbeiter FLADT schon 1937 als ein erstes Hauptziel hingestellt hatte. Einzelne Gaus schickten sogar Vertreter der Volks- und Höheren Schule, so daß die Gesamtzahl der Teilnehmer von 30 auf 51 angestiegen war. Äußerlich verlief der Lehrgang in der bekannten Lagerform, die am schnellsten eine echte Kameradschaft entstehen läßt. Die Arbeit gliederte sich in mehrere Hauptgruppen, über die wir im folgenden zusammenhängend berichten werden, wenn sie auch zum Teil in anderer zeitlicher Reihenfolge behandelt wurden. Durchweg kam erst ein Einzelbericht, dem eine längere Aussprache folgte.

1. Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht nach den neuen Lehrplänen für die Höhere Schule.

Das Gebiet der Höheren Schule hat noch 1937 fast den ganzen Lehrgang allein ausgefüllt, so daß man den Fortschritt hier besonders klar erkennen kann. 1937 durften die Reichssachbearbeiter nur einige ganz vertrauliche Andeutungen darüber machen, daß die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer in den neuen Lehrplänen ziemlich eingeschränkt würden, und man ging ziemlich bekommen aus Bayreuth weg. Nun sind die neuen Lehrpläne lange da, und jeder konnte im verflossenen Schuljahr bereits praktische Erfahrungen sammeln. Bei allem Schmerzlichem, das die Lehrpläne gerade uns gebracht haben, ist es doch ein ungeheurer Fortschritt gegen früher, daß jetzt endlich die Höhere Schule des gesamten Großdeutschen Reiches einen und denselben Lehrplan hat, der zwar in einem Land schneller, im andern langsamer eingeführt wird, der aber jedenfalls die Sicherheit schafft, daß eine Versetzung des Vaters nicht mehr eine Nichtversetzung des Kindes zur Folge hat. Auf Grund dieses einheitlichen Lehrplanes kam eine fruchtbare Aussprache unter den Vertretern der verschiedenen deutschen Gaus zustande; freilich wäre es noch besser gewesen, wenn entweder der in Aussicht gestellte ministerielle Kommentar zu den Lehrplänen oder wenigstens die neuen Lehrbücher schon vorgelegen hätten.

a) Der neue Mathematiklehrplan.

Berichterstatler Reichssachbearbeiter FLADT: Die schwerste Beschränkung, die wir Mathematiker zu tragen haben, ist zweifellos die auf 3 Stunden in den Klassen 4 und 5. Die 2 Stunden Mathematik im Sprachlichen Zweig der Oberstufe sind eher tragbar, da hier keine allzu hohen Ziele erreicht werden müssen. Überhaupt wird uns, wenn wir erst einmal 2—3 Jahre Erfahrungen gesammelt haben, manches möglich sein, was heute noch unmöglich scheint; zudem werden die neuen Lehrbücher viele Zweifel beheben.

Die Hauptsache für eine volle Ausnutzung der uns zur Verfügung stehenden Zeit ist, daß irgendwelcher Leerlauf ausgeschlossen wird. Jeder Mathematiker muß den ganzen Lehrplan kennen, nicht nur den Plan derjenigen Klassen, die er gerade unterrichtet.

Die Aussprache drehte sich vor allem um die Frage, wie weit der Lehrer von der in den Lehrplänen stehenden Reihenfolge abweichen darf. Der Reichssachbearbeiter beantwortet die Frage dahin, daß innerhalb der Klassenlehrpläne beliebig getauscht werden kann, jedoch im allgemeinen nicht über die Klassengrenzen hinweg. Allerdings sei es möglich, ja sogar erwünscht, daß der Rechenstab schon in Klasse 5 eingeführt wird, da man ihn z. B. zur Stereometrie sehr gut brauchen kann.

b) Die Neugestaltung des Physikunterrichts.

Berichterstatler Reichsreferent für Physik HAHN: Der Lehrplan ist in der Tat ein Minimalplan, der frühere Stoff ist erheblich zusammengestrichen. Der ganze Plan steht unter folgenden Gesichtspunkten:

Klassen 4 und 5: Physikalische Erscheinungen in der Umwelt des Schülers,

Klassen 6 und 7: Ausnutzung der Naturkräfte durch den Menschen,

Klasse 8: Eine Schau über die gesamte Physik, soweit in der Schule erreichbar, unter dem Gedanken der Schwingungen und Wellen.

Eine Hauptfrage ist wohl die: Wie können wir bei so beschränkter Stundenzahl noch physikalische Schülerübungen abhalten, in denen nach dem Willen des Ministeriums nicht nur physikalische Konstanten bestimmt, sondern auch Gesetze abgeleitet werden sollen? Denn die Meraner Reformgedanken liegen auch noch dem jetzigen Physikunterricht zugrunde. Wir müssen

eben die Übungen von einer ganzen auf eine halbe oder gar Viertelstunde herabsetzen. Das erfordert allerdings sehr viel Vorbereitung durch den Lehrer. Deshalb stellt der Reichsreferent erneut die alte Forderung nach einem Laboratoriumsgehilfen für die Höheren Schulen auf; dieser kann an einer größeren Schule fast eine Lehrkraft ersetzen und ist doch viel billiger.

An Einzelfragen zum Lehrplan wird noch folgendes besprochen:

In der Mechanik ist nur noch das Technische Maßsystem zu verwenden, in der Elektrizitätslehre ist der neue Aufbau, der auf dem Feldbegriff beruht, allgemein angenommen. Nun wird es darauf ankommen, überall die nötige Apparatur dafür zu beschaffen. In der Streitfrage „Äther oder leerer Raum?“ hat das Ministerium entschieden, daß statt des Wortes leerer Raum überall nur noch das Wort Äther zu brauchen ist.

Besonders schwierig ist der Lehrstoff der Klasse 6 in 2 Stunden durchzuführen; darum verweilt die Aussprache lange bei diesem Punkt. Der Reichsreferent verweist immer wieder auf die Lehrbücher. Sein erstes Ziel, für das er unermüdlich kämpfen werde, sei die zweite Physikstunde in Klasse 5.

c) Der Chemieunterricht in der Höheren Schule.

Berichterstatter Reichsreferent FRANCK: Lehrpläne sind nie so kompliziert gemeint, wie sie aussehen. Es wird zu wenig beachtet, daß die Reihenfolge der Stoffe in Klasse 5 nicht bindend ist und daß jeder Lehrer selbst entscheiden kann, welche Stoffe er vertieft behandeln will. Die für Klasse 6—8 gebrachten Beispiele der Verknüpfungsmöglichkeiten sind nur Vorschläge, keine Vorschriften. Schwierigkeiten bietet dagegen der Chemieunterricht der Oberschule für Mädchen, da dort in Klasse 6 mit Organischer Chemie begonnen wird. Die Lehrbücher werden aber auch hier bald Klarheit schaffen.

In der Aussprache werden besonders lebhaft die Erfahrungen ausgetauscht, die man in den einzelnen Gauen mit Werkbesichtigungen gemacht hat. Während die Werke noch vor einem Jahre meist nur sehr ungern ihre Tore öffneten, kommen uns die Direktionen jetzt schon wieder mehr entgegen, da sie sich von Schülerbesuchen eine Hebung der Nachwuchszahl versprechen.

d) Die naturwissenschaftlich-mathematischen Arbeitsgemeinschaften.

Berichterstatter FLADT: Nach dem ausdrücklichen Befehl des Ministers dürfen in den Arbeitsgemeinschaften keine wissenschaftlichen Fragen behandelt werden, die man früher im normalen Unterricht durchgenommen hat. Es kommen nur Aufgaben aus dem Leben der politischen Gemeinschaft des Volkes in Frage. Denn der Sinn der Arbeitsgemeinschaften ist ja gerade, die Mathematik und die Naturwissenschaften mit der politisch-weltanschaulichen Erziehung zu verknüpfen.

HERMANN (Sachsen) berichtet über eine Arbeitsgemeinschaft in Zittau mit dem Thema: „Die Schule erschließt eine Stadt“, über die in der Schriftenreihe des NSLB. Sachsen berichtet ist. Der Wunsch nach Veröffentlichung recht vieler solcher Vorschläge besteht allgemein. Daß der erfolgreichen Durchführung von Arbeitsgemeinschaften in Klasse 6, jedenfalls auf mathematisch-physikalischem Gebiet, besondere Schwierigkeiten entgegenstehen, da noch fast alle Grundlagen dafür fehlen, wurde in der Aussprache immer wieder betont.

2. Die Neugestaltung des Rechenunterrichts und des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Volksschule.

a) Rechnen und Raumlehre in der Volksschule.

Berichterstatter LIMBECK (Baden): Die schwierigen Verhältnisse der Umbruchszeit dürfen Durchführung und Leistungshöhe des Rechenunterrichts in der Volksschule nicht gefährden, im Gegenteil: Die Aufgabe des Rechenunterrichts muß als Folge der völkischen Bildungsreform neu gesehen werden. Für die Durchführung müssen alle verfügbaren Mittel aufgeboten und folgende drei Hauptforderungen erfüllt werden:

1. Beste Einführung in die Gesetzmäßigkeit der Zahlenwelt und in den wirklichen Sinn der Rechenoperationen auf anschaulicher und eindrucksvoller Grundlage.

2. Sinnvolle und anregende Gestaltung auch des Übungsrechnens.

3. Mathematische Bildung im Sinne der Meraner Vorschläge, besonders durch Pflege des funktionalen Denkens und des räumlichen Anschauungsvermögens.

Zu den bisherigen rein unterrichtlichen Aufgaben ist auch für den Rechenunterricht eine erziehliche Aufgabe hinzugetreten, indem er Anteil gewinnt am Aufbau des neuen Weltbildes und der Formung künftigen Menschentums.

Diese Ausführungen werden von WITTE (Weser-Ems) folgendermaßen ergänzt: Eine neue Landschule, die dorfeigene Schule ist im Aufbruch. Die damit verbundene Unterrichtsreform erfaßt auch den Rechenunterricht, und zwar in der Weise, daß er neben sicherer Beherrschung der lebenswichtigen Rechengebiete eine zahlenmäßige Durchleuchtung des bäuerlichen Lebenskreises vermittelt. Um den ungeheuren Schwierigkeiten des Rechnens in der wenig gegliederten Dorfschule zu begegnen, müssen dem Lehrer dieser Schule beste Unterrichtshilfen geboten werden, insbesondere ein Rechenübungsbuch, das den besonderen Anforderungen der Dorfschule

gerecht wird. Auch die Raumlehre muß in der Landschule eine weit stärkere Beachtung finden als bisher.

Anschließend ALBRECHT (Hamburg) über „Raumlehre in der Volksschule“.

Die Raumlehre wurde 1872 in den Lehrplan der Volksschule eingeführt, trat aber zeitweilig stark in den Hintergrund. Notwendig ist auch in der Volksschule ein grundlegendes räumliches Erleben, ein bestimmtes praktisches Können. Vor allem darf sich auch die Volksschule nicht auf die Ebene beschränken, sondern muß an einfachen Beispielen ruhig das Grund- und Aufrißverfahren üben. Jede Möglichkeit zur Pflege des funktionalen Denkens muß ausgenutzt werden. Auch die Mädchen brauchen einen Raumlehreunterricht, der sich nicht nur auf die im Haushalt üblichen Gebrauchsformen beschränkt. Endlich tritt der Redner für die Selbständigkeit der Raumlehre in der Volksschule, d. h. für ihre Loslösung vom Rechenunterricht ein.

b) Der Physikunterricht in der Volksschule.

Berichterstatte WALTER (Baden): Sein sehr interessantes Referat, das durch Aufnahmen aus seinem eigenen Unterricht noch belebt wurde, erscheint bzw. ist erschienen in der „Deutschen Volksschule“. Die Lage der Physik an der Volksschule ist nach ihm kurz folgende: Ein Teil der Lehrer ist physikalisch interessiert und hat schon immer experimentiert; leider sahen diese Berufskameraden ihr Ziel oft nicht in der klaren Erkenntnis physikalischer Gesetze, sondern im Nachbauen technischer Geräte. So entstand eine Bastelphysik. Dies war natürlich immer noch besser, als wenn ein Lehrer überhaupt nicht experimentierte und seine Pflicht mit einigen Tafelzeichnungen erfüllt zu haben glaubte. WALTER fordert daher für die Physik der Volksschule klar umrissene Bildungsaufgaben und verbindliche Grundsätze, die erarbeitet werden müssen. Das geht nur, wenn die Lehrerschaft einheitlich ausgerichtet wird; dazu hat man in Baden bereits den Anfang gemacht.

Er zeigt dann an Hand von Lichtbildern, wie er seinen Unterricht mittels selbstgebaute Übungsgeräte so aufzieht, daß wirklich klare physikalische Ergebnisse mit Messungen herauskommen, die die ganze Klasse versteht.

3. Die Ausbildung der Lehrer für Mathematik und Naturwissenschaften.

Über die Lage an der Hochschule für Lehrerbildung berichtete VAN HEES (Dortmund): Die künftigen Volksschullehrer erlernen ein didaktisches und ein wissenschaftliches Wahlfach gründlich; für das Wahlfach Naturwissenschaften bestehen in Dortmund gute Einrichtungen, auch an Nachwuchs fehlt es bis jetzt noch nicht. Vor allem müssen die zukünftigen Volksschullehrer angeleitet werden, physikalische Versuche mit den einfachsten Mitteln durchzuführen, so daß der Physikunterricht niemals aus Mangel an Mitteln eingestellt werden darf. Was die mathematisch-naturwissenschaftliche Ausbildung der zukünftigen Lehrer an Höheren Schulen betrifft, so wurde nachdrücklich gefordert, daß das Jahr auf der H.f.L. nach $2\frac{1}{2}$ Jahren Unterbrechung unbedingt zur wissenschaftlichen Weiterbildung ausgenutzt werde. VAN HEES teilte dazu mit, daß der zukünftige Lehrer an Höheren Schulen nur sein Hauptfach mit 5 Wochenstunden treibt, dagegen nicht die beiden Beifächer. Als Hauptfach werde jetzt nach Erscheinen der Lehrpläne nur noch Mathematik genommen, Physik und Chemie überhaupt nicht mehr, da sie zu stark gekürzt seien.

Die Frage der Ausbildung der Lehrer der Mathematik an den Universitäten (bzw. Techn. Hochschulen) ist noch sehr im Fluß. Im letzten Jahre erschien dazu ein Vorschlag des Mathematischen Reichsverbandes in der „Deutschen Mathematik“, den FLADT mit einem längeren Gegenvorschlag in Form eines offenen Briefes an Herrn Prof. HAMEL (Berlin) beantwortete. FLADT kommt es für die künftigen Schulmathematiker vor allem auf zwei Dinge an: Pflege der Darstellenden Geometrie und der Elementarmathematik von höherem Standpunkte aus.

Für die Physik fordert HAHN, daß der Übergang von der Höheren zur Hochschule ohne Leerlauf erfolgen muß. Die Anfangsvorlesung der Experimentalphysik müsse daher an die Kenntnisse eines mathematisch-naturwissenschaftlichen Abiturienten anknüpfen, der in dem einen Jahr H.f.L. noch dazu Physik vom höheren Standpunkte getrieben habe. (Vgl. dazu allerdings die Ausführungen VAN HEES'.)

FRANCK endlich gibt Auskunft über die Neuordnung des chemischen Studiums vom April 1939. Er fordert, daß, ebenso wie es ein chemisches Praktikum für Mediziner gibt, auch ein solches für die zukünftigen Lehrer eingerichtet wird. Es gehe nicht an, daß der Lehrer der Chemie nur ein Nebenerzeugnis des chemischen Hochschulunterrichts sei.

4. Die Arbeit des Reichsachgebietes Mathematik und Naturwissenschaften.

Der Schriftleiter der UBI für Mathematik und Naturwissenschaften berichtete über den erfreulichen Erfolg der Werbung 1938. Die Auflage hat bereits die 3500 überschritten. Nach wie vor besteht Überfluß an mathematischen Manuskripten, dagegen Mangel an chemischen und biologischen, während das Angebot in Physik gerade ausreicht. Der Reichsreferent FRANCK bittet um chemische Aufsätze über den Vierjahresplan und die Chemie an Mädchenschulen.

Dann sprach jeder Gausachbearbeiter über die Arbeit in seinem Gau. Fast überall mit Ausnahme der reinen Großstadtgaue sind Kreissachbearbeiter eingesetzt, die teilweise schon ein- oder mehrmals in Lagern zusammengefaßt wurden. Besonders weit ist man in dieser Hinsicht in Baden und Württemberg. Baden rät jedoch nach seinen Erfahrungen unbedingt dazu, ein solches Lager nur dahin zu verlegen, wo eine Experimentiermöglichkeit vorhanden oder wenigstens erreichbar ist. Die Kreissachbearbeiter haben dann je nach den örtlichen Möglichkeiten die einzelnen interessierten Berufskameraden mathematisch-naturwissenschaftlicher Fachrichtung zu Arbeitsgemeinschaften zusammengeschlossen. Die Beteiligung an diesen Arbeitsgemeinschaften läßt allerdings oft noch sehr zu wünschen übrig, was wohl vielfach mit der starken außerschulischen Belastung der Lehrer zusammenhängen dürfte. Besonders klagten noch die Kameraden aus der Ostmark über den schlechten Zustand ihrer Sammlungen.

Am letzten Nachmittag hörten wir einen Vortrag des Herrn Kapitänleutnant PREUSZ vom Oberkommando der Kriegsmarine, der uns aufforderte, unter den Schülern unserer Oberklassen für den Offiziersberuf in der Kriegsmarine zu werben. Auf der Reichstagung 1940 in Wien wird die Marine durch mehrere Redner vertreten sein.

Als neues Ziel wies uns der Reichssachbearbeiter FLADT: Verstärkung der Arbeit in den Gauen, vornehmlich in der Volksschule. Jeder Lehrer der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer muß vom Reichssachgebiet erreicht werden. In der Höheren Schule müssen wir alle Kräfte anspannen, um das Bestmögliche aus dem neuen Lehrplan herauszuholen, auch gerade auf dem schwierigen Gebiet der Arbeitsgemeinschaften. Über die nächste große Reichstagung in Wien zu Pfingsten 1940 wird zu gegebener Zeit in den UBI Näheres erscheinen.

Hamburg.

BIEBER.

Bücherbesprechungen.

Chemieunterricht und Vierjahresplan.

Planck, Eugen, Chemische Vorlesungsversuche. Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht, 1939, Heft 2, S. 57—59, 2 Fig.

Beschreibung einfacher gasvolumetrischer Versuche, die mit Hilfe gewichtsmäßig ausgeglichener Gasglocken (Durchmesser 3 cm, 200 cem Volumen) sehr schnell und ohne die zeitraubenden Ausgleichsmaßnahmen, wie sie bei der Verwendung von Büretten, Gasometern usw. notwendig sind, zu überzeugenden Ergebnissen führen. Die verwendete Apparatur ist einfach, geschickt durchgebildet und stark abwandelbar, so daß sie für zahlreiche Versuche dienlich sein kann. Ein besonderer Vorzug der geschilderten Anordnung ist die Tatsache, daß die Volumenänderungen weithin sichtbar sind, so daß sie als Schauversuche durchgeführt werden können.

Winderlich, Rudolf, Vierjahresplan und Chemieunterricht. Dieselbe Zeitschrift, S. 61—64.

Neben einleitenden allgemein methodischen Bemerkungen über die Berücksichtigung des Vierjahresplanes im chemischen Unterricht gibt WINDERLICH einige kurze Beschreibungen einfacher Versuche, die der Berücksichtigung der Probleme des Vierjahresplanes im Unterricht der höheren Schule dienen.

1. Ergänzungen zu dem vom gleichen Verfasser in dieser Zeitschrift (48. Jahrgang [1935], S. 22) gemachten Ausführungen über das Schwimmaufbereitungsverfahren in der Schule. Als „Schäumer“ verwendet er jetzt bei besseren Ergebnissen die sehr wirksame Ölsäure.
2. Versuche zur Demonstration der Korrosionsfestigkeit des Aluminiums und Ausführungen über das Eloxal-Verfahren, dessen Anwendung immer mehr zunimmt, entsprechend der Rolle des Aluminiums als Austauschmetall für Schwermetalle (Verstärkung der schützenden Oxidschicht des Aluminiums auf elektrischem Wege: El-Ox-Al).
3. Eine auch in der Schule mit einfachen Mitteln auszuführende Gewinnung von Aluminiumsulfat aus Ton. Diesem Verfahren kommt im Rahmen des Vierjahresplanes eine erhöhte Bedeutung zu, da die Versorgung Deutschlands mit Bauxit vom Ausland abhängt.
4. Angaben über Versuche zur Gewinnung von Benzol aus den Kokerei- und Leuchtgasen nach dem „Benzorbonverfahren“, das mit aktiver Kohle arbeitet.

Flörke, Wilhelm, Papierbereitung im Unterricht. Praktische Schulchemie, 1939, Heft 2, S. 12—15.

Eine kurze, aber ausreichende Beschreibung der Papierherstellung im Unterricht. Als Ausgangsmaterial verwendet FLÖRKE Zellstoffwatte, die überall erhältlich ist. Sie wird durch Kochen mit Wasser zerfasert. Das Schöpfen bewerkstelligt er durch einen selbsthergestellten Rahmen mit einem Messingnetz. Seine Herstellung wird beschrieben. Dem Schöpfen schließt sich das Gautschen, Pressen, Trocknen und Leimen an, alles Vorgänge, deren Durchführbarkeit ohne größere Mittel im Unterricht möglich ist.

WERNER KOOPS.

Kowalewski, Gerhard, Der Keplersche Körper und andere Bauspiele. Mit 53 Figuren im Text und einem Titelbild. 65 S. Verlag K. F. Koehlers Antiquarium, Leipzig 1938. Scientia Delectans Heft 3.

Fitting, F., Panmagische Quadrate und Magische Sternvielecke. Mit 69 Figuren und einem Titelbild. 70 S., ebenda 1939, Heft 4.

Die bereits auf S. 110 ds. Jahrg. besprochene Sammlung gemeinverständlicher Darstellungen aus der Unterhaltungsmathematik und aus verwandten Gebieten hat erfreulicherweise durch zwei sehr beachtliche Hefte fortgesetzt werden können.

Kowalewski behandelt im ersten Kapitel das MacMahonsche Spiel mit den 30 bunten Würfeln, dem er im dritten Kapitel den Bau des KEPLERSchen Körpers an die Seite stellt. Dieser wird im zweiten Kapitel gewonnen als das Rhombenkleid des Dodekaders und Ikosaeders, wobei sich Gelegenheit bietet, auf die Platonischen Körper und die stetige Teilung einzugehen. Die 30 Rhomben, die den KEPLERSchen Körper begrenzen, gruppieren sich zu je 6, die auf den Flächen eines Würfels liegen. Jede der so erhaltenen Gruppen wird durch eine Farbe gekennzeichnet. Dann drängt sich von selbst eine wohl schon KEPLER bekannte Zerlegung des Körpers in 10 flache und 10 spitze Parallelepipede auf. Deren Flächen werden in folgerichtiger Weise mit jenen Farben besetzt, und nun ergibt sich der Bau des Gesamtkörpers aus den 20 Bausteinen nach demselben Anschlußgesetz wie beim MacMahon-Würfel. Eine weitere sehr reizvolle Besetzung der 30 Flächen des KEPLERSchen Körpers eröffnet sodann eine Fülle von Möglichkeiten für Spiele. Diese Untersuchung hängt zusammen mit der vom Bruder des Verfassers, ARNOLD KOWALEWSKI, bearbeiteten und in einem Buche im gleichen Verlag dargestellten Buntordnungslehre, auf deren große Tragweite hier besonders hingewiesen sei. Die letzten Kapitel erheben sich in den vier- und sechsdimensionalen Raum, aus denen Spiele für den dreidimensionalen herabholt werden. Das Heft ist außerordentlich inhaltsreich trotz seines geringen Umfangs. Die Darstellung ist flüssig, fesselnd und ungemein geistreich. Die Ausstattung ist vorzüglich.

Dasselbe muß von dem 4. Heft gesagt werden. Der erste Teil behandelt die panmagischen oder Teufelsquadrate in durchgängiger Anwendung der Komponentenmethode, die, wie am Beispiel eines 64zelligen Quadrates gezeigt wird, darin besteht, daß man die Zahlen im dyadischen System darstellt und ihre so erhaltenen Ziffern 0 und 1 auf sechs Quadrate verteilt. Verfasser zeigt, daß bei Anwendung dieser äußerst fruchtbaren Methode die geradfeldrigen Quadrate keineswegs unzugänglicher sind als die ungeradfeldrigen. Gegenüber allen anderen, auch den reizvollsten Arten, wie man bisher die Lösung der Aufgabe, magische Quadrate zu konstruieren unternommen hat, darf die Komponentenmethode als die eigentlich wissenschaftliche bezeichnet werden. Daß sie hier in sehr klarer und vollständiger Weise entwickelt wird, gibt dem Heft eine ganz besondere Bedeutung weit über das Problem der panmagischen Quadrate hinaus. Und es ist sehr zu begrüßen, daß der zweite Teil des Heftes die Komponentenmethode anwendet auf die Konstruktion der magischen Sterne, von denen die sieben- und die achteckigen besonders eingehend behandelt werden.

Beide Hefte sind bedeutsame Erscheinungen auf dem Gebiete der Unterhaltungsmathematik. Sie können jedem Freunde mathematischer Spiele, vor allem aber jedem Mathematiker zur Beachtung und zum genußreichen Studium bestens empfohlen werden. KERST.

Jaensch, E. R., und Althoff, Fritz, Mathematisches Denken und Seelenform. Vorfragen der Pädagogik und völkischen Neugestaltung des mathematischen Unterrichts. Verlag von Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1939. Kart. 9,60 RM.

1. Ich möchte mein Urteil über dieses Buch sogleich an die Spitze stellen: Keine in den letzten Jahren erschienene, auf den mathematischen Unterricht bezügliche Schrift scheint mir wichtiger als diese. Jeder, der mathematischen Unterricht erteilt, sei er nun Hochschullehrer, Lehrer an einer höheren Schule oder Fachschule oder Volksschule, hat die Pflicht, sich mit ihrem Inhalt auf das gründlichste bekannt zu machen. Und wenn er sie erst einmal zu lesen begonnen hat, wird ihm das kein Muß mehr sein, denn er wird von ihrem Inhalt einfach gefesselt und mitgerissen werden. Gibt sie ihm doch Antwort auf die Frage, die wie keine andere gerade den begeistertsten Lehrer der Mathematik in den Jahren seit 1933 umgetrieben hat: Warum hat es von allen Unterrichtsfächern die Mathematik am schwersten, sich im Dritten Reich den ihr zukommenden unbestrittenen Platz zu erobern?

2. Ich müßte ganze Seiten der ersten, von Professor E. R. JAENSCH, Marburg, dem Begründer der völkischen psychologischen Anthropologie, stammenden Hälfte des Buches mit der Überschrift „Vorfragen der Pädagogik und völkischen Neugestaltung des mathematischen Unterrichts“ hier abschreiben, wollte ich diese Frage vollständig beantworten. Ich muß mich auf folgendes beschränken: E. R. JAENSCH fand in seiner Lebensarbeit verschiedene Typen von Seelenformen¹⁾, deren wichtigsten Gruppen die I-Typen und die S-Typen sind. Die gesunden

¹⁾ Vielleicht ist mancher geneigt, eine Typenlehre für etwas Abliegendes oder gar Unnötiges zu halten, das die gesunden Menschen nur auf gewisse Schablonen festlegen will. Die Typologie von JAENSCH ist aus soviel Beobachtungen und experimentellen Erfahrungen erwachsen und so umfassend angelegt, daß in ihr wahrhaftige Lebensgesetze zum Ausdruck kommen.

artgemäßen deutschen Menschen gehören zu den I-Typen, der seit Descartes die exakte Mathematik und mathematische Naturwissenschaft in weitem Umfang beherrschende französische Mensch und der jüdische Mensch aber zu den S-Typen, insbesondere zum S_2 -Typus, dem „Gegentypus“ (vgl. das andere Buch von E. R. JAENSCH, *Der Gegenteilstypus*, Leipzig 1938, nach dem der Leser von selbst greifen wird, sobald er den JAENSCH-ALTHOFF studiert hat).

3. Nun ist die Mathematik, in welcher der Verstand sich schlechterdings nicht ausschalten läßt, gerade derjenige Bereich, in dem sich das Wesen dieser Typen am klarsten zeigt. Das Verhängnisvolle dabei ist nur, daß dem oberflächlichen Beobachter zunächst kaum ein Unterschied auffällt zwischen solchen Mathematikern, die dem I-Typus und solchen, die dem S-Typus angehören. Denn die Ergebnisse mathematischer Forschung sind natürlich bei beiden Typen in weitem Umfang dieselben, aber die Wege zu den Ergebnissen sind bei den Typen totaliter verschieden. Darin liegt die Antwort auf die oben gestellte Frage über die seitherige Zwitterstellung der Mathematik im Dritten Reich. Wir als Deutsche haben die Pflicht, dafür zu sorgen, daß bei uns die I-Typen, insbesondere der I_2 -Typus, aufs sorgfältigste gepflegt werden, denn er ist der gesunde, dem deutschen Wesen entsprechende Typus.

Die Mathematik selbst ist weder eine „nichtarische“ noch eine „intellektuelle“ Angelegenheit. Es kommt vielmehr nur darauf an, daß sie von der richtigen Seelenform, bei uns der deutschen Seelenform, ergriffen wird, dann wird sie eine geradezu typisch arische Angelegenheit, eine gewachsene Ganzheit aus Anschauung und Verstand.

4. Den Existenzbeweis der verschiedenen Typen hinsichtlich des mathematischen Denkens liefert FRITZ ALTHOFF in der zweiten Hälfte des Buches mit der Überschrift „Mathematisches Denken und Seelenform“, die übrigens schon 1930/31 (!) geschrieben ist. Ihre Lektüre ruft den Wunsch wach, es möchte zu Nutz und Frommen der mathematischen Lehrer auch anderswo ähnliche Untersuchungen angestellt werden, um die Seelenformen unserer Schüler und — Lehrer zu ermitteln. Die Anwendung auf die Gestaltung seines Mathematikunterrichts entnehme der Leser selbst aus ALTHOFFS Ausführungen.

5. Ich möchte dieser Besprechung noch zwei Bemerkungen anfügen. Die erste stammt von Pg. JAENSCH selbst. „Der Mathematiklehrer, dessen Aufgabenkreis gerade in unserer nationalsozialistischen Bewegung manchem noch immer seelenfern und volksfern erscheint, hat in der Tat heute eine ganz zentrale Aufgabe bei der seelischen Formung des Volkes und seines Denkens. Es liegt ihm nicht weniger ob als die Ausformung der eigentümlich deutschen Gedankenklarheit, die ebenso weit entfernt ist von dem heute so geforderten Irrationalismus wie von dem in der Vergangenheit das Feld der deutschen Kultur beherrschenden Intellektualismus.“

Die zweite Folgerung aber scheint noch dringlicher, weil sie die Voraussetzung der ersten bildet. E. R. JAENSCH hat die Schrift von JAENSCH-ALTHOFF „dem Andenken von FELIX KLEIN als deutschem Erzieher und frühem Vorkämpfer deutschgearteter Wissenschaft“ gewidmet. Indes hat die große KLEINSche Reform des mathematischen Unterrichts doch nur die eine Hälfte der KLEINSchen Bemühungen erreicht. Sie hat die eine, von KLEIN so genannte Diskontinuität, diejenige zwischen höherer Schule und Hochschule, zum Verschwinden gebracht: die Hochschulmathematik schließt sich heute an die der höheren Schule an. Aber die andere KLEINSche Diskontinuität, diejenige zwischen Hochschule und höherer Schule, d. h. die zwischen der Ausbildung auf der Hochschule, insbesondere der Universität, und den späteren unterrichtlichen Anforderungen an den Mathematiklehrer, klafft noch immer. Und der Hauptgrund dafür liegt in der Vernachlässigung der Geometrie auf der Universität, in der analytischen Einseitigkeit, zu der heute noch unsere jungen Kameraden auf der Universität erzogen werden. Nun wird aber im künftigen Mathematikunterricht des Dritten Reiches die Geometrie eine noch viel größere Rolle spielen als seither, und darum bedürfen wir entsprechend ausgebildeter Lehrer.

So rückt das Problem der Lehrerausbildung in den Vordergrund. Es wird alles davon abhängen, ob genügend viele Hochschullehrer vom I-Typus vorhanden sind. Mit ein äußeres Kriterium dafür wird sein, ob die Geometrie und insbesondere die darstellende Geometrie in der künftigen Lehrerausbildung die Rolle spielen wird, die ihr zukommen muß, doch so, daß die Mathematik für den Studierenden nicht in einzelne Zweige auseinanderfällt sondern eine große organische Einheit bildet²⁾.

KUNO FLADT.

Moeller, Friedrich, Deutschlands Elektrizitätsversorgung. 1. Teil: Die Leitungen. Eine Arbeitsgemeinschaft für Versuche in Schülergruppen und für Lehrversuche in Verbindung mit den zugehörigen theoretischen Erläuterungen. Verlag Otto Salle, Frankfurt am Main. 92 Seiten, 42 Abbildungen. Preis geb. 2,80 RM.

Wenn ein Mitglied der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht sich ausführlich über den Aufbau einer Arbeitsgemeinschaft neuer Prägung äußert, so muß das von den Fachvertretern ganz besonders begrüßt werden. Es darf wohl angenommen werden, daß

²⁾ Zur Ergänzung meiner Ausführung verweise ich den Leser noch nachdrücklich auf den Aufsatz von E. R. JAENSCH, „Forderungen der Schule an die Hochschule“ im Jahrgang 1938 des „Deutschen Erziehers“, S. 451—458, und erneut auf das schon oben erwähnte grundlegende Werk „Der Gegenteilstypus.“

die hier dargestellte Arbeitsgemeinschaft beispielgebend sein soll. Das Vorwort grenzt erwartungsgemäß die Arbeitsgemeinschaft neuer Prägung genau gegen die alter Art ab und zieht dabei „Stoff“ und „Zweck“ der Arbeitsgemeinschaft gemäß den Forderungen in „Erziehung und Unterricht“ zur klaren Scheidung heran. Der Stoff ist nach Themen geordnet, nicht nach Arbeitsstunden, und für Angehörige der Klassen 6 bis 8 bestimmt. Es sind dabei 3 Arbeitsgruppen mit je 4 Teilnehmern vorausgesetzt, denen vom Stoff noch gar nichts bekannt zu sein braucht. Unter den Themen hebe ich hervor: 1. Darstellung einer Gleichspannungsstation mit ihrem Netz, 2. Größenbegrenzung eines Einzelwerkes in der Stadt. 5. Der schädliche Einfluß langer Leitungen auf den Wirkungsgrad der Leistungsübertragung. 8. Die Bedeutung hoher Spannungen für den Wirkungsgrad der Fernleitung. 11. Warum sind Fernleitungen in Deutschland notwendig? 15. Der Wechselstrom und seine Eigenschaften. 19. Die Nachbildung einer neuzeitlichen Übertragungsanlage von elektrischer Energie. 21. Das Parallelfahren von Fern- und Ortswerken. Diese Themen werden behandelt in Schülergruppenversuchen, Lehrversuchen mit Lehrvorträgen, Erläuterungen und Erörterungen. Jedesmal ist den Beschreibungen der Schülerversuche vorangestellt eine Übersicht über die Geräte für einen Arbeitsplatz. Überall ist entsprechend den Forderungen in „Erziehung und Unterricht“ versucht worden, Querverbindungen zu anderen Fächern aufzubauen, denn „es gibt keine Arbeitsgemeinschaft eines Einzelfaches“. Allem vorangestellt ist ein Verzeichnis der zur Durchführung der Arbeitsgemeinschaft notwendigen Apparatur, die nach meiner groben Schätzung einen Aufwand von 600,— bis 700,— RM. erfordert. Voraussetzung zur Durchführung ist natürlich, daß den Schülern physikalische Arbeitsräume zur Verfügung stehen. Verfasser betont am Schluß des Vorwortes, daß das Buch einen „Vorschlag“ enthalte und aus einer „Arbeitsgemeinschaft“ der Arbeitskameraden an der Staatlichen Hauptstelle entstanden sei. Die Forderungen in „Erziehung und Unterricht“ seien so neu, daß ihre Erfüllung anfangs nur zu einem „vorläufigen“ Ergebnis führen könne. Ich las in diesem Buche zum ersten Male etwas von der Durchführung einer Arbeitsgemeinschaft „neuer Prägung“ und bin mir dabei bewußt geworden, wieviel noch fehlt, damit unsere Arbeitsgemeinschaft, wie „Erziehung und Unterricht“ vorschreibt, Gehilfin des praktischen Lebens wird, das „die Aufgabe für sie stellt“.

Die Umschau. Jahrgang 1939, Heft 1: Dr. PAUL RANGE, Der Bergbau der deutschen Schutzgebiete in Afrika und in der Südsee. — Dr. W. RUDOLPH, Schädigung von Nahrungsmitteln durch Metallspuren. — Heft 2: Dr. O. FLÖSZNER, Standardzahlen der deutschen Volksernährung. — Heft 3: Dr. M. WOLFF, Nebel und Verkehr. — Heft 4: GERTRUD KUHL, Die Frühentwicklung des Säugtieres. — Dr. G. FRIESE, Richtende Kräfte beim Pflanzenwachstum. — Heft 5: Dr. W. HORN, Welcher Käfer beschädigt die Bleimäntel unserer Luftkabel? — R. MAURER, Ultrarote Strahlen im Dienste der Gemäldeforschung. — Dr.-Ing. A. KLEINLOGEL, Stahlsaitenbeton. — Heft 6: Dr. H. BREIDER, Die Erbanlagen nach Rassen- und Artkreuzung. — WALTHER FLAIG, Lawinengefahr und Lawinenschutz. — Heft 7: Dr.-Ing. F. HARTMANN, Die Knitterfestigkeit künstlicher Fasern. — TH. VON ZESKA, Deutschlands Gebirgstruppen. — Dr. W. GOETSCH, Pilzzüchtende Ameisen. — Dr. K. KÖSTER, Sorgen um die Weltenergiequelle Erdöl? — Heft 8: Dr. G. MADAUS, Neue Wege in der Heilpflanzentherapie. — Dr. W. RUDOLPH, Über den Vitamin-C-Gehalt der Äpfel. — Heft 9: J. FISCHER VDL., Für deutsche Straßen den deutschen Wagen. — Heft 10: Dr. G. KRUMBACH, Wie arbeitet der Erdbediensdienst? — Dr. S. GERICKE, Die Wirkungen der Phosphorsäure im Leben der Pflanze. — Heft 11: Dr.-Ing. v. LANGSDORFF, Flugzeugschiffe. — Heft 12: Dr. W. LAATSTH, Aufgaben der bodenkundlichen Forschung. — Dr.-Ing. G. WOLF, Der Film als Forschungsmittel in den technischen Wissenschaften. — Heft 13: Dr. BÜRGER, Ergebnisse chemischer Altersuntersuchungen an Blutgefäßen. — Dr. H. BENNHOLD, Die Eiweißstoffe des Blutplasmas. — Heft 14: Dr. F. WEIBKE, Neue Wege zur Metallgewinnung. — HERMANN M. RAUEN, Anorganische Riesmoleküle. — Heft 15: Dr.-Ing. K. WIEGAND, Die Farbenzusammensetzung künstlicher Lichtquellen. — Dr.-Ing. R. DIETRICH, Walverarbeitung. — Heft 16: Dr. E. LEHNARTZ, Die zellfreie alkoholische Gärung. — Dr. M. WALDMEIER, Sonnen-Eruptionen und Radioempfang. — WILHELM SCHMIDT, Italiens koloniale Tätigkeit in Nordafrika. MÖBIUS.

Steffen, Bernward, Aufgaben aus dem Gebiet der Luftbildmessung mit zugehörigem Luftbild- und Kartenmaterial. I. Teil: Mittelstufe, 7 S. mit 5 Abb., —20 RM. II. Teil: Oberstufe, 16 S. mit 9 Abb., —40 RM. Verlag O. Salle, Frankfurt a. M. 1939.

Durch diese Hefte wird das sehr schöne Bild- und Kartenmaterial, das der Verfasser seinen Aufsätzen in Jahrg. 1938 dieser Zeitschrift (S. 166—170, 177—184) beigab, zu erfreulich niedrigem Preise für die Verwendung im Unterricht bereitgestellt. Der Verfasser beschränkt sich auf Einbildverfahren und bringt in der Mittelstufe Aufgaben über Senkrechtaufnahmen (Flughöhe, Bildmaßstab, aufgenommene Fläche), in der Oberstufe Aufgaben mit Anleitungen über die hierzu gehörenden Fehlerrechnungen und zur Auswertung von Schrägaufnahmen.

In Händen der Schüler, etwa für die Reihenbüchereien der Schulen angeschafft, sind die Hefte sehr brauchbar. Vielleicht gelingt dem Verfasser noch Beschaffung ähnlich guten Materials für Behandlung der hier noch nicht berührten Gebiete der Bildmessung, wie Zweibildverfahren, Bildflugplanung, Reihenaufnahmen. HERRMANN.

Abhandlungen.

Überblick über die astronomische Forschung der Jahre 1937/1938.

VON OTTO SÄTTELE in Ulm/Donau.

1. Die kleinen Planeten. Die Gesamtzahl der numerierten Ellipsen stieg 1937 um 37 auf 1417, 1938 um 35 auf 1453. Neuentdeckt wurden in der Berichtszeit 220 + 277. Besonders verdient es das Objekt REINMUTH (Heidelberg) 1937 UB, erwähnt zu werden. Es wurde am 28. Oktober 1937 aufgefunden und erhielt den Namen HERMES. Es war von der 10. Größe und wies eine stündliche Bewegung von 21' auf. Aus der Bahnberechnung ergab sich der kleinste Abstand am 30. Oktober von nur 0,004 astron. Einheiten, also von nur 597 600 km (die mittlere Mondentfernung ist 384 000 km). Sein Durchmesser beträgt nur 600 m. Es wurde deshalb auch vermutet, daß es sich um ein planetarisches Meteor gehandelt hat, das außerhalb der Erdlufthülle photographiert wurde.

2. Die Kometen und Meteore. Das Jahr 1937 war im Gegensatz zu 1938 mit nur einem kleinen Kometen (Gale 1938 a) reich an Kometen. Gemeldet wurden 8, hervorzuheben ist unter diesen besonders der Komet Finsler, der am 4. Juli in Zürich mit 7. Größe aufgefunden wurde. Er erreichte in den folgenden Monaten die 4. Größe, so daß er in den Augusttagen bequem mit dem unbewaffneten Auge zu verfolgen war. Es liegen von ihm wundervolle Aufnahmen vor. Entsprechend seiner Helligkeit wurden über sein Erscheinen zahlreiche Arbeiten veröffentlicht. Eigenartig ist ein starker Rückgang seiner Helligkeit um den Periheldurchgang, was auf starke Schweifausbildung auf Rechnung einer gleichzeitigen Zusammenziehung des Kopfes zurückgeführt wird. Die Darstellung seiner Helligkeit als Funktion des Sonnenabstandes weist auf vorherrschendes Lumineszenzleuchten gegenüber Leuchten im reflektierten Sonnenlicht hin. Im Zusammenhang damit ist eine Untersuchung von WURM zu erwähnen, nach der aus Intensitätsberechnungen des Rotationsspektrums vom CN Molekül folgt, daß das Leuchten der Kometengase eine durch das Sonnenkontinuum angeregte Fluoreszenzerscheinung ist. Die Auswertung der Spektrogramme genannten Kometen ergab vor allem die Banden des Cyan und C₂. Auffallend war die Ausbildung eines Nebenschweifes in der Zeit vom 3. August, der breiter, verwaschener und heller war als der Hauptschweif, er entfernte sich mit 100 km/sec vom Kometen weg. HOFFMEISTER in Sonneberg untersucht das helle Meteor vom 23. Juli 1936 und findet, daß wohl zu der Gruppe der Meteore interstellaren Ursprungs und der kometarischen Ströme eine dritte Gruppe mit geringerer heliozentrischer Geschwindigkeit (13,5 km/sec) und starker Schweifbildung hinzukommt. Diese dritte Gruppe wird als planetarische bezeichnet, dazu gehört das Meteor vom 3. August 1908 und vielleicht das oben erwähnte Objekt HERMES. Am meisten Eindruck für die glücklichen Beobachter hat das außerordentliche helle Meteor vom 20. November 1938, das nicht allein in Süddeutschland, sondern auch bis Potsdam zu sehen war, hervorgerufen. Die Bahn ging vom Taunus in Richtung Basel, ein Auftreffen auf der Erde konnte nicht festgestellt werden. Sicher werden weitere Beobachtungen noch veröffentlicht werden. Eine theoretische Arbeit über den Meteoritenursprung liegt von AXEL CORLIN, Lund, vor. Es wird zu den bisherigen Hypothesen Stellung genommen und betont, daß die Zahl dieser Gebilde so außerordentlich groß ist, daß sie nicht außergewöhnlichen Prozessen zugeschrieben werden können. Es wird deshalb von ihm die alte Auffassung des Aufbaus aus interstellaren Partikeln aufgegriffen und dieser Aufbau-mechanismus genauer untersucht. Wesentlich bei ihm ist die Rolle der Zusammenstöße mit kosmischen Strahlen (Höhenstrahlung), die eine positive Aufladung der Teilchen bewirken, indem sekundäre Elektronen ausgestoßen werden. Solange der Körper nun geladen ist, kann er negative oder neutrale Teilchen anziehen. Wird er wieder durch Elektroneneinfang elektrisch neutral, so kann er sich umgekehrt

mit geladenen Teilchen vereinigen. Aus der Stärke der Höhenstrahlung erhält Verf. Grenzgrößen der Teilchen von einer Größenordnung der Chondren, wie sie in Meteorchliffen beobachtet wurden. Für ein Anwachsen der Kometen mit Massen von durchschnittlich $6,10^{15}$ g ist eine Zeit von $4,10^{12}$ Jahren (Alter der Milchstraße) erforderlich.

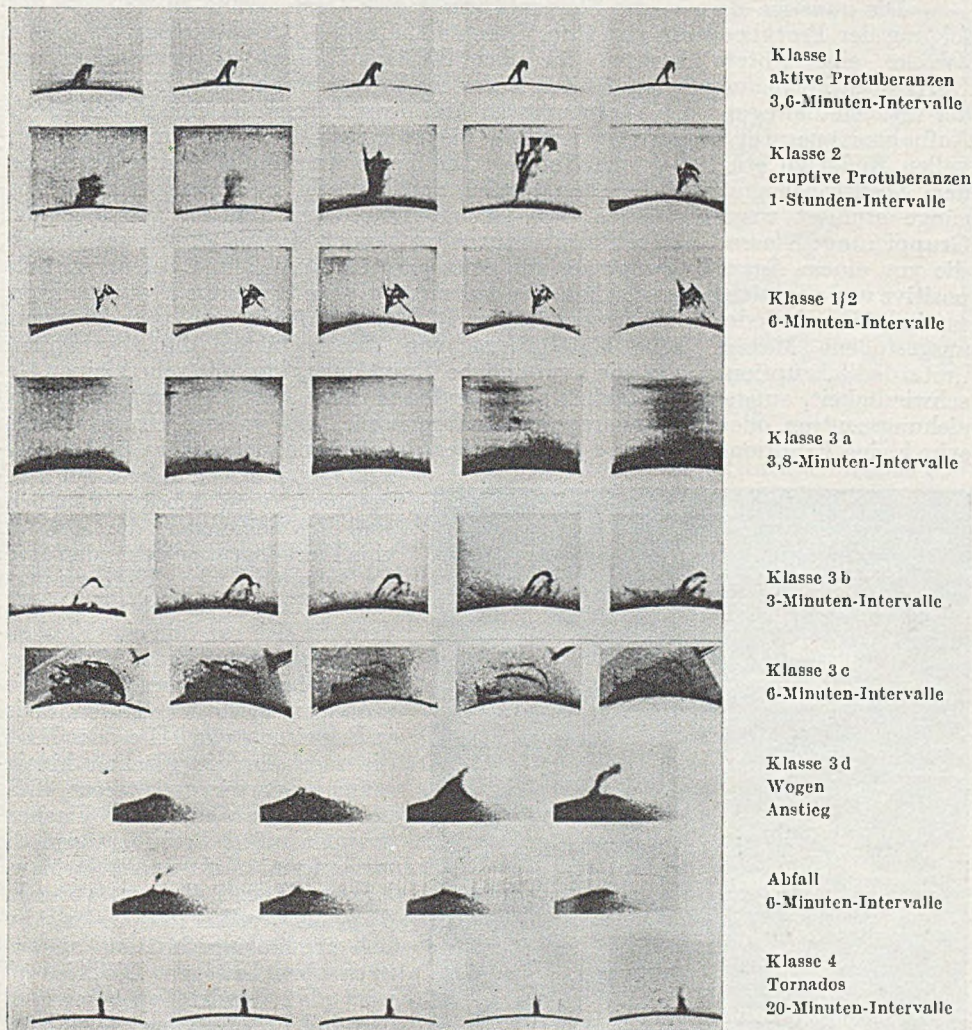
3. Die Planeten. Vielleicht die interessanteste Feststellung ist die Entdeckung zweier neuer Jupitermonde (X und XI) am 100-Zöller von Mount Wilson, der X. wurde zum erstenmal am 6. Juli, der XI. am 30. Juli photographiert, beide waren von der 19. Größe, so daß die Beobachtungsmöglichkeit den amerikanischen Sternwarten vorbehalten bleiben wird. Vorläufige Umlaufzeiten sind 260^d und 693^d . Intensitätsuntersuchungen an der infraroten Venusbande des Kohlendioxyds führen zu einer Kohlendioxydschicht von 200 m/atm. und zu einer Oberflächentemperatur von über 50° C. Die Stabilitätsfrage beim Saturnring macht eine Ringmasse von $\frac{1}{23269}$ der Saturnmasse und Partikelgrößen von 100 m Durchmesser im B-Ring, bzw. 1000 m im A-Ring wahrscheinlich. Dadurch wird der Schluß nahegelegt, daß der Ring aus Trümmern eines oder mehrerer Trabanten gebildet wurde. Auch das Abstandsgesetz der Planeten wird neu geprüft, dabei wird eine zweireihige Abstandsfolge von Jupiter aus nach außen und innen der Form 1, 1/a, 1/2a bzw. 1a, 2a usw. angegeben. Doch wird von MOHOROVICIC in den Astron. Nachr. das Problem von Grund auf neu beleuchtet und folgendes Abstandsgesetz empirisch ermittelt:

$$D = 3,363 \mp 3,363 \cdot 0,88638^n.$$

Dabei ist zu trennen nach negativem Vorzeichen und $n = 0$ bis $+$ unendlich und positives Zeichen mit $n = -$ unendlich bis 0 bzw. mit $n = 0$ bis $-$ unendlich. Das Gesetz umfaßt nicht allein die Planeten, sondern auch die Planetoiden sowie die Kometen. Verf. fordert weiter, daß es möglich sein muß, dieses Gesetz aus allgemeinen kosmogonischen Prinzipien oder aus Wahrscheinlichkeitsgründen abzuleiten. RUPERT WILDT nimmt in einer Arbeit zu KOTHARIS Theorie der weißen Zwerge, von der er annahm, daß sie auch Einblick in die wesentlichsten Züge der Planetenstruktur bietet (Ubl. 1937, S. 296, Z. 8), Stellung. Die dort angegebenen Schlüsse werden als unrichtig bezeichnet, die Materie kann nicht als entartet angesehen werden, wenigstens nicht bei Massen wie bei der Erde, und für Saturn und Jupiter höchstens im Innern, nicht für die Oberfläche der letzteren. Betrachtet werden dabei die Möglichkeiten von Hochdruckmodifikationen von festem Wasserstoff, der metallähnliche Eigenschaften besitzen soll. Da die kritische Temperatur von H 4° K beträgt, müßte der Übergang aus dem Gaszustand direkt in den kondensierten Zustand erfolgen sein, ohne Zwischenglied der flüssigen Phase. Ebenfalls so erfolgte bei diesen Planeten der Übergang in die Eiskondensationen der Modifikation Eis VI bzw. Eis VII. Doch sind für weitere Schlüsse erst entsprechende Laboratoriumsuntersuchungen nötig. Eine andere Arbeit versucht auf Grund des Dichtesprungs im Erdinnern in einer Tiefe von 874 km die Dichten der inneren Planeten auf Grund der zwei Annahmen, daß bei Dichtesprung ein Übergang des Materials in einen anderen Zustand oder von einem Material zu einem anderen Material stattfindet, zu berechnen, es ist kein Schluß für die eine oder andere Annahme möglich, bei Merkur und Mond ist kein Dichtesprung festzustellen, dagegen bei Mars, Erde und Venus, so daß aus dem ähnlichen Verlauf eher auf die erstere Annahme zu schließen ist. Für die Erde wird auf folgende Zusammensetzung geschlossen: Eine Granitschicht von 12 km liegt auf einer Zwischenschicht unbestimmter Zusammensetzung von 24 km Dicke, darunter befindet sich eine Olivinschicht ohne Veränderung bis zum Dichtesprung bei 480 km, dann endlich kommt die Kerschicht. LITTLETON befaßt sich mit dem Ursprung der Planeten, indem er die von LUYTEN und HILL behandelte Doppelsternhypothese unter der Voraussetzung, daß der Eindringling massiger ist als der Begleiter, neu prüft. Er findet, daß damit eine Reihe von Schwierigkeiten behoben werden können, so daß diese Hypothese als befriedigende Basis angesehen werden kann. Die Bildung der Satelliten aus einem einzigen Planeten wird als nicht möglich bezeichnet, sie wird als Nebenergebnis der Teilung eines Urplaneten in zwei ähnlicher Masse, wie etwa Jupiter und Saturn, in dabei auftretenden Materiefäden angesehen.

4. Die Sonne. Die Gruppenmittel der Fleckentätigkeit nach Mount Wilson sind für

1937: Januar 10,7, Februar 12,0, März 9,5, April 8,3, Mai 8,6, Juni 9,8;
 1938: Januar 8,8, Februar 9,7, März 7,0, April 8,7, Mai 11,3, Juni 9,1;
 1937: Juli 3,6, August 12,0, Sept. 9,1, Okt. 10,0, Nov. 7,8, Dez. 7,9;
 1938: Juli 13,3, August 12,3, Sept. 7,9, Okt. 9,0, Nov. 9,0, Dez. 8,4.



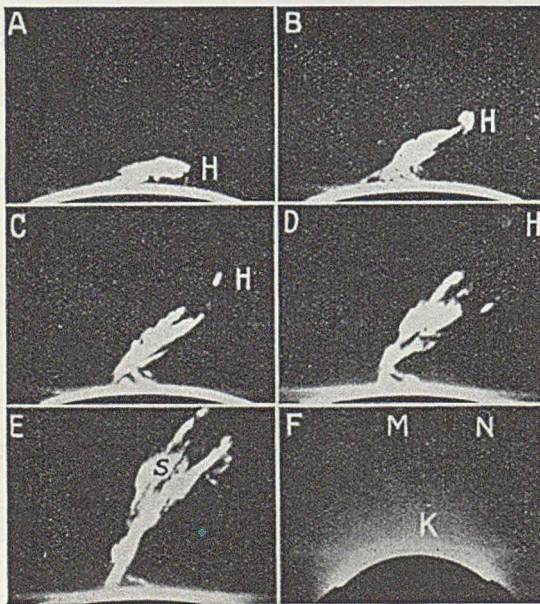
Zusammengestellt nach Astrophys Tourn. 1936/1937.

Abb. 1.

Die Werte der Vorjahre siehe Ubl. 43, S. 296, 1937, Heft 10. Die Gruppe vom 22. Juli 1937, die in einer heliozentrischen Breite von 31° auftrat, gehört zu den fünf größten, die bisher überhaupt photographiert wurden, sie konnte bis zu vier Rotationen verfolgt werden, auf die sie begleitenden Protuberanz wird noch zurückzukommen sein. Die Gruppe vom 12. bis 24. Januar 1938 in $+17^\circ$ Breite ist mit den zwei größten des Jahres 1937 vergleichbar, zwischen dem 12. und 26. Januar waren drei große magnetische Stürme und am 13./15. 18. 19. und 20. Januar starke Schwunderscheinungen bei Radioübertragungen festzustellen.

Zwei weitere große Stürme waren im April und Mai 1938. Überhaupt war die erdmagnetische Störung im Jahre 1938 größer als die im Vorjahr. Die Fleckentätigkeit nahm ab Juli wohl ab, aber nicht so stark wie im Vorjahr. Solche starke Schwankungen machen die Bestimmung der Zeit des Maximums äußerst unsicher, und es ist nicht ausgeschlossen, daß zu Ende des Jahres 1938 das Maximum noch nicht erreicht war. Jedenfalls geht der geringe Abstand vom Maximum auch aus der Fleckenbreite hervor.

Die günstige Epoche der Sonnentätigkeit gab Veranlassung zu weiterer Verfolgung der Protuberanzen und ihrer Gesetzmäßigkeiten. Das besonders zu diesem Zwecke eingerichtete Institut ist das McMath-Hulbert-Observatorium der Universität Michigan mit dem 50-Zoll-Turmteleskop am Angelussee. Zur Verfolgung der raschen Bewegung der Protuberanzen und ihrer Formen ist eine automatische Aufnahmeapparatur konstruiert worden, die es gestattet, in regelmäßigen Intervallen Bilder zu erhalten (siehe Abb. 1). Die ganze Anordnung besitzt gegenüber dem Spektroheliographen eben den Vorteil, daß alle sehr rasch verlaufenden Vorgänge studiert werden können. Die Beobachtungsdaten führten zur folgenden Gruppierung: Klasse 1 aktive Protuberanzen: es handelt sich bei diesen um Massen, die von einem Anziehungszentrum zur Seite gezogen werden und bei denen hohe positive und negative Geschwindigkeiten auftreten. Klasse 2 eruptive Protuberanzen: es sind in mehr oder weniger senkrechter Richtung aufsteigende, von der Sonne ausgestoßene Massen. Eine Untergruppe von diesen bilden die sogenannten „retarded“ Eruptionen, die wie gewöhnliche Eruptionen, nur mit sehr kleiner Geschwindigkeit, aufsteigen, plötzlich aber werden einzelne Fäden (streamers) in Anziehungszentren oder Fleckengruppen hinabgerissen. Eine weitere Gruppe bilden sehr kleine Eruptionen von sehr kurzer Lebensdauer, aber sehr hoher Geschwindigkeit (500 km/sec). Klasse 3 Protuberanzen vom Fleckentypus: es sind Erscheinungen, die stets an eine Fleckengruppe gebunden sind. Es werden vier Untergruppen unterschieden: a) gebrochene Fäden, die sich rasch in eine Fleckengruppe hineinbewegen, b) Massen, die springbrunnförmig auf- und absteigen, c) seitliche Fäden, meist in Begleitung von III a oder III b, die rasch in die Flecken hineinstürzen, vorwiegend treten diese bei sich auflösenden Fleckengruppen auf, d) Protuberanzen, die wogenförmig auf- und abschwngen. Klasse IV sind die vom Tornado-Typ, die vertikal in Spiralen, ähnlich einem eng gedrehten Tau, sich nach oben bewegen. Die Klasse V wird als ruhender Typ bezeichnet, das sind Protuberanzen, bei denen die an die Chromosphäre abgegebenen Massen gleich der von der Chromosphäre erhaltenen Massen sind, sie weisen lediglich innere Turbulenzen auf mit geringen Ge-



Aus Publ. astron. Soc. Pacific 1938, Heft 1.

Abb. 2.

geschwindigkeiten von 5—10 km/sec. Beachtenswert ist weiter, daß zur Klasse III Erscheinungen gehören, die ihren Ursprung hoch über der Chromosphäre haben und in einer chromosphärischen Atmosphäre in der Korona entstehen. Sehr interessant sind auch die Bewegungsgesetze, die bei eruptiven Protuberanzen festgestellt wurden und auch bei den meisten andern Klassen anzutreffen sind. Das erste Gesetz lautet: Die Bewegung ist gleichförmig, doch nimmt sie sprunghaft nach gewissen Intervallen zu,

als ob jeweils ein neuer Impuls auftreten würde. Das zweite Bewegungsgesetz besagt, daß die neue Geschwindigkeit ein kleines Vielfaches der vorhergehenden Geschwindigkeit ist (siehe Abb. 3). Die oben erwähnte große Fleckengruppe vom 22. Juli 1937 war von großen Protuberanzen der Wogen-(III d-) und Springbrunnen-(III b-)Klasse begleitet. Bei der vierten Wiederkehr der Gruppe betrug die Feldstärke 3000 Gauß, und am 16. September stieg eine helle Protuberanz auf, die innerhalb 1 Stunde 43 Min. eine Erhöhung von 1 Million km erreichte, einer Höhe, die bisher noch nie beobachtet wurde. Der Kopf der Protuberanz (H) löst sich und bewegt sich aufwärts, es wird dabei das 1. und 2. Gesetz erfüllt. Die Geschwindigkeiten waren 28—58—186—540 km/sec, die letzte Geschwindigkeit von 728 km/sec erfüllt das Gesetz nicht mehr, eine Feststellung, die auch anderweitig zu machen war. M und N in der Abb. 2 sind aufsteigende Wolken, K ist eine zurückfallende Masse, S ist abgesondert und bewegt sich zwischen 110 000 und 750 000 km mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Diese Protuberanz wurde noch übertroffen von der des 20. März 1938, die eine Höhe von 1,55 Millionen km (1,12 Sonnendurchmesser) und zuletzt eine Geschwindigkeit von 200 km/sec erreichte. KIEPENHEUER von der Universitäts-Sternwarte Göttingen hat nun den Versuch unternommen, eine Dynamik von Protuberanzen zu entwerfen, wobei als wirksame Kräfte magnetische Kräfte, Strahlungsdruck und innere Reibung eingeführt werden. Der Grundgedanke ist folgender: In der Umgebung eines Fleckes ist ein zeitlich stark schwankendes inhomogenes Magnetfeld, wird nun in dieses ein ionisiertes Gas gebracht, so entstehen Induktionsströme in diesem Gas. Es läßt sich so zeigen, daß die magnetische Kraft senkrecht zu den Linien $\mathfrak{H}^2 = \text{const}$ gerichtet sind. Für einen entstehenden Fleck ($\mathfrak{H} > 0$) ist die Kraft nach außen gerichtet und umgekehrt, die so erhaltenen Bahnkurven sind den beobachteten Bahnen von Flecken- und aktiven Protuberanzen ähnlich. Die ruhenden Protuberanzen lassen sich durch Kompensation der Gravitation durch den Strahlungsdruck deuten. Dieser Strahlungsdruck spielt in Fleckengebieten eine viel stärkere Rolle als in ungestörten Gebieten, da in jenen die ultraviolette Strahlung um ein Vielfaches erhöht ist. Die beobachtete gleichförmige Geschwindigkeit mit den erwähnten Geschwindigkeitssprüngen ist auf die Beschleunigung der Protuberanz zurückzuführen, die sie durch Strahlungstöße infolge von nachfolgenden Eruptionen jeweils erhält. WALDMEIER prüft die Ergebnisse von PETTIT an aufsteigenden Protuberanzen, er bestätigt das erste Bewegungsgesetz, nicht aber das zweite. Die Bezeichnung aufsteigende Protuberanz ist der Bezeichnung eruptive Protuberanz vorzuziehen. Das statistische Material zeigt, daß die Aufstiege vorwiegend an fleckenfreien Stellen erfolgen, die hellen Flecken werden durch losgelöste Teile, die auf die Chromosphäre zurückfallen, erklärt. Die obige Deutung von KIEPENHEUER wird kritisiert und betont, daß weder diese noch die von MILNE den Beobachtungstatsachen gerecht wird. Da die Untersuchungen fortgesetzt werden und täglich erweitert werden, muß abgewartet werden, auf welcher Linie die richtige Lösung zu suchen sein wird. THÜRING untersucht den zeitlichen Verlauf der Fleckenhäufigkeit als Folge der Stärke des Fleckenherdes und der photosphärischen Stabilität. Die Tätigkeit des Fleckenherdes besteht aus einer Reihe eruptionsartiger Einzelvorgänge mit sehr verschiedener Amplitude und Dauer. Neue Spektralaufnahmen von Flecken im Infrarot ergaben die Existenz neuer Linien, die wahrscheinlich molekularen Ursprungs sind. Andere Untersuchungen erstreckten sich auf Überprüfung von Linien des molekularen Sauerstoffs und des Wasserdampfes, die ihren Ursprung in der Erdatmosphäre haben. Thermoelektrische Messungen bestätigten die früher festgestellte Konstanz der

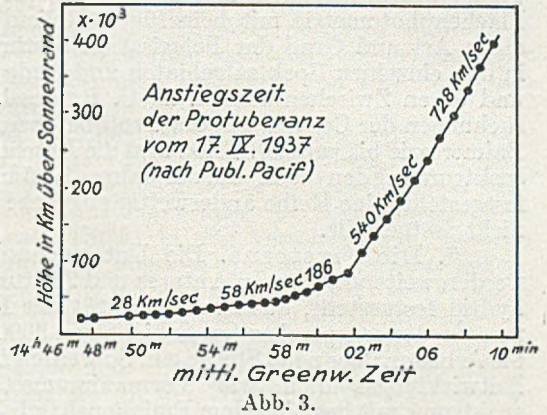


Abb. 3.

ultravioletten Sonnenstrahlung außerhalb der Erdatmosphäre. Auf Mont Wilson wird aus Ti-Linien die Temperatur der umkehrenden Schicht der Sonne zu 4400° K ermittelt. Die Granulation erfährt eine umfassende Bearbeitung am Turmteleskop des Instituts für Sonnenphysik durch TEN BRUGGENCATE, GROTRIAN und VAN DER PAHLEN. Es werden Körner festgestellt von der Größe von $5''$, die sich in Gruppen bis zu $14''$ zusammenschließen, der Helligkeitsunterschied beträgt $0,07^m$, was einem Temperaturunterschied von 110° C entspricht. Interessant ist der Versuch einer Flächenphotometrie mit beigefügter Reliefdarstellung. An der Corona werden vor allem Art und Grad der Polarisation bestimmt, es zeigt sich eine Verschiedenheit in den einzelnen Spektralgebieten und Änderungen zwischen Gebieten der Strahlen und deren Zwischenräumen. In C. R. beschreibt BERNARD LYOT weitere Untersuchungen der Corona und der Protuberanzen. Die Spektren der letzteren zeigen die Balmerserie bis zum 30. Glied und die Paschenserie vom 6. bis 31. Glied. Im Coronaspektrum werden die Linien des Jahres 1935 bestätigt und neu die Linie $\lambda = 5694,42 \text{ \AA}$ festgestellt, eine Reihe anderweitig angegebener Linien werden trotz guter Spektren nicht festgestellt.

5. Die Fixsterne. Die Untersuchungen über Identifikationen von Linien werden weitergeführt. In Antares und Arktur wird die Anwesenheit von Magnesiumhydrid festgestellt, aus der Intensität der Rotationsbanden ergibt sich eine Temperatur der entsprechenden Schicht von 3600° K. Einen sehr breiten Raum nehmen die Arbeiten über neue Sterne ein. So werden zum Beispiel untersucht für die einzelnen Entwicklungsstadien wie Vormaximums stadium, Zeit des Hauptabsorptionsspektrums mit begleitendem Emissionsband, Zeit des diffusen, angeregten Spektrums mit stärkerer Verschiebung der H-Linien, Auftreten der Nebellinien, Auftreten der H-Linien mit Vervielfachung derselben und Auftreten der NIII, Absorptionen und OIII Emissionslinien. Bei Reduktion auf eine Einheitszeit, ergibt sich eine Abhängigkeit der Ausstoßgeschwindigkeiten von dieser Zeit. MCCREA befaßt sich mit der Rolle des Strahlungsdrucks beim Tragen der Atmosphäre, er schätzt die Ausdehnung einer umkehrenden Schicht ab, die von einem Stern getragen werden kann, es folgt für den Photosphärenhalbmesser ein Grenzwert, der bei neuen Sternen überschritten wird. WILLIAMS untersucht die Entstehung von Absorptions- und Emissionsbanden in der 1. Phase bei Nova Herculis und prüft, ob die beobachtete Linienkontur mit konstanter Ausstoßgeschwindigkeit verträglich ist. Der Befund spricht eher für kontinuierliche Ausstoßung als für eine solche in diskreten Schichten. Einen ähnlichen Zweck befolgt eine Arbeit von ARAKI und KURIHARA (Kyoto). Arbeiten über Cepheiden verfolgen den Zweck der Zusammenfassung von Einzel-daten, bzw. der Prüfung von Beziehungen der Zustandsgrößen wie $\log P$, Helligkeit, Radialgeschwindigkeit, Spektraltyp untereinander. Einen ähnlichen Zweck befolgt BEILECKE in seiner Dissertation, er geht aber mehr auf die physikalischen Vorgänge, insbesondere auf den Zusammenhang der Intensitätsänderung in einem (g , T) Diagramm ein, wo g die Gravitation an der Oberfläche und T die Ionisationstemperatur darstellt; es folgt ein Temperaturabfall beim Abstieg vom Maximum zum Minimum, ferner eine Abnahme der Gravitation bei abnehmender Temperatur gegenüber gleicher aber zunehmender Temperatur, sowie eine höhere Temperatur bei zunehmender Helligkeit gegenüber gleicher aber abnehmender Helligkeit. Für die Korrektur des Shapleyschen Nullpunkts der Perioden-Leuchtkraftsbeziehung folgt $+0,25^m$. Unter den Veränderlichen finden die Bedeckungsveränderlichen besonderen Vorzug, handelt es sich doch dabei immer um das Problem der Massen- bzw. Dichtebestimmung der Sterne. Ein spezieller Bedeckungsveränderlicher, Epsilon Aurigae, findet eine ausführliche Bearbeitung durch KUIPER, STRUVE und STRÖMGREN, da für diesen eingehende photometrische und spektrometrische Beobachtungsreihen vorliegen und in der bisherigen Deutung noch eine Reihe Widersprüche auftreten. KUIPER stellt die Hypothese auf, daß der eine Stern, der kleinere vom F2-Typ das Spektrum erzeugt, daß die andere Komponente ein Infrarotstern ist mit einer Oberflächentemperatur von $1200-1400^{\circ}$, der keinen Beitrag zum Spektrum im sichtbaren Teil liefert, während der Finsternis ergeben die spektroskopischen Messungen, daß dieser Infrarotstern halbdurchsichtig ist und daß seine Opazität auf eine äußere Schicht beschränkt ist. Die Spektrallinien des

Hauptsterns sind während der ganzen Phase sichtbar, und während der Verfinsternung treten lediglich noch hinzu Linien, die von einer ionisierten Hülle des Infrarotsterns verursacht werden. Neben einer Bestimmung der Größe und der Bahn (Abstand der beiden Komponenten zur Zeit der mittleren Verfinsternung 0,37 astron. Einh., Halbmesser des F2-Sterns 0,026 astron. Einh.) wird die Möglichkeit der Ausbildung einer Hülle des Infrarotsterns durch die Strahlung des F2-Sterns erörtert. Das Beispiel ist überaus lehrreich, da es darlegt, wie immer wieder neue Erscheinungen am Himmel beobachtet werden und auf ihre Deutung harren, wie aber auch alle physikalischen Kenntnisse dazu herangezogen werden. Von den sehr zahlreichen speziellen Untersuchungen mag nur noch zitiert werden, daß sich auch der Begleiter von Procyon als weißer Zwerg mit einer absoluten Helligkeit von $13,1^m$ bei einer scheinbaren Helligkeit von $10,8^m$ erwies.

Die Untersuchungen theoretischer Art über den Sternaufbau werden weitergeführt, betrachtet wird dabei der Einfluß der Energiequellverteilung, des Dichtegradients, der Kernprozesse. Großen Raum nehmen ferner Untersuchungen über Farbenindizes ein, denn sie geben doch Aufschluß über die Sternatmosphären. BECKER und HARTWIG studieren diesen Effekt in den verschiedenen Spektralklassen. Sehr wesentlich ergab sich für den Sternaufbau der Wasserstoffgehalt. Aus Untersuchungen von Haufensternen wurde KUIPER dazu geführt, die Hypothese aufzustellen, daß alle Glieder ein und desselben Haufens denselben Wasserstoffgehalt besitzen. Er führt dies an den Hyaden aus, GRATTON weist dies nach für die Haufen Großer Bär, Stier und Pleiaden. Man erhält in einem Spektrum-Helligkeitsdiagramm (Russelldiagramm) Linien, die in der Hauptserie von Haufen zu Haufen verschoben sind. Welche Bedeutung dieser Wasserstoffgehalt einnimmt, wurde von Strömungen eingehend dargelegt (siehe Ubl. 40, S. 360, 1934, Nr. 10). In den Ergebnissen der exakten Naturwissenschaften 1937 schreibt eben STRÖMGREN über die Theorie des Sterninnern und über die Entwicklung der Sterne. Es kann hier nur kurz auf diese Abhandlung eingegangen werden, für genauere Prüfung muß auf die Originalarbeit selbst zurückgegriffen werden. Zugrunde liegt der Satz von VOGT-RUSSELL, daß Halbmesser, Leuchtkraft und der ganze innere Sternaufbau allein durch die Masse und die chemische Zusammensetzung bestimmt sind. Das sogenannte Russelldiagramm wird an Hand der chemischen Zusammensetzung bzw. an Hand der Kurven gleicher Masse und gleichen Wasserstoffgehalts demonstriert. Im weiteren wird die Energieerzeugung und die Elementenumwandlung, d. h. der Einfluß der Kräfte, die eine Funktion der chemischen Zusammensetzung (Kernenergien in Atome, Protonen und Neutronen), der Kräfte, die eine Funktion der Partikelzahlen (Energie der Ruhmassen der Elementarpartikel) sind, erörtert. Zugrunde liegt die Theorie von VON WEIZSÄCKER (Physikal. Zeitschrift 1937), der Aufbau vollzieht sich durch Neutroneneinfang, da Neutronen auch in schwere Kerne eindringen können. Durch diese Änderung von Masse und Wasserstoffgehalt ergibt sich folgendes Bild: Ist anfänglich die Masse konstant, so tritt eine Umwandlung von Wasserstoff in Helium und in schwere Elemente ein, bei einer Steigerung des Heliumgehalts bei konstantem Halbmesser, setzt eine Steigerung der Energieerzeugung ein. Damit ist eine Vergrößerung des Halbmessers bedingt. Durch die Zunahme des Halbmessers folgt weiter eine Abnahme der Temperatur und der Dichte im Mittelpunkt, damit läßt die Energieerzeugung nach, solange bis sie der Ausstrahlung das Gleichgewicht halten kann. Ist nun der Wasserstoff zum großen Teil umgewandelt, so folgt die Abnahme der subatomaren Energie, die Energien der temperaturabhängigen Kräfte nehmen ab, die Kontraktion setzt ein. Sterne mit kleiner oder mittlerer Masse enden als weiße Zwerge mit entarteter Materie. In massigen Sternen tritt keine Entartung ein, bei diesen wird infolge der sehr starken Kontraktion ein überaus starker Strahlungsdruck einsetzen, dieser verursacht aber eine Entweichung der Materie, die Masse nimmt ab, der Stern endet wieder als weißer Zwerg. Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist durch die Leuchtkraft bestimmt, für große Massen ist sie größer als für kleine Massen. Sterne desselben Haufens haben gleiches Alter, sie sind Sterne einer einzigen Größe, nämlich der Masse, da der Wasserstoffgehalt für diese konstant ist. STRÖMGREN erweitert diese Abhandlungen durch die Prüfungsmöglichkeiten des He- und H-Gehalts im

Sterninnern. Nach der Aufbauhypothese und der Kernumwandlungstheorie von VON WEIZSÄCKER muß das Verhältnis des Gehalts an He zu dem an schweren Elementen 6 : 1 sein, da aber diese Hypothese keineswegs die einzige ist, ist eben diese Prüfung auf Grund anderer Methoden wichtig. Er führt diese Bestimmung auf Grund des Massenleuchtkraftgesetzes durch und behandelt die chemische Zusammensetzung als einparametrische Funktion, wobei der Parameter das mittlere Molekulargewicht ist, er prüft, ob der hohe Heliumgehalt mit den Daten über Halbmesser, Masse und Leuchtkraft verträglich ist. Er erhält neue Linien des Wasserstoffgehaltes in einem konstanten Russelldiagramm, die ähnlich verlaufen, wie die bei Vernachlässigung des He-Gehaltes. GAMOW gibt in Zeitschrift für Astrophysik 16, Heft 3, einen umfassenden Bericht über die Möglichkeiten der Energiequellen der Sterne auf Grund der Kernumwandlungen. Er prüft die verschiedenen experimentell bekannten Umwandlungsketten und wendet sie auf stellare Verhältnisse (Druck und Temperatur) an. Insbesondere werden dabei die Schwierigkeiten beim Aufbau zu schweren Elementen eingehend erörtert. Verfasser schließt mit der Bemerkung, daß der Weg zur Anwendung der Erkenntnisse über den Kernaufbau und über Kernumwandlung auf astrophysikalische Fragen offen ist. Auch hier muß die Weiterentwicklung noch abgewartet werden, doch lassen schon die ersten Ansätze, besonders auf Grund der Theorie nach VON WEIZSÄCKER wieder erkennen, wie eng die Zusammenarbeit zwischen dem theoretischen, dem experimentellen Physiker und dem Astronomen sein muß, um zu fruchtbaren Erkenntnissen zu gelangen.

In diesem Zusammenhang muß ferner auf einen Aufsatz in der Himmelswelt von Professor KIENLE hingewiesen werden, in dem überaus klar die Zustandsgrößen der Sterne und die Zustände der Materie in Sternen und im kosmischen Raum besprochen werden (siehe Buchbesprechung Ubl. 44, 1938, S. 299). Zu erwähnen sind ferner seine Ausführungen über das Russelldiagramm anlässlich der I. Reichstagung der mathem.-naturwissenschaftlichen Fachrichtung im NSLB., München, April 1937. Hervorzuheben ist die außerordentliche Klarheit und die Eleganz der Darstellung. Angeknüpft soll werden an seine Bemerkung über die Tendenz besonders englischer Astronomen, in populären Büchern den Forschungsstand breiter Öffentlichkeit zu vermitteln. Gewiß ist die Ansicht des Vortragenden voll zu würdigen, daß der Weg, auf dem man zu den Forschungsergebnissen gelangt, viel wichtiger ist und daß zu früh mitgeteilte Ergebnisse zu schiefen oder falschen Vorstellungen führen können. Andererseits ist aber nicht zu vergessen, daß bei der Schwierigkeit der Probleme dann wohl nie endgültige Ergebnisse mitzuteilen wären. Ein Ergebnis über die Sternentwicklung nach dem sogenannten Russelldiagramm, das ja seine Bedeutung vor allem für die spektroskopische Parallaxe hatte, war ja nur als Arbeitshypothese zu denken. Aus diesem Grund wurde in vorstehendem auch die Verbesserung der Hypothese über eine mögliche Sternentwicklung, die am Schluß des Vortrages durch die Stellung der Sterne in Sternhaufen gestreift wurde, nach den zitierten Quellen angegeben, aus dieser Darlegung soll einzig hervorgehen, wie die heutige Wissenschaft bestrebt ist, bestehende Ansichten zu verbessern und mit den Forschungsergebnissen anderer Fachgebiete in Einklang zu bringen und vor allem mit den Ergebnissen, die Professor DEBYE in seinem Vortrag auf der gleichen Tagung so eindrucksvoll dargelegt hat. Vor allem aber ist es für den Erzieher der Oberschule wichtig, die Wandlung in der Auffassung seiner Fachgebiete zu kennen, da sonst der Fall eintritt, daß in Arbeitsgemeinschaften Hypothesen vertreten werden, die veraltet sind, wie es der Rektor der T. H. München in seiner Rede dargestellt hat.

Übergehend vom Einzelstern zur Sternverteilung ist zunächst eine Bearbeitung eines Materials von 17000 Sternen durch BRÜCK zu erwähnen. Er findet eine gleichmäßige Konzentration der mittleren Spektralklassen auf die Milchstraße. B- und A-Sterne zeigen eine stärkere galaktische Konzentration. In höheren Breiten tritt eine Zunahme der G-Sterne ein. Die räumliche Verteilung dieser Sterne gibt für gleiche Entfernung eine Dichtezunahme von den früheren zu den späten Spektraltypen. Die Dichten in der Milchstraße deuten auf eine Sternwolke hin, die nicht sehr ausgeprägt ist und in der sich die Sonne befindet, allerdings wird ein Teil der Dichteschwankung auf interstellare Absorption zurückzuführen sein. Über die

Verteilung der Sterne im Raum, d. h. über die Forschungswege, über die Ergebnisse und über Lücken, die noch auszufüllen sind, ist eine Monographie als Beginn weiterer durch das Astrophysical Journal erschienen. Es mag auf sie verwiesen sein, da bisher kein Buch erschienen ist, in dem alles das kritisch bearbeitet wurde, was in einer riesigen Anzahl von Einzelabhandlungen zu finden ist.

6. Nebel der Milchstraße. Gegenstand eingehender Prüfung erfuhr der Mechanismus des Nebelleuchtens. Man unterscheidet die zwei Gruppen: Nebel, die von Sternen niedriger Temperatur beleuchtet werden, und im reflektierten Licht leuchten und solche, die von sehr heißen Sternen mit hoher ultravioletter Strahlung zum Leuchten in den Nebellinien des ionisierten Sauerstoffs und Stickstoffs angeregt werden. Zu diesem Zweck wird die Umgebung der Nebel durch Blau- und Rotfilter aufgenommen und die Farbenindizes verglichen. STRUVE nimmt z. B. mittels rotempfindlicher Platten (im Lichte der $H\alpha$ -Linien) die Umgebung von γ -Cygni auf und weist die Existenz eines ausgedehnten Emissionsnebels nach, für dessen Leuchten γ -Cygni (F8p) verantwortlich ist. Auf Grund ähnlicher Untersuchungen an anderen Nebeln teilt STRUVE drei Klassen ein: 1. Nebel, die im Bilde von $H\alpha$ stärker strahlen als im violetten Licht, 2. beide Strahlungen sind gleich, 3. umgekehrter Fall wie bei 1. Emissionsnebel sind von der 1. und 2. Klasse, reine Reflektionsnebel, die durch Sterne früherer Typen beleuchtet werden, gehören zur 3. Klasse. In seinen photographischen Studien gibt DUNCAN neue Nebelaufnahmen am 100-Zöller, die mit dem neuen Aluminiumbelag des Spiegels erhalten wurden, heraus. Besondere Erwähnung verdienen die Aufnahmen von Ringnebel in der Leier bei Belichtung von 15 Min. und 2 Std., sowie vom planetarischen Nebel im Schwan mit 1 Min. bzw. 1 Std. Belichtungszeit. Beide zeigen eine bisher nie beobachtete Nebelhülle von über $100''$. Andere planetarische Nebel zeigen diese Ausdehnung nicht. STRUVE untersucht die ungleiche Oberflächenhelligkeit diffuser Nebel und ihre Verträglichkeit mit der Annahme der Beleuchtung durch einen Zentralstern bzw. der Absorption durch Dunkelnebel. Die Ursache für die Hagenschen Dunkelwolken führt BECKER entweder auf außergalaktische Erscheinungen oder auf perigalaktische Materie, analog den Beobachtungen am Andromedanebel, zurück, während SIEDENTOPF eher dazu neigt, sie auf physiologische Vorgänge entsprechend der Kühlschen Kontrasttheorie zurückzuführen.

Neuere Ergebnisse liegen über die Natur interstellarer Materie vor. Einmal prüft MERRILL die Verschiedenheit der Verteilung des interstellaren Natriums und ihren Zusammenhang mit der galaktischen Rotation. Aus den Intensitäten der D_1 - und D_2 -Linien wird auf diskrete Natriumwolken mit Dichten von 10^{-31} g/cm und Temperaturen von 40000° bei einer Dicke von 700 parsec geschlossen. Nachgewiesen sind ferner Linien des ionisierten Titans und des einfachen Ca und K. SAHA hat die Anwesenheit von Molekülen wie Na_2 und NaK vermutet.

7. Die außergalaktischen Nebel. ZWICKY meldet ein neues Nebelneist in den Fischen mit 300 bis 400 Gliedern im Abstand von 7,94 Megaparsec und der Dimension 4,6 auf 1 Million Lichtjahre. Die abgeplattete Form weist auf Rotation hin. Es wird vermutet, daß der Virgohaufen mit den Ansammlungen in den Jagdhunden, im Großen Bär und der Hydra ein ähnliches System bilden. KEENAN bestimmt für 120 Nebel Gesamthelligkeit und Typus. ZWICKY befaßt sich ferner mit der von kosmologischem Standpunkt überaus wichtigen Frage der Massenbestimmung von Nebeln bzw. Nebelneistern, er findet für den Comahaufen, der aus ca. 800 Nebeln in einem Feld von $1,7^\circ$ besteht und der eine Entfernung von 3,8 Megaparsec aufweist eine durchschnittliche Masse pro Einzelglied von $4,5 \cdot 10^{10}$ Sonnenmassen. STEBBINS und WHITFORD ermitteln photoelektrische Helligkeiten, Typus, Durchmesser, Farbe und Spektrum von 165 außergalaktischen Nebeln. BAUDE prüft weiterhin die Natur der Supernovae. Er findet aus 18 Objekten als $M_{\max} = -14,3^m$; er hält B-Cassiopeia (Tychos neuen Stern) als solche Supernova und wahrscheinlich den Crabnebel als Endzustand eines solchen, beide stellen die einzigen bisherig bekannten Objekte innerhalb der Milchstraße dar.

Als letzter Gegenstand einer Reihe von Einzelarbeiten soll die scheinbare Radialgeschwindigkeit außergalaktischer Nebel gestreift werden. Im letzten Jahresbericht (Ubl. 43, S. 325, 1937, Heft 10) wurde auf die Versuche HUBBLES und

TOLMANS hingewiesen, HUBBLE hat nun gezeigt, daß durch den Einfluß der Rotverschiebung auf die Helligkeit der Nebel aus umfangreichen Abzählungen, der durch $\Delta m = k \cdot d \lambda / \lambda$ zum Ausdruck gelangt, für die eine oder andere Deutung entschieden werden kann, je nachdem $k = 3$ (statische Welt) oder $k = 4$ nicht statische Welt (sich ausdehnende Welt). Er findet $k = 2,94$. Dieses Ergebnis wurde im Laufe der Berichtszeit sehr angegriffen, die Kritik befaßt sich vor allem mit den Fehlerquellen durch die Abzählung, FRICKE findet, daß der Fehler $\pm 0,5$ beträgt, so daß also eine Aussage dafür oder dagegen nicht möglich ist. TEN BRUGGENCATE findet in einer Abhandlung in den Naturwissenschaften ausgerechnet den Wert 3,5. MCVITTIE gelangt im Gegensatz zu HUBBLE zu einer hyperbolischen Welt. Man sieht jedenfalls, daß auch dieser Versuch HUBBLES zum Scheitern verurteilt wurde. Die Wahrscheinlichkeiten für die eine oder andere Auffassung sind immer noch als gleich anzusehen. Ob der 200-Zöller die Entscheidung bringen wird, muß abgewartet werden. Eines wäre bestimmt erfreulich, wenn die Klärung dieser Frage mit dazu beitragen würde, eine schärfere Trennung germanischer und artfremder Auffassung herbeizuführen, wie sie eben noch nicht hinsichtlich der Relativitätstheorie durchgeführt ist.

Da das Bedürfnis immer mehr hervortritt, aus der außerordentlich großen Zahl von Einzelarbeiten, die in allen möglichen Zeitschriften erscheinen, die nicht immer leicht zugänglich sind, zu sichten und zu ordnen, so hat sich auch die Astronomische Gesellschaft entschlossen, zusammenfassende Berichte unter dem Titel: Fortschritte der Astronomie herauszugeben. Der 1. Band liegt vor, er rührt von BECKER (Potsdam) her und befaßt sich mit der Materie im interstellaren Raum.

Schrifttumsnachweis wie bisher.

Ulm, den 14. April 1938 bzw. 8. Januar 1939.

SÄTTELE.

Eine Wippe mit vielseitiger Verwendung.

Von ERICH KRUMM in Offenburg.

Das im Folgenden beschriebene Gerät ist im Laufe der Zeit aus einzelnen für spezielle Zwecke gebauten Apparaten „zusammengewachsen“. Die vielseitige Verwendungsmöglichkeit zu recht eindringlichen Versuchen lohnt wohl schon den Bau.

I. Beschreibung.

Der grundsätzliche Bauplan ist unter Weglassung von Einzelheiten in Abb. 1 gegeben. Durch rotierende Seilscheiben wird mittels einer Kurbel und Schubleiste die Wippleiste um wenige Grad hin- und herbewegt. Absichtlich ist nur eine Größenangabe eingefügt. Vorhandenes Roh- und Baumaterial mag die sonstigen Größenverhältnisse bestimmen.

Die Einzelteile: Abb. 2: Die Achse 1 einer mehrstufigen Seilscheibe 2 dreht sich in kräftigen Lagern aus etwa 2—3 mm dickem (Messing-)Blech 3, die an einem passenden Holzklotz 4 angeschraubt sind. In etwa 2 cm Entfernung von der Achse sitzt eine kurze Holzleiste 5 drehbar um die Schraube 6. Diese Leiste bewegt bei Rotation der Seilscheibe die daran mittels Schraube 7 befestigte Wippleiste 8. — Abb. 3: Die Wippleiste sitzt auf einer kräftigen Querleiste 9, die an beiden Seiten in Bohrlöcher eingeschlagene und am Ende spitz zugefeilte Nägel 10 als Achse trägt. — Die Lager für diese Wippe sind folgendermaßen gebaut, Abb. 4: Ein Holzklotz 11 trägt seitlich zwei Brettchen 12, die oben und seitlich überstehen. Die Achsen 10 ruhen beiderseits in einem Lagerblech 13 wie Abb. 2, 3. Die Bewegung in Richtung der Achse, also die seitliche Verschiebung wird begrenzt durch zwei weitere Bleche 14 ohne Durchbohrung für die Achse. Achsenspitze auf Metall — das bedeutet leichte Beweglichkeit auch bei seitlichem Zug. In die Querleiste 9 und in die Wippleiste 8 werden kurze Nägel halb eingeschlagen. Ein Metallstück 15 auf der horizontalen und vertikalen äußeren Seite wird durch eine Schraube 16 mit dicker Unterlagscheibe lose festgehalten. Durch eine Flügelschraube 17 kann man bei Versuchen eine

dünne Holzleiste u. dgl. festklebmen. Alle Achsen in den Lagern müssen „stramm“ gehen und „satt“ sitzen. Sonst „schlagen“ sie bei ihrem raschen rüttelnden Gange.

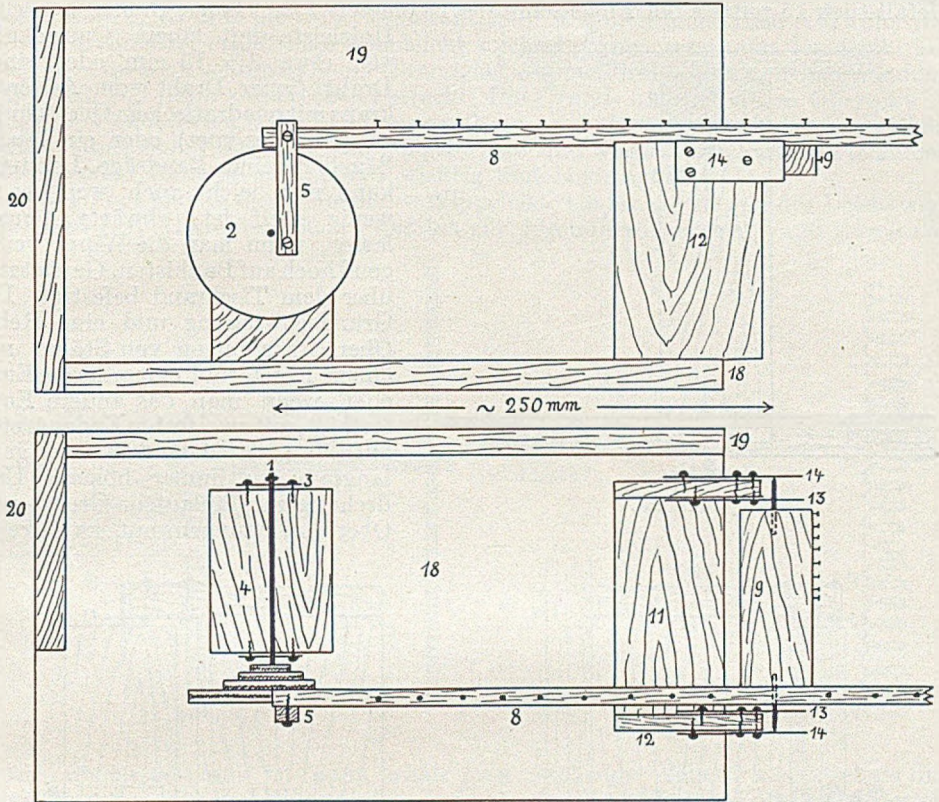


Abb. 1.

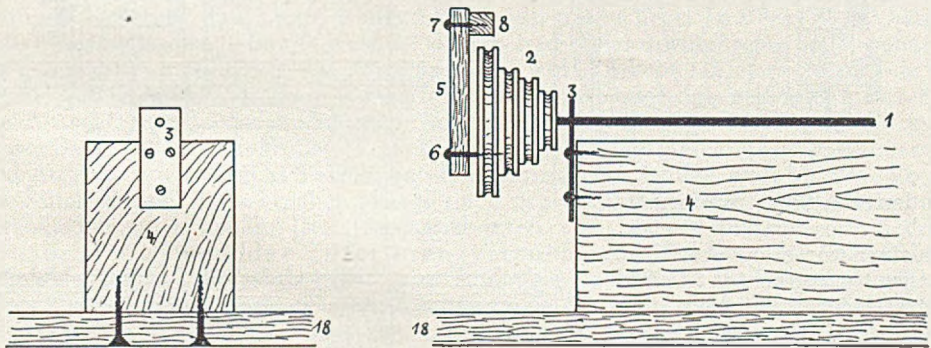


Abb. 2.

Die beiden Klötze mit Anbauten werden nach Fertigstellung auf ein kräftiges Grundbrett 18 mit Hinterwand 19 und Seitenwand 20 aufgeschraubt. Man kann so diese ganze Wippe in drei verschiedenen Lagen benützen. Platz für Schraubzwingen zur Befestigung am Experimentiertisch bleibt genügend. Ein kräftiger, gut regulierbarer Elektromotor mit gestufter Seilscheibe treibt mit Schnurübertragung die Wippe an.

II. Verwendung.

1. Stehende Querschwingungen auf Stäben. Man spanne unter das Metallstück 15 mittels der Flügelschraube 17 eine etwa 2 m lange, dünne, lotrechte Holzleiste mit einem Querschnitt von etwa 3×15 mm oder einen Draht (jener Draht vom Adventskranz mit quadratischem Querschnitt ist ganz geeignet) oder ein langes Sägeblatt einer Bandsäge. Letzteres kann man leicht auch, wenn es zu wenig steif ist, abwärts hängen lassen, wenn man die Wippe genügend hoch auf Baukisten, Gaußstativ über dem Tischrand befestigt. Die Grundschiwingung und eine Reihe Oberschwingungen von Stäben mit einem festen und einem losen Ende oder, wenn man das andere Ende festhält, mit zwei festen Enden treten auf. Man lasse dazu den Motor ganz langsam zu immer höherer Umdrehungszahl anlaufen. Grund- und Oberschwingungen mit zwei freien

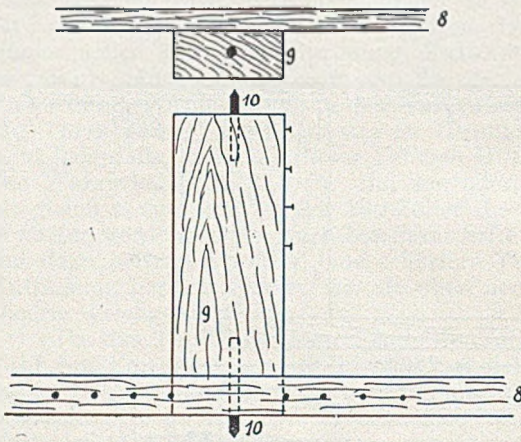
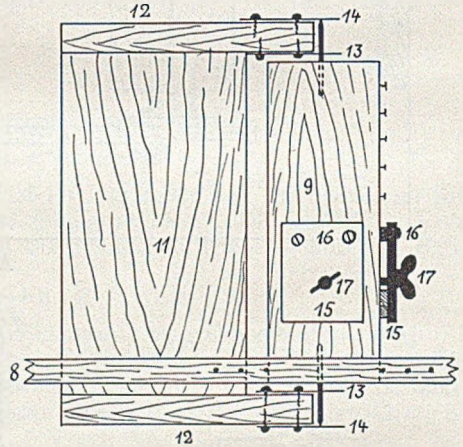
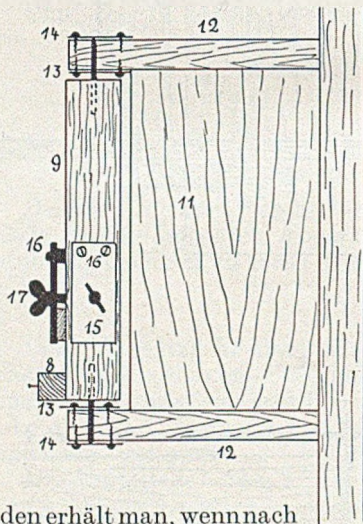


Abb. 3.



Enden erhält man, wenn nach Abb. 5 die vertikale Leiste an einer kürzeren, etwa 1 m langen waagrechten Leiste befestigt ist, wobei die Wippe auf ihre Rückwand gekippt ist. Die Befestigung ergibt sich ohne weitere Erläuterung aus Abb. 6. Dem Befestigungspunkt gebe man je nach der Art der erwünschten Oberschwingungen verschiedene Lagen.

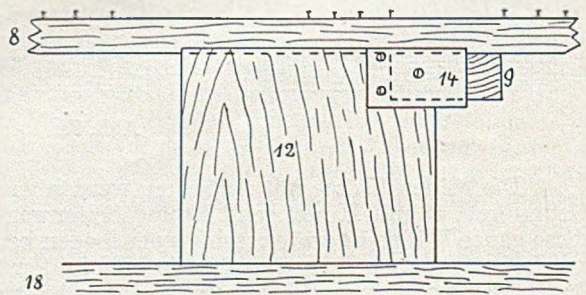


Abb. 4.

2. Stehende Längsschwingungen auf Federn (Drahtlocken oder Wendel oder Schraubenfedern, aber nicht „Spiralen“!). Man hänge bei Normallage der Wippe an die horizontale eingeklemmte, kurze Leiste eine aus Draht gewundene Locke. Abb. 6. Es braucht kein Stahldraht sein. Aus nichtfederndem Al-Draht von 3 mm Durchmesser erhält man sehr leicht solche Locken, wenn man den Draht auf einen etwa 6—8 cm weiten Zylinder (Standglas, Papperöhre) Windung neben Windung aufwickelt und dann entsprechend streckt. Die Grund- und die ersten Oberschwingungen bei zwei festen, zwei losen, einem festen und einem losen Ende treten leicht in Resonanzlage auf. Diese Schwingungsformen sind wegen ihrer Parallelität zu den schwingenden Luftsäulen (Pfeifen) wichtig und eindringlich.

3. Hängt man in einen Nagel der Wippleiste ein senkrecht von der Leiste wegführendes Seil (Gummischlauch), das bis zur gegenüberliegenden Wand durch das

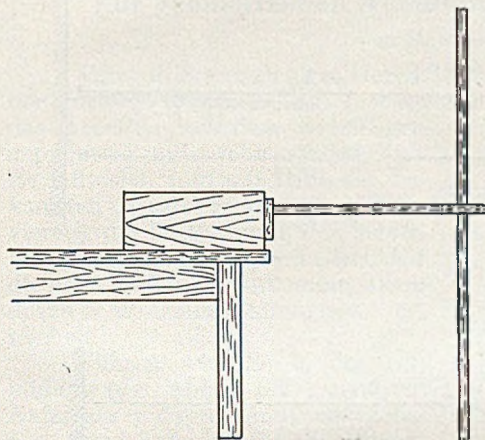


Abb. 5.

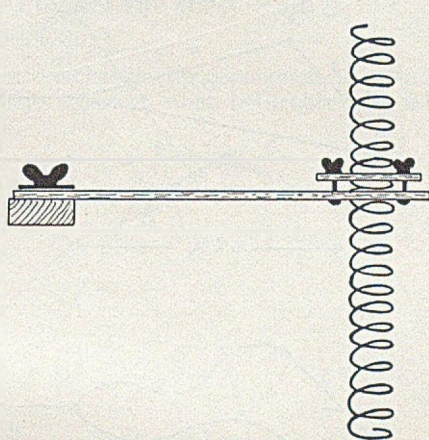


Abb. 6.

ganze Zimmer gespannt ist, dann erhält man „stehende Wellen“ als Ergebnis der Interferenz der von der Wippe kommenden und der am festen Ende reflektierten und zurücklaufenden Wellen. Beobachtung mit Zeitlupe!

4. Das Grundbrett der Wippe wird lotrecht an einer Kiste mittels Schraubzwingen befestigt, daß Leiste 9 mit den Nägeln unten liegt. In diese Nägel hänge man verschieden lange dünne Ketten: Grund- und Oberschwingungen bei Resonanz.

5. Resonanz. Unter die Flügelschraube wird lotrecht ein etwa 30 cm langes, gerade gebogenes Stück einer Weckerfeder, Sägeblatt oder dgl. geklemmt. Beachte die Ausschlagsweite der Feder beim langsamen Anlaufen des Motors. Stellt man hinter diese Feder einen großen Winkelmesser, dann erhält man aus Umdrehungszahl und Ausschlagsweite leicht Tabelle und Resonanzkurve. Schiebt man über die Feder ein Stück Pappe, dann ergeben sich je nach der Größe der Dämpfung(sfläche) die verschieden stark gedämpften Resonanzkurven.

6. Grundlegender Interferenzversuch. Abb. 7. Von der gegenüberliegenden Wand 1 führt als „Seil“ ein Gummischlauch 2 auf die Wippleiste 3 zu. Etwa 2 m vor dieser verzweigt sich dieser Gummischlauch in zwei dünnere Schläuche 4, deren Masse je Längeneinheit zusammen etwa die des dickeren ausmacht. Wirft man nun mit raschlaufender Wippe in ein Seil Berg und Tal, in das andere Tal und Berg, dann treffen am Verzweigungspunkt „Berg auf Tal“, dann „Tal auf Berg“ und das Seil 2 vom Verzweigungspunkt ab ist völlig in Ruhe. Unregelmäßiger oder „schlagender“ Gang der Wippe oder verschiedene Spannung der Seile 4 kann leichte Wellen auf 2 hervorrufen. Hängt man aber beide Seile auf die gleiche Wippeseite — die geringe Verschiedenheit der Amplituden ist völlig belanglos — dann ist der Verzweigungspunkt tüchtig in Bewegung, weil „Berg auf Berg und Tal auf Tal“ fällt. Die Wellenbewegung läuft dann auf das Seil hinaus. Allerdings erscheint der ganze Vorgang sofort in stehenden Wellen — gebildet aus den ankommenden und den von

der Wand reflektierten. Man verhütet die Reflexion durch ein schräg unter das Seil gelegtes Brett 5, auf dem die anlaufenden Wellen verebben. Viel eindrucksvoller ist allerdings die Beobachtung bei stehenden Wellen, also ohne Verebbungsbrett. Die Amplituden sind erheblich größer.

Die Umdrehungszahl des Motors muß selbstverständlich auf die stehenden Wellen einreguliert sein. Das beste „Spiel“ ergibt sich bei meiner Wippe, wenn auf den Seilen 4 drei oder vier Halbwellen liegen. Man kann wohl unbedenklich diesen

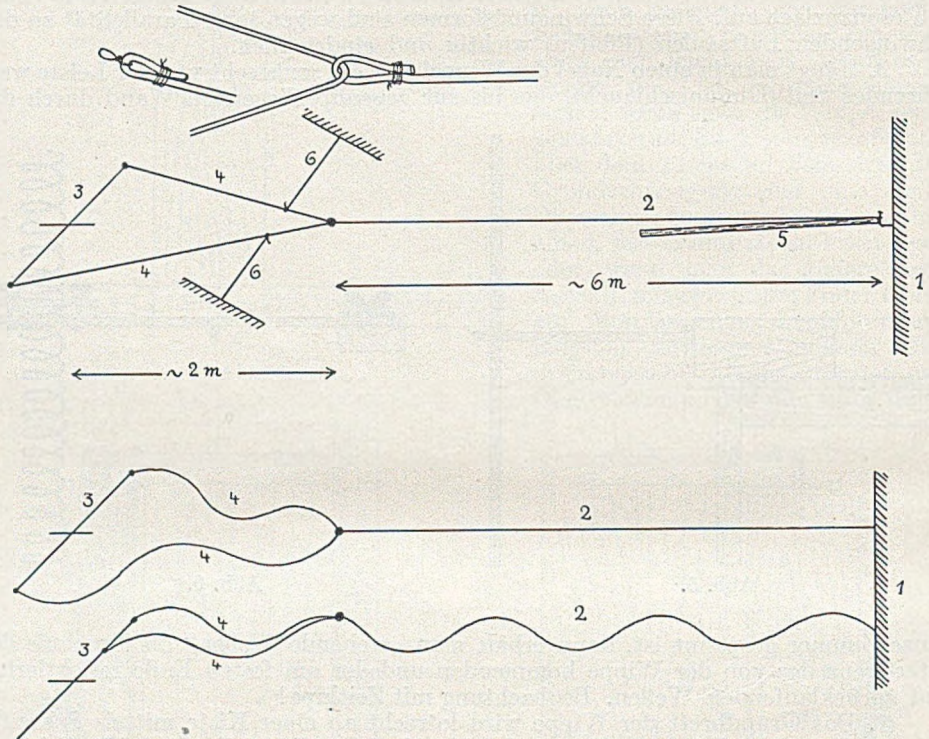


Abb. 7.

wichtigen Interferenzversuch sofort in stehenden Wellen zeigen. Einmal ist der Verzweigungspunkt und das ganze Seil 2 völlig in Ruhe, obwohl Wellen mit 10—20 cm Amplitude an ihm zerrn. Dann machen beide, wenn die Seile 4 auf gleicher Wippsseite hängen, tüchtige Bewegungen. Hierbei kann zufällig der Verzweigungspunkt in Ruhe bleiben, wenn er in einem Knoten der stehenden Wellen liegt. Veränderung der Umdrehungszahl des Motors verändert leicht die Wellenlänge und schiebt den Verzweigungspunkt aus dem Knoten heraus.

Unser Auge faßt allerdings bei seiner verhältnismäßig großen Abklingzeit der Retina die Einzelbewegungen nicht auf. Es sieht lediglich die Verwischung aller Bewegungen. Recht eindrucksvoll werden die Versuche erst bei Verwendung einer Zeitlupe: das Seil wird durch eine Bogenlampe (ohne Kondensator) beleuchtet. Vor ihr steht ein gut regulierbarer Motor, auf dessen Achse eine Kreisscheibe (aus Al-Blech) von etwa 30 cm Durchmesser sitzt, die zwei oder vier radiale, 1 cm breite, gleichbreite Schlitze trägt. Bei richtig regulierter Umdrehungszahl dieser Zeitlupe, die auch sonst vielfache Verwendung findet, daß eine besondere Montage sich schon lohnen dürfte, steht der ganze Vorgang in Ruhe oder ist so verlangsamt, daß das Auge alle Einzelvorgänge verfolgen kann. Da kriecht ganz langsam ein Berg und ein Tal je auf einem Seil zum Verzweigungspunkt hin. Sie treffen zusammen und das Ergebnis ist völlige Ruhe usw. Diese Versuche zählen wohl zu den eindrucksvollsten

und eindringlichsten. Zimmerbeleuchtung an! Der ganze „Spuk“ ist weg und die Bewegungen sind wieder alle verwischt.

Bei großen Amplituden schlagen die Seile 4 in der Nähe des Verzweigungspunktes oft störend zusammen. Man verhütet das durch zwei seitlich gespannte Schnüre 6, die die Bewegung in der Vertikalen nicht stören.

Bei allen Versuchen ist Geduld und spielerische Hantierung nötig, bis man die geeignete Umdrehungszahl des Motors und sonstige Begleitumstände durch Gewöhnung und Erfahrung beherrschen gelernt hat. Wenn man erst einmal mit „seiner“ Wippe durch vielfachen Gebrauch verwachsen ist, bereiten alle Versuche keinerlei Schwierigkeiten mehr.

Zur geometrischen Ableitung der Formel für $\sin \alpha \mp \sin \beta$.

VON MAX EBNER in Berlin.

Die von Franz Denk in Heft 4/1939 der Unterrichtsblätter gegebenen Ableitung der Formeln für $\sin \alpha \mp \sin \beta$ ist sicherlich sehr interessant, doch befürchte ich, daß das Arbeiten mit dem Kreisbogen manchem Schüler schwer fallen wird. Es läßt sich nun mit Hilfe der bekannten Beziehungen im Kreisviereck die Bestimmung der beiden Umfangswinkel BCD und CBD, auf die es ja im Grunde ankommt, allein durch Winkelbestimmungen erreichen.

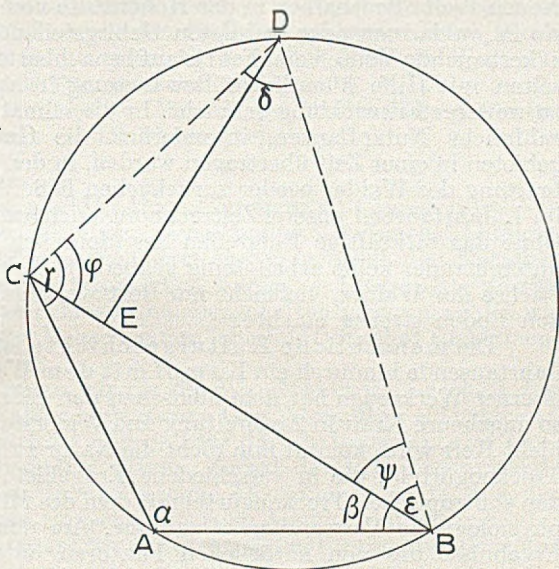
Führen wir die in der Abbildung (der Abb. 3 des genannten Aufsatzes entsprechend) angegebenen Bezeichnungen für die Winkel ein, so gilt, da ABCD ein Kreisviereck ist,

1) $\alpha + \delta = 180^\circ$, oder $\alpha = 180^\circ - \delta$
und

2) $\gamma + \varepsilon = 180^\circ$.

Aus dem Dreieck BCD folgt wegen der Winkelsumme

3) $\varphi + \psi = 180^\circ - \delta = \alpha$.



Nun ist nach Voraussetzung $\widehat{AD} = \widehat{BD}$, also sind auch die zu diesen Bogen \widehat{AD} und \widehat{BD} gehörenden Umfangswinkel einander gleich, insbesondere ε als Winkel über \widehat{AD} und φ als Winkel über \widehat{BD} ; also ist

4) $\varepsilon = \varphi$.

Setzt man nun

5) $\psi = \varepsilon - \beta$

in die Gleichung 3 ein, so folgt:

3a) $\varphi + \psi = \varepsilon + \varepsilon - \beta = \alpha$ oder $2\varepsilon - \beta = \alpha$, also

6) $\varepsilon = \frac{\alpha + \beta}{2}$.

Wegen Gleichung 4 ist also auch, wie zu beweisen war, $\varphi = \frac{\alpha + \beta}{2}$. Nun folgt aus 3), daß $\psi = \alpha - \varphi$; hieraus ergibt sich die zweite Beziehung, nämlich

$$\psi = \frac{\alpha - \beta}{2}.$$

Pflanzen- und Tierwanderungen.

Ein Beitrag zur Soziologie der außermenschlichen Organismen- und der Menschenwanderungen.

Von ERNST SCHULTZE in Leipzig.

(Schluß.)

5. Der Kampf des Menschen mit dem Walde.

Ein weites Feld öffnet sich, so will mir scheinen, der Philosophie der Biologie, wenn es ihr gelingt, die Forschungen der Pflanzensoziologie mit denen der Wirtschaftsgeschichte zu verknüpfen. Einstweilen gehen beide Disziplinen nebeneinander her, ohne sich viel umeinander zu kümmern. Und doch wäre eine engere Verbindung von hohem Wert. Ich möchte etwa darauf hinweisen, daß von der pflanzensoziologischen Theorie von der Bedeutung des Waldes die Brücke zu den wirtschaftsgeschichtlich bedeutsamen Erkenntnissen über den Kampf des Waldes mit den Getreidearten zu schlagen wäre. Die Forschungen russischer Botaniker über die Ursprungsgebiete der Kulturpflanzen haben zu der überraschenden Feststellung geführt, daß diese in den Hochländern der Alten und der Neuen Welt allenthalben in der Höhenstufe von 500—2500 m gelegen haben, so daß sie in waldarmen oder waldlosen Gebirgstteilen emporgekommen sein müssen. Der ackerbauende Mensch erst hat sie auf benachbarten Tief- oder Hochlandflächen nicht selten mit Hilfe künstlicher Bewässerung in staatlich organisierten Gesellschaften zu weiterer Entwicklung gebracht. In die klimatisch gemäßigten Teile Europas sind zahlreiche Nutzpflanzen, insonderheit die Getreidearten, aus jenen Ursprungsgebieten in einer Zeit übertragen worden, in der eine trockenwarme Periode die Verbreitung des Waldes wieder zurückgehen ließ. Weitere Ausbreitung haben sie dann im 1. Jahrtausend unserer Zeitrechnung auch auf gerodetem Waldboden gefunden¹¹⁾. Ohne das tatkräftige Eingreifen des Menschen wären also die Getreidegräser, die untereinander keine arbeitsteilig gegliederte Lebensgemeinschaft bilden wie die Gewächse des Waldes, vielleicht nur dort weitergekommen, wo der Wald ihnen nicht den Boden streitig machte.

Die menschliche Kulturgeschichte ist in den waldreichen Gebieten viele Jahrtausende hindurch ein Kampf mit dem Walde gewesen. Erst die Verwendung eiserner Werkzeuge hat dem Menschen den Sieg gebracht. Hat doch der Wald eine so ungeheure Kraft in Ausbreitung und Widerstand, daß der primitive Mensch seiner nicht Herr wird, kommt ihm nicht die Natur zu Hilfe. Das tut sie namentlich in den Trockengürteln, die in verschiedene Erdgebiete eingesprengt sind; vergleicht man den subtropischen Trockengürtel mit dem des Mittelmeergebietes, so tritt eine starke physiologische Verwandtschaft zutage. Am deutlichsten können wir Verlauf und Ergebnisse des von natürlichen Faktoren unterstützten Kampfes des Menschen gegen den Wald an den Nordufern des Mittelmeeres feststellen. Der Südsaum der Waldlandschaften der gemäßigten Zone reicht bis an diese Gestade. Hier wachsen immergrüne Hartlaubgewächse und Nadelhölzer, der Sommer ist heiß und fast ohne Niederschläge, so daß die regenbringenden winterlichen Westwinde mit trockenen sommerlichen Nordostwinden abwechseln, die schon dem Passatgürtel angehören. Diese über die kontinentalen Landflächen dahinstreichenden Winde nannten die Griechen Etesien; noch heute spricht man von einem Etesienklima der Mittelmeerlande. Verstärkt wird die Trockenheit noch durch die an den Küsten des Mittelmeergebietes weitverbreiteten Kalkböden, die verkarsten, sobald sie nicht mehr von Pflanzenwuchs bedeckt sind.

In den Waldlandschaften des nördlichen Europa hingegen vermag der Mensch den Wald nicht einfach abzubrennen wie am Mittelmeer. Er kann ihn nur roden, und das ist eine mühsame Arbeit, zu der man eiserner Werkzeuge bedarf. Nur hier und da war der Wald durch niederschlagsärmere Gebiete unterbrochen oder von trockenen Löß- und Kalkböden durchschnitten. In Nordeuropa scheinen

¹¹⁾ Siehe über die Forschungen der russischen Botaniker und ihre Zusammenfassung durch VAVILOV dessen Vortrag in den Verhandlungen des 5. Internationalen Kongresses für Vererbungswissenschaft Berlin 1927. Vgl. HASSINGER, Geographische Grundlagen der Geschichte. Freiburg i. Br. 1931. S. 32f.

die Menschen der Jüngerer Steinzeit Ackerbau bereits auf größeren Flächen betrieben zu haben als später, da der Wald in einer feuchtkühlen Periode wieder zunahm. Vorher scheint das Klima einer gewissen Periode nach der Eiszeit etwas trockener und wärmer gewesen zu sein als das der Gegenwart, wodurch der Waldgürtel aufgelockert wurde. Als jedoch der Wald in einer dann eintretenden feuchtkühlen Periode abermals Fortschritte machte, behaupteten sich die Ackerbauer nur mühsam auf den alten Siedlungsflächen, die man leicht für Rodungsflächen halten könnte, weil sie alsdann wieder vom Urwald umschlossen wurden.

So hat der Mensch im nördlichen Europa beständig mit dem Wald im Kampfe gelegen. Er ist, so könnte man sagen, nur dort Sieger geblieben, wo der Wald durch Klimaschwankungen oder ungeeigneten Boden am Vordringen behindert wurde.

Widerstand fand der Wald auch in den feuchten, sturmzerzausten Küstenländern der Nord- und Ostsee. Hier gelang es dem Menschen, sich der Grasflächen auf Marschen, die von Fluß und Meer angeschlickt waren, und der Heiden zu bemächtigen, auf denen die Bäume nur Krüppelwuchs erreichten. Auch hier konnte der Mensch das Feuer zu Hilfe nehmen, indem er durch Brand die Ausbreitung der Heide auf Kosten des Waldes förderte. Die Kulturen der Jüngerer Steinzeit und der Metallzeit sind in West- und Mitteleuropa auf solchen offenen, dem Walde abgerungenen oder von ihm nicht eroberten Böden gewachsen, haben jedoch keine höheren sozialen Organisationsformen erreicht und sind (auch infolge ihrer Schriftlosigkeit) in der geschichtslosen Vorzeit stehengeblieben¹²⁾.

Anders die Mittelmeergebiete, in denen der Mensch des Waldes Herr geworden war, so daß er Stadtstaaten als Oasen in ihn hineinsprengte.

*

Schon die primitivsten Pflanzengebilde (Algen, Tange usw.) können durch die Menge ihrer Individuen ungeheure räumliche Ausdehnung gewinnen. Ähnliche Raumeroberungen sind den Zoophyten des Tierreichs, namentlich den Korallen, gelungen, wenngleich dazu Jahrtausende erforderlich waren. — Die größte räumliche Ausdehnung aber haben jene Pflanzengenossenschaften gewonnen, die wir Wiese und Wald nennen. Sie sind den Menschen von jeher als typisches zusammengesetztes Gebilde erschienen.

Worauf beruht ihr Wesen? Können wir für die Wanderungswissenschaft aus der Geschichte der Wiese und des Waldes bedeutsame Gesichtspunkte entnehmen? Ich glaube in der Tat, daß dies möglich ist und daß für die philosophische Biologie sich hier ein wichtiges Arbeitsgebiet öffnet. Zumal die Pflanzensoziologie — diese erst seit wenigen Jahren sich herausbildende Disziplin — sollte sich der Erforschung von Wiese und Wald als typischen sozialen Gebildes annehmen. Im folgenden deute ich nur einige Gesichtspunkte an, die mir dabei für die Wanderungsforschung als wichtig erscheinen.

6. Eroberungskraft ohne Wehr und Waffen.

Wie bei den Menschenwanderungen läßt sich auch bei den Wanderungen der Pflanzen und Tiere beobachten, daß der Erfolg in einem ganz bestimmten Verhältnis zu der Organisation der Wandergruppe zu stehen pflegt. Der Einzelwanderer ist bei Menschen, Pflanzen und Tieren am ehesten vom Untergang bedroht. Schließt er sich dagegen mit Artgenossen zusammen, so überwindet er leichter die drohenden Gefahren, überlebt und pflanzt sich fort. Der Einzelne mag sich bis an die Zähne bewaffnen — als Wanderer in einer feindlichen Umwelt geht er leicht zugrunde. Eine Gruppe hingegen, die sich fest zusammenschließt, überdauert weit eher alle Unbilden und Fährnisse. Vollends eine Massenwanderung sozial verbundener Individuen bedarf nur weniger kriegerischer Exponenten, während die große Mehrzahl ihrer Glieder die Waffen ablegen kann.

Und weiter: in freiem Gelände (namentlich in Steppe und Wüste) müssen Pflanzen und Tiere Wehr und Waffen tragen, um sich gegen Angriffe zu verteidigen. Deshalb sind die Pflanzen hier mit Stacheln, Spitzen, Dornen und Haaren bewehrt (Kakteen, Disteln usw.), die Tiere mit Hörnern, Hufen, Zähnen usw. Jede

¹²⁾ HASSINGER, S. 27 ff.

Pflanze und jedes Tier muß dort den Kampf ums Dasein als Einzelwesen führen — denn in freiem, ungeschütztem Gelände will die Vergesellschaftung schwer gelingen. Schließen sich dann aber Pflanzen oder Tiere zu Genossenschaften zusammen (die nicht etwa nur aus artgleichen Individuen bestehen müssen, sondern auch arbeitsteilig organisiert sein können), so bedürfen sie der Bewaffnung nur noch in geringerem Grade. Das gleiche gilt, falls ihr Schutz von anderen Lebewesen, etwa von Menschen, übernommen wird. Deshalb hat das Rind, ursprünglich ein Steppentier, heute die Hörner nicht mehr nötig. Ebenso wenig bedürfen die meisten Pflanzen, die der Mensch aus Steppen oder Wüsten für seinen Ackerbau übernommen hat, der früheren Wehr. Die herdenweise lebenden Pflanzen, zu denen auch die meisten Kulturgewächse gehören, haben ihre Bewaffnung deshalb entweder auf den Schutz ihrer Früchte beschränkt oder sie nach jener Richtung hin entwickelt, von der vielleicht noch Angriffe drohen könnten. Unsere Getreidearten tragen deshalb Abwehrorgane nur noch nach oben hin. Ein Getreidefeld ist einem Heere mit emporstarrenden Lanzen vergleichbar.

Beinahe völlig abgelegt haben hingegen Wehr und Waffen die Pflanzen des Waldes. Leben sie doch in einer Genossenschaft, die seit vielen Jahrtausenden so feste Lebensformen entwickelt hat, daß die meisten Waldpflanzen der Verteidigung nicht mehr bedürfen. Vor allem tragen die Bäume selbst keine Abwehrorgane, und doch wachsen sie zu gewaltiger Größe und Stärke empor. Auch die in ihrem Schatten lebenden Pflanzen, wie das unschuldige Maiglöckchen, tragen keinerlei Wehr und Waffen. Der Wald ist zu einer Lebensgemeinschaft arbeitsteilig verbundener organischer Wesen geworden, nicht nur von Pflanzen, auch von Tieren, die für seine Lebensfunktionen unentbehrlich sind. Ihre Verteidigung hat diese wunderbare Genossenschaft ganz nach außen verlegt; in der Regel ist der Wald mit einem natürlich gewachsenen, beinahe undurchdringlichen Wall von stacheligen und dornigen Gebüsch (Hagebutten, Brombeeren, Himbeeren, Sauerdorn, Mehdorn, Schleedorn usw.) umsäumt.

Neben dem Kampf ums Dasein tritt also in der Pflanzenwelt noch ein anderes, nicht minder bedeutsames Lebensprinzip hervor: die Vergesellschaftung. Beide Lebensfunktionen stehen (wie gesagt) in ganz bestimmten Beziehungen zu dem Erfolge der Wanderbewegungen der Pflanzen. Wo der Wald nicht schon in seinen Anfängen durch Tiere oder später durch Menschen vernichtet wird, dringt er machtvoll vorwärts, überzieht selbst kargen, steinigen Boden, erobert also durch Wanderung immer neuen Raum.

7. Die Siegerkraft des freien Waldes und der Niedergang der rationalisierten Forsten.

Die Pflanzenforscher, die den Wald als Lebensgemeinschaft betrachten, stellen als eines der wichtigsten Erkenntnisse die Tatsache hin, daß Wald und Begleitpflanzen zusammengehören. Beide sind nicht zufällig beisammen, sondern eben auf Grund einer sozial begründeten Lebensgemeinschaft. Der Unterwuchs eines Buchenwaldes ist ganz anders zusammengesetzt als der eines Nadelwaldes, und wieder anders sieht die Pflanzengesellschaft an einer Kahlschlagstelle aus. Es muß demzufolge unter den einzelnen Komponenten jeder spezifischen Waldart ein Gleichgewicht bestehen. Werden etwa die Bäume gefällt, so verschwindet mit ihnen der zugehörige Unterwuchs, und auf der kahlen Stelle bildet sich eine neue, andersgeartete Pflanzengesellschaft. Auch zwischen Bäumen und Bakterien besteht eine engste Gemeinschaft, um durch Fäulnis und Zellstoffzersetzung die Wiederverwendung der Baustoffe des Waldes zu gewährleisten, hingegen die Anhäufung wertlosen Ballastes zu verhindern, die schließlich den Tod alles Organischen verursachen würde. Ohne diese Bakterien würde kein Baumwuchs bestehen, und ohne Baumwuchs würden keine Begleitpflanzen leben können¹³⁾.

¹³⁾ Auch zwischen Baumwurzeln und Pilzen gibt es enge Beziehungen. Häufig gehen sie miteinander eine Symbiose ein. Siehe PAUL KRISCHE, Beiträge zur Soziologie der Pflanzen (Forschungen zur Völkerpsychologie und Soziologie. Herausgegeben von RICHARD THURNWALD. X 2. Leipzig 1931. S. 71—75), S. 74f.

Die Krone der Bäume, so sagt ein Pflanzensoziologe, ist „eine Eroberungswaffe des Waldes, später aber sein Organisator und seine Stütze. Infolgedessen verschafft sich diese wichtigste Gesellschaftsgestaltung ganz spezielle Lebensbedingungen im Inneren des Waldes, sie vermindert in großem Maße die Intensität des Lichts, macht die Luft windstill, erhöht den Feuchtigkeitsgehalt, vermindert Extreme der Temperaturschwankungen und häuft den Humus dick auf, was die Wasserhaltung vermehrt und die Auslaugung des Bodens verringert. Im ganzen gleicht das Innere des Waldes einem Glashause; die Waldpflanzen sind üppig, aber schwach und weich. Der Wald verdankt es dieser hochgradigen Arbeitsorganisation, wenn er beständig eine große Menge von pflanzlichen Stoffen im Leben erhalten kann und sozusagen für sich selbst den Platz behauptet.“

Die Pflanzensoziologie sollte nicht bei der Aufdeckung solcher Beziehungen stehenbleiben, sondern sie nach der Seite der Wanderungswissenschaft hin weiter pflegen. Auch der Forstwirtschaft wird das nützlich sein. Ist sie doch im letzten halben Jahrhundert in übertriebenem Streben nach Rationalisierung zwecks höchster Steigerung des Ertrages nicht selten Irrwege gegangen. Jüngst erst ist die Waldbaulehre zu der Erkenntnis gelangt, daß ein einheitlich zusammengesetzter Baumbestand, eben weil er keine wirkliche Lebensgemeinschaft mehr darstellt, gegen Schädlinge, aber auch gegen Windbruch und andere Gefahren viel anfälliger ist als der naturgegebene Mischwaldbestand, so daß man allmählich zu diesem zurückkehrt. Tritt doch im Mischwald auch der Kampf ums Dasein, der zwischen den Individuen der nämlichen Art sehr heftig werden kann, weil sie genau die gleichen Lebensbedingungen erfordern, schon deshalb zurück, weil die verschiedenen Baumarten ihre Wurzeln in verschiedenen Stockwerken ausbreiten, während sich die derselben Baumarten in gleicher Höhe zu treffen pflegen und dadurch in Kampf miteinander geraten. Rationalisierte Forsten verlieren, soweit ich sehe, die Ausbreitungskraft, das eigenwillige Wandern wird ihnen ohnehin durch den Menschen untersagt; allein sie würden dazu ohnehin kaum mehr in stande sein, weil sie eben durch Rationalisierung die Wanderkraft eingebüßt haben, die der auf Lebensgemeinschaft beruhenden Pflanzengenossenschaft innewohnt¹⁴⁾.

8. Die Wanderbeweglichkeit

pflanzenfressender und fleischfressender Tiere — und die des Menschen.

Es gibt Tiere, die Entfernungen spielend überwinden und sich mit großer Schnelligkeit oder Ausdauer fortbewegen können. Um von Vögeln und Insekten abzusehen, hat im Wasser der Wal, auf der Erde der Wolf, der Hund, das Pferd, der Eisbär usw. eine hohe Wanderbeweglichkeit entwickelt. Im ganzen wird sich übrigens (gemäß dem von SPENCER aufgezeigten Gesetz) sagen lassen, daß eine umgekehrte Proportionalität zwischen Bewegungsschnelligkeit und Körpergröße besteht: Das ist kein Zufall, sondern tief in dem schon angedeuteten Umstande begründet, daß kleine Tiere sich vor dem Verschlingenwerden durch große nur durch überlegene Schnelligkeit retten können. Lediglich die allerkleinsten dürfen wieder langsam sein, weil sie sich durch ihre Winzigkeit dem Bemerktworden entziehen. Besonders gilt das von den Bakterien, die als Gesamtheit nicht nur in allen lebenden Wesen schmarotzen, sondern auch alles Aas und alle Abfallstoffe verzehren.

Eigenartige Beziehungen bestehen zwischen der Entwicklung der Sinnesorgane und der Fähigkeit und Schnelligkeit der Bewegung. Da die Pflanzen ihren Standort nicht verlassen können, locken sie zu Zwecken der Fortpflanzung (Bestäubung) Tiere zum Teil aus weiter Ferne durch leuchtende Farben, durch Wohlgerüche, durch seltsame Formen an. Im Tierleben werden dieselben Lockmittel verwendet. Andererseits wird eine Ersparnis von Ortsbewegungen möglich, je schärfer sich die Sinnesorgane ausbilden. Ganz besonders gilt das vom Auge, das unzählige Gliederbewegungen erspart. So entdeckt und beobachtet das Chamäleon mit seinen Stielaugen das Beutetier und schnell im gegebenen Augenblick, ohne den Körper sonst zu rühren, die vorn im Munde wurzelnde Zunge vorwärts, um damit die Beute

¹⁴⁾ Über die Irrwege der Rationalisierung vgl. mein Buch: Organisatoren und Wirtschaftsführer. Leipzig 1923. S. 66ff. — RAPAIES S. 16.

zu haschen. Alle Raubtiere, die großen wie die kleinen, legen sich auf die Lauer, weil sie durch ihre Augen imstande sind, das Beutetier so weit herankommen zu lassen, bis das Zuspringen erfolgen muß. Umgekehrt verraten Auge, Ohr und Nase dem Beutetier das Vorhandensein des gefährlichen Gegners, vor dem es dann die Flucht zu ergreifen sucht. So trägt die Entwicklung der Sinnesorgane im ganzen dazu bei, die Beweglichkeit der jagenden und der gejagten Tiere zu erhöhen und damit auch die Wanderbewegungen über immer weitere Strecken und Räume auszudehnen.

Die meisten Tiere müssen zu Zwecken der Nahrungssuche den Standort häufig wechseln. Nähren sie sich von Pflanzen, so brauchen sie weniger wanderbeweglich zu sein als die fleischfressenden Tiere, weil die Pflanzen ihren Standort nicht wechseln und daher nicht fliehen können. Hingegen muß der Fleischfresser rascher sein als sein Opfer. Pflanzenfresser haben daher kleinere Bewegungsumkreise als Tierfresser, wenngleich in Erdräumen, die häufig unter Dürre leiden, auch die Pflanzenfresser eine erhebliche Wanderkraft entwickeln müssen.

Unter den Tierarten wächst demnach die Wanderkraft und die Bewegungsgeschwindigkeit von den Pflanzenfressern zu den Fleischfressern. Flüchtende Tiere können nur von noch schnelleren eingeholt werden, schnelle Flieger nur von noch rascheren Flugtieren. Fast regelmäßig treten daher in der Entwicklungsgeschichte der Tierwelt die „transportlahmen“¹⁵⁾ Arten zuerst, die transportraschen zuletzt auf.

Deshalb ist eine häufig zu beobachtende Erscheinung der Zusammenhang der sich alljährlich wiederholenden weiten Wanderungen bestimmter Tierarten mit der Möglichkeit, eben dadurch sich vor dem Untergang zu bewahren. Besonders deutlich zeigt sich dieser Wettlauf mit dem Hungertode, wie man die Erscheinung nennen könnte, in Afrika. Die pflanzenfressenden Tiere dort werden durch die klimatischen Verhältnisse zu regelmäßigen, an die Jahreszeiten gebundenen, oft weit ausgedehnten Wanderungen gezwungen. Verdorrt ihre Weide in einem Gebiete, so müssen sie ein anderes aufsuchen, um am Leben zu bleiben. So ziehen sie in ganzen Scharen über weite Strecken dahin — gefolgt von den Raubtieren, die sich von ihnen nähren. Das Nashorn, vielleicht auch der Löwe würden wenigstens in Ostafrika vermutlich schon längst ausgestorben sein, vollführten sie nicht starke periodische Wanderungen, auf denen sie ihren Beutetieren folgen. Hätten sie in einem engeren Gebiete gelebt, das weniger starke jahreszeitliche Feuchtigkeitsschwankungen aufweist, so würde vermutlich schon der primitive Mensch diesen Raubtieren längst den Garaus gemacht haben, wie er den Höhlenbären und so manchen anderen gefährlichen Gesellen in anderen Erdräumen ausrottete.

9. Tierwanderungen als Ursache von Menschenwanderungen.

Dem die Wanderbeweglichkeit des Menschen ist geringer als die der Raubtiere und ihrer Beute. Die pflanzenfressenden Tiere wandern in der futtermangelhaften Zeit, um der Dürre auf der Hochebene auszuweichen, über sehr weite Strecken, und die Raubtiere folgen ihnen mühelos. Der Mensch aber vermag die Mühen und Beschwerden so weiter, sich in regelmäßigem Rhythmus wiederholender Wanderungen nicht so leicht zu ertragen, muß sich vielmehr auf Wanderbewegungen bedeutend geringeren Ausmaßes beschränken. So ziehen die Jäger- und Fischervölker Ostafrikas nur in kleinen Gebieten umher, im wesentlichen nur in den Waldgegenden des inneren Seggrabens. Sie überlassen daher den Raubtieren und ihrer Beute sehr viel größere Räume.

Freilich ist der Mensch imstande, viel größere Entfernungen regelmäßig zurückzulegen, wie das in den weiten tropischen Flußniederungen in Westafrika, ferner in Brasilien und in der malaiischen Welt geschah. Allein in diese Erdräume sind eben nicht Dürregebiete eingesprengt, die es den Jäger- und Fischervölkern Ostafrikas so sehr erschweren, die für ihre Ernährung erforderliche Pflanzenzukost zu beschaffen, während ihnen in jenen niederschlagsreicheren tropischen Gebieten das gleiche Hemmnis nicht im Wege stand.

Es wäre lehrreich, die Beziehungen zwischen Wanderkraft und Kriegswesen in der Tierwelt zu erörtern. Für die Wanderungsforschung kommen dafür

¹⁵⁾ EMANUEL HERRMANN, Sein und Werden in Raum und Zeit. 2. Aufl. Berlin 1889. S. 284.

hauptsächlich die gesellig lebenden Tiere, also z. B. nicht die Raubtiere, in Betracht. Die letzteren leben mehr oder weniger einsam, nur Männchen und Weibchen schließen sich für längere Zeit zusammen. Auch zu wandern pflegen sie nicht in Rudeln und noch weniger in Massen, sondern einzeln oder zu zweien. Ich beschränke mich deshalb auf die in Massen beisammenlebenden Tiere. Unter ihnen können wir soziologisch hauptsächlich zwei Typen unterscheiden: die genossenschaftlich organisierten, herden- oder rudelweise lebenden Tierarten ohne festen Wohnort und die staatlich organisierten mit fester Massenwohnstätte, die vielfach als Burg oder Festung ausgestaltet ist.

Starke Waffen treten bei dem letzteren Typus auf: etwa bei den Bienen, den Ameisen, den Termiten. Betrachten wir diese drei Arten, so zeigt sich, daß die Waffen sehr verschiedener Art sein können und daß ebenso die Wehr (d. h. die Einrichtungen zur Abwehr fremder Angriffe, vor allem bestehend in Panzerung) sehr mannigfaltig gestaltet sein kann. Die Biene trägt fast gar keinen Panzer mehr, dafür aber einen gefährlichen Angriffstachel. Die Ameise ist vom Kopf bis zum Fuß gepanzert, sie hat nur einen kleinen Stachel, wohl aber gefährliche Greif- und Fraßorgane. Die Termiten endlich hat (mehr noch als Biene und Ameise) Wehr und Waffen ganz auf eine bestimmte Berufsklasse, die Krieger, spezialisiert, während alle anderen Mitglieder des Stammes völlig wehrlos sind. Auch die Krieger der Termiten können sich jedoch nur mit dem gewaltig gepanzerten und schreckhaft ausgestatteten Vorderleib zur Wehr setzen, so daß sie den Feind nur dann fernzuhalten vermögen, wenn sie den eigenen Hinterleib in einem der röhrenartigen Eingänge des Termitenbaus bergen. Die Krieger der Bienen, Ameisen und Termiten schlagen förmliche Schlachten. — Ameisen und Termiten leben in Todfeindschaft miteinander. Auf ihren Wanderungen sind die begleitenden Krieger darauf bedacht, die nicht Waffen und Wehr tragenden Mitglieder des Stammes zu beschützen. Ihre Wanderungen erfolgen in geschlossenen, militärisch gegliederten Zügen, in bewunderungswürdiger Organisation, wie denn auch ihr soziales Leben (wie das der Bienen, die ebenfalls nur gemeinsam, nicht einzeln auf die Wanderschaft gehen) aufs strengste geregelt ist.

Dagegen stehen den herden- und rudelweise lebenden Tieren der Fisch-, der Vögel- und der Säugetierklasse fast sämtlich keine Waffen mehr zur Verfügung, sondern nur abwehrartige Vorrichtungen. Stockfische, Heringe, Lemminge, Wildgänse und Wildenten, Hirsche, Rehe und Gamsen, Esel, Rinder, Gnus, verwilderte Pferde, Affen usw. haben keine Angriffswaffen zur Verfügung oder doch nur verkümmerte, wie das Horn des Rindes oder Gnus. Sie können sich daher auf der Wanderschaft vor dem Untergang nur bewahren, wenn sie in Herden oder Rudeln, d. h. in Genossenschaften zusammengeschlossen sind. Fast stets läßt sich dann beobachten, daß sie unter einem Anführer stehen, daß sie an den Rastplätzen Wachen ausstellen oder sich auf dem Marsche durch Wachen sichern, kurzum, daß die Genossenschaft einem Führer gehorcht. In der Regel fällt diese Stellung dem stärksten oder mutigsten Einzeltier zu, das eine despotische Herrschaft ausübt, indessen auch bereit ist, der Gefahr die Stirn zu bieten, sich einem Feinde entgegenzustellen, um dadurch mindestens die Flucht der Herde zu decken. Dabei treten nur noch die Wehreinrichtungen (etwa der Huf des Pferdes, das Horn des Rindes, das Gebiß des Affen) in Tätigkeit.

Im allgemeinen läßt sich bei den Tieren (wenn auch nicht im selben Ausmaß wie bei dem Menschen) eine allmähliche Umgestaltung des Verhältnisses zwischen Verteidigung und Angriff wahrnehmen. Je mehr nämlich die Bewegungsfähigkeit der Glieder und damit die Wanderkraft sich steigert, desto mehr tritt die Panzerung, die für niedere Tiere die einzig erfolgreiche Wehr bietet, zurück gegen waffenähnliche Organe, die zunächst nur zur Verteidigung bestimmt sind, dann aber auch zum Angriff dienen. Tiere, die sich nur langsam bewegen können, müssen einen Panzer tragen, wollen sie nicht zugrunde gehen und soll ihre Art nicht aussterben; man denke an die Schnecke oder die Schildkröte. Nur schnell bewegliche Tiere (wie die meisten Vögel) können auf Panzerung verzichten, da sie sich dem Verfolger durch die Flucht entziehen. Bei der Ameise sehen wir das Nebeneinander von Wehr und Waffen: der Panzer ist noch stark, aber auch die Angriffswaffen sind kräftig. Die Termiten hingegen hat den Panzer ganz auf den Vorderleib der an Zahl

geringen Kriegerkaste beschränkt, hat sich aber einen staatlich-sozialen Zusammenschluß von bewundernswerter Organisation geschaffen und baut für jeden Stamm eine feste, selbst für die technischen Mittel des Menschen schwer zerstörbare Burg. Trotz der überaus leichten Verwundbarkeit des Individuums vermag sie daher Massenwanderungen und Eroberungen von unwiderstehlicher Kraft vorzunehmen. Vielleicht ist es nicht zu viel gesagt, daß wenigstens in den Tropen einmal ein gewaltiger Entscheidungskampf zwischen Mensch und Termiten bevorsteht.

In der Regel hat aber eine Tierart, je beweglicher und wanderungskräftiger sie ist, desto weniger Wehr und Waffen nötig. Mit schwergewichtigem Panzer kommt man nur langsam vorwärts, kann also nur Tiere von sehr geringer Schnelligkeit verfolgen und sich andererseits nur solchen entziehen, die nicht eben rasch vorwärtskommen. Schnellbewegliche Tiere sind daher ungepanzert, tragen in der Regel aber auch nicht mehr die furchtbaren Waffen, die manches Tiergeschlecht früherer Erdperioden kennzeichneten. Offenbar sind die Riesentiere der Kreidezeit und anderer Formationen eben deshalb ausgestorben, weil sie für den erheblichen Nahrungsbedarf, der mit ihrer Körpergröße Hand in Hand ging, auf die Dauer nicht instande waren, die nötige Menge von Beutetieren zur Strecke zu bringen. Dabei muß ihnen das Schwergewicht des Panzers oder der Waffen hinderlich gewesen sein. Auch die Großtiere, die heute noch leben, sind, soweit sie schwere Waffen tragen, zum Aussterben verurteilt, wie das Nashorn, das an seinem Panzer und an seinem Horn zu schleppen hat und nicht leichtfüßig genug ist.

Um auch hier mit einem biologisch-philosophischen Ausblick zu schließen, scheint mir, daß sich in der Tierwelt ein ähnlicher Vorgang abspielt wie in der Pflanzenwelt: Siegreich bleibt letzten Endes die Genossenschaft, die sich der Abwehrorgane nur noch nach außen bedient, während sie im eigenen Kreise eine friedliche Lebensgemeinschaft darstellt. Solche Genossenschaften können Wanderungen vollziehen und dadurch weitere Erdräume erobern, während alle Tierarten, die schwere Waffen tragen, zwar ebenfalls ausgedehnte Wanderungen vollziehen mögen, ja soweit sie Fleischfresser sind, dazu gezwungen bleiben, der Vorteile der Lebensgemeinschaft jedoch entbehren, die sich für die Glieder einer Genossenschaft ergeben. Die schwerbewaffneten Tiere sind deshalb zur Einsamkeit oder doch zum Leben in ganz kleinen Gruppen gezwungen — und werden über kurz oder lang aussterben.

*

Oft sind die Wanderungen ganzer Völker oder doch ihrer beweglichsten Teile durch Tierwanderungen hervorgerufen und weiterhin bestimmt worden. Alle wandernden Jäger müssen den Tieren nachziehen, deren Fleisch sie essen. Ähnlich sind die Hirten, die dieselben Gebiete nutzen können, weil die Futterplätze und Tränken der gezähmten Herdentiere auch den ungezähmten dienen, gezwungen, sobald es an Nahrung oder an Wasser für das Vieh mangelt, weiterzuziehen. So sind in Nordamerika die nämlichen Steppen, in denen bis in die 1870er Jahre riesige Büffelherden, hunderttausende von Köpfen stark, hin- und herzogen, die bevorzugten Gebiete der Viehzucht geworden.

Die Wohngebiete der Indianerstämme, soweit sie sich von den Büffeln nährten, sind durch die Wanderungen dieser Tiere geradezu bestimmt worden. Man hat die Gebundenheit der Siouxstämme an den Büffel „eine der merkwürdigsten Erscheinungen in der Geschichte der Wanderungen der Völker“ genannt¹⁶⁾. Der Büffel lieferte ihnen Nahrung und Kleidung, Decke und Bett, er beeinflusste sogar ihren Glauben. „Als die Steppenindianer (Nordamerikas) entdeckt wurden, lebten hier Menschen und Büffel in beständiger Wechselwirkung, und viele von den Büffeljägern dachten und handelten nur so, wie ihre leichte Beute sie anregte¹⁷⁾.“ Es ist keine Frage, daß der kriegerisch-räuberische Sinn und die darauf ruhende Organisation der Siouxstämme ebenso wie die schwache Entwicklung des Ackerbaus solcher Steppenindianer (im Gegensatz zu der höheren Entwicklungsstufe, die bei manchen Indianerstämmen des Ostens, etwa den Cherokeesen, zu beobachten war) auf dieses schweifende

¹⁶⁾ RATZEL, Anthropogeographie. 1909. 3. Aufl. I 107.

¹⁷⁾ W. J. MC. GEE, The Siouan Indians (14. Report, Bureau of Ethnology 1896), S. 173.

Leben zurückging. Mithin ist die Wanderbeweglichkeit der Sioux ebenso wie ihre wirtschaftliche Kulturstufe größtenteils eine Funktion der Büffelwanderungen gewesen.

Ähnliche Beobachtungen lassen sich aus anderen Erdgebieten beibringen¹⁸⁾.

Fehlen Haustiere, so ist auch der Ackerbau erschwert, so daß der Anreiz der Nahrungsgewinnung auf anderem Wege stark ist. Auch dadurch dürfte wohl die Wanderbeweglichkeit der Rothäute im Norden und Süden des Kontinenten vor dem Eindringen der Weißen zu erklären sein. Alle Haustiere sind den Indianern ja erst durch den Europäer gebracht worden, bis dahin hatten sie nur (im südamerikanischen Hochlande) das Lama. Andererseits ist die Beweglichkeit des roten Mannes durch die Einwanderung des Pferdes beträchtlich gesteigert worden. Von Mittelamerika aus, wo die spanischen Panzerreiter es einführten (welchen Schrecken erregten nicht diese gepanzerten Doppelweser mit zwei Köpfen selbst den tapferen Azteken!), ist es über die Gebirgspässe nach Norden, von Peru aus nach Süden, in beiden Kontinenten später auch vom Osten her in das Innere, zumal in die Ebenen vorgedrungen und hat die Indianer, die bislang notgedrungen Fußgänger waren, sehr viel beweglicher, auch für Wanderungen unternehmungslustiger gemacht.

Stärker noch ist der Zwang, den eigenen Aufenthaltsort nach den unberechenbaren Unterschieden auftretender Jagdtiere zu bestimmen, für den Eskimo, da für ihn auch das starke Wechseln der Eisverhältnisse entscheidend mitspielt, der für die Walroß- und Robbenjagd größte Bedeutung hat.

Manchem dieser Völker hat man nachgesagt, es zöge heimatlos umher, nur um einsam und abgeschieden zu sein. In Wirklichkeit sind sie gezwungen, umherzuwandern, wollen sie am Leben bleiben. So verzichtet der Rentierlappe auf die Sicherheit seiner Lebensgrundlage, sobald er das Wandern aufgibt. CASTRÉN, ein ausgezeichneter Kenner der nordeuropäischen und nordasiatischen Hirtenvölker, fand bei seiner ersten Lapplandreise 1839 die Herden der Enare-Lappen im Rückgang und diese selbst daher verarmt, aber im Begriff seßhaft zu werden. So erkannte er bald die Beziehung zwischen beiden Erscheinungen. Je dauernder, so meinte er, der Wohnsitz des Lappen wird, desto unmöglicher wird es ihm, eine größere Herde von Rentieren zu unterhalten; denn die Rentierweide, selbst in den besten Gegenden, ist bald abgefressen, und ein Menschenalter vergeht, ehe neues Moos wächst¹⁹⁾.

Zur Berechnung der Logarithmen.

Von HEINRICH BEHMANN in Halle.

Bezüglich der von Herrn Oberstudiendirektor Dr. H. WEINREICH in seinem Aufsatz „Von der gleichseitigen Hyperbel zu einer hydrostatischen Rechenmaschine“ (43. Jahrgang 1937, S. 303) angeführten Formel (2)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n(\sqrt[n]{a} - 1) = \ln a$$

— von der die ebendort hergeleitete Formel (1) wegen $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a} = 1$ eine bloß äußerliche Verwicklung darstellt — möchte ich mitteilen, daß ich in JOHANN CARL SCHULZES Taschenbuch für diejenigen, so gründliche Anwendungen der Meßkunst zu machen sich vorsetzten, insbesondere aber zum Gebrauch seiner Vorlesungen abgefasst, Zweytes Heft, welches die Dreyock-Meßkunst enthält (Berlin 1783 bey August Mylius, Buchhändler in der Brüderstraße), das in Rede stehende Verfahren zur Berechnung der natürlichen Logarithmen begründet und an Beispielen erläutert gefunden habe. U. a. ist dort $\ln 10$ auf Grund des Näherungs-

ausdruckes $2^{23} \left(10^{\frac{1}{2^k}} - 1\right)$ (S. 45) berechnet. Es heißt in dem Buch weiterhin (S. 61): „Die . . . angegebene Methode, den Logarithmus einer Zahl zu berechnen, ist nicht neu, sondern schon eben so alt als die Briggischen Logarithmen selbst sind, und ohngeachtet sie wirklich geradezu, ohne langes Versuchen und andere Umschweife den Logarithmus einer jeden beliebigen Zahl zu bestimmen lehret, so ist sie doch wenig bekannt, und wird in keinem Lehrbuche, welches von den Logarithmen handelt, angeführt, noch vielweniger erklärt, ja es scheint sogar

¹⁸⁾ Siehe RATZEL, ebenda, S. 107.

¹⁹⁾ RATZEL, Anthropogeographie. 2. Aufl. 1912. II 49.

als wenn dieselbe gänzlich wieder in Vergessenheit gerathen wäre, indem alle diejenigen, welche über die Logarithmen geschrieben haben, bloß durch Versuche die Logarithmen zu bestimmen lehren, ohne des graden Mittels einmal Erwähnung zu thun; ob man gleich nicht sagen kann, daß dieses daher rühre, weil der indirecte Weg kürzer als der directe ist.“ Ich erwähne noch die folgende Stelle (S. 73): „Der größte Vortheil, welcher sich unmittelbar aus der [oben erwähnten] Briggischen Methode die Logarithmen zu berechnen, herleiten lässt, besteht vorzüglich darin, daß man ohne viele Umschweife bloß mittelst der Newtonschen Binominal Formel, alle diejenigen Formeln und Reihen ableiten kann, welche erst nach Briggs Zeiten mittelst der differential und integral Rechnung gefunden sind worden, . . .“

Was hier unter dem „indirekten Weg“ zu verstehen ist, habe ich nicht feststellen können, nur daß er ebenfalls auf wiederholtem Quadratwurzelziehen beruht.

Die Formel (2) ergibt sich wohl am natürlichsten aus der Reihe für $\ln(1+x)$ in der folgenden Weise:

$$\ln a = n \ln \sqrt[n]{a} = n \ln \left[1 + \left(\sqrt[n]{a} - 1 \right) \right] = n \left(\sqrt[n]{a} - 1 \right) - \dots,$$

wo nunmehr $n \left(\sqrt[n]{a} - 1 \right)$ ausgeklammert werden kann und der verbleibende Faktor wegen $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a} = 1$ den Limes 1 hat. Genau betrachtet, bedarf es hier übrigens nur der Kenntnis des ersten Gliedes der Entwicklung. Das heißt, man braucht den Taylorsche Satz (zur Gewinnung der Reihe für den Logarithmus) hier lediglich in der Gestalt des Mittelwertsatzes, wobei die benötigte erste Ableitung im Falle der Gewinnung des Logarithmus aus der Hyperbel ja ohne weiteres gegeben ist.

Für die Formel (1) lohnt sich ein selbständiger Beweis kaum, da sie naturgemäßer aus (2) vermittels der Regel über den Grenzwert eines Quotienten erhalten wird.

Die Glimmröhre, ein Ersatz für das Stoßgalvanometer.

Von ALOIS SCHUMACHER in Warburg i. W.

Sehr viele Schulen werden beim neuzeitlichen Aufbau der Elektrizitätslehre (im POHLschen Sinne) das Stoßgalvanometer vermissen. Viele wertvolle Versuche müssen also unterbleiben. Ein grundlegender Versuch ist z. B. die Entladung eines Elektroskops. Wir sprechen von der Spannung, die das Instrument anzeigt, und sagen, daß die Ladung bei Berührung mit einem Leiter abfließt, daß Elektronen von dem Apparat abfließen oder auf den Apparat strömen, je nachdem ein Überfluß oder Mangel zu verzeichnen war. Dieser „Elektronenfluß“ stellt einen elektrischen Strom im üblichen Sinne dar. Man kann ihn auf einfachste Art als gleichartig mit Strömen aus anderen Quellen nachweisen. Statt direkt mit dem Finger das Elektroskop zu berühren, entlädt man es über eine kleine Glimmröhre. Es ist ein sehr deutliches, kurzes Aufleuchten zu sehen. Man arbeitet hier am besten ohne besondere Vorschaltwiderstände. Dieses Aufleuchten sehen wir auch bei Batterie- und Netzströmen in gleicher Weise. Es empfiehlt sich, gleich in den ersten Stunden auf das Aufleuchten des in der Technik gebräuchlichen Spannungsprüfers als ein Kennzeichen des elektrischen Stromes hinzuweisen. Dieser Spannungsprüfer liegt heute jedem Schulfilmgerät bei. Er enthält neben Vorschaltwiderständen als wesentlichen Teil ein Glimmröhrchen, welches man zum Preise von 1,65 RM. beziehen kann (Type U.R. 110). Ein Spannungsprüfer kostet etwa 7,— RM.

Der POHLsche Satz: „Ein Unterschied zwischen statischer und galvanischer Elektrizität existiert nicht“ ist somit aufs einfachste Weise zu bestätigen.

Natürlich kann man mit dieser Röhre auch eindeutig den Unterschied zwischen Hartgummi- und Glaselektrizität nachweisen: Es leuchten bei der Entladung jedesmal die entgegengesetzten Elektroden auf. Man kann diese Röhre noch zu zahlreichen anderen Versuchen benutzen, bei denen es sich darum handelt, sehr geringe Ströme sichtbar zu machen oder Spannungen ohne nennenswerten Stromverlust anzuzeigen.

Sehr schön kann man z. B. das verschiedene Fassungsvermögen eines Drehkos nachweisen. Man legt eine Wechselspannung, die über der Zündspannung des Röhrens liegen muß, über die Röhre U.R. 110 an die beiden „Belegungen“. Beim Durchdrehen des Drehkos zeigen sich deutlich die verschieden starken Wechselströme. Ich

habe versucht, die Empfindlichkeit des Röhrchens festzustellen. Sie liegt in der Größenordnung 10^{-8} — 10^{-9} Ampere. Man kann nach Berührung des spannungsführenden Drahtes des Gleichstromortsnetzes (220 Volt) mit dem Elektroskop oder einer Platte des Plattenkondensators (Durchmesser 15 cm) den Entladungsstrom noch oben durch schwaches Aufleuchten erkennen.

Soweit also das Glimmröhrchen als empfindlicher Stromanzeiger. Die nahe liegende Frage, ob diese Röhre auch zu Messungen verwendet werden kann, habe ich nach verschiedenen Methoden untersucht. Das Ergebnis ist an sich negativ. Ich bin aber im Laufe der Untersuchungen auf eine weitere Anwendungsmöglichkeit gekommen, wobei wiederum das Glimmröhrchen das Stoßgalvanometer ersetzen hilft.

Ich versuchte, die Entladekurve und damit den Stromstoß in Amperesekunden festzustellen, wenn ein Kondensator über eine Glimmröhre mit Schutzwiderstand

(Spannungsprüfer) entladen wurde. Es handelte sich also um den gleichen Versuch, den POHL mit dem Stoßgalvanometer zur Kapazitätsmessung durchführt. Wegen der langsamen Einstellung unseres Galvanometers arbeitete ich nach folgender Schaltung (Abb. 1).

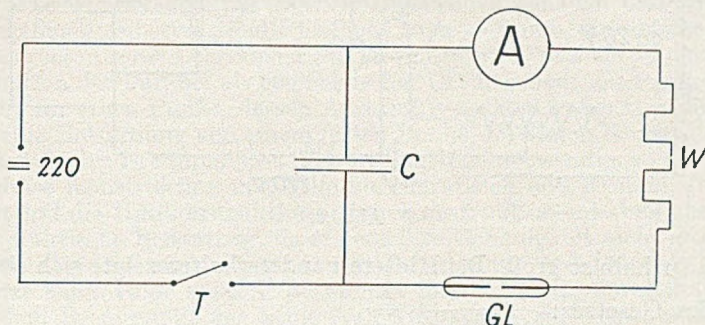


Abb. 1.

Man drückt die

Taste T so lange, bis das Spiegelgalvanometer A voll ausschlägt. Jetzt unterbricht man und sieht das Abfallen der Stromstärke bis zu dem Augenblick, wo der Kondensator C bis zur Abreißspannung entladen ist. Durch geeignete Wahl von W kann man es einrichten, daß der zeitliche Verlauf der Kurve mit der Stoppuhr festgestellt werden kann. Meine Erwartungen in bezug auf Kondensatormessungen erfüllten sich aber nicht.

Ich bin darauf den umgekehrten Weg gegangen: Ein Kondensator, dessen Kapazität gemessen werden soll, wird durch einen möglichst gleichbleibenden Strom aufgeladen, bis ein parallelgeschalteter Spannungsprüfer aufleuchtet. Hier wie auch bei dem Entladungsversuch dient also das Glimmröhrchen als Spannungsanzeiger. Es hat dabei den großen Vorteil, daß es unterhalb der Zündspannung (in unserem Falle 100 Volt) keinen Strom entnimmt.

Den gleichbleibenden Strom liefert in bekannter Schaltung eine Radoröhre im Sättigungsgebiet. Man heizt sehr schwach (2 Volt, Heizwiderstand) und erreicht dadurch zweierlei:

1. Die Sättigung wird schon bei niedrigen Anodenspannungen erreicht. Das ist wichtig; denn der Ladestrom soll auch dann in gleicher Stärke fließen, wenn der Kondensator bis zur Zündspannung geladen ist.

2. Der Anodenstrom, der den Kondensator auflädt, wird schwach und die Aufladezeit wird bequem meßbar.

Man braucht jetzt nur die Stromstärke mit dem Spiegelgalvanometer und die Zeit bis zum Aufleuchten des Glimmröhrchens mit der Stoppuhr zu messen. Dann hat man alles, um die Amperesekunden je Volt und damit die Kapazität des Kondensators zu errechnen.

Nachstehend einige Versuchsergebnisse:

Unser Spiegelgalvanometer (lange Einstellzeit!) besitzt eine Empfindlichkeit von $5 \cdot 10^{-7}$ Ampere je Skalenteil und kann durch Parallelwiderstände stufenweise „unempfindlicher“ gemacht werden. Bei der Einstellung 10^2 entspricht z. B. ein Skalenteil einer Stromstärke von $100 \cdot 5 \cdot 10^{-7}$ Ampere = $5 \cdot 10^{-5}$ Ampere. Der Heizstrom wurde so eingestellt, daß der Anodenstrom diese Stärke erreichte. Dabei liegt

der Kondensator bereits im Anodenkreis, ist aber durch einen Draht kurz geschlossen, wie untenstehende Schaltung zeigt (Abb. 2).

Die Zeit wird gestoppt, wenn man den Kurzschluß bei P löst. Auf diese Weise sind sehr genaue Messungen möglich. So wurden bei einem Skalenteile Ausschlag ($5 \cdot 10^{-5}$ Ampere) 8,2 Sekunden, bei zwei Skalenteilen Ausschlag ($10 \cdot 10^{-5}$ Ampere = 10^{-4} Ampere) 4,1 Sekunden gemessen.

Das ergibt in beiden Fällen $41 \cdot 10^{-5}$ Amperesekunden für 100 Volt (Zündspannung), also eine Ladungsmenge von $4,1 \cdot 10^{-6}$ Amperesekunden je Volt. Tatsächlich war der Kondensator aus zwei parallelgeschalteten Kondensatoren von je $2 \mu\text{F}$ gebildet. Wurden nur $2 \mu\text{F}$ eingeschaltet, so waren die Aufladezeiten ge-

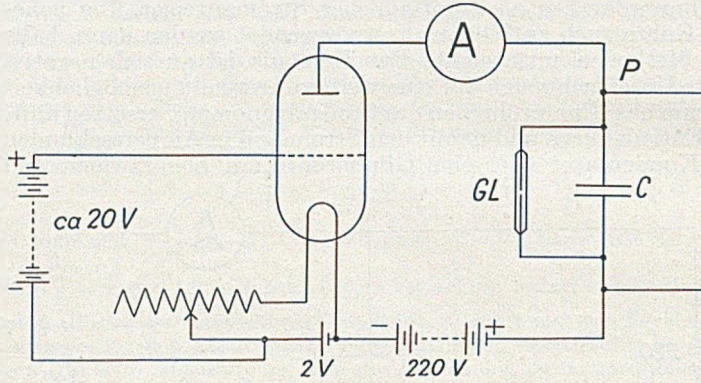


Abb. 2.

nau halb so groß. Bei Hintereinanderschalten zeigte sich eine genaue Bestätigung des Gesetzes: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$.

Der Fehler in der Messung, der immer noch $2\frac{1}{2}\%$ beträgt, ist wahrscheinlich auf mangelnde Isolation zurückzuführen. Es zeigte sich überhaupt bei diesen Versuchen, daß viele Kondensatoren ihren Namen gar nicht verdienen. Sie sind derart „durchlässig“, daß genaue Messungen nicht möglich sind. Die meist vorhandene geringe Durchlässigkeit wirkt sich besonders bei langen Ladezeiten aus, wenn man also den Ladestrom allzu klein macht. Der Fehler wird dann größer. Man muß dann versuchen, den mittleren „Verluststrom“, d. h. den Strom, der in unserem Falle bei 50 Volt durch den Kondensator fließt, zu messen und in Abzug zu bringen. Die günstigsten Ladezeiten liegen bei 8–10 Sekunden.

Weiter ist zu beachten, daß der Ausschlag des Instrumentes nicht zu groß wird. Der Fehler der ebenen Skala macht sich bald bemerkbar in dem Sinne, daß die angezeigten Ströme in Wirklichkeit kleiner sind. Beide Fehlerquellen liefern leicht zu große Werte für C.

Abschließend will ich noch kurz angeben, wo die untere Grenze für die Meßbarkeit von Kondensatoren nach diesem Verfahren liegt. Es ist klar, daß diese untere Grenze nur von der Empfindlichkeit des Galvanometers abhängt.

Hat man kein Spiegelgalvanometer, so wird man mit dem Drehspulinstrument der Phywe (1 Skalenteil = $0,2 \cdot 10^{-3}$ Ampere) noch $2 \mu\text{F}$ mit Sicherheit messen können. Denn für 100 Volt werden $100 \cdot 2 \cdot 10^{-6}$ Amperesekunden = $0,2 \cdot 10^{-3}$ Amperesekunden benötigt. 0,2 mA und 1 Sekunde lassen sich aber noch sicher messen. — Mit dem Spiegelgalvanometer, welches mir zur Verfügung stand, lassen sich Ströme von $2,5 \cdot 10^{-7}$ Ampere ($\frac{1}{2}$ Skt.) mit Sicherheit ablesen. Nehmen wir wieder eine

Sekunde Ladezeit an, so würde ein Kondensator von $2,5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Amperesekunden}}{\text{Volt}}$
 $= 2500 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Amperesekunden}}{\text{Volt}}$, also ungefähr 2300 cm in dieser Zeit auf 100 Volt

geladen werden können. Das wäre die kleinste Kapazität, die mit Sicherheit genau gemessen werden könnte. Will man aber nur die Größenordnung wissen, so kann man natürlich noch weit heruntergehen. Ich habe z. B. einen Plattenkondensator (Durchmesser 15 cm) bei etwa 0,5 mm Abstand mit einem so schwachen Strom aufgeladen, daß der Ausschlag des Spiegelgalvanometers etwa $\frac{1}{10}$ Skalenteil betrug (abgeschätzt!). Dann wurde als Ladezeit 1 Sekunde gestoppt. Das ergibt $0,5 \cdot 10^{-7} \cdot 1$ Amperesekunden für 100 Volt, also $5 \cdot 10^{-10}$ Amperesekunden je Volt,

Zylinder ab, so erhält man eine Sinuskurve. Diese konstruiert man gewöhnlich mit Hilfe von Mantellinien. Diese Konstruktion ist zwar theoretisch völlig einwandfrei, man stößt aber häufig auf praktische Schwierigkeiten, da die Schnitte zu schleifend werden. In diesen Fällen kann man die Sinuskurve durch Parabelstücke approximieren, die sich nach der angegebenen Konstruktion leicht zeichnen lassen.

Bemerkung zu:

Die Herstellung von Rot-Grün-Bildern im Unterricht.

(Diese Zeitschrift 1939, S. 117 . . 121.)

Hiermit möchte ich auf ein Verfahren zur Herstellung von Raumbildern hinweisen, das in den Übungen für Darstellende Geometrie für Bau- und Vermessungsingenieure an der Technischen Hochschule Berlin erfolgreich angewendet wurde und sich durch besondere Einfachheit auszeichnet.

An Stelle einer besonders präparierten Tafel entsprechend dem Untergrund der Anaglyphenbilder (siehe: O. KÖHLER, U. GRAF, C. CALOV, Mathematische Raumbilder) führte ich die Zeichnung direkt mit roter und blauer (grüner) Kreide auf den üblichen schwarzen Wandtafeln durch, wie sie ja in den meisten Unterrichtsräumen vorhanden sind. Hierbei ist zu beachten, daß man bei diesem Verfahren ein Pseudoraumbild erhält. Denn es erscheinen rote (grüne) Striche durch das Rot (Grün) der Brille hell auf dunklem Grund und durch das Grün (Rot) der Brille dunkel auf dunklem Grund, das heißt, sie verschwinden. Man muß also bei der Betrachtung die Brille um 200° in ihrer Ebene drehen oder die Zeichnung mit vertauschten Farben ausführen.

Dieses „additive“ Verfahren hat zuerst d'ALMEIDA für die Projektion von Anaglyphenbildern angegeben (1858).
Dipl.-Ing. JOSEF SUTOR, Danzig.

Mitteilung.

Der Math. Reichsverband wird auf der Tagung des DMV., die im September in Marienbad stattfindet, seine Jahresversammlung am Freitag, den 29. September 1939 abhalten.

Tagesordnung.

A. Geschäftssitzung (15 Uhr): Bericht des Arbeitsausschusses, Entlastung des bisherigen Ausschusses, Festsetzung der Kassenprüfer, Anregung aus der Versammlung, Sonstiges.

B. Allgemeine Sitzung (15.30): BALDUS und PILOTY-München: „Über die Rolle der Mathematik in der Elektrotechnik“ und (18 Uhr) JAENSCH-Marburg: „Mathematisch-physikalisches Denken und Menschentypus“.

C. Zusammenkunft der Beiräte (20 Uhr).

Bücherbesprechungen.

Kollmann, Franz, Das kleine Lexikon der Technik. Ein Auskunftsbuch für jedermann. 594 Spalten mit vielen Abbildungen im Text und auf Tafeln. Union Deutsche Verlagsgesellschaft. Leinen 4,80 RM.

Unter 4200 Stichwörtern werden alle Gebiete der Technik berücksichtigt. Die Begriffe werden gut und verständlich erklärt. Ein Vorteil ist, daß diese Erklärungen meist in sich abgeschlossen sind und nur selten auf andere Stichwörter verwiesen wird. Meisterhaft gezeichnete Abbildungen, tadellose Photos und geschickt angelegte Tabellen erhöhen den Wert dieses handlichen, sehr gut ausgestatteten Buches.

König, Denes, Theorie der endlichen und unendlichen Graphen. VIII und 258 Seiten mit 107 Figuren. Leipzig 1936, Akademische Verlagsgesellschaft. Gebunden 18,— RM.

Ein Graph wird gebildet aus einer Menge von Punkten und irgendwelchen Verbindungslinien zwischen ihnen. Hierbei müssen „Punkte“ nicht anschaulich verstanden werden, sondern ganz abstrakt als „Elemente“. Es handelt sich bei dieser „absoluten“ Graphentheorie um eine reine Kombinatorik und Mengenlehre, eine „Kombinatorische Theorie der Streckenkomplexe“. Von den einzelnen Abschnitten seien erwähnt die kreislosen Graphen (Bäume), unendliche

Graphen, Anwendung der gerichteten Graphen, Zyklen und Büschel, Faktorenzerlegung der regulären endlichen und unendlichen Graphen. Das Gebiet ist besonders dadurch reizvoll, daß man jederzeit auf die Anschauung zurückgreifen darf, ja es kann sogar von dem, der den rein abstrakten Entwicklungen nicht folgen will oder kann, ganz anschaulich aufgefaßt werden als Darstellung von geometrischen Beziehungen und Gebilden im euklidischen Raum. Die Theorie der Graphen erschließt eine Fülle von Möglichkeiten für mathematische Spiele, von denen das Buch viele herbeizieht. So liegen z. B. im Achtköniginnenproblem, bei den Labyrinth, im Fünfeckerspiel und in vielen anderen Spielen besondere Graphen vor.

Die Darstellung ist klar und umfassend, und das Gebiet ist ungemein fesselnd. Deshalb kann das Studium dieses Werkes auch dem Lehrer besonders empfohlen werden.

Hamel, Georg, Integralgleichungen. Einführung in Lehre und Gebrauch. VIII und 166 Seiten mit 19 Abb. im Text. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. 9,60 RM., geb. 12,— RM.

Das Buch ist entstanden aus einer Vorlesungsreihe, die Männer der Praxis in Theorie und Anwendungen der Integralgleichungen einführt. Weitergehende Ausführungen schließen sich an, die im Zusammenhang mit den regelmäßigen Hochschulvorlesungen des Verfassers stehen. Es ist sehr zu begrüßen, daß hier eine Darstellung geboten wird, die mit ihrer Schlichtheit und meisterhaften Klarheit das Eindringen in dieses Gebiet zu einer sehr erfreulichen, genußreichen Arbeit werden läßt. Den Ausgangspunkt bilden einfache Schwingungsaufgaben, die auf die linearen Integralgleichungen mit symmetrischem Kern führen. Nach Entwicklung des elementaren Teils der Theorie werden die Beziehungen zu den partiellen Differentialgleichungen der Physik aufgezeigt. Sodann wird die Theorie für die Gleichungen mit symmetrischem Kern durchgeführt. Dieser erste Teil lehnt sich an die Arbeit von ERHARDT SCHMIDT an, während der zweite Teil die FREDHOLMSche Theorie darstellt, über HILBERTS Gedanken berichtet und eine große Anzahl von Einzelproblemen durchführt. Hier bietet sich dem Verfasser vielfach Gelegenheit, neue Wege zu gehen, so z. B. bei der Behandlung von SCHMIDTS Theorie der unsymmetrischen Kerne, der polaren Integralgleichung, der Gleichung von FÖPPL u. a. m. Ist das Werk zunächst für den Ingenieur und Physiker, aber auch für den Studenten der Mathematik gedacht, so kann es auch dem Mathematiklehrer der höheren Schule empfohlen werden als Anlaß zur Beschäftigung mit einem vom Unterrichtsstoff weit abliegenden Gebiet, einer Beschäftigung, die bekanntlich immer anregend auf die Berufsarbeit wirkt.

Jahnke, Eugen, und Emde, Fritz, Funktionstabellen mit Formeln und Kurven. XII und 305 Seiten mit 181 Textfiguren. Dritte, neubearbeitete Auflage. B. G. Teubner, 1938. Geb. 15,— RM.

Neben den Funktionstabellen steht eine sehr reichhaltige Formelsammlung mit kurzen Erläuterungen. Dazu kommt ein ausgezeichnet zusammengestelltes Bilderwerk in hervorragend guter Ausführung. Besonders die zahlreichen Darstellungen räumlicher Gebilde sind einzigartig und bedeuten eine große methodische Bereicherung. Auf sie sei hier nachdrücklich hingewiesen. Alles Textliche ist in deutscher und englischer Sprache gegeben. Die elementaren Funktionen sind in dieser Auflage weggelassen. Sie sollen, mit vielen Zahlentafeln und Abbildungen, in einem demnächst erscheinenden Buche zusammengestellt werden. 21 Gruppen von Funktionen sind behandelt, u. a. Fehlerintegral, die Thetafunktion, die elliptischen Integrale und Funktionen, die RIEMANNsche Zetafunktion. Den größten Raum nehmen die Zylinderfunktionen ein. Die Literatur ist mit großer Vollständigkeit angegeben. Das Buch ist vorzüglich ausgestattet.

Luedcke, Heinz, Schiffe erobern die Luft. Ill. von OSCAR NERLINGER. 396 S. Williams & Co. Verlag, Potsdam. Ganzleinen 4,50 RM.

Zwei etwa zwölfjährige Jungen, ein Student der Geschichte und ein im Ruhestande lebender Ingenieur haben sich zu einer „Arbeitsgemeinschaft“ zusammengefunden, in der sie der Entwicklung der Luftschiffahrt nachspüren. Diese Einkleidung ergibt ein Unterhaltungsbuch, das von Jungen zwischen 10 und 14 Jahren sicher sehr gern und eifrig gelesen wird, aber auch dem reiferen Schüler sowie dem Erwachsenen einen Genuß bieten kann. Sehr geschickt sind wissenschaftliche, vor allem physikalische und chemische Belehrungen in die äußerst fesselnde Darstellung verwoben, und zwar in einer geradezu bewunderswerten Fülle. Erwirbt so der Junge eine ansehnliche Menge von Kenntnissen und Einsichten, so werden ihm gleichzeitig unvermerkt viele tiefe Einblicke in die Gesetzmäßigkeiten kultur- und geistesgeschichtlicher Entwicklung geboten. Das letzte macht das Buch ganz besonders wertvoll. Man sieht, wie oftmals eine Entdeckung greifbar nahe gelegen hat und doch erst Jahrhunderte später gemacht werden konnte, weil die Menschen erst reif dafür werden mußten. Das wird gelegentlich auch an Beispielen aus dem eigenen Erleben der Jungen erläutert. Daneben sind an geeigneten Stellen Bastelarbeiten eingestreut und so geschildert, daß der Leser sie selbst mit ausführen kann. Einen Höhepunkt bildet eine Reise nach Frankfurt zum Besuch des Rhein-Main-Weltflughafens. Schließlich bietet sich Gelegenheit, Grundgedanken einer aus kämpferischer Haltung erwachsenden Lebensphilosophie in Anpassung an das Verständnis des Jugendlichen zu entwickeln. Bunte ganzseitige Bilder erzählen von den Träumen der Menschen um die Eroberung der Luft, und viele Skizzen im Text unterstützen und beleben die Darstellung.

Niklitschek, Alexander, Wunder überall. Unbekanntes aus bekannten Gebieten. 286 Seiten mit 74 Tafelbildern. Verlag Scherl, Berlin SW.

Aus Physik und Chemie, Technik und Industrie, Pflanzen-, Tier-, Menschen- und Himmelswelt werden Erscheinungen aufgezeigt, die, oft zwar allgemein bekannt, doch in der Tat als „Wunder“ anzusprechen sind. Schier unüberschaubar ist die Fülle der Gesichte, die der inhaltsreiche Band dem Leser offenbart. Einiges dürfte auch dem Fachmann des betreffenden Gebietes noch nicht begegnet sein. Die Darstellung ist äußerst lebendig, bisweilen geradezu atemberaubend. Sie vermeidet geschickt alles Lehrhafte, obwohl das Werk im Grunde ein vielseitiges Lehrbuch ist. Auch die Anordnung innerhalb der einzelnen Gebiete erscheint zwanglos und ist dazu angetan, immer wieder Spannung zu erzeugen und zu überraschen. In demselben Sinne wirken auch die schlagwortartigen Inhaltsangaben, die jedem Abschnitt voranstehen. Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich. Es ist ein Unterhaltungsbuch bester Art, das sich besonders zu Geschenkzwecken für reifere Schüler eignet, aber auch dem Erwachsenen vielen Genuß bringen kann.

KERST.

Kritzinger, H., und E. Stuhlmann, Artillerie und Ballistik in Stichworten. 394 Seiten. Julius Springer, Berlin 1939. Preis geb. 16,50 RM.

Man wird das Erscheinen eines solchen Nachschlagebuches sicherlich allseitig begrüßen. Auch wir Lehrer der Mathematik und der Naturwissenschaften werden zu einem solchen Werk nicht nur zur Vorbereitung auf laufende wehrwissenschaftliche Fragen des Unterrichts im Sinne der neuen Reform oft greifen müssen, sondern auch in den neuzeitlich eingestellten Arbeitsgemeinschaften, in denen Wehrmathematik und die vielseitige naturwissenschaftliche Wehrkunde nicht fehlen dürfen.

Die Darstellungen sind von besten Spezialisten nach dem neuesten Stand der Technik und Wissenschaften gegeben worden. Viele Abbildungen erläutern den Text, zahlreiche Tabellen enthalten wertvolles Material für Aufgaben.

Zum Schluß sind die Abkürzungen zusammengestellt, wie man sie in Formeln verwendet, ferner sind von den wichtigsten artilleristischen Bezeichnungen die fremdsprachlichen Worte in englisch, französisch, italienisch, spanisch angegeben.

Bei einer Neuauflage, die das Werk sicherlich verdient, könnten vielleicht noch Literaturhinweise auf solche Werke und Zeitschriften angebracht werden, in denen man das betreffende Gebiet besonders gut behandelt findet.

Düsseldorf.

G. WOLFF.

Riezler, Wolfgang, Einführung in die Kernphysik. Meyers Kleine Handbücher, 6. Bd. 188 Seiten mit 19 Abb. und 14 Tabellen. Bibliographisches Institut A.-G., Leipzig. Lwd. 2,60 RM.

Die Physik des Atomkerns ist eine Wissenschaft, die sich mit außerordentlicher Geschwindigkeit entwickelt. Um dem Physiker das mühevoll Nachlesen der vielen verstreuten Originalarbeiten und Berichte zu ersparen, hat es der Verfasser unternommen, einen Überblick über das gesamte Gebiet der Kernphysik unter Berücksichtigung der bis zum Spätsommer 1936 erschienenen Literatur zu geben. Er beschreibt die Eigenschaften des Atomkerns, die Radioaktivität, die Methoden der Kernuntersuchung, die künstlichen Kernumwandlungen und den sich daraus ergebenden Aufbau der Atomkerne. Die Darstellung bleibt stets wissenschaftlich, setzt aber keine speziellen Kenntnisse voraus und ist so gehalten, daß sie jedem Naturwissenschaftler das Eindringen in das schwierige Gebiet ermöglicht und bestens empfohlen werden kann.

Prodinger, Wilhelm, Organische Fällungsmittel in der quantitativen Analyse. 37. Bd. der Sammlung: Die chemische Analyse. 204 Seiten. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1939, 2. Aufl. Preis geh. 17,— RM., geb. 18,80 RM.

Jeder Schulchemiker kennt wohl das Dimethylglyoxim als TSCHUGAEFFS Reagens auf Nickelsalze und vielleicht auch das Benzidin zur Schwefelsäurebestimmung, wird aber im allgemeinen nicht immer wissen, in welchem Umfange organische Verbindungen sonst noch zur Ausführung quantitativer Bestimmungen benutzt werden können. Über die ausgedehnte Anwendung solcher Reagenzien gibt nun das Buch erschöpfende Auskunft. Im allgemeinen Teil bespricht der Verfasser das allgemeine chemische Verhalten dieser Reagenzien und teilt sie ein in solche, die unter normaler Salzbildung, solche, die unter Komplexsalzbildung, und solche, die unter Bildung von Metalladsorptionsverbindungen reagieren. Dieses Einteilungsprinzip behält er auch im speziellen Teil bei und beschreibt genau, wie die Analyse gravimetrisch, mikroanalytisch, maßanalytisch oder kolorimetrisch ausgeführt werden kann. Als zwei besondere Vorzüge hebt er hervor, daß die Analysen sich nicht nur mit größerer Genauigkeit, sondern auch meist in kürzerer Zeit durchführen lassen, als es die klassischen Methoden zulassen. Aus seinen Angaben kann auch der Schulchemiker viele wertvolle Anregungen für sein Arbeitsgebiet entnehmen.

Karl Freudenberg, Organische Chemie. 222 Seiten. Verlag Quelle & Meyer, Leipzig 1938.

In Leinen 5,— RM.

Für die neue Sammlung „Hochschulwissen in Einzeldarstellungen“ des Verlages hat der bekannte Heidelberger Ordinarius eine Einführung in die organische Chemie geschrieben, die auf etwa 200 Seiten dem Leser einen tiefen Einblick in Umfang und Bedeutung dieses Gebietes vermittelt. Seine Darstellung ist meisterhaft und insofern modern, als er auf die alte Einteilung in aliphatische und aromatische Verbindungen verzichtet und dafür den Substitutionsgrad als oberstes Einteilungsprinzip wählt. Nach einer kurzen allgemeinen Einführung in die Eigenschaften des Kohlenstoffs beginnt er im systematischen Teil mit den Kohlenwasserstoffen, die er in gesättigte und ungesättigte unterteilt. In zwei kurzen Zwischenkapiteln werden Krackung und Druckhydrierung besprochen und ihre Bedeutung für das Erdöl und die Treibstoffe hervorgehoben. Im zweiten Abschnitt werden die Verbindungen beschrieben, die an einem oder mehreren Kohlenstoffatomen einen einwertigen Substituenten tragen, also einfache Halogenide, Alkohole, Phenole, Äther und Ester anorganischer Sauerstoffsäuren, Thio- und Arsinverbindungen und Verbindungen mit einem das Element Stickstoff tragenden, einwertigen Substituenten. Im dritten Abschnitt stehen die Aldehyde und Ketone als Verbindungen mit zweifacher Substitution im Vordergrund der Betrachtung. Im vierten Abschnitt werden die Karbonsäuren und ihre Derivate und im fünften die Kohlensäure und ihre Abkömmlinge beschrieben. In einem letzten Abschnitt behandelt der Verfasser dann die Verbindungen, in deren Molekülen Kohlenstoffatome mit verschiedenen Substitutionsstufen vorkommen: Oxysäuren, Oxyaldehyde und -ketone (Saccharide), Ketonsäuren, Aminosäuren, Eiweißstoffe, Sterine, Farbstoffe. Zum Schluß werden die bekanntesten Umlagerungsreaktionen besprochen und erklärt.

Diese Einteilung führt im Verein mit einer natürlichen und klaren Darstellungsform, die Fachausdrücke durch sinngemäße Übersetzung erklärt und Sprachfehler bewußt vermeidet und mit einer leicht zu überschauenden Aufstellung von Strukturformeln, die dem neuesten Stand der Forschung angepaßt sind, zu einem ursächlichen Verstehen. Die Grundgesetze werden besonders eindringlich dargestellt und methodisch eingeführt. So bietet das Buch nicht nur dem Studenten, für den es hauptsächlich bestimmt ist, sondern auch allen fernerstehenden Naturwissenschaftlern viel Wissenswertes. Denn der Verfasser führt den Leser leicht und sicher den weiten Weg zu den schwierigen Gebieten der Stereochemie und der hochmolekularen Naturstoffe und läßt ihn durch Ausblicke in die Wirtschaft und Biochemie immer wieder fühlen, welche Bedeutung die chemische Forschung für unsere Zeit hat und wie gerade die Arbeit des deutschen Chemikers ziel- und richtungweisend gewesen ist. Durch diese Art der Betrachtung entstand ein neuzeitliches Lehrbuch, das auch dem Chemielehrer wertvolle Anregungen für den Unterricht geben dürfte.

DEHN.

Diebner, Kurt, und Eberhard Graßmann, Künstliche Radioaktivität. Experimentelle Ergebnisse. 87 Seiten mit 10 Ausschlagtabellen und einer mehrfarbigen Tafel. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1939. Preis geb. 12,— RM.

Es muß als eine sehr dankenswerte Aufgabe bezeichnet werden, die Fülle experimenteller Ergebnisse der letzten Jahre auf dem Gebiete der künstlichen Radioaktivität zusammenfassend und übersichtlich darzustellen. Die beiden Verfasser haben dieses mühevollere Werk erfolgreich durchgeführt und gliedern ihr Nachschlagebuch in drei Teile, von denen der erste die radioaktiven Vorgänge, nach dem Ausgangselement und der Art der Aktivität hervorruhenden Teilchen (α -Teilchen, Protonen, Deutonen, Neutronen und γ -Strahlen) geordnet und mit einem ausführlichen Literaturverzeichnis versehen, zur Darstellung bringt. Es werden dabei zu jedem symbolisch angedeuteten Umwandlungsvorgang Halbwertszeit, obere Energiegrenze, Ausbeute und Intensität der betrachteten Aktivität angegeben.

Der zweite Teil bringt in Tabellenform mit Ausschlagtafeln eine Zusammenstellung aller stabilen, natürlich und künstlich radioaktiven Isotopen mit ihren wichtigsten Daten: genauer Massenzahl mit Angabe ihrer Bestimmungsart, ob massenspektroskopisch oder aus Kernumwandlungen berechnet, Häufigkeit in Prozenten, Halbwertszeit, Art der emittierten Teilchen, oberer Energiegrenze, Energie der allenfalls vorhandenen γ -Strahlung, chemischem Nachweis und Entstehungsvorgang. In der erschöpfenden Darstellung vermißt man nur Angaben über die natürliche Radioaktivität von ${}_{19}^{40}\text{K}$ (β), ${}_{37}^{87}\text{Rb}$ (β), ${}_{60}^{145}\text{Nd}$ (β ?) und ${}_{62}^{150}\text{Sm}$ (α).

Eine graphische Übersicht über sämtliche, natürlich und künstlich radioaktiven Isotope und ihre Umwandlungsvorgänge (im dritten Teil) bildet den Abschluß des Werkes, das jedem, der sich genau über den Stand der einschlägigen Forschung (bis September 1938) unterrichten will, sehr willkommen sein wird.

Wien.

H. A. BAUER.

Abhandlungen.

Über Aufgaben aus der Photogrammetrie (III. Teil)¹⁾.

Von BERNWARD STEFFEN in Berlin.

Im folgenden soll im Anschluß an die Aufgaben über Senkrechtaufnahmen, die in Teil I meines Aufsatzes behandelt worden sind, gezeigt werden, wie weitere Aufgaben an Senkrechtaufnahmen als Anwendung der Ähnlichkeitslehre in der von Prof. LACMANN angegebenen Richtung²⁾ gestellt und im Unterricht auf der Mittelstufe an Hand der Luftbilder und Karte von Gosen durchgeführt werden können. Hierzu sind zwei neue Senkrechtaufnahmen von Gosen³⁾ (Abb. 2a, b) beigelegt.

Zunächst sind für die beiden Senkrechtaufnahmen von Gosen (Abb. 2a, b) Flughöhe, Bildmaßstab und aufgenommene Fläche unter Benutzung der Karte von Gosen⁴⁾, wie es in Teil I aufgezeigt ist, zu bestimmen. Die Brennweite des Aufnahmeobjektivs beträgt $f = 203,89$ mm. An Neuem wird als 1. Aufgabe die Frage aufgeworfen, die Aufnahmeorte, an denen die Senkrechtaufnahmen gemacht sind, in der Karte (d. h. die Projektionen der Aufnahmeorte auf die Geländeebene) anzugeben. Zur Lösung dieser Aufgabe dient die Überlegung, daß bei einer Senkrechtaufnahme die Projektion des Aufnahmeortes auf die Geländeebene \mathcal{G} durch den dem „Bildhauptpunkt“ H' entsprechenden Geländepunkt H gegeben ist (vgl. Abb. 1), wobei der Bildhauptpunkt H' definiert ist als Fußpunkt des Lotes, das vom Projektionszentrum O auf die Bildebene \mathcal{B} gefällt ist⁵⁾. Der Bildhauptpunkt wird durch Konstruktion der sog. „Bildachsen“ gefunden — das sind die Verbindungsgeraden über Kreuz liegender „Bildmarken“ —, denn bei einem einwandfreien Meßbild fällt der Schnittpunkt der Bildachsen, der sog. „Bildmittelpunkt“, mit dem Bildhauptpunkt zusammen. Zur Bestimmung des dem Bildhauptpunkt H' entsprechenden Geländepunktes H in der Karte verhilft die Tatsache, daß eine

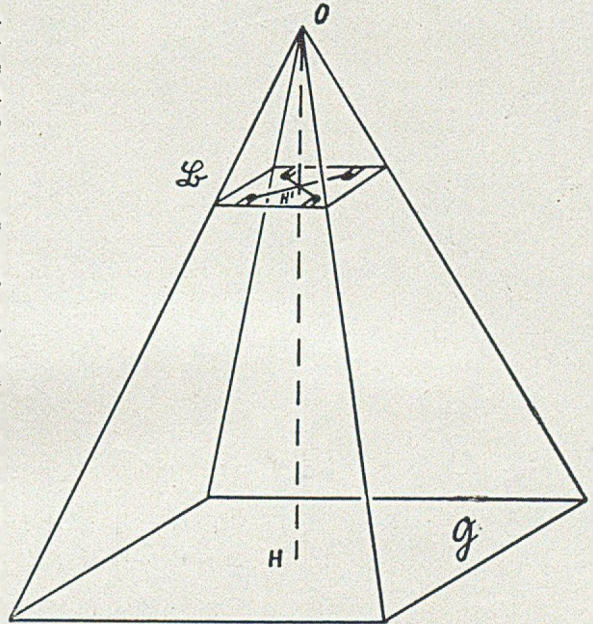


Abb. 1.

1) Dieser III. Teil stellt eine Fortsetzung von Teil I und II „Über Aufgaben aus der Photogrammetrie“ dar, welche in dieser Zeitschrift, 44. Jahrgang 1938, Heft 5 und 6 erschienen sind. Herr Oberstudiendirektor DRETTZ, Gausachbearbeiter für Mathematik im NSLB, Gau Berlin, hatte wiederum die Freundlichkeit, die Druckvorlage durchzusehen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche.

2) Vgl. den Beitrag von O. LACMANN über „Aufgaben aus den Gebieten Bildmessung und Flugzeugortung“ in dem im Auftrage des Reichsverbandes usw. von A. DORNER herausgegebenen Buche: Mathematik im Dienste der nationalpolitischen Erziehung. 3. Aufl., Diesterweg, Frankfurt a. M. 1936.

3) Die Beschaffung der Luftbilder ist ebenfalls Herrn Prof. Dr. LACMANN von der Technischen Hochschule Berlin zu verdanken.

4) Siehe Abb. 2, Ubl., 44. Jahrgang 1938, Heft 5, S. 169.

5) Vgl. hierzu und für das Folgende auch Abb. 3 und Abb. 4a, b, Ubl., 44. Jahrgang 1938, Heft 5, S. 170.

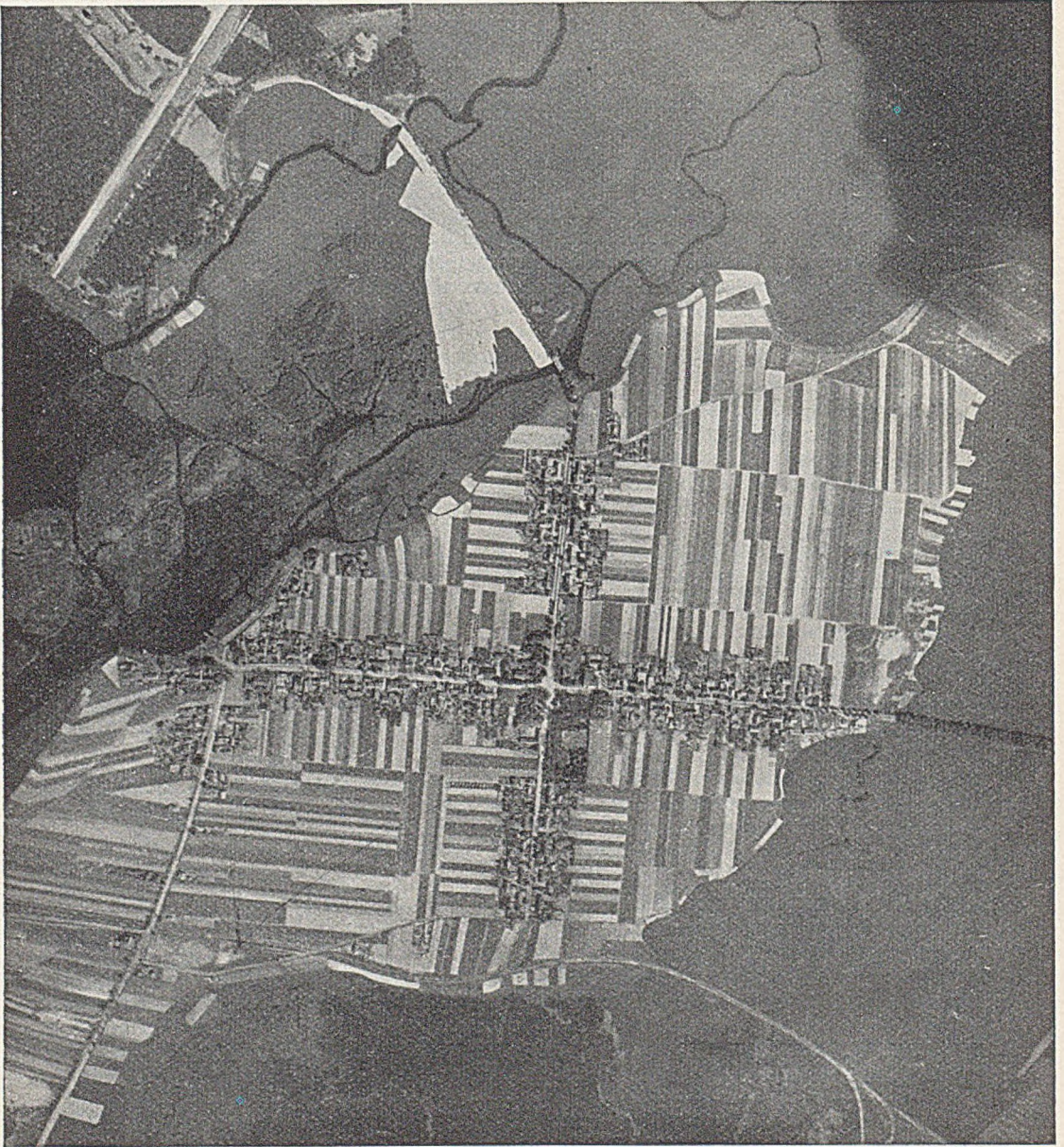


Abb. 2a.

Senkrechtaufnahme I von Gosen bei Berlin.

Senkrechtaufnahme eine ähnliche Abbildung des aufgenommenen Geländeausschnittes auf die photographische Platte darstellt, wenn vorausgesetzt werden kann, daß es sich bei dem aufgenommenen Geländeausschnitt um Flachgelände handelt und daß das Objektiv der Aufnahmekamera verzerrungsfrei arbeitet. Auf Grund der Winkeltreue einer Senkrechtaufnahme ergibt sich dann die Bestimmung des dem Bildhauptpunkt H' entsprechenden Geländepunktes H von selbst. Denn nachdem der Bildhauptpunkt im Luftbild als Schnittpunkt der Verbindungsstrecken über Kreuz liegender Bildmarken konstruiert ist (für die Senkrechtaufnahme II



Abb. 2a.

Senkrechtaufnahme II von Gosen.

von Gosen in Abb. 3) ⁶⁾, werden von zwei mit ihm nicht in einer Geraden liegenden Punkten aus (Punkt o und a_1 in Abb. 3) zwei Strahlen gezogen, die sich in ihm schneiden. Vermöge der Winkeltreue werden dann die Strahlen oH'_{II} und $a_1H'_{II}$ in die Karte übertragen, deren Schnittpunkt der in der Karte gesuchte Punkt H_{II} in Abb. 4 ist; senkrecht zur Geländeebene über ihm, in der Höhe des Flugzeuges über Grund, ist also die Senkrechtaufnahme II von Gosen aufgenommen. Vor dieser

⁶⁾ Abb. 3 liegt das Negativ von Abb. 2a zugrunde.

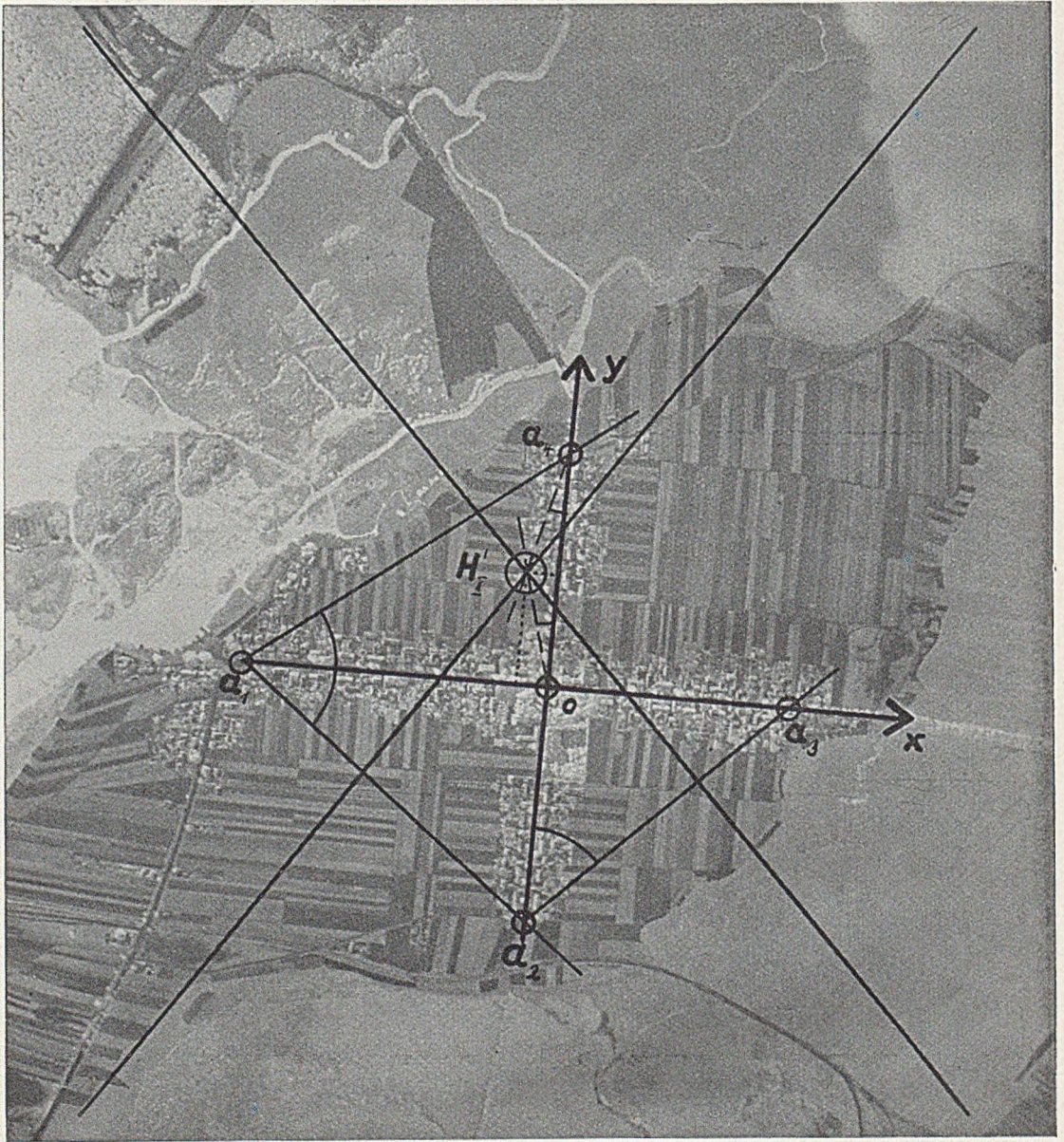


Abb. 3.

Aufgabe lasse man nach dieser Methode einige Punkte aus der Senkrechtaufnahme in die Karte übertragen, über deren Lage in der Karte eine Kontrolle vorhanden ist, z. B. a_2 und a_4 durch Strahlen von a_1 aus oder a_3 durch einen Strahl von a_2 aus (vgl. Abb. 3 und 4).

Die Aufgabe, die Projektion des Aufnahmeortes einer Senkrechtaufnahme in der Karte zu bestimmen, läßt noch eine zweite Lösung zu, welche von dem Vorzug der beiden Senkrechtaufnahmen von Gosen Gebrauch macht, daß in ihnen leicht ein rechtwinkliges Koordinatenkreuz entworfen werden kann, das sich ohne weiteres auch in der Karte auffinden läßt. Das Straßenkreuz von Gosen stelle dieses

rechtwinklige Achsenkreuz dar, auf das die Punkte des Luftbildes bezogen werden. Man bestimme die Koordinaten x, y des Bildhauptpunktes H' im Luftbild, und, da sowohl der Bildmaßstab (aus einer früheren Aufgabe) wie der Kartenmaßstab (er steht unter der Karte von Gosen vermerkt) ⁷⁾ bekannt sind oder da man direkt

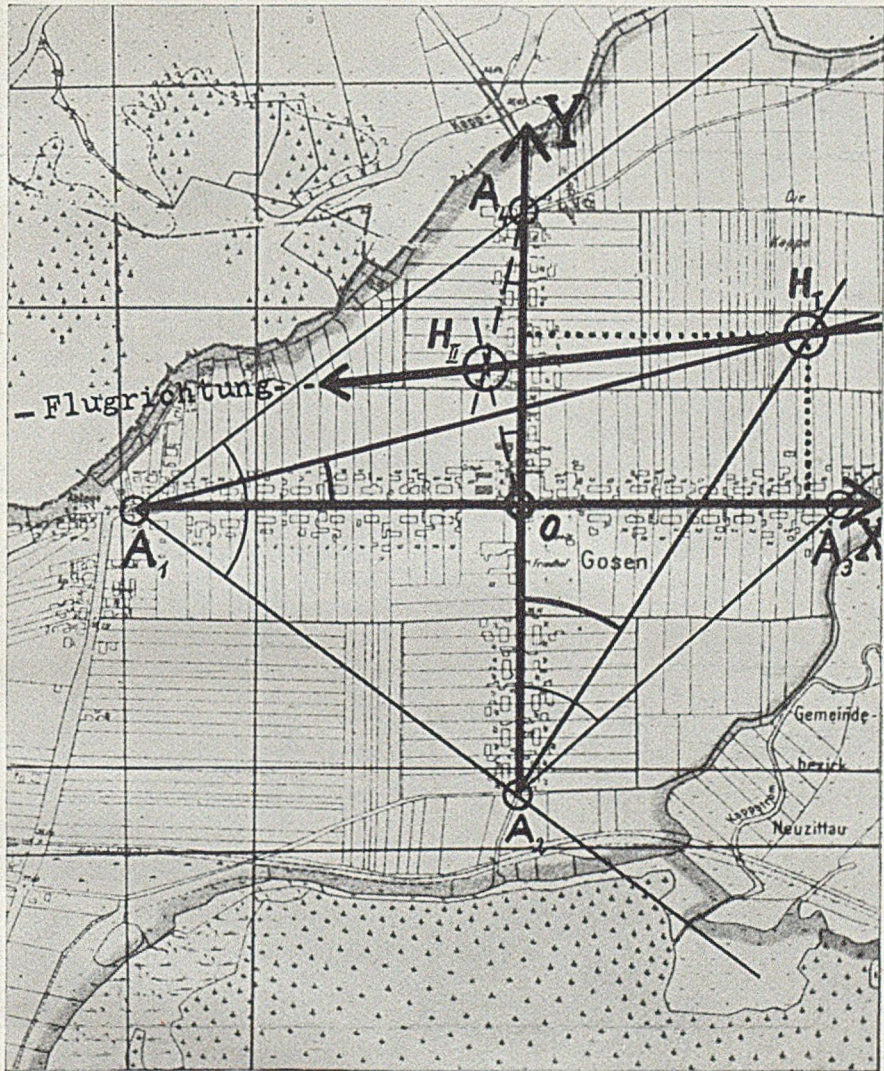


Abb. 4.

den Maßstab des Luftbildes gegenüber der Karte bestimmen kann, lassen sich leicht die Koordinaten X, Y des dem Bildhauptpunkt H' entsprechenden Geländepunktes H in der Karte ermitteln, die auf das dem Achsenkreuz des Luftbildes entsprechende Achsenkreuz in der Karte bezogen sind, womit der in der Karte gesuchte Punkt H festgelegt ist. Diese Lösung ist für die Senkrechtaufnahme I von Gosen in der Karte (Abb. 4) ausgeführt.

Als 2. Aufgabe ist der zwischen den Aufnahmecorten der beiden Senkrechtaufnahmen von Gosen (Abb. 2a, b) zurückgelegte Flugweg zu bestimmen.

⁷⁾ Siehe Abb. 2, Ubl., 44. Jahrgang 1938, Heft 5, S. 169.

Als 3. Aufgabe soll die Überdeckung der von den beiden Senkrechtaufnahmen (Abb. 2a, b) aufgenommenen Geländeausschnitte in Prozent ermittelt werden. Man stelle fest, daß die in Aufgabe 2 bestimmte Flugrichtung in Richtung der einen Bildseite verläuft (vgl. Abb. 5), deren Länge mit a bezeichnet wird. Dann

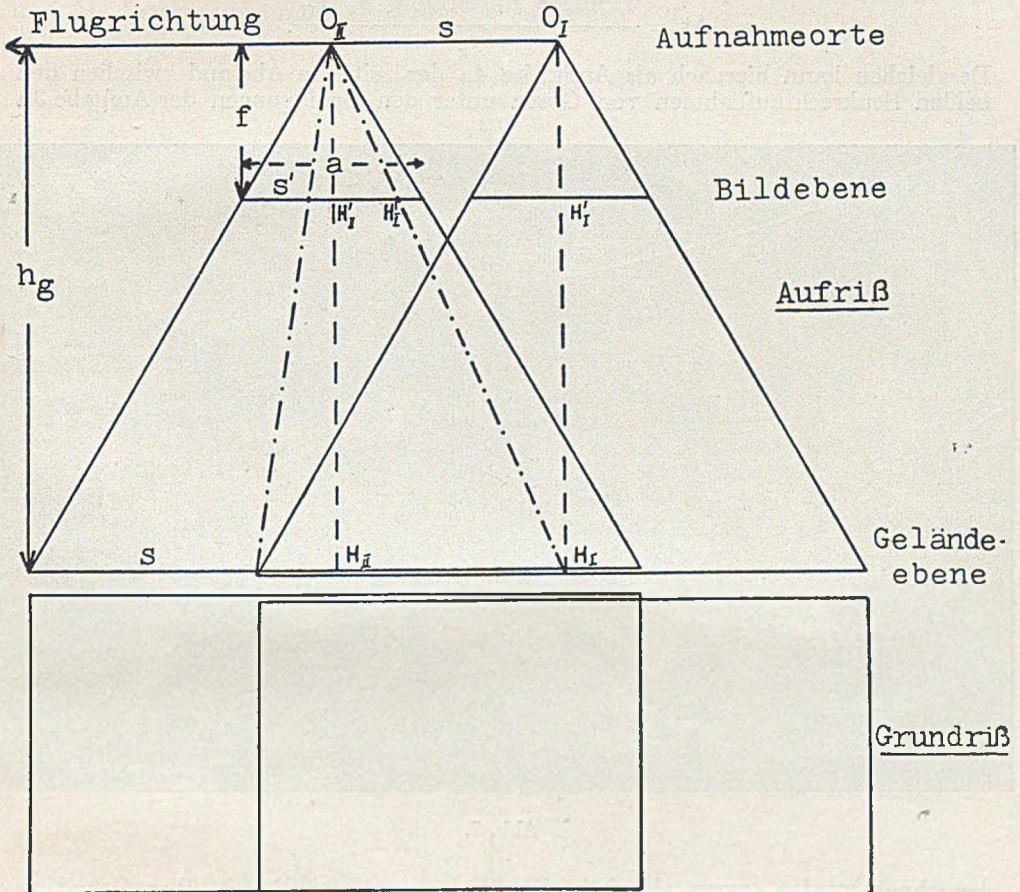


Abb. 6.

lehrt Abb. 6, daß sich der Prozentsatz p , der die Überdeckung der beiden aufgenommenen Geländeausschnitte angibt, aus der Beziehung

$$\frac{100 - p}{100} = \frac{H'_I H'_{II}}{a}$$

berechnen läßt, wobei a direkt aus einer Luftaufnahme (vgl. z. B. Abb. 5) und $H'_I H'_{II}$ z. B. nach Übertragung von H'_I bzw. H_I in die Senkrechtaufnahme II von Gosen (vgl. Abb. 4 und 5) aus dieser zu entnehmen ist⁸⁾. Umgekehrt kann hiernach noch als Aufgabe 3a gelöst werden, in welchen Abständen längs der Flugrichtung die Senkrechtaufnahmen von Gosen mit derselben Kamera aufgenommen werden müßten, wenn bei gleicher Flughöhe eine gegebene Überdeckung von $p\%$ erzielt werden soll. (Die eine Bildseite soll wie bei Aufgabe 3 in Richtung des Flugweges liegen, der geradlinig verläuft.)

⁸⁾ Für $p < 50\%$ liegt H_{II} außerhalb der Senkrechtaufnahme II von Gosen. Eine Unterscheidung in der Bezeichnung zwischen H'_I in den Senkrechtaufnahmen I und II ist unterblieben, da kein Anlaß zu Mißverständnissen vorliegt.

In Aufgabe 4 ist der zeitliche Abstand zwischen den beiden Senkrechtaufnahmen von Gosen (Abb. 2a, b) zu bestimmen, wozu die Flugzeuggeschwindigkeit über Grund v_g gegeben ist. Dies geschieht nach dem Vorangehenden leicht auf Grund der Beziehung

$$\Delta t = \frac{\text{wirkliche Entfernung } H_I H_{II}}{v_g}$$

Desgleichen kann hiernach als Aufgabe 4a der zeitliche Abstand zwischen den beiden Senkrechtaufnahmen von Gosen unter den Bedingungen der Aufgabe 3a

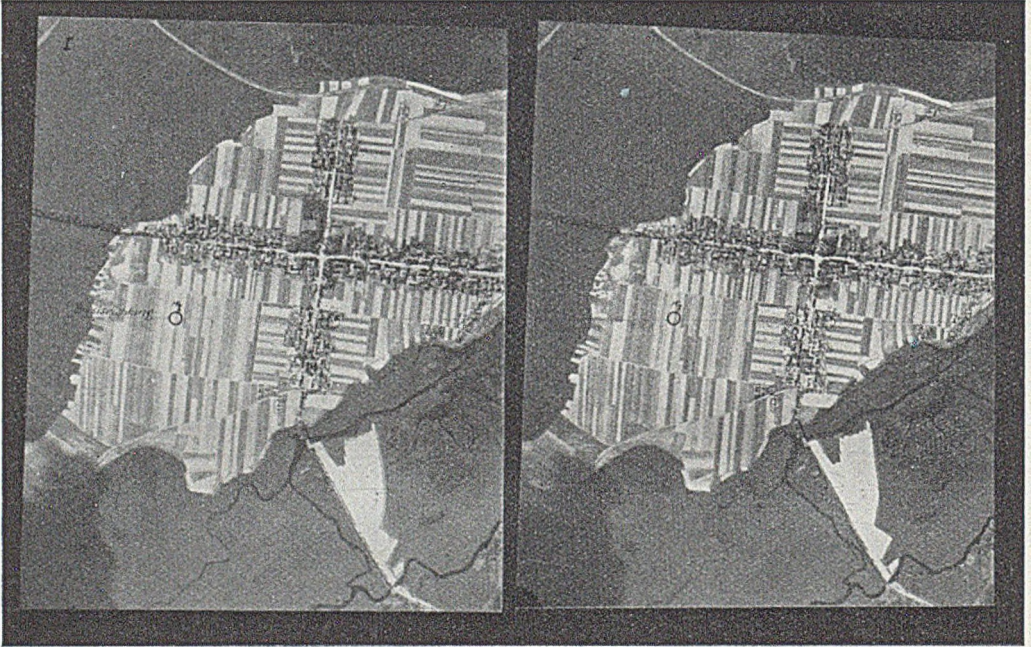


Abb. 7.

berechnet werden, wozu ebenfalls die Flugzeuggeschwindigkeit über Grund v_g gegeben ist. Ferner läßt sich (Aufgabe 4b) aus obiger Beziehung umgekehrt die Flugzeuggeschwindigkeit über Grund v_g aus der wirklichen Entfernung $H_I H_{II}$ und dem zeitlichen Abstand zwischen den beiden Senkrechtaufnahmen ermitteln.

Eine Weiterführung von Aufgabe 4 stellt Aufgabe 5⁹⁾ dar, welche die Bestimmung der höchstzulässigen Belichtungszeit aus der Flughöhe, Flugzeuggeschwindigkeit über Grund und Brennweite der Kamera vorsieht, wenn die einzelnen Bildpunkte bei der Aufnahme nicht mehr als $\frac{1}{20}$ mm in der Flugrichtung in die Länge gezogen sein sollen. Zur Lösung führt folgende Überlegung: Der Länge 0,05 mm im Bilde entspricht in der Geländeebene einer Strecke von $s = \frac{0,05 \cdot h_g}{f}$ m, worin h_g in m und f in mm gemessen sind. Die Belichtungszeit Δt darf also höchstens gleich der vom Flugzeug zum Zurücklegen dieser Strecke benötigten Zeit

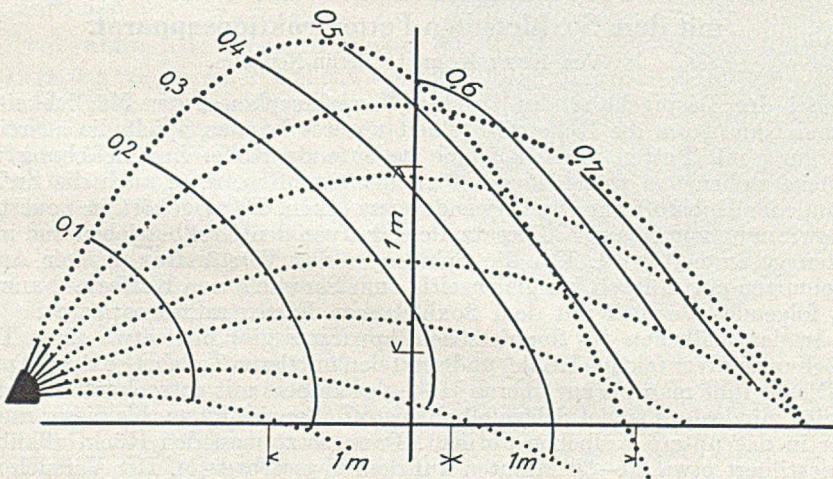
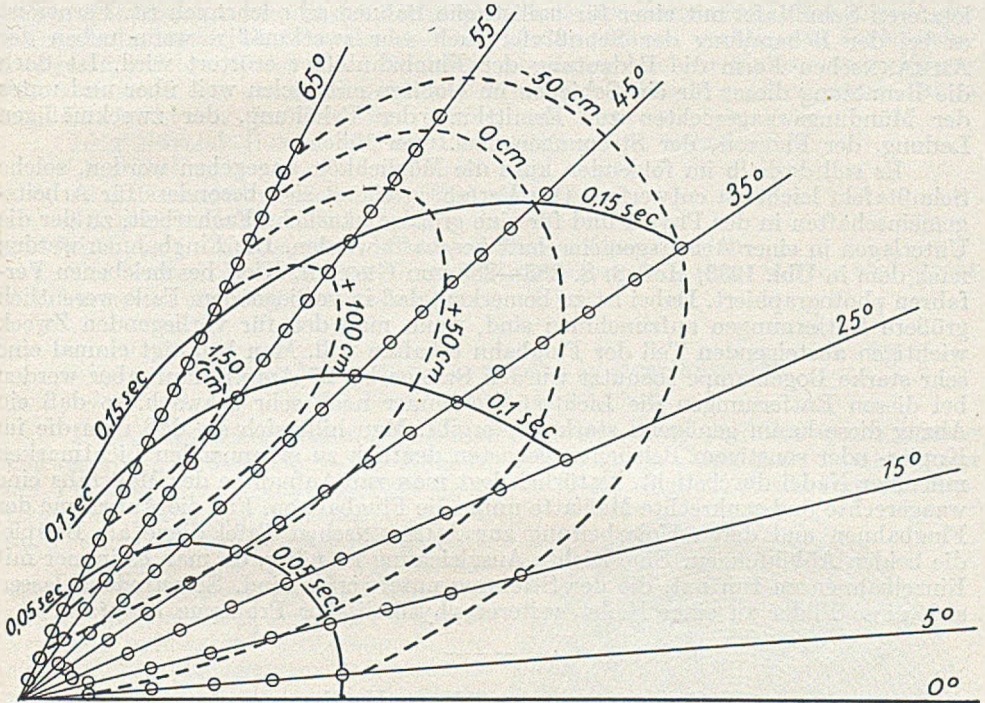
$$\Delta t = \frac{s}{v_g} \text{ sec} = \frac{0,05 \cdot h_g}{f \cdot v_g} \text{ sec}$$

⁹⁾ Vgl. Aufg. 176 in ²⁾.

sein. Von den hierin auftretenden Größen ist h_g bereits aus einer früheren Aufgabe bekannt, die Brennweite f und die Flugzeuggeschwindigkeit v_g sind gegeben.

Abschließend sei noch die Bedeutung von Abb. 7¹⁰⁾ hervorgehoben, die eine Kombination der beiden Senkrechtaufnahmen von Gosen (Abb. 2a, b) darstellt und zur Betrachtung mit einem Stereoskop dienen soll.

Abbildungen zu Seite 250:



Flugbahnbilder des Leyboldschen Gesch.
Federsp. 20 $\alpha = 5^\circ - 65^\circ$ Flugzeit in sec.

¹⁰⁾ Hierin sind die beiden Senkrechtaufnahmen von Gosen gegenüber Abb. 2a, b umgekehrt angeordnet.

Flugbahnbilder und Ammannsche Schußtafel.

Von Oberstudiendirektor SÄTTELE und Studienrat KRUG.

Die in Heft 5, 1939, von F. KÖNNEMANN, Glogau, ausgearbeitete Schußtafel für Wurfparabeln in der AMMANNschen Form legt den Gedanken nahe, eine ebensolche für ballistische Flugbahnen auszuführen. Das Bedürfnis dafür ergibt sich einmal daraus, daß wohl bald in jeder Schulsammlung ein Geschütz für Unterrichtszwecke vorhanden sein wird, dann aber auch daraus, daß ein Vergleich dieser letzteren Schußtafel mit einer für ballistische Bahnen sehr lehrreich ist. Ferner ist es bei der Behandlung der Schußtafel auch sehr zweckmäßig, wenn neben der AMMANNschen Form die Bedeutung der Flugbahnbilder erörtert wird. Ist doch die Benutzung dieser für ein Schießen im Gebirge mit Zielen weit über und unter der Mündungswaagerechten zur Ermittlung der Erhöhung, der zweckmäßigen Ladung, der Flugzeit, der Streuungen usw. unerläßlich.

Es soll deshalb im folgenden kurz die Möglichkeit angegeben werden, solche Schußtafeln leicht zu entwerfen. Das Verfahren eignet sich besonders für Arbeitsgemeinschaften in der Physik und für eine größere häusliche Facharbeit, zu der die Unterlagen in einer Arbeitsgemeinschaft beschafft werden. Die Flugbahnen werden nach dem in Ubl. 1933, Heft 8, S. 285—289 von GROSCH, Kiel, beschriebenen Verfahren photographiert. Dabei ist zu bemerken, daß in vorliegendem Falle wesentlich größere Entfernungen aufzunehmen sind, wenn man den für vorliegenden Zweck wichtigen absteigenden Teil der Flugbahn erhalten will. Man benötigt einmal eine sehr starke Bogenlampe (benutzt wurden Ströme bis 25 Amp.), dann aber werden bei diesen Entfernungen die Lichtpunkte immer noch sehr schwach, so daß ein Abzug diese kaum genügend stark wiedergibt. Man hilft sich so, daß man die im Kopier- oder sonstigem Beleuchtungskasten deutlich zu erkennenden Lichtmarken mit einer Nadel durchsticht. Natürlich legt man zur Aufnahme des Maßstabs eine waagerechte und senkrechte Meßplatte unter die Flugbahnen. Für die Aufnahme der Flugbahnen und deren Umarbeitung zur AMMANNschen Tafel diene als Beispiel die beiden Abbildungen. Eine leichte Ausgleichung ist nötig, da man es immer mit Einzelbahnen zu tun hat, die der Streuung unterworfen sind. Selbstredend lassen sich diese Bilder zu einer Reihe weiterer physikalischer Probleme benutzen.

Gewinnung von Öl aus Kaffeesatz mit dem Soxhletschen Fettextraktionsapparat.

Von KURT KORN in Berlin-Neukölln.

Bei der Besprechung des zweiten Vierjahresplanes, der Möglichkeiten bei unserem Kampf um die Rohstoff-Freiheit unseres Landes, spielt die ausreichende Versorgung mit Fetten und Ölen eine bedeutende Rolle. Zur Behebung unserer Fettlücke stehen uns verschiedene Möglichkeiten offen, u. a. auch die Zuführung vorhandener Rohstoffe neuen Verwendungszwecken. Dazu gehört in neuester Zeit die Gewinnung von Öl aus Kaffeesatz, der jetzt von den Großbetrieben und in vielen Schulen gesammelt wird. Um die Schüler in das Verständnis unserer Autarkiebestrebungen einzuführen, sie gleichzeitig zum Sammeln von Kaffeesatz anzuregen, dient folgender Versuch mit dem Soxhletschen Fettextraktionsapparat.

In das Kölbchen des Soxhletschen Apparates gibt man etwa einen Teelöffel Entfärbungspulver (aktive Kohle) und setzt den mittleren Teil des Soxhlet-Apparates auf. Diesen füllt man bis zur oberen Höhe des Hebers mit getrocknetem Kaffeesatz und gibt mindestens soviel Schwefelkohlenstoff (Benzin) hinzu, bis dieser durch den Heber in das untere Kölbchen abfließt. Dann setzt man den Rückflußkühler auf und destilliert etwa 20—30 Minuten auf dem Wasserbad (!). Der Versuch wird in dem Augenblick unterbrochen, wo gerade die Flüssigkeit wieder einmal in das untere Kölbchen abgeflossen ist. Um zu verhindern, daß zu fein gemahlener Kaffeesatz das Heberrohr verstopft, gibt man eventuell in den mittleren Teil des Apparates zuunterst einige Glasperlen oder dergleichen.

Der das Öl und Kohlenstoff enthaltende Schwefelkohlenstoff läßt sich innerhalb kurzer Zeit sehr leicht durch ein gewöhnliches Filter filtrieren. Man erhält eine fast farblose, klare Flüssigkeit. Nach dem Entfernen des Schwefelkohlenstoffes durch Destillation mit dem LIEBIGSchen Kühler (keine Gummistopfen) bleibt als Rückstand ein stark nach Kaffee riechendes, gelbliches, klares Öl zurück, ohne aktive Kohle ein dunkelbraunes Öl. Ausbeute zirka 2 ccm bei Bohnenkaffee, bei anderem Kaffee weniger ¹⁾).

Der vom Wasser und Schwefelkohlenstoff ausgelaugte Kaffeesatz ist im wesentlichen Zellulose und wird in der Technik an Stelle des wertvollen Holzmehles in der Kunststoffindustrie benutzt, das dadurch wieder anderen wichtigeren Verbrauchszweigen zugeführt werden kann. Nachdem der übriggebliebene Kaffeesatz im Mörser fein zermahlen ist, eventuell auch durch ein Schüttelsieb gegeben wurde, kann man ihn leicht vor den Schülern mit Novolak verpressen ²⁾).

10 g Novolak (hergestellt aus Phenol, Formalin, Salzsäure),
5 g Kaffeesatz,
2 g Hexamethylentetramin (Urotropin),
0,5 g Stearinsäure.

Die Mischung ist haltbar und kann vorrätig gehalten werden.

Der Versuch kann in einer Unterrichtsstunde durchgeführt werden und eignet sich besonders für Vertretungsstunden.

Einige Interferenzversuche in der Akustik.

Von ERICH KRUMM in Offenburg.

In physikalischen Sammlungen und Büchern gehört wohl die QUINCKESche Umwegeröhre zu den historischen Requisiten. So klar die „kreidigen“ Darstellungen der Versuche mit der Umwegeröhre sind — es bleibt fraglich, ob die Experimentatoren sehr gerne mit ihr arbeiten, [zumal auch wenig Eindrucksvolles zutage tritt.

Es seien hier einige Interferenzversuche beschrieben, die ihren Eindruck auf die Schüler nicht verfehlen. Da diese Versuche nahezu auf den ersten Anhieb eindeutig und klar gelangen, darf vermutet werden, daß kaum nennenswerte Schwierigkeiten auftreten.

Grundversuche in der Wellenwanne.

1. In das Wasser einer Wellenwanne tauchen an einem schwingendem Stahlstab oder mit elektromagnetischem Antrieb zwei Polsternägel als Wellenerreger. (Über die ganze Anordnung siehe „Unsere Welt“, Verlag Hirzel, 1937, Heft 8.) Um jeden Erreger breiten sich kreisförmige Wellen aus, die sich gegenseitig durchdringen. Das ganze entstehende Strahlungsfeld ist von hyperbolischen Interferenzlinien durchzogen, wo die Wellen — „Berg auf Tal und Tal auf Berg“ — sich auslöschen. Von den beiden Erregern laufen also Wellen in geordneten „Scharungen“ hinaus (Abb. 1).

Statt zweier „gleichartiger“, „punktförmiger“ Erreger kann man auch zwei „punktförmige“ Öffnungen verwenden, die von den Wellen eines punktförmigen oder linearen Erregers „bestrahlt“ werden. „Punktförmig“ meint: im Verhältnis

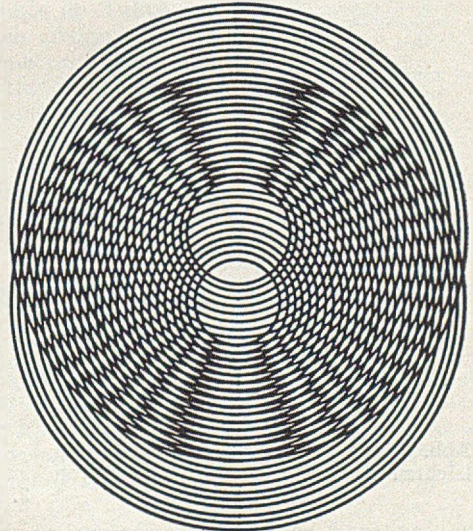


Abb. 1. Die von zwei punktförmigen, gleichartigen Erregern ausgehenden Kreiswellen durchdringen sich. Aus dem dichten Maschenwerk lösen sich Scharungen heraus mit hyperbolischen Interferenzlinien. Man betrachte das Bild aus einiger Entfernung.

¹⁾ In der Technik bis 20%, Anwendung erhöhten Druckes.

²⁾ Vortrag Dr. SCHARF, Staatl. Hauptstelle für den naturwiss. Unt.

zur Wellenlänge! Ein linearer Erreger ist eine ins Wasser tauchende Holzleiste mit einem Polsternagel am schwingenden Stahlstab. Dieselben Scharungen erhält man auch mit nur einem punktförmigen Erreger oder Spalt neben einer spiegelnden Wand.

Da von jeder punktförmigen Öffnung (= Spalt) sich eine (Halb-)Kreiswelle ausbreitet, erscheint das gleiche Strahlungsfeld wie zuvor.

Man verändere den Abstand der beiden Erreger oder Spalte und die Schwingungsdauer des Erregers (Wellenlänge) und beachte die sich ergebenden Veränderungen der Scharungen mit Interferenzhyperbeln.

2. Über den „Gitterversuch“ in der Wellenwanne und eine elementare Erklärung an Hand einer einprägsamen Zeichnung siehe „Unsere Welt“ wie oben.

Versuche in der Akustik.

Hübsch, anschaulich und methodisch wertvoll sind die entsprechenden Parallelversuche in Akustik. Sie bereiten im Anschluß an die klaren Versuche in der Wellenwanne das Verständnis der so viel feineren (λ bei Licht!) Versuche in der Optik vor.

Als Anzeigergerät für Wellen (Scharungen, Nullstellen) dient unser Ohr oder besser eine sensitive Flamme. Man erhält recht brauchbare Flammen, wenn man Glasröhren in der Bunsenflamme auszieht und abbricht. Wie weit die ausgezogene Spitze abzubrechen, d. h. wie groß der Durchmesser der Brennerspitze sei, muß durch Versuche ausprobiert werden. Unter einem Dutzend solcher Brenner ist sicher mindestens ein recht brauchbarer zu finden. Man probiere halb spielerisch bei verschieden weit geöffnetem Gashahn die Empfindlichkeit der Flammen auf Pfeiftöne verschiedener Höhe, Zischen, S-Laute, Kratzen usw. aus. Ein Brenner fand sich einmal mit einer so außerordentlichen Empfindlichkeit, daß er über sein eigenes Rauschen bei geringster Lufterschütterung von der Straße her erschrak und nicht



Abb. 2. Metallrohr mit Gummistöpsel zum leichten Auswechseln der Brenner von sensitiven Flammen.

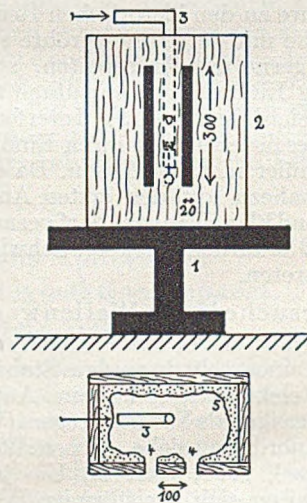


Abb. 3. 1. Drehschemel. 2. Kiste. 3. Luftzuführung zur Pfeife. 4. Spalte. 5. Polster.

eher zur Ruhe kam, bis daß durch geringes Abdrehen des Gases die lange, schlauchförmige, ungestörte Flamme wiederhergestellt wurde.

Auch aus dünnen Messingröhrchen habe ich mir einige Brenner hergestellt, indem ich das Brennerende mit der Flachzange breitquetschte, daß nur ein schmaler Spalt blieb. Einer von diesen Messingbrennern arbeitet seit Jahren bei nicht allzu großer, aber weitaus genügender Empfindlichkeit mit völliger Zuverlässigkeit.

Das Arbeiten mit sensitiven Flammen ist infolge ihrer Launenhaftigkeit (Abhängigkeit von Gas-, Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit u. dergl.) recht unangenehm. Da aber bislang noch ein handliches, brauchbares Schallmeßgerät fehlt, kommt man nicht gut um ihre Verwendung herum.

Es empfiehlt sich zum leichten Auswechseln der Brenner, diese in einen Gummistöpsel einzustecken, der in einem weiten (Messing-) Metallrohr steckt (Abb. 2).

Die sensitive Flamme steht entweder frei oder besser im Brennpunkt eines Hohlspiegels, die Brennerspitze einige Zentimeter unterhalb des Brennpunktes.

Da zwei und mehrere gleichartige Erreger (Pfeifen mit absolut gleichen Schwingungszahlen) nicht zur Verfügung stehen, verwenden wir entsprechend der Versuche in der Wellenwanne Spalte oder Verdopplung eines Erregers mittels einer spiegelnden Wand. Das führt nun zu folgenden Versuchen.

1. Doppelspaltkiste. In den Deckel einer Kiste sind nach Abb. 3 zwei Spalte eingesägt. Von oben her taucht eine (Schaffner-, Signal-) Pfeife mit hohem Ton an einer Röhre (von altem Photostativ!) angelötet, ein. Eine solche Pfeife mit veränderbarer Tonhöhe kann man sich aus Metall- (Messing-) Röhren nach Art der Weidenpfeifen leicht selbst herstellen. Die ganze Kiste ist innen zur Vermeidung störender Reflexionen mit aufgeleimter Watte oder Papierwolle ausgepolstert. Die Pfeife wird mittels Lunge, besser mittels Pumpe ausgeblasen. Die Kiste steht auf einem Drehschemel. Die Interferenzscharungen sind am Ohr und in der Flamme klar zu erkennen.

Bei diesem und den folgenden Versuchen hat das rhythmische Arbeiten der GAEDESchen Kapselluftpumpe zunächst unangenehm gestört. Ein eingeschalteter Benzin-tank mit Auslaßhahn von einem alten Motorrad ergab einen regelmäßigen Luftstrom. Bald aber zeigte sich, daß der ursprüngliche, vermeintliche Übelstand ein Vorteil bei der Beobachtung wurde. Die Flamme zuckte im Takte der Pumpe der Länge oder der Quere nach zusammen, und dies „Pulsieren“ ist ein äußerst bequemes und klares Erkennungsmerkmal für die Luftwellen. Da der ganze Raum (Zimmer) mit Wellen erfüllt ist, reguliert man am Gashahn die Empfindlichkeit so, daß nur in den Intensitätsmaxima das kräftige Pulsieren der Flamme sichtbar wird. Hat man erst einige Übung, dann gehen diese Versuche so sicher, daß man sie vor dem Unterricht nicht einmal mehr durchzuprüfen braucht. Messung der Wellenlänge!

Demselben Versuch kann man auch folgende Form geben: Eine Galtonpfeife kommt in den Brennpunkt eines Hohlspiegels, der für Versuche in Akustik und Wärme wohl in keiner Sammlung fehlt (Abb. 4). Vor dem Hohlspiegel steht ein Holzgestell aus Dachlatten (Abb. 5). Auf dieses Holzgestell werden Bretter oder Pappestücke aufgehängt, die zwei Spalte zwischen sich lassen. Ein übergehängtes Tuch schirmt seitlich austretende Schallwellen zur Genüge ab.

Statt zweier Spalte kann man auch eine spiegelnde Wand zur Verdopplung der Schallquelle (Pfeife) benutzen. Hinter einer Pfeife mit hohem Ton wie zuvor steht auf dem Drehschemel ein spiegelndes Reißbrett. Das Strahlfeld ist das gleiche wie zuvor und wird ebenso untersucht. Man verändere die Tonhöhe, den Abstand Spiegel—Pfeife und beachte die Zahl und die Breite der Scharungen bzw. Interferenzhyperbeln.

2. Gitterversuch. Statt des Doppelspalttes hängt man an das Holzgestell ein Gitter nach Abb. 5, 3. Mit dem Ohr oder der sensitiven Flamme ist der erste, zweite usw. Beugungsstrahl ganz klar auszumachen. Berechnung der Wellenlänge!

In diesem wie in den vorigen Versuchen versäume man nicht, bevor man die Versuche anstellt und die Geräte baut, kleine Überschlagsrechnungen bezüglich der



Abb. 4. Hohlspiegel mit Galtonpfeife und Doppelspalt.

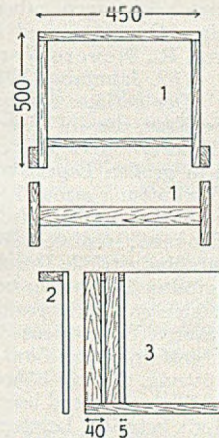


Abb. 5. 1. Gestell aus Dachlatten zur Verwendung des Doppelspalttes und des Gitters. 2. Drei Bretter werden mit Zwischenraum über das Gestell gehängt: Doppelspalt. 3. Ebenso kann das Gitter (nicht ganz ausgezichnet!) auf das Gestell gehängt werden.

Wellenlängen, Doppelspaltabstand, Gitterkonstante und des Richtungswinkels der Schallstrahlen zu machen, damit man nicht in vollkommen falschen Größenordnungen sich bewegt und gar Reflexion an der Zimmerwand als Beugungsstrahl ausgibt.

Die Bedeutung dieser Versuche für die Optik ist klar.

Chemie und Vierjahresplan.

„Der Vierjahresplan“ gibt in Heft 7 des laufenden Jahrganges (S. 510) unter dem Titel „Böhmens und Mährens Schwerindustrie“ einen kurzen, gedrängten Überblick über die Bodenschätze des Protektorates, deren Gewinnung aus ihrer künftigen Gliedstellung innerhalb der gesamtdeutschen Wirtschaftsentwicklung stärkste Auftriebskräfte empfangen wird. Diese Ausführungen werden in mancher Hinsicht durch den Aufsatz von HANS KEHRL: „Böhmen und Mähren im großdeutschen Wirtschaftsraum“ in Heft 8 dieser Zeitschrift (S. 558—559) ergänzt.

Im gleichen Heft berichtet ERWIN DAUB über „Ostmärkisches Eisen in Erzeugung und Ausfuhr“ in einem mit 3 Tabellen, 1 Diagramm und 3 Abbildungen versehenen Aufsatz (S. 565 bis 568). Aus ihm geht u. a. die große Bedeutung der ostmärkischen Stahl- und Walzwerke für die gesamtdeutsche Eisenwirtschaft deutlich hervor, die mit ihrer Jahreserzeugung 1938 von 673000 t Rohstahl schon wesentlich zu dem deutschen Produktionsanstieg um 3,4 Millionen Tonnen beigetragen haben. Besonders wichtig ist dabei der außerordentlich hohe Anteil hochwertiger Qualitäts- und Edelstähle.

Dürer, R., Neuere Verfahren zur Verhüttung von Eisenerzen. *Angewandte Chemie*, 52. Jahrgang (1939), S. 377—383.

Der geringe Eisengehalt und der hohe Anteil der Kieselsäure in der Zusammensetzung armer Erze, der im bisher üblichen basischen Schmelzgang im Hochofen große Mengen Kalk und Koks erforderte, bilden die Hauptgründe für die bisherige Vernachlässigung dieser in Deutschland in großen Lagern vorhandenen Rohstoffe. Auch die zahlreichen Aufbereitungsverfahren zur Verhüttung armer Erze änderten an dieser Tatsache nicht viel, weil hierbei stets ein mehr oder minder großer Hundertsatz unwiederbringlich verlorengeht, was unbedingt vermieden werden muß. In diesem Aufsatz ist eine Reihe von Verfahren erläutert, die zum Teil noch nicht für die großindustrielle Durchführung reif sind, die aber für die Versorgung Deutschlands mit Eisen von größter Bedeutung zu werden versprechen. Es ist an dieser Stelle nicht möglich, die einzelnen Methoden näher zu beschreiben. Besonders weitgehend ist das in England entwickelte Verfahren des sauren Schmelzens durchgearbeitet, bei dem der Schwefel nachträglich durch Soda oder Kalk entfernt wird. Zum Teil noch im Versuchsstadium befinden sich ein Verfahren über Heißverhüttung, das mit höheren Temperaturen als bisher arbeitet und auch bei saurer Schlacke den Schwefel ausreichend beseitigt — und ein Verfahren, das den Hochofen mit sauerstoffangereicherter Luft betreibt. Letzteres scheint eine besondere Bedeutung zu erlangen, da es außer zu einer wesentlichen Kokersparnis zu einer größeren Leistungsfähigkeit führt. Im ganzen geht aus dem sehr aufschlußreichen Aufsatz hervor, daß man bestrebt ist, an die Stelle der umfangreichen, sehr kostspieligen Hochofenanlage einfachere Schmelzwerke zu setzen, wie das auch im KRUPP'schen Rennverfahren (im Drehofen) beabsichtigt ist, das teigiges Roheisen liefert, welches nur noch umgeschmolzen werden muß.

Heinrich, Erich, Über die Wasserenthärtung zu Waschzwecken, unter besonderer Berücksichtigung der Haushaltwäsche. *Dieselbe Zeitschrift*, S. 392—396.

Eine eingehende durch Analysenergebnisse belegte Untersuchung über die Eignung der im Handel befindlichen Enthärtungsmittel, deren Wirkung meistens auf Ausfällung schwerlöslicher Kalk- und Magnesiumverbindungen beruht. In neuerer Zeit werden Verbindungen auf den Markt gebracht, die mit diesen Komplexe bilden, die ebenfalls ausfallen. Permutitanlagen, die basenaustauschende Stoffe benutzen, werden in Deutschland im Haushalt kaum verwendet. — Das Ergebnis der Untersuchungen ist, daß die unter „Bleichsoda“ zusammengefaßten Präparate auf Sodabasis für das Weichmachen von Gebrauchswasser an der Spitze der untersuchten Stoffe stehen. Magnesiahärtung ist praktisch nur mit Ätznatron zu entfernen, erträgliche Mengen Soda sind dagegen wirkungslos. Allerdings spielt die Magnesiahärtung gegenüber der Kalkhärtung bei der Waschlaugenherstellung eine untergeordnete Rolle.

Esche und Plock, Fortschrittsbericht für die Milchwirtschaft. *Dieselbe Zeitschrift*, S. 401—407.

Diesem aus den Arbeiten der Preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft hervorgegangenen Aufsatz ist zu entnehmen, wie man auch hier mit Erfolg bemüht ist, die in Deutschland alljährlich anfallende Milcherzeugung durch wissenschaftliche und technische Untersuchungen möglichst rationell zu verwerten, wie z. B. durch Erhöhung der Fettausbeute bei der Entrahmung der Vollmilch und durch restlose Verwertung der Magermilch mit Hilfe ihrer Dicklegung in den Molkereien, was ebenso wie die eingedickte und getrocknete Molke wert-

volle Futtermittel ergibt. Die zielstrebige Erhöhung des Verbrauchs von Quark und Buttermilch haben erhebliche Mengen Vollmilch für die Buttergewinnung freigemacht. Schließlich kommt der Viehseuchenbekämpfung in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung zu.

Pflücke, M., Zur Entwicklung der Fettchemie in Deutschland. WILHELM NORMANN und WALTER SCHRAUTH zum Gedächtnis. Dieselbe Zeitschrift, S. 433—436.

Der Verfasser hat hier die Lebensarbeit zweier deutscher Chemiker gewürdigt, die von ungeheurem Wert für die deutsche Fettwirtschaft geworden ist. Auf NORMANN'S Forschungen geht ein heute äußerst wichtiger Industriezweig, nämlich die Fetthärtung, zurück, die nicht nur die Rohstoffgrundlage der Fettindustrie vollkommen veränderte, sondern auch in erheblichem Maße die Ernährungsbasis in Deutschland erweiterte. Denn erst die Fetthärtungsverfahren ermöglichen es, den ungeheuren Reichtum der Meere an Seetierölen für die Speisefettherstellung in weitestem Maße heranzuziehen. Dem zweiten der beiden Forscher, WALTER SCHRAUTH, verdankt Deutschland außer zahlreichen Arbeiten über Hochdruckhydrierung der Fette die Verfahren zur großtechnischen Synthese fettloser Waschmittel, die die durch den Vierjahresplan gebotene Einengung des Bedarfs an natürlichen Fetten für technische Zwecke überhaupt erst möglich machte. Es handelt sich hierbei um die sogenannten Fettalkoholsulfonate, die sich durch Sulfonierung der bei der katalytischen Reduktion der Carboxylgruppen höherer Fettsäuren entstehenden primären Alkohole bilden. Die Sulfonate dissoziieren in wässrigen Lösungen nicht und zeigen daher in kalk- und magnesiahaltigem Wasser nicht die üblen und schädlichen Eigenschaften fetthaltiger Seifen.

WERNER KOOPS.

Bücherbesprechungen.

Hueck, Kurt, Pflanzengeographie Deutschlands, Lieferung 4—7. Hugo Bermühler Verlag, Berlin-Lichterfelde 1937. Preis jeder Lieferung 2,20 RM. Jede der insgesamt 20 Lieferungen umfaßt einen halben Druckbogen mit zahlreichen Kartenskizzen, dazu kommen noch 3—4 zum Teil farbige Kunstdrucktafeln. Lieferung 4 behandelt den Mecklenburgisch-Pommerschen Landrücken, Lieferung 5 Schleswig-Holstein, Lieferung 6 das Nordseeküstengebiet und Lieferung 7 das Schlesische Tiefland.

Das nunmehr fertiggestellte Prachtwerk behandelt die Pflanzenwelt des deutschen Bodens im wesentlichen unter geographischen, vegetationskundlichen und pflanzensoziologischen Gesichtspunkten. Bei der Betrachtung der einzelnen natürlichen Landschaften werden die vegetationsbestimmenden geologischen und klimatologischen Faktoren anschaulich und klar erörtert. Sehr interessant sind auch die Betrachtungen über die Geschichte der deutschen Wälder, Steppen, Moore usw. Das vorzüglich ausgestattete Werk wird bei Geographen, Botanikern, Forstsachverständigen, Urgeschichtsforschern und vielen andern großes Interesse finden.

Ludwigsburg.

H. RÖMPP.

Jacobs, Dr. Werner, Fliegen, Schwimmen, Schweben. Verlag Julius Springer, Berlin. Aus der Reihe „Verständliche Wissenschaft“, Nr. XXXVI. 133 Seiten, 86 Abb. Geb. 4,80 RM.

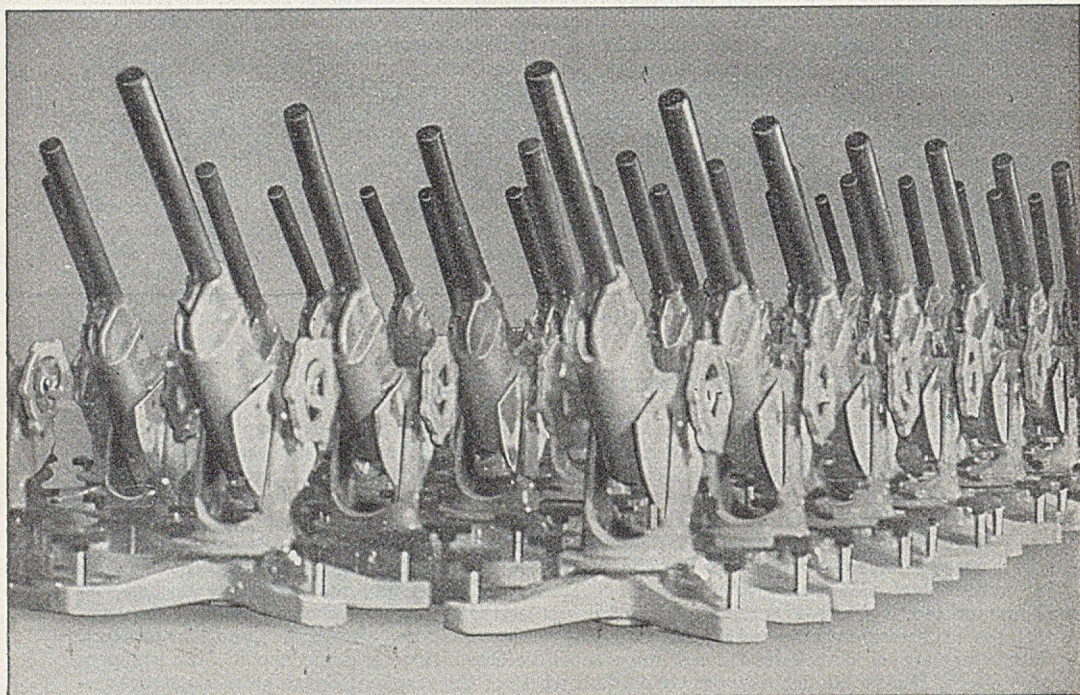
Nicht vom Fliegen eines Flugzeuges oder eines Ballons ist hier die Rede, sondern die Fragen: „Wie fliegt Altweibersommer? Wie schweben die Samen des Löwenzahns? Wie segelt der Albatros?“ werden reizvoll erörtert. Wie bewegen sich Ruderflügler, Ruderschwimmer, Schlangler in ihrem Element? Wie schweben Quallen, Radiolarien und andere „echte“ und Gelegenheitschwemer? Das sind weitere Fragen, die Verfasser sehr anschaulich und leichtverständlich beantwortet. Das Buch empfehle ich dem beschreibenden und erklärenden Naturwissenschaftler aufs wärmste. Er wird viel den Unterricht Belebendes daraus entnehmen können. Äußere Ausstattung und Druck sind vorzüglich.

Rüchardt, Dr. E., Sichtbares und unsichtbares Licht. Verlag Julius Springer, Berlin. Aus der Reihe „Verständliche Wissenschaft“, Nr. XXXV. Geb. 4,80 RM.

Auf 175 Seiten mit 135 sehr gut gewählten Abbildungen gibt Verfasser eine gedrängte Übersicht über die Lehre vom Licht im weitesten Sinne. Er führt uns dabei von dem, was die Alten über das Licht dachten, über Brechung, Beugung, Interferenz, Polarisation usw. bis zu PLANCK'S Quantentheorie, bis dahin also, was wir heute vom Licht denken und wo die Natur selbst der menschlichen Erkenntnis Grenzen setzt. In reicher Menge werden Anwendungen und Beispiele herangezogen, so daß der Physiklehrer viele wertvolle Anregungen aus dem Buch entnehmen kann. Äußere Ausstattung und Druck sind vorzüglich.

MÖBIUS.

Das meistgekauftete Lehrgerät des Jahres 1938 ist das Experimentier-Geschütz!



Das Experimentier-Geschütz eignet sich für Versuche über:
Flugbahn, Einfluß des Luftwiderstandes, Geschößgeschwindigkeit,
Abhängigkeit der Schußweite von v_0 und φ , Schießen mit und ohne
Drall, konische Pendelung, Rechts- und Linksabweichung.

Die wahrscheinliche Streuung ist kleiner als 1% der Schußweite.
Die Geschwindigkeit ist zwischen 3–10 m/sek. einstellbar.

E. Leybold's Nachfolger

Köln-Bayental 11, Bonner Str. 504 - Berlin NW 7, Friedrichstr. 110/112

Abhandlungen.

Friedrich August Haselwander.

Zum Jubiläum der Drehstromerfindung.

Von ERICH KRUMM in Offenburg.

FRIEDRICH AUGUST HASELWANDER wurde am 18. Oktober 1859 als Sohn eines Eisenbahningenieurs in Offenburg geboren. Da er infolge mehrfacher dienstlicher Versetzungen seines Vaters mehrmals die Schule wechseln mußte, bieten seine Zeugnisse recht unterschiedliche Beurteilungen. Das Interesse für naturwissenschaftliche Dinge macht sich aber gleichwohl schon sehr frühe geltend. In Karlsruhe, Straßburg und München studiert er Mathematik, Physik, Chemie, Zoologie,

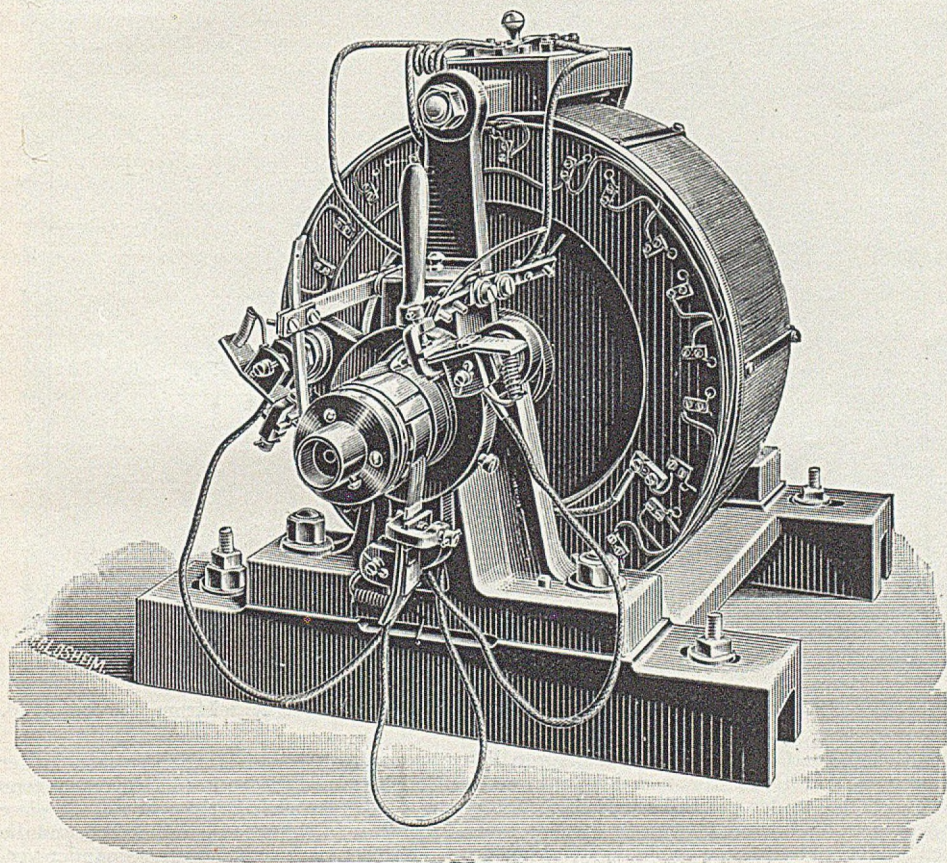


Abb. 1. Der erste Drehstromgenerator der Welt, heute im Ehrensaal der Elektrotechnik im Deutschen Museum in München. Das hier verwendete Klischee ließ HASELWANDER wohl auf der „Internationalen elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt“ herstellen.

Botanik, Forstwissenschaft. Schon während seiner Studentenzeit regt sich Freude am technischen Gestalten. Nach Ableistung seines Einjährig-Freiwilligen-Jahres fand er anscheinend nicht mehr den Weg zum regelrechten Abschluß seines akademischen Studiums. Er gründete in seiner Heimatstadt ein elektrotechnisches Geschäft, befaßte sich mit Anlagen von Fern- und Haustelexphonen, Klingelanlagen und von elektrischen Beleuchtungseinrichtungen. Die Generatoren dazu stellte HASELWANDER selbst her. Die erste elektrische Beleuchtungsanlage in Offenburg war im Hinblick auf die Gedanken und Folgerungen, die sich an eine Störung des Generators anschlossen, von einer „weltgeschichtlichen Bedeutung“ — so darf man wohl ohne jede Übertreibung sagen. Wir geben HASELWANDER am besten selbst das Wort.

Schaltring an der einen Stirnseite des Ankers geführt und können beliebig verbunden werden, zum Beispiel offen oder geschlossen verkettet. Das Gesamtgewicht der Maschine ist 303 kg, das Gesamtkupfergewicht 22 kg. Bei 900 Umläufen/Minute war die Leistung 25 Amp., 110 Volt in Gleichstrom. Es war ein Kommutator angebaut, der den Dreiphasenstrom gleichrichtete, zunächst für die Erregung der vierpoligen kreisenden Magnete. (Abb. 1.)

Diese Maschine wurde am 10. Oktober 1887 in der mechanischen Werkstätte von BILFINGER in Offenburg vollendet und am 12. Oktober 1887 ohne vorherige Versuche in der Hutfabrik von ADRIAN in Offenburg aufgestellt, wo sie bis 1889 lief.“

Dieser allererste Drehstromgenerator der Welt hatte auch nach seiner Außerdienststellung noch ein merkwürdiges Schicksal. Er wurde auf der Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt von HASELWANDER selbst vorgeführt und steht heute im Ehrensaal der Elektrotechnik des Deutschen Museums in München.

Am 11. August 1925 meldete HASELWANDER dem Deutschen Museum: „daß meine Drehstrommaschine, nachdem sie auf dem Prüfstande in Gang gewesen und als noch betriebsfähig sich erwiesen hat, zur Versendung bereit sei.“

Wo mag in den vierzig Ruhejahren diese Maschine einer weltgeschichtlichen Bedeutung überall herumgestanden sein — unbeachtet, übersehen, den Menschen unbequem im Wege, unerkannt in ihrer Bedeutung!

Heute aber dürfen wir inmitten so vieler Großtaten deutscher Forscher, Techniker, Wegbereiter im Ehrensaal der Elektrotechnik des Deutschen Museums in München sinnend und ehrfürchtig auch vor dieser Maschine stehen, und dankbar werden wir erkennen, welch ungeheuren Aufschwung in der Anwendung der Elektrizität die Erfindung des Drehstroms im Gefolge hatte.

Seltsam verschlungen sind die Pfade irdischen Lebens der Menschen. Auch Maschinen können ein seltsames Leben mit Höhen und Tiefen, mit Verachtung und Anerkennung in launischem Wechsel durchkosten.

Am 21. Juli 1888 reichte HASELWANDER sein Patentgesuch über seine in der Folgezeit so überaus wichtig gewordene Erfindung des dreiphasigen Wechselstromes beim Patentamt in Berlin unter dem Zeichen H. 8147 ein (siehe Abb. 2). Dies erste Patentgesuch wurde damals wegen Formfehlern vom Patentamt zurückgewiesen, und erst die Neueinreichung des inhaltlich gleichen Patentgesuches vom 29. Juni 1889 führte am 30. Juni 1889 zum Patent Nr. 59578.

Nach kurzer Zeit aber schon erklärte das Patentamt, einem Einspruch von anderer Seite stattgebend, den ersten wesentlichen und wichtigen Teil des Patentanspruches für nichtig, indem es die HASELWANDERSche Erfindung des „verketteten dreiphasigen Wechselstromes“ gegenüber den von anderer Seite (TESLA, FERRARIS, ZIPERNOWSKY-DERI) schon patentierten Erfindungen von „unverketteten Zweiphasenströmen“ oder Mehrphasenströmen mit gemeinsamer Rückleitung für keine patentierfähige Neuerung hielt. An einen Patentstreit konnte HASELWANDER nicht denken. Wurde doch schon damals das Streitobjekt auf 30 Millionen Mark festgesetzt. Zeitlebens verbittert über diesen Fehlschlag größter Hoffnungen und Erwartung verließ HASELWANDER dies Gebiet der Elektrotechnik, dem die Liebe und Arbeit seiner ersten und besten Mannesjahre gewidmet war, und wandte sich den Schwerölmotoren zu. Bereits 1898 lief seine Maschine mit 14 PS und nur 220 g Ölverbrauch je PS/Stunde. Interessant ist, daß die amerikanischen U-Boote während des Weltkrieges mit „HASELWANDER-Motoren“ ausgerüstet waren.

Hält man einen Pack von über fünfzig in- und ausländischen Patenturkunden in Händen, dann staunt man über die Formungskraft und die technische Gestaltungs- und Schöpferkraft und bedauert, daß es diesem Geiste nicht gelang, in größerem Rahmen mit reicheren Mitteln seine technischen Ideen zu verwirklichen.

Bis in seine letzten Lebenstage war HASELWANDERS rastlos tätiger Erfindergeist allen möglichen technischen Problemen zugewandt: Akkumulatoren, Zündkerzen, Material für Bürsten, elektrische Getriebe für Kraftwagen usw. Hunderte von Entwürfen für Radioapparate und deren Bau zu allen Tages- und Nachtzeiten und vieles andere mehr zeugen von einer erstaunlichen geistigen und handwerklichen Schöpferkraft.

Eine große Freude wurde dem menschenmüden Einsamen in seinem Alter noch zuteil. „Von der Technischen Hochschule zu Karlsruhe ist dem Oberingenieur FRIEDRICH A. HASEL-

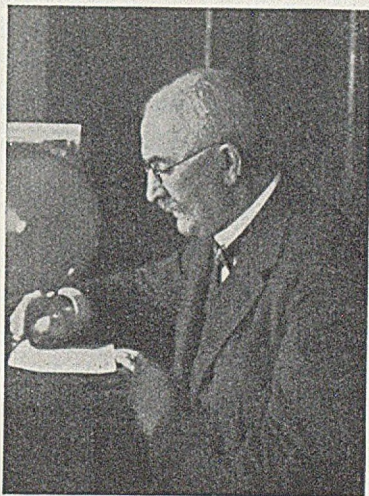


Abb. 3. Dr.-Ing. FRIEDRICH AUGUST HASELWANDER, geb. 18. Okt. 1859 in Offenburg, gest. 14. März 1932.

WANDER in Karlsruhe in Würdigung seiner für die spätere technische und wirtschaftliche Entwicklung der elektrischen Energieübertragung so bedeutsam gewordenen erfinderischen Tätigkeit auf dem Gebiet der Mehrphasenströme, insbesondere des verketteten Dreiphasenstromes, die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen worden. Der Rektor: Dr. PAULKE.“
28. 6. 1920.

Mitten aus rüstigem Schaffen, Planen, Gestalten rief der Tod den Menschenmüden am 14. März 1932.

Sein Grabstein auf dem Friedhof in Offenburg trägt die Inschrift:

Dr.-Ing. FRIEDRICH AUGUST HASELWANDER,

Erfinder des verketteten Drehstromes und des kompressorlosen Verbrennungsmotors.

„Nichts ist der Ruhm,
alles die Tat.“

Einführung von e.

Von THEODOR WEITBRECHT in Stuttgart.

1. Aufgabe. Zeichne die Kurve $y = 2^x$ und ihre Ableitungskurve.

Die Ableitung $y' = 2^x \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{2^{\Delta x} - 1}{\Delta x}$ läßt sich nicht bestimmen, wenn man $\Delta x = 0$ setzt; man kann sie aber abschätzen, wenn man Δx der Null von beiden Seiten nähert. Man erhält

$$\begin{array}{l|l} \text{für } \Delta x = 0,01 & \text{für } \Delta x = -0,01 \\ \frac{2^{0,01} - 1}{0,01} = \frac{\text{numlog } 0 \cdot 0030103 - 1}{0,01} & \frac{2^{-0,01} - 1}{-0,01} = \frac{1 - \text{numlog } 9 \cdot 9969897}{0,01} \\ & = 0,69 \end{array}$$

Man wird also setzen dürfen $y' = 2^x \cdot 0,69 = y \cdot 0,69$.

Die Ableitungskurve ist affin zur Stammkurve; ihre Ordinaten sind um etwa 30 % verkürzt.

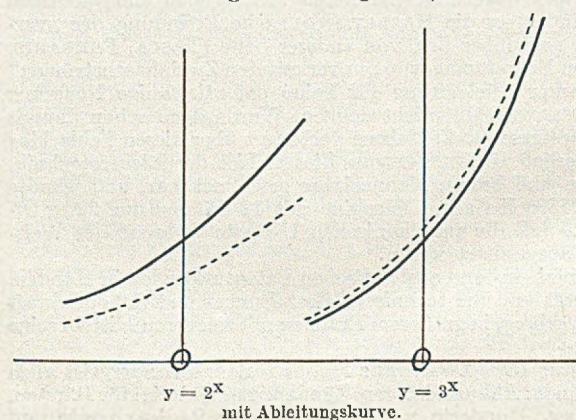
2. Hausaufgabe. Behandle ebenso die Kurve $y = 3^x$.

$$\text{Ergebnis: } \frac{3^{0,01} - 1}{0,01} = \frac{\text{numlog } 0 \cdot 0047712 - 1}{0,01} = \frac{1,01104 - 1}{0,01} = 1,104$$

$$\frac{3^{-0,01} - 1}{-0,01} = \frac{1 - \text{numlog } 9 \cdot 9952288}{0,01} = \frac{1 - 0,98905}{0,01} = 1,095,$$

somit $y' = 3^x \cdot 1,10$.

Die Ableitungskurve liegt 10 % über der Stammkurve.



3. Schülerfrage. Gibt es nicht eine Grundzahl, bei der die Ableitungskurve mit der Stammkurve zusammenfällt? Wie groß müßte diese Grundzahl sein?

4. Antwort.

a) Rohe Schätzung: Die Betrachtung der zwei Kurvenpaare legt die Vermutung nahe, diese Grundzahl werde zwischen 2 und 3 liegen und zwar näher bei 3 (10%), als bei 2 (30%) im Verhältnis 1:3, also etwa bei 2,7.

b) Feinere Abschätzung: Sei e die gesuchte Grundzahl, so

müßte $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{e^{\Delta x} - 1}{\Delta x} = 1$ sein. Man sollte also aus $\frac{e^{\Delta x} - 1}{\Delta x} = 1$ mit $\Delta x = 0$ die Zahl e berechnen können. Da man Δx nicht gleich 0 setzen, sondern nur Werte in der

Nähe von 0 verwenden darf, wird man auch e so nicht genau bekommen. Setzen wir wieder $\Delta x = \pm 0,01$, so erhalten wir aus

$$\begin{array}{l|l} \frac{e_1^{0,01} - 1}{0,01} = 1 & \frac{e_2^{-0,01} - 1}{-0,01} = 1 \\ e_1^{0,01} = 1,01 & e_2^{-0,01} = 0,99 \\ 0,01 \log e_1 = 0 \cdot 0043214 & -0,01 \log e_2 = 9 \cdot 99564 = -0 \cdot 00436 \\ e_1 = 2,705 & e_2 = 2,729, \end{array}$$

also $e \approx 2,717$.

c) Genauere Bestimmung. Die Kurve $y = e^x$ erhebt sich in dem Intervall $0 \leq x \leq 1$ um $E = e - 1$. Wüßte man diese Erhebung, so hätte man e. Nun wissen wir sie allerdings nicht, können sie aber zwischen zwei Schranken \underline{E} und \bar{E} einschließen. Teilen wir nämlich das Intervall $0 \leq x \leq 1$ in n gleiche Teile, so kennen wir in jedem Teilpunkt den Anstieg der Kurve und wissen außerdem, daß die Kurve innerhalb eines Teilintervalls steiler wird. Durchschreiten wir also ein solches Teilintervall geradlinig in der Richtung seiner Anfangsteilheit, so bekommen wir am Ende eine zu kleine Erhebung; nehmen wir aber statt der Anfangs- die Endsteilheit, so bekommen wir eine zu große Erhebung. Wir haben also das Schema:

Abszisse	Anstieg	Erhebung	
		zu klein	zu groß
0	1		
1/n	$e^{1/n}$	$1/n \cdot 1$	$1/n \cdot e^{1/n}$
2/n	$e^{2/n}$	$1/n \cdot e^{1/n}$	$1/n \cdot e^{2/n}$
⋮	⋮	⋮	⋮
$\frac{n-1}{n}$	$e^{\frac{n-1}{n}}$		
$\frac{n}{n}$	$e^{n/n}$	$1/n \cdot e^{\frac{n-1}{n}}$	$1/n \cdot e^{n/n}$

Die Erhebungen in den Teilintervallen bilden nun zwei geometrische Reihen, so daß

$$\underline{E} = \frac{1}{n} \cdot \frac{e-1}{e^{1/n}-1} \quad \text{und} \quad \bar{E} = \frac{1}{n} \cdot e^{1/n} \cdot \frac{e-1}{e^{1/n}-1} \quad \text{wird.}$$

Wegen $E = e - 1$ sowie wegen $\frac{e-1}{e^{1/n}-1} > 0$ kann man nun die Doppelungleichung $\underline{E} < E < \bar{E}$ mit diesem positiven Ausdruck durchdividieren und erhält

$$\frac{1}{n} < e^{1/n} - 1 < \frac{1}{n} \cdot e^{1/n}.$$

Die linke Ungleichung ergibt sogleich $e > \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$.

Die rechte Ungleichung ergibt zunächst $e^{1/n} (1 - 1/n) < 1$, woraus

$$e^{1/n} < \frac{n}{n-1} \quad \text{oder mit } n = m + 1 \quad e < \left(1 + \frac{1}{m}\right)^{m+1}.$$

Schreibt man hier wieder n statt m, so wird

$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n < e < \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n+1}.$$

Da das Verhältnis $\left(1 + \frac{1}{n}\right)$ beider Schranken mit wachsendem n gegen 1 geht, so ergibt sich als genaue Bestimmung von e

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n.$$

5. Macht man nun diese Zahl e zur Grundzahl eines Logarithmensystems (Bezeichnung: \ln), so lassen sich die Aufgaben 1 und 2 schreiben:

$$y = 2^x = e^{\ln 2 \cdot x}$$

$$y' = 2^x \cdot \ln 2$$

$$y = 3^x = e^{\ln 3 \cdot x}$$

$$y' = 3^x \cdot \ln 3$$

und damit haben die ursprünglich so zufällig erscheinenden Zahlen 0,69 und 1,10 einen Sinn erhalten, der dem Schüler schließlich zu seiner Befriedigung von der Logarithmentafel bestätigt wird.

Carl Wilhelm Scheele.

Von RUDOLF WINDERLICH in Oldenburg i. O.

„Es ist ja nur die Wahrheit, welche wir wissen wollen, und welch ein herrliches Gefühl ist es nicht, sie erforscht zu haben.“ Brief an P. J. HJELM, Köping, den 7. Juni 1779¹⁾.

CARL WILHELM SCHEELE wurde am 19. Dezember 1742 in Stralsund, der damaligen Hauptstadt von Schwedisch-Pommern, als siebentes Kind eines angesehenen Kaufmanns geboren. Seiner Staatsangehörigkeit nach war er Schwede, aber nach seiner Abkunft sowie nach seinem Denken und Fühlen ist er stets Deutscher gewesen²⁾.

Ohne das Gymnasium besucht zu haben, kam SCHEELE 1757 auf seinen dringenden Wunsch zur Lehre nach Gotenburg in die Apotheke „Zum Einhorn“, in der schon ein älterer, inzwischen verstorbener Bruder gelernt hatte. Ihr Besitzer, ANDERS MARTIN BAUCH, soll ein tüchtiger Lehrer gewesen sein, aber in seinem Laden gab es noch viele mittelalterliche Absonderlichkeiten: Regenwurmöl, Schlangenstein, Hechtschnauzen, Mumien, Schlangenfett, Wolfsschmeer, Elchhufe; der Schatz an Chemikalien hingegen war gering. Ein Verzeichnis hierüber (von 1755) ist erhalten³⁾; alle darin aufgeführten Stoffe — mit Ausnahme des Indigos — hat SCHEELE eingehend untersucht. BAUCH lobte in seinen Briefen an SCHEELES Eltern den Eifer und die Gewissenhaftigkeit des Lehrlings und äußerte Besorgnis, er werde sich durch seine Arbeit bis in die späte Nacht hinein schaden. Als BAUCH 1765 die Apotheke verkaufte, ging SCHEELE nach Malmö zu dem Apotheker KJELLSTRÖM, der seinem begabten Gehilfen ebenfalls Gelegenheit zur Weiterbildung gab. Über SCHEELES Tätigkeit berichtete sein Freund ANDERS JAHAN RETZIUS (ursprünglich Apotheker, seit 1772 Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Lund): Er habe „von seiner Lehrzeit in Gothenburg an mehrere Jahre hindurch ohne Ordnung oder einen anderen Zweck experimentiert, als die Ergebnisse zu sehen.“⁴⁾ RETZIUS überredete seinen Freund, ein Tagebuch zu führen; als er es dann einsah, geriet er „in Verwunderung sowohl über die große Zahl der Experimente wie über sein eigentümliches Genie im Experimentieren“⁵⁾.

In der Annahme, daß die Landeshauptstadt ihn am besten fördern könne, siedelte SCHEELE 1768 nach Stockholm über. Leider wurde er dort in der Apotheke „Zum Raben“ nur mit Rezeptur beschäftigt, statt im Laboratorium. Deshalb wanderte er 1770 weiter nach Upsala. Mitbestimmend für den Ortswechsel war vielleicht auch ein Mißgeschick: SCHEELE hatte der Akademie zwei gehaltvolle Arbeiten eingereicht, die auf den Rat von TORBERN BERGMAN abgelehnt wurden. Jedenfalls zog sich SCHEELE scheu zurück, und die Welt erfuhr erst lange nach seinem Tode, daß er schon vor seiner Stockholmer Zeit die salpetrige Säure⁶⁾, die Nitrosylschwefelsäure^{6a)} und die Ferrocyanwasserstoffsäure^{6b)} entdeckt hatte, und daß er Salzsäuregas, Ammoniakgas, Schwefelwasserstoff und die Oxydationsstufen des Eisens genau kannte^{6c)}.

¹⁾ PETER JACOB HJELM (1746—1813) war Münzwardein und Vorsteher des Laboratoriums des Bergkollegiums zu Stockholm. Vgl. CARL WILHELM SCHEELE, Nachgelassene Briefe und Aufzeichnungen, hrsg. von A. E. NORDENSKIÖLD (Stockholm 1892), S. 373—400. HJELM hat als erster die von SCHEELE entdeckte Molybdänsäure zu Molybdän reduziert.

²⁾ Über die Vorfahren, Eltern und Geschwister hat OTTO ZEKERT genaue Einzelheiten ermittelt und im ersten Teil seines Buches „CARL WILHELM SCHEELE. Sein Leben und seine Werke“ (Mittenwald 1931—1933) mitgeteilt. Bis an sein Lebensende schrieb SCHEELE Briefe und Laboratoriumsaufzeichnungen deutsch. Selbst nach langem Aufenthalt in Schweden scheint ihm die Landessprache nicht völlig vertraut gewesen zu sein, denn er schickte seinem Freunde GAHN seine deutsch geschriebene Arbeit über die Magnesia nigra (d. i. Braunstein) „in der Hoffnung, es werde mein Herr selbige in das Schwedische übersetzen“. (Upsala, den 2. Dez. 1771. Vgl. „Briefe und Aufzeichnungen“ S. 95.)

³⁾ Briefe und Aufzeichnungen, S. XI.

⁴⁾ Ebenda, S. XIV.

⁵⁾ Ebenda, S. XV.

⁶⁾ Brief an RETZIUS (1. Dez. 1767). Briefe u. Aufz., S. 4.

^{6a)} Brief an RETZIUS (28. März 1768). Ebenda, S. 19.

^{6b)} Brief an RETZIUS (22. April 1768). Ebenda, S. 27.

^{6c)} Ebenda, S. 36ff.

Trotz des Fehlschlages mit den zurückgewiesenen Arbeiten war für SCHEELE sein Aufenthalt in Stockholm wertvoll, denn er gewann dort den Bergassessor JOHAN GOTTLIEB GAHN (1745—1818), einen angesehenen Forscher mit edlem Charakter, zum Freund, und er lernte durch ihn Professor TORBERN BERGMAN (1735—1784) kennen, der seit 1767 den Lehrstuhl für Chemie innehatte. Mit der persönlichen Bekanntschaft schwand das Mißtrauen BERGMANS gegen den ungelahrten Verfasser jener abgelehnten, zwar inhaltsreichen, aber noch ungeordneten Aufsätze. SCHEELE und BERGMAN wurden Freunde, was für die Wissenschaft von größtem Vorteil gewesen ist, denn beide haben voneinander gelernt, jeder war für den andern zugleich Schüler und Lehrer.

Die erste zusammenhängende Schrift SCHEELES, die 1771 in den Abhandlungen der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften gedruckt wurde⁷⁾, brachte die „Chemische Untersuchung des Flußspats und seiner Säure“ mit dem Ergebnis, daß „der Flußspat vorzüglich aus Kalkerde mit einer eigenen Säure verbunden“ besteht, die flüchtig, farblos, wasserlöslich und „bei einigen Versuchen der des Kochsalzes“ ähnlich ist und Glas stark angreift.

Im nächsten Jahre folgte eine Arbeit von unerhörter Fruchtbarkeit: „Vom Braunstein oder der Magnesia und dessen Eigenschaften“⁸⁾. In ihr zeigte SCHEELE mit einer erdrückenden Fülle beweiskräftiger Versuche, wie er Chlor, Mangan und Baryt als neue, bisher unbekannte Stoffe auffand; außerdem gab er den ersten Hinweis auf die Arsensäure⁹⁾. Nicht minder wichtig war für den scharfen Beobachter und für die Wissenschaft, daß er chemisch reinen Stickstoff durch Oxydation der Ammonsalze herstellte. Wer zu lesen versteht, der findet in dieser Abhandlung vom Braunstein die Keime für das berühmte Buch „Von der Luft und dem Feuer“. Es ist viel zu wenig bekannt, wie sehr diese Arbeit über den Braunstein den Umschwung in der Chemie von der Phlogistonlehre STAHLs zur Oxydationslehre LAVOISIER vorbereitet hat. SCHEELE prüfte elf Säuren auf ihre Fähigkeit, Braunstein aufzulösen, und stellte unwiderleglich fest, daß nur oxydierbare Säuren (in seiner Sprache „phlogistisierte Säuren“) unmittelbar lösend wirken, die oxydierend wirkenden hingegen erst nach Zusatz eines brennbaren Stoffes (Zucker, Honig, arabischer Gummi usw.), wobei dann viel „fixe Luft“ (das ist CO_2) entweicht. Infolgedessen hat nach SCHEELE „der Braunstein eine starke Anziehung gegen das allgemeine Brennbare“ (S. 45), was in unserer Sprache bedeutet: Braunstein wirkt stark oxydierend. Um diese Erkenntnis drehen sich die meisten Gedankengänge. „Weil der Braunstein, ohne sich mit Brennbarem zu verbinden, keine farbenlose Auflösung gibt, so folgt, daß die Salzsäure ihn ohne dieses Prinzipium auflösen kann“ (S. 56). „Der Braunstein wird zuerst von der Salzsäure angezogen, daraus entsteht eine braune Auflösung. Dieser aufgelöste Braunstein bekommt, durch Beihilfe der Säure, eine starke Attraktion gegen das Brennbare, und zieht es wirklich aus den Teilen der Säure an sich, mit der er vermengt ist. Diese Teile der Säure haben also einige von ihren Bestandteilen verloren“ (S. 57 f.). Folgerichtig nannte SCHEELE das Chlor „dephlogistisierte Salzsäure“ (wörtlich: des Brennbaren beraubte Salzsäure), also in unserer heutigen Sprache: oxydierte Salzsäure¹⁰⁾. An dieser Stelle gebraucht SCHEELE einen Ausdruck, der darauf hindeutet, daß er bereit war, die Lehre STAHLs

⁷⁾ Kongl. Svensk. Vetenskaps Akademiens Handlingar för månaderne Mai og Junius för År 1771. T. XXXIII, p. 120—138. Deutsch (KÄSTNER) im Bd. 33, S. 122—139 der Abhandlungen der Königlichen Schwedischen Akademie der Wissenschaften (1775); wieder abgedruckt in der Gesamtausgabe, die D. SIGISMUND FRIEDRICH HERBSTÄDT besorgt hat: „CARL WILHELM SCHEELE, Sämtliche physische und chemische Werke, nach dem Tode des Verfassers gesammelt und in deutscher Sprache herausgegeben“ (Berlin 1793 bei HEINRICH AUGUST ROTTMANN, zweite, unveränderte Auflage — „Wissenschaftliche Classiker in Facsimile-Drucken Band V — Berlin 1891, Mayer & Müller). Darin Bd. 2 S. 3—32.

⁸⁾ Vgl. „Werke“ 2, 33—90. — Magnesia nigra war ein alter Name für Braunstein. — Vgl. auch die Niederschrift GAHNs (Upsala, 28. März 1773) über die Nachrichten, die ihm SCHEELE gegeben hatte. „Nachgelassene Briefe u. Aufzeichnungen“ S. 75 ff.

⁹⁾ Er schmolz Braunstein, „mit Salpeter und fixem Alkali“ zu einer grünen Masse (Kaliummanganat) zusammen, die in Wasser aufgelöst an der Luft rot wurde (Kaliumpermanganat); durch Kohlenstaub reduzierte er die grüne Schmelze zu einer weißgrauen Masse. „Kommt feingeriebener Arsenik zu einer solchen im Flusse stehenden alkalischen Auflösung vom Braunstein, so verliert sie die grüne Farbe gleichfalls, und es entsteht eine weiße. . . Das ist gewiß ein merkwürdiger Vorfall, denn ich sehe hier, daß der Arsenik wahres Brennbare in seiner Mischung enthält“ (S. 73). In unserer Sprache heißt das: der Arsenik kann oxydiert werden. Weitere Versuche, die SCHEELE hierzu anstellte, „hatten einen glücklichen Erfolg; ich fand zwei Wege, den Arsenik in seine Bestandteile zu teilen, die seine eigene Säure und das allgemeine brennbare Prinzipium sind“ (S. 74), aber die Akademie konnte ihm nicht hinreichenden Raum zum Abdruck gewähren.

¹⁰⁾ Graf BERTHOLLET glaubte 1785 den Beweis geliefert zu haben, daß Chlor eine Verbindung aus Salzsäure und Sauerstoff ist, weil beim Einleiten des Chlorgases in eiskaltes Wasser eine Kristallmasse ausfiel, die — sorgfältig abgetrennt und in reines Wasser gebracht — bei Sonnenlicht Salzsäure und Sauerstoff lieferte. „Ces expériences doivent dissiper les doutes qui

— mindestens in einigen Punkten — umzukehren: „In der Tat fällt hier eine Begebenheit vor, welche beweiset, daß gewiß Brennbare in der Salzsäure vorhanden ist; eine Eigenschaft, die man der Salpetersäure sollte beigelegt haben, weil die Chemiker nach STAHLN geglaubt haben, dieses Prinzipium werde in ziemlicher Menge zu ihren Bestandteilen erfordert. Aber das kehren wir nun um und legen es der Salzsäure bei“ (S. 56). SCHEELE erhielt Chlor auch aus Mennige und Salzsäure sowie aus Blei(IV)oxyd, PbO_2 , und Salzsäure. Er durchschaute die Vorgänge und bediente sich lediglich der Chemikersprache seiner Zeit, denn er schloß seinen Bericht: „Es scheint, das schwarze Pulver sei nichts anders als Bleikalk, der sein Brennbare gänzlich oder größtenteils bei einer gelinden und langsamen Kalzination verloren hat und solchergestalt eine so starke Begeirde bekommen hat, wieder welches in sich zu nehmen, daß er die Salzsäure zu dekomponieren imstande ist“ (S. 90). Bedenken wir, daß „Brennbare verlieren“ für uns „Oxydation“ bedeutet, so sagte SCHEELE: Das Blei(IV)oxyd, PbO_2 , ist die höchste Oxydationsstufe des Bleis, sie gibt sehr leicht Sauerstoff ab und wirkt dadurch oxydierend. Man kann sich sogar an den alten, wenig veränderten Wortlaut halten: Das Blei(IV)oxyd entreißt der Salzsäure den brennbaren Wasserstoff: $PbO_2 + 4 HCl \rightarrow PbCl_2 + 2 H_2O + Cl_2 \downarrow$.

In dem Braunstein fand SCHEELE einige Fremdstoffe eingemengt, von denen einer „von allen anderen Erdarten verschieden ist“ (S. 66 und S. 179—182). Als besonderes Kennzeichen dieser neuen Erdart benutzte er die Unlöslichkeit des Sulfates zum Nachweis (S. 66). Seinem Freunde GAHN schrieb er: „Haben Sie, mein Herr, nicht auf dem Braunstein, insonderheit auf etlichen, einige spatische weiße Kristalle gesehen? Ohne Zweifel. Man sollte glauben, daß es Gips oder Kalkspat ist, allein vergebens. Es ist eben diese neue Erde, mit Schwefelsäure verbunden. Mich soll es wundern, mit was für einen Namen Herr Prof. BERGMAN diese Erde taufen wird. Er glaubt, daß es Steine geben muß, welche viel von dieser Erdart enthalten.“¹¹⁾ Bald darauf teilte GAHN ihm mit, daß er im Schwerspat das vermutete Mineral gefunden habe. Nach diesem Schwerspat ist die neue Erde Schwerspaterde — später Bariumoxyd ($\beta\alpha\rho\upsilon\varsigma$ = schwer) — genannt worden. Für die analytische Chemie ist „die, wie ich glaube, in der Chemie so unentbehrliche Schwerspaterde“¹²⁾ wirklich unentbehrlich geworden.

Offenbar hatten die wunderbar reichen Arbeiten SCHEELES in der Wissenschaft Aufsehen erregt, denn am 4. Februar 1775 wurde der Apothekergehilfe, der nicht einmal eine höhere Schule besucht hatte, von der Kgl. Schwed. Akademie der Wissenschaften in Gegenwart des Königs GUSTAV III. zum Mitglied gewählt. Er dankte für diese Ehre durch die Tat: in den Abhandlungen der Akademie erschienen 1775 seine Arbeiten „Über das Benzoësalz“ und „Vom Arsenik und dessen Säure“. Er beschrieb die Oxydation des Arseniks durch Königswasser oder durch Braunstein und Salzsäure zu der bis dahin nur ihm bekannten Arsensäure. Durch Reduktion entdeckte er den Arsenwasserstoff. Zink, Zinn und Eisen gaben bei starkem Erhitzen mit Arsensäure ein Verpuffen innerhalb der Retorte, deren Wände sich mit metallischem Arsen bedeckten. Um zu erfahren, „von welcher Art die während der Auflösung aufsteigende Luft sei“¹³⁾, band er eine leere Blase vor die Retorte, in der Zink und Arsensäure aufeinander wirkten. Das aufgefangene Gas roch höchst unangenehm, es löste sich nicht in Wasser, es ließ sich leicht entzünden, „die Flamme fuhr gegen die Hand, und diese war mit einer braunen Farbe überzogen, welche Arsenkönig war“, d. i. metallisches Arsen. Es ist schier ein Wunder, daß SCHEELE durch den furchtbar giftigen Arsenwasserstoff, dem später wiederholt erfahrene Chemiker zum Opfer fielen, nicht ums Leben kam. Nicht minder war es ein großer Glücksfall, daß die erwähnte Explosion ohne Unfall verlief, denn beim Glühen zersetzt sich die Arsensäure in Arsenik und Sauerstoff; es war also ein Knallgas in dem Gefäß.

Über chemische Arbeitsräume und Arbeitsgeräte in unserem Sinne verfügte SCHEELE nicht. Alle seine Funde hat er in Winkeln, Höfen und Fensternischen der Apotheken mit den denkbar einfachsten Mitteln gemacht, aber er hat sich oft danach gesehnt, in weniger engen Verhältnissen freier arbeiten zu können. Deshalb griff er mit Freuden zu, als ihn das Collegium medicum zum Provisor der Apotheke in Köping am Mälarsee vorschlug, deren Besitzer HINRICH PASCHER POHL im April 1775 gestorben war. So glatt, wie die Beteiligten es sich gedacht hatten, verlief die Sache allerdings nicht: es kam noch ein anderer, der klimperte mit Geld in den Taschen; ein aus Lands-crona vertriebener Pharmazeut EKELIN wollte die Apotheke pachten und SCHEELE wieder auf die Straße setzen. MARGARETE SONNEMAN, die junge Witwe des früheren Besitzers, lauschte verzückt dem Klange des Goldes, und ihr Vater, der Ratsherr SONNEMAN, billigte den

pouvaient rester sur la nature de l'acide marin déphlogistique; il est manifestement dû à la combinaison de l'air vital avec l'acide marin.“ Mém. de l'Acad. Roy. Paris, Année 1785; diese Stelle p. 284. Obgleich BERTHOLLET erkannte, daß Chlor durchaus nicht sauer ist, „entièrement dépourvu de l'acidité“ (p. 279), erhielt es in der „Méthode de nomenclature chimique“ durch GUYTON DE MORVEAU, LAVOISIER, BERTHOLLET und FOUREROY den Namen „acide oxy-muriatique“.

¹¹⁾ Briefe und Aufzeichnungen, S. 115f.; 121; 243f.

¹²⁾ Brief an TORBERN BERGMAN. Ebenda, S. 253.

¹³⁾ Werke, S. 136.

Handel¹⁴). In dieser Bedrängnis konnte SCHEELE merken, wieviel sein Forschername galt: GAHN lud ihn ein nach Falun, BERGMAN bat ihn, nach Upsala zurückzukehren, und FRIEDRICH DER GROSSE bot ihm auf Anraten D'ALEMBERTS eine Stelle in Berlin an mit einem Jahresgehalt von 1200 Reichstalern. SCHEELE schlug alles aus, er wollte am liebsten in Ruhe und Zurückgezogenheit in Köping bleiben; dazu konnte ihm schließlich geholfen werden: Die Behörde gab ihm die Erlaubnis, eine zweite Apotheke zu eröffnen, und die Bürger Köpings erklärten, sie würden nur in der neuen Apotheke bei SCHEELE kaufen. Infolgedessen kam der Handel nicht zustande, SCHEELE blieb als Provisor in POHLS Apotheke, die er 1776 käuflich übernahm; die Witve fand sich in ihr Schicksal und führte dem neuen Besitzer die Wirtschaft zur vollen Zufriedenheit. Ruhe und Sorgenfreiheit waren trotzdem noch nicht eingekehrt: die Schuldenlast drückte, und die Einrichtung des Hauses, Laboratoriums und Ladens war unzulänglich. SCHEELE mußte seine Forscherarbeit in einem elenden Bretterschuppen fortsetzen. In einem Brief an BERGMAN (10. Sept. 1779) bedauerte er: „Die Bereitung des Phosphors ist für mich allhier höchst unbequem und in einiger Menge gar unmöglich. Als ich im verwichenen Jahre die Bereitungsart meinem Gesellen zeigte, wäre die Decke meines Laboratoriums, welches von Brettern ist, beinahe in Feuer geraten.“¹⁵) In diesem zügigen Schuppen hat SCHEELE auch während der rauen schwedischen Winter gearbeitet und seine Gesundheit untergraben; was die giftigen Gase begannen, das vollendete das Wetter, gegen das er sich nicht genügend schützen konnte. (Schluß folgt.)

Die langsame Kondensatorentladung.

Von GEORG HEUSSEL in Gießen.

In dem Bericht über meinen Berliner Vortrag von Ostern 1934 (diese Zeitschrift 1934, Heft 9) habe ich auf Seite 340 oben darauf hingewiesen, daß sich mit dem langsamen Drehspiegel auch die Entladung eines Kondensators über einen hochohmigen selbstinduktivitätsfreien Leiter zeigen läßt.

Die Versuchsanordnung zeigt Abbildung 1. Die Anodenbatterie links liefert die nötige Spannung U . Bei geschlossener Taste T ist der Kondensator C auf diese Spannung geladen. R ist ein veränderlicher Leiter von hohem Widerstand. Der Leiter von $200\ \Omega$, der dem Spiegelgalvanometer G ($50\ \Omega$) parallel geschaltet ist, dient zur Dämpfung. Die Beleuchtungslampe B wirft ihr Licht auf das Galvanometerspiegelchen; von da fällt es auf einen Spiegel, der sich um die Achse ab mit dem dritten Teil der Geschwindigkeit des großen Uhrzeigers dreht, von diesem auf einen feststehenden Spiegel cd und schließlich auf den Schirm oder die Tafel S . Solange die Taste T geschlossen ist, beschreibt der Lichtfleck auf S eine senkrechte Gerade, von der oben ein Stückchen gezeichnet ist (Abb. 1). Wird T geöffnet, so beginnt die Kondensatorentladung. Die entstehende Kurve kann man auf der Tafel mit Kreide nachzeichnen oder kann sie als Leuchtspur auf einem Leuchtschirm ($50 \times 50\ \text{cm}$) festhalten. Die Kurven der Abbildungen 2—4 entstanden auf einem durchscheinenden Schirm mit Netzeinteilung und wurden von der Rückseite photographiert.

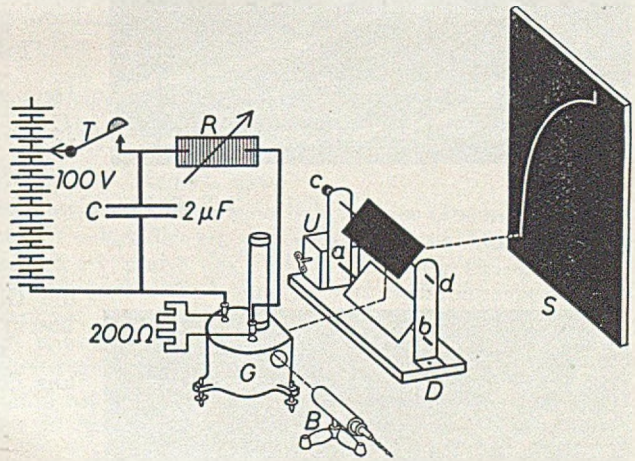


Abb. 1.

¹⁴) Der Handel war unfein. Am 22. Dez. 1775 schrieb SCHEELE an GAHN: „Der ganze Kontrakt wurde geschlossen, ohne mir ein Wort davon zu sagen. O Falschheit! Soll man denn notwendig Geld haben, wo man anders in der Welt sein Brot haben will?“ Briefe und Aufzeichnungen, S. 170.

¹⁵) Briefe und Aufzeichnungen, S. 301 f.

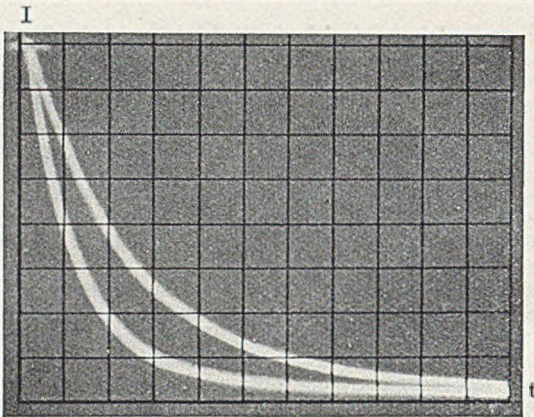


Abb. 2.

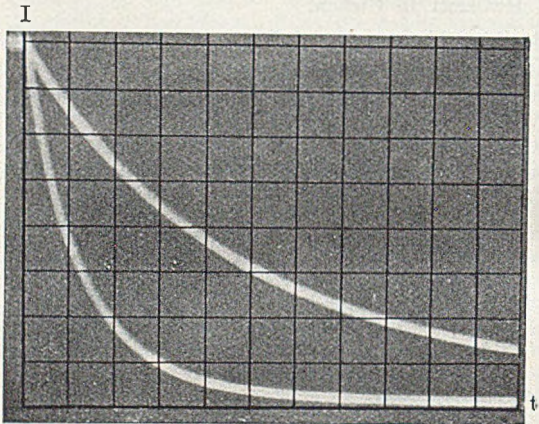
1 T. \triangleq 20 s.

Abb. 3.

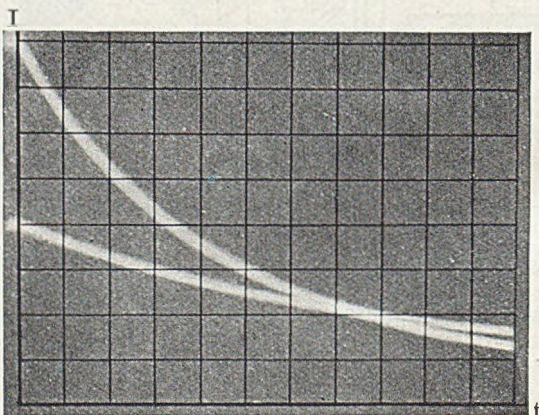
1 T. \triangleq 20 s.

Abb. 4.

1 T. \triangleq 20 s.

An der Entstehung der Kurve sind beteiligt

1. das Ohmsche Gesetz

$$\frac{U}{I} = R \text{ (konstant),}$$

2. das Kondensatorgesetz

$$\frac{Q}{U} = C \text{ (konstant)}$$

und die Beziehung

$$3. \frac{dQ}{dt} = -I.$$

Aus den Gleichungen folgt

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{Q}{R \cdot C}.$$

Trennung der Veränderlichen und Integration liefern:

$$\ln Q = -\frac{t}{R \cdot C} + c,$$

$$Q = e^{-\frac{t}{R \cdot C} + c}.$$

Ist Q_0 die Ladung des Kondensators Schlag 0, so findet man: $Q_0 = e^c$,

damit: $Q = Q_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$

und durch Differenzieren

$$I = -\frac{dQ}{dt} = \frac{Q_0}{R \cdot C} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}.$$

$\frac{Q_0}{C}$ ist die Anfangsspannung U_0 ,

$\frac{U_0}{R}$ die Anfangsstromstärke I_0 , somit ist

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

die Gleichung der vom Lichtfleck beschriebenen Kurve.

Die Halbwertszeit ergibt sich aus der Gleichung:

$$\frac{1}{2} I_0 = I_0 \cdot e^{-\frac{T}{R \cdot C}}$$

zu $T = R \cdot C \ln 2 \approx 0,7 \cdot R \cdot C$.

$R \cdot C$ ist der Kehrwert der „Abklingungskonstanten“ λ der Radioaktivität.

Abbildung 2 zeigt als obere Kurve eine solche mit der Halbwertszeit 40 s, sie ist hergestellt durch die Entladung eines Kondensators von $2 \mu\text{F}$. In je 40 s sinken Ladung, Spannung und Stromstärke

jeweils auf die Hälfte. Bei der steiler abfallenden Kurve der Abbildung 2 waren zwei Kondensatoren von je $2 \mu\text{F}$ hintereinandergeschaltet. In Abbildung 3 sind die beiden Kondensatoren von je $2 \mu\text{F}$ einmal parallel und einmal hintereinander geschaltet. In Abbildung 4 entsteht die zweite (flachere) Kurve durch Verdoppelung von R.

Wichtig ist zum Gelingen der Versuche, daß für den Leiter R wirklich das Ohmsche Gesetz gilt. Bewährt hat sich ein flüssiger Leiter (Abb. 5), Brennspritus in einem U-Rohr mit Fahrradspeichen als Elektroden. Er läßt sich in weiten Grenzen stetig verändern. Bei geschlossenem Schalter T wird zunächst die Stromstärke auf den geeigneten Wert eingestellt und dann der Drehspiegel in Bewegung gesetzt. Sobald der Lichtfleck von oben kommend die I-Achse erreicht, wird der Schalter geöffnet.

Diese Versuche kosten viel Zeit. Im laufenden Unterricht wird man höchstens 1 oder 2 Kurven vor den Augen der Schüler entstehen lassen. Dagegen dürften sie mit ihren zahlreichen Möglichkeiten zu physikalischen und mathematischen Betrachtungen (Integralbegriff, Ladung als Zeitsumme der Stromstärke u. dgl.) für eine Arbeitsgemeinschaft wohl geeignet sein.

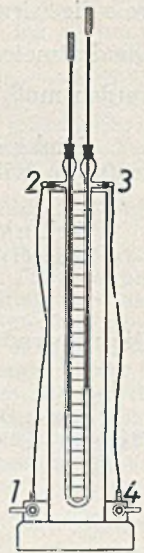


Abb. 5.

Die wirtschaftliche Geschwindigkeit bei Lastkähnen.

Von ERICH STROHHÄCKER in Möckmühl (Württemberg).

Beim Betrieb eines Lastkahns sind die Unkosten pro Kilometer teilweise abhängig von der Geschwindigkeit des Kahns. Diese Unkosten kann man durch passende Wahl der Geschwindigkeit möglichst klein machen. Die „wirtschaftlichste“ Geschwindigkeit soll berechnet werden.

Als Unkosten beim Betrieb des Kahns kommen in Frage:

1. Löhne;
2. die Kosten für die Antriebskraft (Brennstoffverbrauch, Verzinsung und Abschreibung der Motoranlage, Schmierung usw., die Bedienung nicht eingeschlossen);
3. Zinsen, Abnutzung des Kahns, Steuern usw.

Während aber die Unkosten unter 3. nicht wesentlich von der Geschwindigkeit des Kahns abhängen (wir nehmen im folgenden an, daß sie davon unabhängig sind), so ist das Gegenteil bei den Unkosten 1. und 2. der Fall: je größer die Geschwindigkeit des Kahns wird, um so geringer werden die Löhne für das Bedienungspersonal, auf den Kilometer Fahrt umgerechnet, um so größer aber werden die Kosten für die Antriebskraft, ebenfalls für den Kilometer gerechnet. Mit dieser Erkenntnis wird das Minimumproblem schon sehr durchsichtig.

1. Die Löhne. Wir nehmen an, daß an Lohn für das Bedienungspersonal des Kahns $a \text{ RM}$ pro Stunde bezahlt wird. Ist nun die Geschwindigkeit des Kahns $= v \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, so betragen die Löhne pro Kilometer

$$U_1 = \frac{a \cdot 1000}{3600 \cdot v} = \frac{5 \cdot a}{18 \cdot v} \dots \dots \dots (1)$$

2. Die Kosten für die Antriebskraft. Der Motor des Kahns muß den Widerstand des Wassers überwinden. Dieser ist bekanntlich abhängig von der Geschwindigkeit des Kahns, seiner Stirnfläche, der Form, sowie auch von Dingen, die außerhalb des Kahns liegen: der Form und Größe des Kanalquerschnitts, dem Zustand der Böschungen usw. Für sehr weite Kanäle, breite Flüsse und das offene Meer darf man für den Widerstand W des Wassers annehmen:

$$W = b \cdot c \cdot v^2, \dots \dots \dots (2)$$

wo c die Stirnfläche des Kahns in Quadratmetern, b der Widerstand des Wassers pro Quadratmeter Stirnfläche und für $v = 1 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ist. Die Arbeit A , die also geleistet werden muß, um den Kahn um 1 km vorwärts zu bewegen, beträgt:

$$A = 1000 \cdot b \cdot c \cdot v^2 \text{ mkg.}$$

1 mkg dieser Arbeit koste d $\mathcal{R}\mathcal{M}$. Folglich sind die Kosten für die Antriebskraft pro Kilometer:

$$U_2 = 1000 \cdot b \cdot c \cdot d \cdot v^2 \dots \dots \dots (3)$$

3. Unkosten, die von v abhängig sind: $U = U_1 + U_2$.

Aus (1) und (3) folgt:

$$U = \frac{5 \cdot a}{18 \cdot v} + 1000 \cdot b \cdot c \cdot d \cdot v^2 \dots \dots \dots (4)$$

Die notwendige Bedingung dafür, daß U ein Minimum wird, ist:

$$U' = \frac{dU}{dv} = 0 \dots \dots \dots (5)$$

Da nun $U' = -\frac{5 \cdot a}{18 \cdot v^2} + 2000 \cdot b \cdot c \cdot d \cdot v$ ist, folgt aus (5):

$$v = \sqrt[3]{\frac{a}{7200 \cdot b \cdot c \cdot d}} \dots \dots \dots (6)$$

Dies ist die „wirtschaftlichste“ Geschwindigkeit. Es empfahl sich, die allgemeinen Zahlen a , b , c , d bis hierher in der Rechnung zu belassen, man hat aber nun die Pflicht, sich über ihre Größe Gedanken zu machen, da sonst die Betrachtung in der Luft schwebt.

4. Zahlenwerte.

$a = 1,5$ (Annahme: 2 Mann Bedienung, für Motor und Steuer, Stundenlohn 0,75 $\mathcal{R}\mathcal{M}$);

$b = 10$;

$c = 6$ (Gewicht 240 t, Länge 40 m);

$d = \frac{4}{10^7}$. Diese Zahl bedarf einer kurzen Begründung.

Nehmen wir an, daß zum Antrieb ein Dieselmotor benutzt wird, so liefert dieser nach G. v. HANFFSTENGEL ¹⁾ die PS-Stunde um 5,4 Pfennig (die Dampfmaschine um 6,5 Pfennig), wenn man die Kosten für die Bedienung abrechnet. Dies sind aber 270000 mkg. Diese 270000 mkg, die von der Antriebsmaschine geliefert werden, werden von der Schiffsschraube nur zu etwa 60% in Zugkraft umgesetzt, das sind etwa 160000 mkg. Also kosten 160000 mkg Zugarbeit etwa 6 Pfennig. Dies macht für 1 mkg etwa den obigen Wert für d aus. Setzt man diese Zahlenwerte in (6) ein, so erhält man für die wirtschaftlichste Geschwindigkeit:

$$v \approx 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}} = 7,2 \frac{\text{km}}{\text{St.}}$$

Es ist hier leicht einzusehen, daß diese Aufgabe unter gewissen Abänderungen auch für den Betrieb von Lastautos gestellt werden kann, wenn es nicht darauf ankommt, daß die Waren so rasch wie möglich ihr Ziel erreichen. An die Stelle des Wasserwiderstands tritt bei Landfahrzeugen der Luftwiderstand und die Reibung. Für den technisch interessierten Schüler ist es eine dankbare Aufgabe, die Zahlenangaben für diese Fälle selbst zu suchen. Für die wirtschaftlichste Geschwindigkeit ergibt sich bei Landfahrzeugen ein wesentlich höherer Wert wie bei Lastkähnen.

Bücherbesprechungen.

Die Umschau. Heft 17: Dr. H. STUBBE, Änderungen des Erbgutes durch physiologische Einflüsse. — Dipl.-Ing. V. PANTENBURG, Funkwetterdienst in der Arktis. — Dr. A. PARET, Goldschmiedekunst vor 2500 Jahren. — Heft 18: Dr. DIETRICH, Die deutsche Nordatlantische Expedition. — Dr. NEUBERT, Die Photothermometrie. — Heft 19: Oberstleutnant BENARY,

¹⁾ HANFFSTENGEL, „Technisches Denken und Schaffen“, 4. Auflage, Seite 116—121.

Eisenbahnpioniere. — Heft 20: Dr. STOLPE und Dr. ZIMMER, Das Geheimnis des Kolibri-fluges. — Heft 21: Dr. HAGEN, Die deutschen Kunst-Kautschuke. — Dipl.-Ing. DEBUCH, Deutsches Roh-eisen aus deutschem Erz. — Heft 22: Dr. FRITSCHE, Blitzgefährdung und Blitz-schutz. — Dr. HABERLANDT, Indogermanisches Erbe in der textilen Volkskunst. — Heft 23: Dr. WOHLBERG, Zeitgemäße Landgewinnung an der deutschen Nordseeküste. — Heft 24: Dr. WEIZÄCKER, Die älteste deutsche Universität — Prag. — Dr. FREYTAG, Optische Unter-suchungsverfahren in der Glaskunde. — Heft 25: Dr. BEHN, Naturwissenschaft und Vor-geschichte. — Dr. HARTMANN, Der akustische Luftstrahlgenerator. — Unterirdische Flugplätze.

Schmidt, Dr. Reinold, Flug und Flieger im Pflanzen- und Tierreich. 115 Seiten, 100 Zeich-nungen. Verlag KLASING & Co., Berlin W 35. 4,60 RM.

Ein ungewöhnliches Buch, neuartig in seiner Zielsetzung, ungemein reichhaltig, weit-verstreutes Material unter einem Gesichtspunkt sammelnd: das Fliegerische im Pflanzen- und Tierreich. Der Bau der Feder, Luftkräfte am Vogelflügel, der dynamische Segelflug, Start und Landung, Rütteln des Kolibris, Flug von Fliegen, Bienen, Schmetterlingen, Käfern, Libellen sind die Überschriften einiger Abschnitte des sehr leserwerten Buches. Als ein Beispiel dafür, mit welcher Gründlichkeit gearbeitet worden ist, erwähne ich eine von mehreren Listen, in welcher von 22 Insekten tabellarisch zusammengestellt ist die Fluggeschwindigkeit, das Gewicht in mg, die Flügelbelastung in kg/qm, das Verhältnis von Flugmuskelgewicht und Gesamtgewicht, die Flügelschlagzahl in der Sekunde und die Flügelschlagweite in Winkelgraden. Eine reiche Fundgrube für den Lehrer der Biologie und Flugphysik, bereitet mit großer Sachkenntnis, großer Beobachtungsgabe und Liebe zur Natur.

Greinacher, Dr. H., Physik in Streifzügen. Verlag von Julius Springer, Berlin. Aus der Samm-lung Verständliche Wissenschaft. 175 Seiten, 64 Abbildungen. 4,80 RM.

Verfasser hat hier 32 Aufsätze zu einem Buche zusammengestellt, die er im Laufe der Jahre einzeln in Zeitschriften veröffentlicht hat. Wir lesen von Kraft, Linsen, Magnetismus ebenso wie von Elektronen, Quanten, Materiewellen. Jeder Teil ist in einfachem, gefälligem Stil niedergeschrieben und mit klaren, durchweg schematischen Figuren ausgestattet, so daß der gebildete Laie den reizvollen Ausführungen ohne viel Mühe und mit großem Gewinn folgen kann.

Meißen.

MÖBIUS.

Eucken-Jakob, Der Chemie-Ingenieur. Bd. III, 4. Teil: Hochdruckoperationen. 267 S. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1939. Preis RM. 26.—, Lw. RM. 28.—.

Dieses neuerschienene Buch wird auch von jedem Fachlehrer der Chemie dankbar begrüßt werden. War es bisher nur möglich, aus Zeitschriften (Chemische Fabrik, Petroleum, Vierjahres-plan usw.) manches über die moderne Hochdrucktechnik zu erfahren, ohne dabei ein erschöpfendes Gesamtbild zu erhalten, so sind hier die wissenschaftlichen Grundlagen sowohl für die Be-rechnung und Herstellung der Hochdruckapparaturen als auch für die sich in ihnen vollziehenden Vorgänge zusammengestellt. Weitgehendst ist dabei die Praxis berücksichtigt worden. Die Ent-wicklung der modernen Hochdruckindustrie ist nur möglich geworden durch die Fortschritte auf den Gebieten der Reaktionskinetik und Thermodynamik, durch eine zum Teil empirisch, zum Teil durch die Mittel mathematischer Berechnungen erworbene Kenntnis chemischer Gleichgewichte, so daß diese Gesichtspunkte besonders die zweite Hälfte durchziehen.

Kapitel I von D. M. NEWITT (London) behandelt „Die Berechnung und Herstellung von Hochdruckapparaturen“ unter vorwiegender Heranziehung theoretisch-physikalischer Betracht-ungen. Manche auf den ersten Seiten gegebenen Daten über die hochwertigen Chrom-Nickel-Molybdän-Stähle, mit denen man heute in Betrieben schon mit 5000 Atm. bei 300° arbeiten kann, können auch im Schulunterricht verwendet werden.

Kapitel II vom gleichen Verfasser behandelt „Reaktionen bei hohen Drucken in flüssiger Phase“.

SCHNEIDER (Dortmund) stellt in Kapitel III „Autoklaventechnik“ nach einer scharfen Bestimmung des Begriffes der Autoklaven den Unterschied zwischen Hochdruckverfahren im Fließbetrieb (Ammoniak, Methanolsynthese, Kohlehydrierung) und Hochdruckverfahren im absatzweisen Betrieb (eigentliche Autoklaventechnik) heraus. Konstruktionen von Autoklaven (ausgehend vom Papinischen Topf), Armaturen und Hilfsvorrichtungen werden an Hand eines ausgezeichneten Bildmaterials beschrieben. Eine besonders wertvolle Übersicht auch für den chemischen Unterricht bieten die Unterabschnitte „Physikalische Anwendungsgebiete der Autoklaventechnik“ und „Chemische Anwendungsgebiete der Autoklaventechnik“. Koch-prozesse (Konservierung), Löseprozesse (Zellstoff usw.), Druckimprägnierung, Gasabsorptions-prozesse, Druckhydrierung (Fetthärtung), Druckhydrolyse (Verzuckerung der Zellulose), Er-zeugung organischer Präparate unter Druck werden übersichtlich von berufenster Seite dar-gestellt.

NATTA (Milano) behandelt in Kapitel IV die „Hochdruckverfahren für den Fließbetrieb“ in außerordentlich vielseitiger und erschöpfender Weise. Nach allgemeinen Betrachtungen wie „Maßnahmen zur Erzielung eines isothermen Reaktionsverlaufes“ oder „Reaktionsführung unter

Anwendung abnehmender Temperaturen im Reaktionsraum“ usw. werden die sechs Ammoniak-syntheseverfahren, die Methanolsynthese, die Synthese der höheren Alkohole und die Kohlehydrierung mit ihren reaktionskinetischen und thermodynamischen Einzelheiten behandelt, wobei man endlich auch einmal weitgehende Einzelheiten über die Katalysatoren mit ihren Feinheiten erfährt, ein Gebiet, auf dem man sich in der bisherigen Literatur aus verständlichen Gründen viel Zurückhaltung auferlegt hat.

Im letzten Kapitel gibt ROBERTI (Roma) unter Mitarbeit von KÜCHLER (Göttingen) die „Grundlagen und technische Durchführung der Krackprozesse“ wieder — Hochdruckvorgänge, bei denen man auf Katalysatoren verzichten muß.

Alles in allem ein Buch, das in geschlossener Form Wissenschaft und Praxis vereinigt in einem Gebiete, das berufen ist, entscheidend in den Wirtschaftskampf des deutschen und italienischen Volkes einzugreifen. Das Buch geht bis auf wenige Abschnitte naturgemäß weit über das im Unterricht unserer höheren Schule Mögliche hinaus, und doch wird es in der Hand des Fachlehrers für Chemie diesen zu vielseitigen neuen Gesichtspunkten und zu lebensnaher Ausgestaltung des Unterrichtes anregen.

Gardelegen.

KARL PIETZKER.

Jander, Wilhelm, Lehrbuch für das anorganisch-chemische Praktikum. S. Hirzel Verlag, Leipzig 1939. 415 Seiten, 39 Abb. Geb. 8,— RM.

Das Buch behandelt in äußerst gründlicher Weise die qualitative anorganische Analyse. Eingestreut an passender Stelle ist die Beschreibung der Darstellung von 80 anorganischen Präparaten, wobei man überall den erfahrenen Praktiker spürt. Wenn auch der Chemielehrer kaum je einen Lehrgang in solcher Form durchzuführen hat, so wird er doch oft auf Fragen analytischer und präparativer Art stoßen, die eine ausreichende und moderne Beantwortung fordern; es sei nur an Begriffe wie Salzhhydrate, Pufferlösungen, Löslichkeitsprodukt, Schwierigkeiten bei der Fällung mit Schwefelwasserstoff, Isopolybasen, aluminothermisches Verfahren, innere Komplexsalze, Reaktionen im festen Zustand, Säurenchloride, Aufschließen unlöslicher Stoffe, Spektralanalyse erinnert. Sie und andere findet man bei JANDER geklärt und durch leicht anstellbare Versuche erläutert.

Das Buch ordnet nach einem Einführungskurs die Elemente in analytische Gruppen an, beginnend mit den wichtigsten Nichtmetallen und einigen ihrer Verbindungen, darauf folgen die Alkalimetalle, Erdalkalien, die Schwefelammonium- und Schwefelwasserstoffgruppen, die Edelmetalle, seltenen Metalle und Erden. Anschließend werden die übrigen Nichtmetalle, geordnet nach dem periodischen System, durchgesprochen, worauf der systematische Gang der Analyse durchgenommen wird. Den Schluß bilden Tabellen der spez. Gewichte wichtiger Lösungen.

Für die Hand des Schulmanns wäre eine ausführlichere Gestaltung der „praktischen Vorbemerkungen“ erwünscht. Das klar und verständlich geschriebene Buch ist besonders für die Chemiebücherei höherer Schulen zu empfehlen.

W. GRÜNTZIG.

Claus Ungewitter, Chemie in Deutschland. Rückblick und Ausblick. Junker & Dünnhaupt Verlag, Berlin 1938. 142 Seiten.

Das 60jährige Jubiläum der Wirtschaftsgruppe Chemische Industrie hat deren Hauptgeschäftsführer veranlaßt, unter Mitarbeit von Dr. W. GREILING, Dr. Dr. KOECK und E. BARTH von Wehrenalp eine Bilanz über die Leistungen der Chemie innerhalb der letzten 60 Jahre zu ziehen und den Versuch zu wagen, die Entwicklung der deutschen Chemie in den nächsten 60 Jahren vorauszusagen, zumal dieser Zeitraum nach Ansicht der Verfasser gerade noch überschaubar ist. Der Blick in die Zukunft geht von der Strukturforchung aus, die Grundlage jeder Weiterentwicklung sein muß. In der Reaktionstechnik werden die Katalysatoren die Hauptrollen spielen. Die Zukunftsprobleme der Biochemie liegen nicht nur auf den Gebieten der Wirkstoffe, Virusstoffe und der Genforschung; vielmehr werden allenthalben die Lebensvorgänge in Pflanze, Tier und Mensch in günstiger Weise beeinflußt werden. Aus dem Siegeszug der plastischen Massen und übrigen deutschen Werkstoffe erkennt man bereits heute die Tendenz, unter Verwertung des scheinbar Wertlosen hochwertige Endprodukte herzustellen. Die eindeutigen, richtungweisenden Ausführungen der anregenden Abhandlung seien hiermit allen Chemielehrern wärmstens zur Beachtung empfohlen. Die Zahlenangaben, Erzeugungskurven und statistischen Übersichten und eine Zeittafel, die sowohl die wichtigsten wissenschaftlichen wie die wirtschaftlich oder allgemein wichtigsten Daten seit 1877 enthält, machen das kleine Buch zu einem besonders wertvollen Ratgeber für den Unterricht.

DEHN.

Max Hessenland, Praktikum der gewerblichen Chemie. 294 Seiten mit 51 Abbildungen. Teil I: Anorganische Chemie; Teil II: Organische Chemie. Teil I und II kart. je 8,— RM., zusammen in einem Bande kart. 14,80 RM., Lwd. 16,— RM. J. F. Lehmanns Verlag, München-Berlin 1938.

Das Buch ist kein Praktikum im gewöhnlichen Sinne; sondern es enthält neben den Versuchsbeschreibungen zahlreiche wertvolle Notizen und tabellarische Zusammenstellungen.

Nach einer Einführung in die Laboratoriumsarbeit und ihre Gefahren beschreibt Verfasser im 1. Teil Versuche, die man zum großen Teil allerdings auch in den bekanntesten Experimentierbüchern findet. Als Versuche zur gewerblichen Chemie seien genannt: die Härtebestimmung des Wassers, die Ammoniakbestimmung im Ammonsulfat, die Darstellung von Zündhölzern und von Montanwachs, das Gießen von Steingut, die Herstellung von Weich- und Hartlot und seine Anwendung und die Darstellung von Aluminiumoxyd aus Bauxit. Wertvoller wegen der Fülle bisher weniger bekannter Versuche ist der organische Teil. Hier seien hervorgehoben: das Cracken von Petroleum, die Prüfung von Treibstoffen auf ihre Reinheit; Fett- und Seifenuntersuchungen; Herstellung wachshaltiger Putzmittel; Gewinnung und Verarbeitung von Ölen, Herstellung von Leim-, Öl- und Lackfarben; Herstellung von Rübenzucker und Stärkesirup; Herstellung von Zellulose und ihre Verarbeitung; Nahrungsmitteluntersuchungen; Gerben von Leder; Vulkanisieren von Kautschuk; Nachweis und Herstellung von Alkaloiden; Herstellung einiger Kosmetika; Behandlung und Untersuchung von Textilien; Herstellung von Farbstoffen und ihre Anwendung. — Gegenüber der Fülle und Vielseitigkeit des Inhalts sind nur wenige Einwendungen zu machen: In der Aufzählung der Düngemittel fehlt Leunasalpeter und Patentkali; dafür wird der wenig brauchbare Carnallit genannt. Das Karburieren des Leuchtgases läßt sich schon mit wenigen Tropfen Benzol erreichen. Bei den wachs- und ölhaltigen Putzmitteln und Farben ist zu bemerken, daß Karnaubawachs und Terpentinöl heute praktisch kaum noch verwendet werden. — Durch die übersichtliche Darstellung und Vielseitigkeit ist das Buch eine vorzügliche Anleitung für jeden Chemiker. Die Versuche sind klar und anschaulich beschrieben und, wie Verfasser im Vorwort hervorhebt, seit Jahren in seinem Laboratorium erprobt; die gesamte Darstellung ist sehr lebendig und wird durch gute Abbildungen unterstützt. So gibt das Buch nicht nur dem Wirtschaftspraktiker, sondern auch dem Chemielehrer lehrreiche Aufschlüsse und wertvolle Anregungen und sollte in jeder chemischen Bücherei vorhanden sein.

Max Hessenland, Deutschlands Kampf um seine Rohstoffe. 135 Seiten. J. F. Lehmanns Verlag, München 1938. 2. Aufl. Geh. 3,20 RM., Lwd. 4,20 RM.

Das Buch, das bereits innerhalb eines halben Jahres in 2. Auflage erschienen ist, ist aus Vorlesungen entstanden, die der Verfasser als o. Prof. für chemische Technologie und Warenkunde an der Handelshochschule in Königsberg i. Pr. 1937 gehalten hat. Ausgehend von der Bedeutung der Handelsbilanz und von den Kämpfen um die Rohstoffe Seide, Wolle, Schwefel, Soda und Zucker in früheren Zeiten behandelt er den Kampf Deutschlands um seine Wirtschaftsfreiheit auf den Gebieten der Nahrungsmittelversorgung, der Düngemittel, der Textilrohstoffe, der Zelluloseprodukte, der Metalle und aller daraus entwickelten Produkte und des Schwefels nebst der Schwefelsäure. Er zeigt sowohl in den einzelnen Abschnitten wie zusammenfassend am Schluß den Aufstieg der deutschen chemischen Industrie zur zweitwichtigsten Gruppe unseres Außenhandels. Er ruft alle Volksgenossen auf zum Kampf gegen den Verderb, dem nur durch gründliche Unterweisung unserer Hausfrauen, besonders durch planmäßige Schulung unserer Jugend Einhalt geboten werden kann. Da im Kampf um die Rohstoffe kein Stand so entscheidend mitzuwirken hat wie der der Erfinder, so setzt er an den Schluß seiner Abhandlung eine kurze Würdigung des 1936 neu geschaffenen Patentgesetzes. Das Buch unterrichtet über alle genannten Gebiete klar und leichtverständlich und gibt durch seine bis 1935 und darüber hinaus reichenden ausführlichen Zahlenangaben und tabellarischen Übersichten dem Chemielehrer die Möglichkeit, sich schnell über die Bedeutung des betreffenden Fachgebietes zu unterrichten.

DEHN.

Dörge, Karl, Wahrscheinlichkeitsrechnung für Nichtmathematiker. Unter Mitwirkung von HANNS KLEIN. Groß-Oktav, 113 Seiten. Walter de Gruyter & Co., Berlin 1939. Geb. 6,— RM.

Im Gegensatz zu den sonst üblichen Werken der Statistik geht dieses von der relativen Häufigkeit aus und baut auf die Begriffe Ereignisfolge, Merkmal und Wahrscheinlichkeit auf. Das Ziel ist das Gesetz der großen Zahlen auf Grund der Mischungsregel, des Mittelwertes und der Streuung.

In einem einleitenden Kapitel wird zunächst in den modernen Begriff des Grenzwertes eingeführt. Dann gestaltet sich der Aufbau wie folgt: die Wahrscheinlichkeit, Serien von Ereignissen, die mathematische Erwartung, Gesetz der großen Zahlen.

Es handelt sich um eine Darstellung, die dem Mathematiker, der das Gebiet bereits kennt, Freude machen wird. Sie läßt an Strenge und Klarheit nichts zu wünschen übrig, und sie verlangt auch von ihm „intensive geistige Mitarbeit“.

Aber es muß fraglich erscheinen, ob der Nichtmathematiker, für den das Buch nach dem Titel bestimmt ist, mit Lust und mit Freude und mit Erfolg darin arbeiten wird. Es handelt sich um keinen leichten Stil, es wird dauernd um Vertiefung gerungen, und zwar vorwiegend in abstrakter Form. Schon der Umstand, daß nicht eine einzige Figur zur Erläuterung der oft sehr schwierigen mathematischen Materie, geschweige zur Veranschaulichung der Anwendungsgebiete herangezogen wird, ist vom methodischen Standpunkt aus nicht zu verstehen. Dazu kommt, daß die Zahl der Anwendungen an sich für ein so reiches vielseitiges Gebiet viel zu gering ist, die schwieri-

gen Theorien erfordern überdies gerade für den mathematisch nicht gebildeten Statistiker Beispiele und immer wieder Beispiele. Man braucht ja nur hineinzupacken in die Anwendungsrichtungen, und man staunt immer wieder über ihre Vielseitigkeiten. Wir hören aber nichts von den gerade in der Neuzeit im Mittelpunkt des Interesses stehenden Problemen der Vererbung, der Rasse, der Volks- und Bevölkerungskunde, nichts von MENDEL und JOHANSEN, nichts von den inneren Schwierigkeiten bei der Durchrechnung der Beispiele, nach denen gerade der Praktiker lechzt, sondern die alten Beispiele der Münze und des Würfels sind vermehrt durch Roulette, naturwissenschaftlichen Versuch und Geburt blauäugiger Knaben.

Freilich können wir eine exakte Theorie der Statistik nicht entbehren, ihr Sinn und ihr Wert liegt aber ganz allein gerade für den Nichtmathematiker in ihren Anwendungen.

Düsseldorf.

G. WOLFF.

Kepler, Johannes, Gesammelte Werke. Herausgegeben im Auftrage der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Bayrischen Akademie der Wissenschaften unter Leitung von WALTHER DYCK † und MAX CASPAR. Bd. II: *Astronomiae pars optica*. Herausgegeben von FRANZ HAMMER. 467 Seiten, mit 2 Tabellen. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München 1939. Subskriptionspreise: Geh. 9,—RM., Halbpergament 12,—RM., Einzelverkaufspreis 25% höher.

Die bisher erschienenen Bände 1 und 3 sowie die einführende Bibliographia Kepleriana wurden hier besprochen (1937, S. 96; 1938, S. 240; 1939, S. 174). Dabei wurde der Gesamtplan der hervorragenden Ausgabe ausführlich gewürdigt.

Jetzt liegt Band 2 vor, der, herausgegeben von FRANZ HAMMER, die 1604 erschienene KEPLERSche Optik bringt, neben der *Astronomia nova* das Hauptwerk aus der Prager Zeit nach dem Tode TYCHO BRAHES. Bemerkenswert ist auch in diesem Bande wieder der Nachbericht des Herausgebers, der die Entstehungsgeschichte des Werkes und eine ausführliche Analyse seines Inhalts gibt.

Die Bearbeitung der Optik lag KEPLER deswegen besonders am Herzen, weil es ihm unzulässig erschien auf die Beobachtungsreihen TYCHOS aufzubauen, solange über die optischen Grundlagen der Astronomie keine genügende Klarheit herrschte.

Nach der von KEPLER angewendeten Methode und nach den damit erzielten selbständigen Ergebnissen steht das Werk an der Spitze des neueren optischen Schrifttums und ist deshalb gerade auch für den Physiker besonders fesselnd und wertvoll. Es bringt die Erklärung der Entstehung des optischen Bildes, die Theorie des Schvorgangs, das Grundgesetz der Photometrie, die rechnerische Auswertung der Finsternisse, eine verbesserte Refraktionstafel und für die Mathematik eine neuartige Behandlungsweise der Kegelschnitte. Die Tatsache, daß es KEPLER trotz stärkster Bemühung nicht gelungen ist das Brechungsgesetz in seiner endgültigen Form zu finden, sondern daß er nur eine, allerdings sehr gute, Näherungsformel dafür aufstellen konnte, hat leider bewirkt, daß das Werk neben der *Astronomia nova* nur als Stern zweiter Größe gewertet worden ist.

Der erste Teil des Werkes (*Paralipomena in Vitellionem*) knüpft an die noch damals hochgeschätzte, um 1270 erschienene Perspektive des WITELLO an, enthält die reine Optik, läßt aber in jeder Hinsicht die Arbeit WITELLOs weit hinter sich. HAMMER entkräftet bei dieser Gelegenheit den gelegentlich erhobenen Vorwurf, daß KEPLER das Werk des MAUROLYCUS (*Photismi de lumine et umbra*) nicht benutzt habe. Dieses Werk ist nicht, wie gern angegeben wird, 1575, sondern 1611 erschienen, so daß es KEPLER bei der Abfassung seiner Optik gar nicht kennen konnte. Daher sind die beiden wichtigen Dinge, die KEPLER wie MAUROLYCUS bringt, nämlich die richtige Erklärung der Camera obscura und die Erkenntnis der Wirkung der Linse im Auge, als selbständige, unabhängig von MAUROLYCUS gefundene Entdeckungen KEPLERS zu werten. Auf die glänzende, auch für den Unterricht geeignete Behandlung der Lochkamera und ihrer Abbildungsfehler (abgerundete, statt der spitzen Sonnenhörner, scheinbare Verkleinerung des Monddurchmessers bei Sonnenfinsternissen) sei nachdrücklich hingewiesen, da sie ein ausgezeichnetes Beispiel für die Art ist, wie KEPLER schwierige Zusammenhänge zu klären verstand.

Der zweite Teil des Werkes, *Astronomiae pars optica*, bringt die Anwendung der Ergebnisse des ersten Teils auf die astronomischen Beobachtungsverfahren und ihre Auswertung. Dabei handelt es sich erstens um Leuchten, Beleuchtung und Schattenwurf der Himmelskörper, und zweitens um die Veränderung des scheinbaren Ortes eines Gestirnes durch die Refraktion. Beide Probleme führen schließlich auf den Gipfel des ganzen Werkes hinauf, zur Theorie der Finsternisse.

Auch dieser Band zeigt äußerlich die schöne Ausstattung, wie die drei bereits vorher erschienenen, und bestätigt, daß das ganze Werk nach Inhalt und Form eine Zierde auch einer anspruchsvollen Bücherei sein wird.

Dresden.

GÜNTHER.

Abhandlungen.

Georg Simon OHM.

Zur 150. Wiederkehr seines Geburtstages am 16. März 1939.

Von CARL PIEL in Köln.

Man übertreibt nicht, wenn man behauptet, daß den Physikern eines der wichtigsten Ereignisse der Geschichte ihrer Wissenschaft im 19. Jahrhundert den näheren Umständen nach unbekannt ist: die Entdeckung des Ohmschen Gesetzes. Sie ist indes nach Ort und Zeit genau festzustellen; OHM fand das Grundgesetz der elektrischen Ströme, die „Stromesgleichung“, wie er es nannte, durch Versuche am 8., 11. und 15. Januar 1826 in der Hansastadt Köln in dem Hause Marzellenstraße 32.

Wie aber kam OHM nach Köln? Die Beantwortung dieser Frage ist nicht nur ein Stück Lebensgeschichte des großen Physikers, sondern auch ein Abschnitt aus der Schulgeschichte des beginnenden 19. Jahrhunderts.

GEORG SIMON OHM ist vor 150 Jahren zu Erlangen am 16. März des Revolutionsjahres 1789 geboren. Die Vorfahren waren indes nicht nur in Franken ansässig, der Mannesstamm der OHMS saß schon um 1600 in dem kleinen Orte Westerholt bei Recklinghausen, dem Vest, das damals zu Kurköln gehörte. Erst der Großvater des Forschers wanderte um 1750 nach Süddeutschland aus und machte sich in Erlangen als Schlossermeister, wie es seine Väter waren, selbständig. So finden wir denn im Wesen Georgs manche Züge des Charakters dieser beiden deutschen Stämme: Ausdauer und Zähigkeit als Erbe der fälischen Vorfahren. Humor und Beweglichkeit als Anteil der fränkischen Ahnen.

Die OHMS besitzen zudem mathematisch-naturwissenschaftliche Begabung; schon die Hufschmiede in Westerholt waren zugleich Tierheilkundige. OHMs Bruder Martin war fast fünfzig Jahre Professor der Mathematik in Berlin, der Neffe GEORG SIMON FÜCHTBAUER, des Physikers Patenkind, wurde sein Nachfolger als Rektor der Industrieschule in Nürnberg; dessen Sohn Christian ist heute Ordinarius der Physik in Bonn. Als Nachkommen der norddeutschen OHMS leben zwei Augenärzte, von denen sich der eine, Dr. JOHANNES OHM in Bottrop, durch die Untersuchung des Augenzitterns der Bergleute einen Namen gemacht hat.

So ist es denn nicht zu verwundern, daß der Vater unseres Forschers, der Schlossermeister JOHANN WOLFGANG OHM, in seinen Mußstunden mathematische, naturwissenschaftliche und philosophische Studien trieb; in der Mathematik erwarb er sich solche Kenntnisse, daß er bald seine beiden Söhne Georg und den drei Jahre jüngeren Martin darin unterrichten konnte. Mit welchem Erfolg diese häuslichen Lehrstunden gegeben wurden, zeigt ein Zeugnis, das im Jahre 1804 der damalige Ordinarius der Mathematik in Erlangen, K. E. LANGSDORF, dem 15jährigen Georg ausstellte. Nicht nur in der Elementarmathematik, sondern auch in der Infinitesimalrechnung hatte sich dieser außerordentliche Kenntnisse erworben.

1805 wurde Georg als Student der Mathematik und Naturwissenschaften in Erlangen immatrikuliert, mußte aber nach drei Semestern sein Studium aus geldlichen Gründen unterbrechen; er wanderte zu Fuß nach Gottstadt bei Bern in der Schweiz, um an der Privatschule eines Pfarrers ZEHNDER bis 1809 zu unterrichten. Nach weiteren zwei Jahren, die er als Privatlehrer in Neuenburg bei Neuchâtel zubrachte, kehrte er nach Erlangen zurück und promovierte 1811 dort zum



Dr. phil. Darauf lehrte er drei Semester als Privatdozent der Mathematik in der Heimatstadt, aber die Verhältnisse zwangen ihn bald, sich nach einer Stelle an einer öffentlichen höheren Schule umzusehen. So wurde er denn im Dezember 1812 als Realstudienlehrer an die Realschule nach Bamberg berufen und erlebte hier seine erste große Enttäuschung. Die Schüler waren mit wenigen Ausnahmen zu jeder höheren Bildung ungeeignet, weil ihnen Begabung und Vorbildung fehlten; die Vorgesetzten ließen es ferner an Verständnis und Wohlwollen fehlen. Wenn OHM trotzdem sich zu einem didaktischen Buche mit dem Titel: „Grundlinien zu einer zweckmäßigen Behandlung der Geometrie“ aufschwingen konnte, so zeigte er ein Maß von Idealismus, das ihn über den Durchschnitt der Standesgenossen hinaushob. Im Jahre 1817 sah er sich nach einer ihm besser zusagenden Stelle außerhalb Bayerns um, da hier seine Versuche in dieser Richtung fehlgeschlagen waren.

Die neue Lehrtätigkeit fand OHM in Köln, wohin er im Dezember des Jahres 1817 als Lehrer der Mathematik und Naturwissenschaften an das von der preußischen Unterrichtsverwaltung neu errichtete Kölnische Gymnasium berufen wurde. Es besteht noch heute unter dem Namen Dreikönigsgymnasium. Mehrere Gründe bewogen OHM, die Kölner Stelle anzunehmen. Zunächst schienen die Verhältnisse in mancher Beziehung günstiger zu sein als an der Bamberger Schule. Vor allem hatte die Schule eine physikalische Sammlung, die sich nach der Schilderung, die OHMs Landsmann und Freund GÖLLER entwirft, mit der von jeder Universität messen konnte. Ferner hoffte OHM, daß die für das Rheinland geplante Universität nach Köln kommen würde und er vielleicht dort Dozent werden könne. Endlich verbesserte er sich auch erheblich in seinen Gehaltsbezügen.

Die Kölner Jahre sind für OHM von besonderer Bedeutung geworden. In dem Unterricht, den er dort auf der Oberstufe in der Mathematik und der Physik gab, entfaltete sich sein pädagogisches Talent; er verstand es, Liebe und Interesse für seine Fächer im Herzen seiner Schüler zu erwecken.

Mit Stolz konnte er später darauf hinweisen, daß fast alle Preisträger an der Universität Bonn aus seinem Unterricht hervorgegangen seien. Auch seine Vorgesetzten erkannten seine Leistungen an und ließen ihm nach der damaligen Sitte mehrmals eine besondere Gehaltszulage zukommen. Zu seinen Schülern gehören so bedeutende Leute wie der Mathematiker P. J. LEJEUNE-DIRICHLET, der Nachfolger von GAUSS in Göttingen, ferner der Astronom E. HEISS, der in Münster dozierte. Nebenbei trieb OHM mathematische und physikalische Studien, um sein Wissen zu vervollständigen, so daß er seinem Vater (4. Juni 1820) schreiben konnte: „Ich fühle, daß ich allmählich dem Gipfel dessen, was man jetzt schon in der Mathematik und Physik weiß, näher rücke, und dann denke ich mit größerer Leichtigkeit eigene Untersuchungen betreiben zu können.“ Die physikalische Sammlung der Schule bot ihm Gelegenheit, sich im Experimentieren zu üben, und endlich vervollkommnete er sich im Handwerklichen, um Geräte selbst herstellen und ausbessern zu können.

Ehe OHM aber mit eigenen wissenschaftlichen Leistungen an die Öffentlichkeit trat, bedurfte es eines äußeren Anstoßes. Die Schule füllte sich durch das Aufblühen der Rheinlande in den Friedensjahren mit immer mehr Schülern, ohne daß das Ministerium diesem Umstande Rechnung trug. OHMs Lehrgewissen sträubte sich dagegen, in Klassen mit 120 Schülern zu unterrichten, da ja selbst beim besten Willen an einen Erfolg nicht zu denken war. Es beschloß, mit einer besonderen wissenschaftlichen Leistung hervorzutreten, und hoffte, auf diese Weise eine Professur an einer Universität in Preußen zu erhalten. Daher wandte er sich vom Jahre 1825 dem Galvanismus zu, einem Gebiet, in dem zwar eine Menge Tatsachen bekannt waren, in dem indes der Forschung eine einheitliche Linie fehlte.

Nun beginnen seine Untersuchungen, die schließlich mit der Entdeckung jener „Stromesgleichung“ gekrönt wurden und deren Berichte uns gestatten, dem Forscher am Werk zu beobachten.

OHMs Geräte bei seinen ersten Versuchen waren ein Zink-Kupfer-Trog als Stromquelle, eine magnetische Drehwaage nach COULOMB als Stromzeiger und mehrere Messingdrähte von verschiedener Länge als Widerstand. Die Magnethadel

wurde von dem elektrischen Strome aus ihrer Nord-Südlage gedreht und dann wieder mit Hilfe des Drehkopfes der Waage in die Ausgangsstellung zurückgedreht, also eine Art Nullmethode angewandt. OHM benutzte die Anzahl Grad, um die er rückwärts drehen mußte, als Maß der Stromstärke und bestimmte auf diese Weise den Verlust, den diese Größe erfährt, wenn einmal die Stromquelle „kurz“ geschlossen, also der Strom kaum „geschwächt“ wird, und wenn er dann weiter durch verschiedenen lange Messingdrähte vermindert wird, eine Fragestellung, die uns etwas fernliegt, die aber den Vorteil hat, daß die Spannung der Stromquelle nicht im Verhältnis der Stromstärken enthalten ist. Er faßte drei Gruppen von Versuchen in die mathematische Formel zusammen: $v = m \log(1 + x/a)$, worin v den „Verlust der Kraft“, x die Länge des veränderlichen, a die des unveränderlichen Widerstandes der Zuleitungsdrähte und m eine weitere Konstante bedeutet. Da „die Übereinstimmung der beobachteten mit den berechneten Werten als vollkommen anzusehen ist“, so schloß OHM auf die Richtigkeit der mathematischen Formel, ein Irrtum, den er bald fand. Es handelte sich nämlich um eine Übereinstimmung, die nur für einen verhältnismäßig kleinen Teil der Funktion gilt; sobald OHM einen Messingdraht von 1500 Fuß als Widerstand einschaltete, trat der Unterschied zwischen Rechnung und Messung zutage. Aber nicht nur in der Entdeckung des eigenen Fehlers zeigte sich seine Größe, er fand auch die Ursache seines Mißerfolges in der Eigenschaft der galvanischen Kette, die er von da ab so anschaulich das „Wogen der Kraft“ nannte. Es ist die Unbeständigkeit der Spannung in den einfachen galvanischen Elementen, die nun OHM als erster erkannte und nun dauernd durch Beobachtung und Messung verfolgte.

Daher gelang es ihm bald, die richtige Beziehung zu finden, indem er das unbeständige galvanische Element durch ein Thermoelement ersetzte, dessen elektromotorische Kraft er durch eine beständige Temperaturdifferenz unveränderlich halten konnte; dieser gute Vorschlag stammte übrigens von POGGENDORFF, in dessen Annalen die erste Abhandlung OHMS erschienen war. OHM veröffentlichte die neuen Versuchsreihen, eben die, welche wir oben in der Einleitung erwähnten, im Jahre 1826 in der Zeitschrift seines Landsmannes und Freundes SCHWEIGGER, dem Journal für Chemie und Physik. Aus ihnen fand er das Gesetz:

$$X = a : (b + x),$$

das sich nur in den Buchstaben von der heutigen Formulierung unterscheidet; denn $X = J$ ist die Stromstärke, $a = E$ die elektromotorische Kraft, $b = R_1$ der innere und $x = R_a$ der veränderliche äußere Widerstand. Die Zerlegung des ganzen Widerstandes in den innern und äußeren ist einer der Einfälle, die nur die großen Forscher haben. Damit ist aber der Inhalt dieser wichtigen Abhandlung keineswegs erschöpft; denn OHM gebrauchte allerdings die „Thermokette“ zur Aufstellung der „Stromesgleichung“, er ließ indes die wichtigere galvanische Kette nicht aus den Augen. Einmal zeigte er, wie man die Beziehung zwischen Länge und Querschnitt eines Leiters auch mit der unbeständigen Stromquelle finden kann, wie man mit ihr weiter die Leitfähigkeit verschiedener Metalle untersucht; dann aber gab er auch sofort einige Anwendungen seiner Formel bekannt. U. a. hatte der Bonner Chemiker BISCHOF mit Hilfe einer galvanischen Säule (= Batterie aus vielen Elementen mit großer Spannung) „Wassersetzungsversuche“ angestellt und die Menge der entstehenden Gase gemessen. Es zeigte sich nun, daß diese nicht verhältnisgleich der Anzahl der in der Säule vorhandenen Elemente war, sondern hinter ihr zurückblieb; OHM konnte dartun, daß diese Erscheinung sich durch den inneren Widerstand der Elemente erklären läßt. Er berechnete aus BISCHOFs Angaben sowohl diesen, als auch die entstehenden Gasmengen in Übereinstimmung mit den bestimmten. Zum Schluß gab OHM eine Theorie des von POGGENDORFF und SCHWEIGGER erfundenen Multiplikators, der seinem Namen so wenig Ehre zu machen schien; er fand an Hand seiner Gleichung, daß der Eigenwiderstand dieses Meßinstruments seine Anzeigen in entscheidender Weise beeinflußte, eine Tatsache, die er durch zwei Parallelversuche bestätigen konnte.

Diese zweite Kölner Arbeit gehört zu den besten, die in dieser Zeit von Physikern verfaßt worden sind. In der Klarheit der Begriffe und der Gedankengänge, sodann in ihrer echt naturwissenschaftlichen Methode läßt sie sich ebenbürtig neben die eines

GAUSS über die Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus stellen; geschichtlich ist sie vor allem deshalb wichtig, weil sie den Beweis führt, daß OHM sein Gesetz nicht durch mathematische Deduktionen, wie eine besonders von den Franzosen verbreitete Legende wahrhaben will, sondern auf experimentellem Wege gefunden hat.

Noch im gleichen Jahr erschien eine weitere Abhandlung OHMS in den Annalen, in der er auf theoretischem Wege die Folgerungen aus dem von ihm inzwischen gefundenen Gesetz des Spannungsabfalls auf einem stromdurchflossenen Leiter zog, ohne die zugehörigen Versuche zur Bestätigung seiner Behauptungen zu vernachlässigen. Diese dritte unter den Kölner Abhandlungen wurde von dem Berliner Ordinarius der Physik, ERMANN, so günstig beurteilt, daß das preußische Kultusministerium den von OHM erbetenen Urlaub von einem Jahr bewilligte.

Es drängte OHM, seine Entdeckungen, die ihm in so kurzer Zeit und, wie er selbst wohl wußte, mit solchem Erfolge gelungen waren, einem größeren Leserkreis im Zusammenhang und mit einer tieferen Begründung darzulegen. Die Frucht dieser Bemühungen ist sein Buch: „Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet“, das er in den Wintermonaten 1826/27 im Hause seines Bruders Martin in Berlin verfaßte und das mit einem Vorwort vom 1. Mai 1827 in Berlin bei T. H. Riemann erschien. Das Werk ist für jeden, der OHM aus den früheren Arbeiten als Experimentator kennengelernt hat, unbefriedigend, da die Versuche nur eben erwähnt, der Anschluß an die physikalische Wirklichkeit also fehlt und dafür eine „Theorie“ geboten wird. Immerhin finden sich eine Reihe Formulierungen, die Schule gemacht haben; so prägte OHM den Namen „Spannungsgefälle“ für die Änderung der Spannung auf dem stromdurchflossenen Leiter, ferner gab er die fast in alle Lehrbücher übergegangene bildliche Darstellung dieses Sachverhaltes durch Geraden mit verschiedener Steigung; es finden sich u. a. auch die Verzweigungsregeln des Stromes, wenn zwei Verzweigungspunkte gegeben sind — sie werden meist KIRCHHOFF zugeschrieben, der sie aber nur für viele Punkte verallgemeinert hat, während OHM sie schon in einer kurz vor seinem Buch erschienenen Arbeit für drei Zweige abgeleitet und durch Versuche bestätigt hatte. Die im Hauptteil des Buches gebotene Deduktion schließt sich eng an die theoretischen Arbeiten FOURIERS und POISSONS über Wärmeleitung an und behandelt die elektrische Leitung als einen Sonderfall. Originell ist der Verfasser eigentlich nur in dem „Anhang“, in dem er versucht, das „Wogen der Kraft“ in mathematische Formen zu bannen.

Das Buch hatte zunächst keinen Erfolg, die wenigen Besprechungen, die erschienen, waren fast alle zurückhaltend, eine sogar, die seines Fachkollegen G. F. POHL, direkt ablehnend, da er, ein Anhänger HEGELS, darin OHM als Vertreter einer durchaus falschen Naturforschung anprangerte. Nach wenigen Jahren war die Auflage „Makulatur“ geworden, wie der Verleger OHM mitteilte.

OHM, der von der Tragweite seiner Entdeckung überzeugt war, hatte sich außerdem in der Hoffnung gewiegt, daß man ihm nun eine Professur an einer Hochschule verleihen würde; darum war seine Enttäuschung um so größer, als der damals allmächtige Mann im Ministerium Altensteins, der in der Schulgeschichte Preußens bekannte Geheimrat JOHANNES SCHULZE ihm statt dessen eine nur mit 300 Talern bezahlte Stelle als Repetitor an der Kriegsschule anbieten ließ. Das Ende sich lange hinziehender, ärgerlicher Verhandlungen war, daß OHM in seinem Unmut auf seine Kölner Stelle verzichtete und, der Not gehorchend, die Berliner annahm, da er die Hoffnung nicht aufgab, daß er trotz SCHULZE sein Ziel erreichen würde.

Diese Erwartung war leider trügerisch; OHM verbrachte fast sieben Jahre in Berlin, zunächst in recht bedrängten Verhältnissen, die sich erst vor seinem endgültigen Wegzug 1833 besserten. Aber die Zeit war für die wissenschaftlichen Leistungen OHMS nicht verloren: Zehn, zum Teil recht umfangreiche Abhandlungen erschienen, fast alle in SCHWEIGGERS Journal, in denen OHM auf die mannigfaltigste Weise für die Gesetze eintrat und ihre Bedeutung seinen Zeitgenossen darzulegen versuchte. So führte er in einer Arbeit aus dieser Zeit seine Untersuchungen über den Multiplikator weiter, gab in dieser zum erstenmal in der Gestalt eines ein Fuß

langen Kupferdrahtes vom Querschnitt einer Quadratlinie eine Widerstandseinheit an, eichte den Multiplikator usw. In einer anderen Abhandlung erklärte er mit Hilfe seiner Theorie das Phänomen der „unipolaren“ Leiter, das von ERMAN zuerst beobachtet worden war. Endlich unterzog er in einer Arbeit die von G. TH. FECHNER mit galvanischen Elementen gemachten Versuche einer sorgfältigen Prüfung, die in der Feststellung gipfelte, daß sie auch für diese Stromquellen die Richtigkeit seines Gesetzes bestätigten. Aber außer FECHNER fand OHM in den Berliner Jahren keinen Mitarbeiter; selbst POGGENDORFF, der ihn doch als den Verfasser mehrerer Abhandlungen aus den Jahren 1825/26 kannte, nahm sich seiner nicht an, so daß der Erfolg dieses Kampfes um die Anerkennung in dieser Zeit nur gering war. Ja, als OHM 1833 von König Ludwig I. an das Polytechnikum in Nürnberg berufen wurde und zu gleicher Zeit sein treuer Kampfgenosse FECHNER durch eine langwierige Krankheit sich jeder Arbeit enthalten mußte, wäre die „Theorie“ OHMS, der sich, durch Berufsarbeit überhäuft, mit ihr nicht weiter beschäftigen konnte, beinahe in Vergessenheit geraten, wenn nicht CL. S. M. POUILLET im Jahre 1837 der Pariser Akademie eine Arbeit vorgelegt hätte, in der er das Gesetz der Stromstärke gleichsam noch einmal entdeckte.

Mit dieser Abhandlung war der Bann gebrochen: die Physiker aller Länder, vor allem POGGENDORFF, erinnerten sich OHMS und seiner Leistung, und in kurzer Zeit erlangte er Weltgeltung. Im Jahre 1841 erhielt er die höchste damalige Auszeichnung, die goldene Copley-Medaille, von der Royal Society in London, und mehrere wissenschaftliche Akademien ernannten ihn zum korrespondierenden Mitglied. Auch die „galvanische Kette“ wurde ans Licht geholt und ins Englische, Italienische und Französische übersetzt.

Diese fast überraschende Wendung zeigt von neuem, daß jede neue Erkenntnis auch von den Fachleuten erst dann anerkannt wird, wenn man ihr die angemessene Form gegeben hat. Gerade darin besteht die Leistung POUILLETS: statt der „Thermokette“ benutzte er das Daniellelement, das OHM schon 1832 kannte, dessen Bedeutung als eines konstanten galvanischen Elementes er aber unterschätzt hatte; auch das Meßinstrument POUILLETS, die Tangenten- bzw. Sinusbusssole, ist der Drehwaage in der einfachen Anfertigung und Handhabung überlegen. Im übrigen berühren sich OHMS und POUILLETS Gedankengänge in manchen Punkten, ohne daß es allerdings der französische Forscher für nötig hielt, OHMS Namen zu erwähnen, sei es, daß er ihn wirklich nicht kannte, sei es, daß er ihn in kleinlicher Eifersucht verschwieg.

In den Nürnberger Jahren 1833—1849 gelang OHM noch eine weitere grundlegende Entdeckung, die der Nachwelt ganz entfallen ist, da ein anderer Physiker, HELMHOLTZ, sie mit seinem Ruhme bedeckt. Der jüngere SEEBECK veröffentlichte in den Annalen eine Arbeit, in der er Versuche mit einer Lochsirene beschrieb, auf deren Umfang die Löcher nicht in gleichen Abständen angebracht waren. Die Erklärung der auf diese Weise erzeugten Klänge gab OHM und entdeckte, als Unmusikalischer, das wichtige Gesetz der Obertöne, indem er mit Hilfe der FOURIERschen Reihen die Schwingungszahl und Intensität der Einzeltöne berechnete (1843), gewiß eine besonders eigenartige Leistung.

Im Jahre 1849 wurde OHM endlich als Universitätsprofessor nach München berufen und erreichte so doch das Ziel, das ihm sein ganzes Leben vorgeschwebt hatte. Er starb am 6. Juli 1854.

Es hieße Wasser in den Rhein tragen, wenn man über die Bedeutung der OHMSchen Gesetze für Wissenschaft und Technik viele Worte machen wollte; es scheint, daß es uns in seiner Allgegenwart bei allen Erscheinungen der elektrischen Ströme etwas so vertraut geworden ist und wir nicht recht fassen können, wie man es einst bezweifeln konnte.

OHM selbst war in der glücklichen Mischung seiner Begabung als Physiker und Mathematiker stets darauf aus, den gesetzlichen Zusammenhängen in der Natur nachzuspüren, Ordnung in die Buntheit der Erscheinungen zu bringen. So erklärt es sich, daß neue Tatsachen von ihm nicht gefunden wurden, daß er dafür die bekanntesten zu einem Ganzen zu fassen verstand, sie „unter die Einheit des Gedankens zu stellen“ wußte, wie er es selber ausdrückte. Zum Aufspüren von

neuen Erfahrungen und zum Verfolgen origineller Gedankengänge fehlte ihm eine Dosis schöpferischer Phantasie, wie sie z. B. FARADAY in so reichem Maße besaß.

Die Lehrer der Physik an den höheren Schulen Deutschlands sind stolz darauf, daß er einer der Ihrigen war, daß er, von ähnlichen Nöten wie sie bedrängt, sich nicht hat unterkriegen lassen. Aber auch ganz Deutschland hat in diesen Tagen des großen Forschers gedacht, der stets bei seinen Arbeiten betonte, daß er sich zum Ziel gesetzt habe, den Vorrang Frankreichs und Englands auf dem Gebiet der Physik zu brechen. Besonders Köln, wo er die entscheidenden Jahre seines Lebens zubrachte, ehrte den einstigen Mitbürger; eine Bronzetafel mit OHMS Bildnis wurde an dem Hause in der Marzellenstraße 32 enthüllt mit der Inschrift:

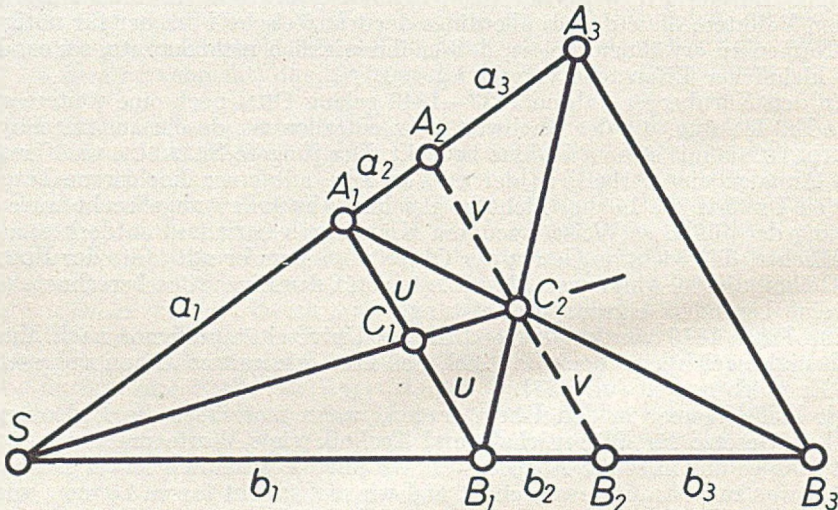
„Georg Simon OHM entdeckte in diesem Hause als Lehrer am alten Kölnischen Gymnasium im Jahre 1826 das Grundgesetz der elektrischen Ströme. Die Hansastadt Köln weihte dem großen Physiker zum 16. März 1939, seinem 150. Geburtstage, diese Tafel.“

Literatur: Ritter VON FÜCHTBAUER, Obersta. D. GEORG SIMON OHM. Ein Forscher wächst aus seiner Väter Art. VDI.-Verlag Berlin. GEORG SIMON OHM als Lehrer und Forscher in Köln 1817—1826. Festschrift zur Wiederkehr seines 150. Geburtstages. Herausgegeben vom Kölnischen Geschichtsverein in Verbindung mit der Universität und dem Staatlichen Dreikönigsgymnasium in Köln. Ostwalds Klassiker Nr. 244: Das Grundgesetz des elektrischen Stromes. Drei Abhandlungen von GEORG S. OHM und G. TH. FECHNER. Herausgegeben von C. PIEL. Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig 1938.

Zur Geometrie im Gelände.

Von GEORG HEUSSEL in Gießen.

Im folgenden soll eine Aufgabe in etwas allgemeinerer Form betrachtet werden, die Herr W. GERMAN in Nr. 3 dieser Zeitschrift auf Seite 108 behandelt hat. Sie lautet auf Grund der Bezeichnungen der diesem meinem Aufsatz beigefügten Abbildung so:



In A_1, B_1 und A_3 sind Fluchtstäbe aufgestellt. Es soll ein Punkt B_3 so gefunden werden, daß $A_3B_3 \parallel A_1B_1$ wird.

Für diese Aufgabe gibt es im Gelände eine ganze Reihe von Lösungen. Sinn und Inhalt bekommt sie für den Mathematiker erst dann, wenn die Hilfsmittel angegeben sind, die für die Lösung herangezogen werden dürfen.

In der Geometrie des Geländes bedeutet „Punkt“ eine senkrechte Strecke (Fluchtstab), „Gerade“ eine senkrecht im Raum stehende Ebene. Das nur nebenbei!

Durch „Visieren“ kann zunächst die Aufgabe gelöst werden:

Zu zwei Punkten (etwa A_1 und A_3 in unserer Abbildung) kann stets ein Punkt (S) gefunden werden, der auf der Verlängerung der durch die beiden Punkte bestimmten Strecke liegt.

Zweimalige Anwendung dieses Verfahrens (zuerst auf A_1 und A_3 , dann auf A_1 und S) löst die Aufgabe:

Zu zwei Punkten (A_1 und A_3) kann stets ein Punkt (A_2) gefunden werden, der auf der durch die gegebenen Punkte bestimmten Strecke liegt.

Das fassen wir zusammen, indem wir als möglich und erlaubt erklären, die

Operation 1: Zu zwei gegebenen Punkten können weitere Punkte der durch die beiden Punkte bestimmten Geraden innerhalb und außerhalb der durch die beiden Punkte bestimmten Strecke angegeben werden.

Somit lassen sich im Gelände zwar beliebig viel Punkte einer Punktreihe, nicht aber die Gerade, der Träger dieser Punktreihe, verwirklichen.

Weiter ist im Gelände das „Einvisieren eines Fluchtstabes (B_3) in zwei Fluchtlinien“ (A_1C_2 und SB_1) üblich. Als möglich und erlaubt gilt damit:

Operation 2: Es kann der gemeinsame Punkt zweier Punktreihen angegeben werden.

Auf Grund der Operationen 1 und 2 kann man im Gelände ohne einen Gehilfen alle ebenen projektiv-linearen Konstruktionen, d. h. diejenigen, die auf dem Zeichenblatt allein mit dem Lineal lösbar sind, ausführen.

Zu diesen gehört die von Herrn GERMAN behandelte affin-lineare Aufgabe nicht. Um sie zu lösen, ist noch ein weiteres Verfahren nötig. Zum Beispiel können wir mit Herrn GERMAN als möglich und erlaubt ansehen:

Operation 3: Zu zwei gegebenen Punkten (A_1 und B_1) kann der Punkt (C_1) auf der durch die Punkte bestimmten Strecke gefunden werden, der von den gegebenen Punkten gleichweit entfernt ist.

An Stelle dieser Streckenhälfte könnte geradesogut die Streckenverdopplung dienen. Wie die Operation 3 oder eine ihr gleichwertige ausgeführt wird, mit dem Meßband oder auf irgendeine andere Art, spielt hier keine Rolle. Die Festlegung der Parallelen entsprechend unserer Aufgabe vollzieht sich dann so:

C_1 nach Operation 3,

S nach Operation 1,

C_2 nach Operation 2,

B_3 nach Operation 2.

Daß dann A_2B_3 parallel zu A_1B_1 ist, muß bewiesen werden. Bei der Eigenart der Aufgabe ist zu erwarten, daß dieser Beweis sich mit affin-linearen Sätzen führen läßt, und daß ein Umweg über das vollständige Viereck, schiefwinklige Achsenkreuz, oder die Metrik des rechten Winkels (h_a usw. in dem Aufsatz des Herrn GERMAN) nicht nötig ist, mag er auch interessant sein. Man braucht zum Beweis nur die Hilfsgerade A_2B_2 durch C_2 parallel zu A_1B_1 . Mit den Bezeichnungen unserer Abbildung gilt dann:

Aus $A_1C_1 = B_1C_1$ folgt zunächst $A_2C_2 = B_2C_2$ (Scheitel S).

Weiter ist:

$$(1) \frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2} \text{ (Scheitel S),}$$

$$(2) \frac{a_2 + a_3}{a_3} = \frac{2u}{v} \text{ (Scheitel } A_2),$$

$$(3) \frac{b_2 + b_3}{b_3} = \frac{2u}{v} \text{ (Scheitel } B_3).$$

Aus den beiden letzten Gleichungen und (1) folgt:

$$\frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2} = \frac{a_3}{b_3}$$

und daraus (Scheitel S)

$$A_3B_3 \parallel A_2B_2 \parallel A_1B_1 \text{ w. z. b. w.}$$

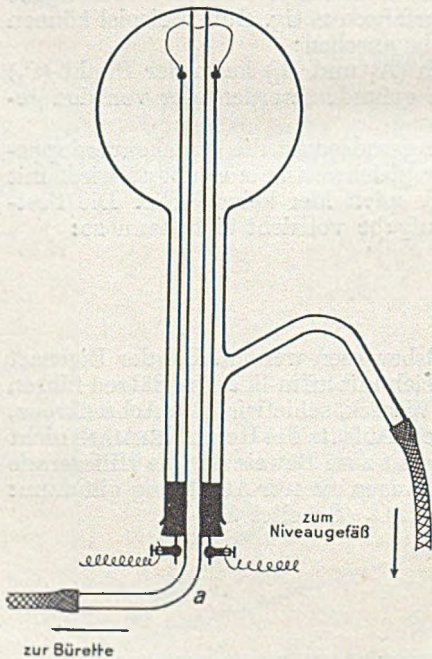
Die Lösung der Aufgabe, auf die der Schüler EBERHARD SCHMITT gestoßen ist, beruht danach auf nichts weiter als der bekannten Eigenschaft des Trapezes, die sich allein mit den Strahlensätzen beweisen läßt:

Im Trapez hälftet die Verbindungsgrade des Schenkelschnittpunktes mit dem Diagonalschnittpunkt die Grundseiten.

Der Gasreaktionskolben.

VON WALTHER FRANCK in Hamburg.

Das hier beschriebene Gerät ist ein einfacher, selbst zu beschaffender Ersatz für die von RISCHEBIETH in den Schulunterricht eingeführte Glühdrahtpipette¹⁾. Sein Hauptteil ist ein umgekehrt am Stativ befestigter Destillierkolben aus Jenaer Duranglas von 300—500 cm³ Inhalt. Das Ableitungsrohr ist verkürzt und in 5—6 cm Entfernung vom Kolbenhals nach unten abgebogen. An ihm ist durch einen Schlauch ein Niveaugefäß befestigt. Der Kolbenhals ist mit einem Gummistopfen verschlossen, durch den das Glasrohr a aus Duranglas und zwei dicke Kupferdrähte hindurchgezogen sind. Das obere Ende des Glasrohrs berührt fast die Wölbung der Kolbenkugel. An den beiden Kupferdrähten ist oben durch zwei kleine Klemmschrauben eine Platindrahtschlinge befestigt, die sich nach oben wölbt, aber ungefähr 1,5 cm vom Kolbenboden entfernt bleibt. An ihrem unteren Ende werden die Kupferdrähte durch Klemmschrauben mit der elektrischen Leitung verbunden.



Vor der Ausführung der Versuche läßt man durch das Niveaugefäß Wasser in den Kolben fließen. Es drängt die Luft durch das Rohr a hinaus und füllt schließlich auch dieses Rohr. Man muß hierbei darauf achten, daß der Kolben vollständig mit Wasser gefüllt wird; gegebenenfalls dreht und verschiebt man das Rohr a etwas. Ein kleines Luftbläschen von einigen Kubikmillimetern Inhalt beeinträchtigt natürlich das Ergebnis nicht. Wenn das Rohr a mit Wasser gefüllt ist, verschließt man das Schlauchstück durch eine Schlauchklemme. Darauf verbindet man diesen Schlauch mit der Gasbürette, öffnet die Klemme und drückt, wenn man die Wassersynthese ausführen will, 100 cm³ Luft in den Gasreaktionskolben. Dann füllt man die Bürette mit Wasserstoff (30 cm³), schaltet den Strom ein, daß der Platindraht dunkelrot aufleuchtet und läßt nun langsam wie in der Glühdrahtpipette Wasserstoff in den Kolben strömen. Es empfiehlt sich, den Platindraht noch zwei Minuten lang nach der Beendigung der Wasserstoffeinleitung glühen zu lassen, damit die Gase vollständig miteinander reagieren. Nach dem Ausschalten des Stroms kann man den Gasrest sofort in die Bürette zur Messung zurücksaugen. Der Gasreaktionskolben hat gegenüber der Gasbürette zwei Vorzüge: er ist billiger, und die Gefahr des Springens ist bei ihm geringer, weil sich an der Stelle der stärksten Erwärmung eine einfache Wölbung und keine Verschmelzungsstelle befindet.

¹⁾ Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht, 34, S. 210. — RISCHEBIETH, Quantitative chemische Versuche, Hamburg, Verlag Boysen & Maasch.

Bestimmung der Erdbeschleunigung als Beispiel einer schulgemäßen Feinmessung.

Von OTTO BRANDT in Berlin. Staatliche Hauptstelle f. d. naturwissenschaftlichen Unterricht.

Die erreichbare Genauigkeit bei Messungen mit der Stoppuhr ist beschränkt einerseits durch die Weite des Zeigersprunges, andererseits durch die Schwankung in der persönlichen Zeitgleichung ihres Benutzers, die auch bei größter Sorgfalt einen Fehlerspielraum der Meßwerte verursacht, der nicht viel unter $\frac{1}{5}$ s hinabzudrücken ist. Es hat also auch keinen Zweck, eine Uhr mit kleinerem Zeigersprung zu benutzen. Wegen der besseren Ablesbarkeit hat sich bei den Taschen-Stoppuhren trotzdem die $\frac{1}{10}$ -s-Uhr durchgesetzt. Uhren mit $\frac{1}{50}$ - oder gar $\frac{1}{100}$ -s-Teilung zeugen aber von einer groben Verkenntnis der Sachlage. Dem Nachteil des höheren Preises und der größeren Empfindlichkeit steht keinerlei Vorteil gegenüber. Der Vergleich mit der „leeren Vergrößerung“ in der Optik beim sinnlosen Gebrauch zu starker Okulare ist naheliegend.

Die wünschenswerte Genauigkeit einer Zeitmessung richtet sich ganz nach dem beabsichtigten Zweck. Im Schulunterricht sind die Ansprüche an die Meßgenauigkeit im allgemeinen nicht groß, und bei der Beschaffung einer Stoppuhr müssen daher andere Gesichtspunkte im Vordergrund stehen. Jeder Physiklehrer hat mit der Taschen-Stoppuhr seine bitteren Erfahrungen machen müssen. Sie ist sehr stoßempfindlich und hat kein langes Leben, wenn sie nicht mit besonderer Sorgfalt gepflegt wird. Außerdem übt die Stoppuhr auf unsere sportbegeisterte Jugend eine sehr große Anziehungskraft aus und wird gern — so oder so — entliehen. Sorgsame Aufbewahrung und allgemeine Zugänglichkeit für die unterrichtenden Lehrer lassen sich aber nur in sehr gut geleiteten Sammlungen in Übereinstimmung bringen. Leider kann die Stoppuhr aus obigen Gründen als Gerät für Schülerübungen nicht in Vorschlag gebracht werden, und als Zeitmeßgerät im Vorführunterricht ist sie denkbar ungeeignet, da die Schüler — besonders bei den großen Klassen der Mittelstufe — die Messung nicht verfolgen können. Große Vorführstoppuhren, wie sie schon seit Jahren empfohlen und eingeführt sind, haben alle die eben erwähnten Nachteile nicht. Der Zeigersprung von $\frac{1}{3}$ s (feiner können sie wegen der großen Drehmasse nicht gearbeitet werden) ist kein entscheidender Mangel, da, wie gesagt, die Genauigkeitsansprüche im Schulunterricht sowieso gering sind.

Nun scheint sich in der Herstellung von Vorführungsstoppuhren eine neue Entwicklung anzubahnen. Wie bei den Wand- und Tischuhren, bewährt sich der Synchronmotor als Uhrenantrieb. Seine Eigenschaft, die Umlaufzahl genau gleich, zu halten, hatte ihm auch schon früher im Physikunterricht, z. B. zum Schreiben von Zeitmarken und zur Kurzzeitmessung, eine bedeutsame Rolle zugewiesen. Die Schaffung eines Gerätes, das mit diesen Aufgaben des Synchronmotors gleichzeitig diejenigen der Stoppuhr übernimmt, dürfte m. E. für den Physikunterricht recht fruchtbar werden.

Die hohe Ablesegenauigkeit, die ich bei einer der Konstruktionen vorfand und zu deren Ausnutzung eine elektrische Betätigung des Stoppmechanismus vorgesehen ist, reizt natürlich dazu, auch geeignete Schulversuche genauer zu gestalten. Es ist dann allerdings festzustellen, daß der Wert des Gerätes doch mehr in der guten Ablesbarkeit und der vielseitigen Verwendbarkeit liegt, als in der hohen Meßgenauigkeit. Man muß geradezu nach einem Schulversuch suchen, bei dem die Genauigkeit überhaupt einigermaßen sinnvoll ausgenutzt werden kann. Bei dem Bestreben, dennoch eine Genauigkeitsprobe zu machen, fiel die Wahl auf eine Bestimmung der Erdbeschleunigung. Hier wird man es vielleicht begrüßen, ein Verfahren vorführen zu können, das mit Sicherheit aus jeder einzelnen Messung einen Wert zwischen 980 und 982 cm/s^2 liefert. Die didaktisch wertvolleren, unmittelbaren Messungen am freien Fall erlauben es nicht, unter einen Fehler von einigen Prozent zu kommen, da die Fallzeit klein ist und der relative Fehler daher auch bei einer sehr genauen Zeitmessung verhältnismäßig groß wird. Es bleibt also das mittelbare Verfahren der Schwingzeitmessung eines Pendels. Das Reversionspendel

kommt für die Schule nicht mehr in Frage, da das physikalische Pendel im Lehrstoff keine Beachtung mehr findet. Es ist auch durchaus zu entbehren, da ein Zweifadenpendel ausreichend genau arbeitet und in seiner Wirkungsweise leicht verständlich ist. Der Pendelkörper führt in sich keine Drehung aus und jeder Punkt des Körpers beschreibt einen Bogen mit gleich großem Radius, der gleich der Fadenlänge ist (Abb. 1). Größe, Form und Gewicht des Körpers haben auf die Schwingdauer T daher keinerlei Einfluß. In die Gleichung

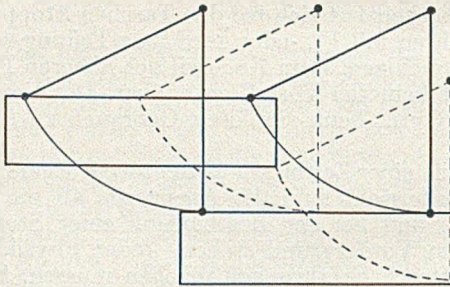


Abb. 1. Alle Punkte des Zweifadenpendels schwingen auf Kreisbögen von gleichem Radius. Pendellänge ist daher die reine Fadenlänge.

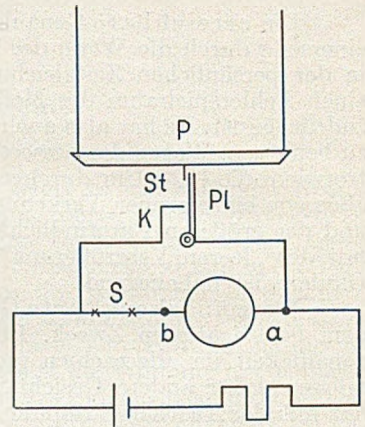


Abb. 2. Vorrichtung zur elektrischen Betätigung der Stoppuhr. P = Pendel; St = Stift; Pl = leichte umklappbare Platte; K = Kontaktstift; S = Schalter.

(1) $g = 4 \pi^2 l / T^2$
 wird also die reine Fadenlänge l eingesetzt.

Die Abschätzung des zu erwartenden Fehlerspielraumes zeigt folgendes Ergebnis: Bei einer Fadenlänge von etwa 1 m kann man noch auf weniger als $\frac{1}{2}$ mm genau mit dem Maßstab messen. Der relative Fehler dl/l ist also kleiner als etwa $\frac{1}{2} \cdot 10^{-3}$. Für den relativen Fehler dg/g folgt aus (1): $\frac{dg}{g} = \frac{dl}{l} - 2 \frac{dT}{T}$.

Der relative Fehler dT/T der Zeitmessung geht also mit dem doppelten Betrag ein. Wenn er dem der Längenmessung entsprechen soll, dann darf er nicht mehr als $\frac{1}{4} \cdot 10^{-3}$ betragen. Mit der in Abb. 2 dargestellten Schaltung kann man nun unschwer innerhalb eines Fehlerspielraumes von $\frac{1}{50}$ s bleiben. Da der Fehler dT beim An- und Abstoppen additiv ist, läßt sich dT/T durch Verlängerung von T beliebig klein machen. Bei einer Gesamtzeit T von etwa 100 s (etwa 50 Schwingungen), ist dT/T etwa $\frac{1}{5} \cdot 10^{-3}$. Die Fehlerschwankung des Ergebnisses bleibt also unter $1 \cdot 10^{-3}$, wenn keine weiteren unerwarteten Fehlerquellen auftauchen.

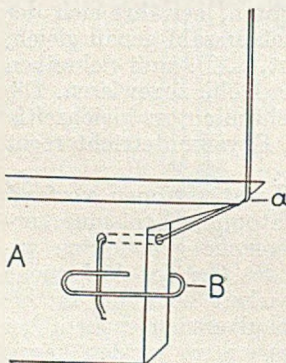


Abb. 3. Befestigung des Pendelkörpers. B = Büroklammer.

Versuchsanordnung: In Abb. 2 ist P der Pendelkörper, St ein daran befestigter Stift, der in der Ruhelage des Körpers genau an der leichten umklappbaren Platte P anliegt. Schwingt der Körper zum ersten Male durch die Ruhelage, so wirft er die Platte um und öffnet damit den Kontakt zwischen K und Pl. Die vorher kurzgeschlossene Uhr wird eingeschaltet. Man löst die Verbindung von a und legt sie nach b. Nach dem vorletzten Durchgang des Pendels durch die Ruhelage (von rechts nach links) legt man schnell Pl wieder an K und öffnet den Schalter S. Beim darauffolgenden Durchgang (von

1) Nicht in allen Netzen wird die Frequenz des Wechselstromes genau konstant gehalten. Dann ist eine solche Genauigkeit nicht zu erreichen. — Es sei vermerkt, daß vorliegender Versuch ein recht brauchbares Beispiel der Auswertung einer Fehlerrechnung ist.

links nach rechts) wird nun genau nach einer ganzen Zahl von Schwingungen der Kontakt aufgehoben und die Uhr stillgesetzt.

Als Pendelkörper diene ein Stück Messingband von etwa 20 cm Länge (Abb. 3). Korrekturen wegen des Luftauftriebes und des Luftwiderstandes sind bei der hohen Dichte des Metalls nicht notwendig. Die Aufhängung am Faden muß so geschehen, daß ein genau bestimmter Drehpunkt vorhanden war. Dazu diene die bei a angefertigte Schneide. Eine entsprechende (am einfachsten aus Holz) befindet sich am anderen Ende des Fadens. Einige Sorgfalt war bei der Wahl des Fadens geboten. Er darf nur wenig Längsdehnung zeigen ²⁾, darf aber auch nicht zu steif sein, da sonst der Knickpunkt unbestimmt wird. Es bewährte sich, an ein Mittelstück aus kräftigem Zwirn kurze Endstücke aus dünnem Nähgarn anzuknoten. Weiterhin ist darauf zu achten, daß das Pendel an einem festen Gestell, am besten an der Wand, aufgehängt wird. Schwingt das Gestell nur ganz wenig mit, so wird die Messung falsch.

Meßbeispiel: Die abgelesenen Zeiten waren je Versuchsreihe innerhalb der Ablesegenauigkeit einander gleich, so daß es sich erübrigt, Meßreihen anzuführen.

1. Fadenlänge $l = 100,00$ cm; 50 Schwingungen in $100,30$ s; $T = 2,0060$ s; $g = 981,1$ cm/s².
2. Fadenlänge $l = 100,10$ cm; 100 Schwingungen in $200,66$ s; $T = 2,0066$ s; $g = 981,4$ cm/s².
3. Fadenlänge $l = 100,00$ cm (besonders sorgfältig eingestellt); 100 Schwingungen in $200,57$ s; $T = 2,0057$ s; $g = 981,4$ cm/s².
(Sollwert für Berlin $981,3$ cm/s².)

Zum Taylorschen Satz.

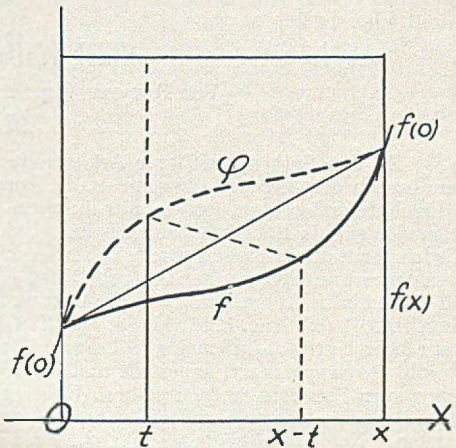
Von TH. WEITBRECHT, Stuttgart.

Wenn man in der Schule überhaupt noch dazukommt, den Taylorschen Satz zu bringen, so muß man den kürzesten und anschaulichsten Weg wählen. Dies ist der von PRONY (1805) ¹⁾ angegebene, der allerdings von K. FLADT auch unter die deus-ex-machina- oder Ei-des-Kolumbus-Methoden gerechnet wird. Dieser Charakter kann ihm weithin genommen werden, wenn man ihn anschaulich-psychologisch unterbaut. So wird wenigstens der natürlich unumgängliche „Einfall“ verständlich.

Aufgabe. Von einer Funktion und ihren sämtlichen Ableitungen kennt man die Werte an der Stelle $x = 0$. Welchen Wert hat die Funktion an der Stelle x ?

Auflösung. 1. Versuch. Gehen wir auf der Funktionskurve von 0 bis x , so durchlaufen wir die Erhebung

$$\int_0^x f'(t) dt.$$



Die Produktintegration ergibt $t \cdot f'(t) \Big|_0^x - \int_0^x t f''(t) dt = x f'(x) - f$.

Da wir $f'(x)$ nicht kennen, so ist der Versuch fehlgeschlagen. Statt $f'(x)$ sollten wir $f'(0)$ verwenden können, also die Ableitungen an den Stellen 0 und x vertauschen. Dann können wir aber nicht mehr auf der Funktionskurve bleiben. Das muß aber

²⁾ Sonst überlagern sich winzige Längsschwingungen, die das Ergebnis fälschen.
¹⁾ K. FLADT, ZmnU., LXIV, S. 107.

auch nicht sein; wir brauchen nur eine Kurve, die zwischen 0 und x dieselbe Erhebung liefert.

2. Versuch. Wir versuchen es mit einer Kurve, die an der Stelle 0 dieselbe Richtung hat, wie die ursprüngliche Kurve an der Stelle x. Die eingezeichneten Tangentenstücke legen den Einfall nahe, es mit der hinsichtlich des Schnenmittelpunkts zur ursprünglichen zentrisch symmetrischen Kurve zu versuchen. Ein Blick auf die Figur zeigt sofort ihre Gleichung: $\varphi(t) = f(0) + f(x) - f(x-t)$, somit

$$\begin{aligned} \varphi'(t) &= f'(x-t); & \varphi''(t) &= -f''(x-t); \\ \varphi'''(t) &= f'''(x-t); & \varphi^{IV}(t) &= -f^{IV}(x-t) \text{ usw.}, \end{aligned}$$

also $\varphi(0) = f(0)$; $\varphi(x) = f(x)$, aber $\varphi'(x) = f'(0)$; $\varphi''(x) = -f''(0)$; $\varphi'''(x) = f'''(0)$ usw.

Die Erhebung wird nun

$$\begin{aligned} f(x) - f(0) &= \int_0^x \varphi'(t) dt = t \cdot \varphi'(t) \Big|_0^x - \int_0^x t \varphi''(t) dt = x f'(0) - I_1 \\ -I_1 &= -\frac{t^2}{2} \varphi''(t) \Big|_0^x + \int_0^x \frac{t^2}{2} \varphi'''(t) dt = \frac{x^2}{2} f''(0) + I_2 \\ I_2 &= \frac{t^3}{3!} \varphi'''(t) \Big|_0^x - \int_0^x \frac{t^3}{3!} \varphi^{IV}(t) dt = \frac{x^3}{3!} f'''(0) - I_3. \end{aligned}$$

Addiert man nun links und rechts unter Weglassung der beiderseits gleichen Integrale, so erhält man, wenn man noch $f(0)$ nach rechts bringt

$$f(x) = f(0) + x f'(0) + \frac{x^2}{2!} f''(0) + \frac{x^3}{3!} f'''(0) - \int_0^x \frac{t^3}{3!} \varphi^{IV}(t) dt.$$

Die Schüler erkennen sofort, wie es weiter ginge und daß

$$R_n(x) = \int_0^x \frac{t^n}{n!} f^{(n+1)}(x-t) dt \text{ wird.}$$

Carl Wilhelm Scheele.

Von RUDOLF WINDERLICH in Oldenburg i. O.

(Schluß.)

Zu den Sorgen greifbarer Art gesellte sich die Sorge um sein Hauptwerk. In den Abhandlungen der Akademie konnte er die Summe seiner Versuche und Gedanken, die sich über Jahrzehnte erstreckten, um des nur knappen verfügbaren Raumes willen nicht veröffentlichen, er mußte sie als Buch erscheinen lassen. Bald nach seinem Eintreffen in Köping hatte er die Niederschrift dieses Buches bereits vollendet und dem Drucker SWEDERUS in Upsala zugeschickt; aber dieser war der gestellten Aufgabe nicht gewachsen, denn der Druck zog sich zwei Jahre hin. Die „Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer“ erschien erst 1777. In einem Brief an BERGMAN¹⁶⁾ (30. Aug. 1776) klagte er: „Ich habe schon längst geglaubt und werde nun noch mehr darin gestärkt, daß meine mühsamen Versuche vom Feuer von den Ausländern größtenteils, obwohl etwas verändert, angestellt und früher als meine Erfahrungen, welche auch die Luft angehen, veröffentlicht werden sollten. Es kann alsdann heißen, ich habe (meine Versuche) aus ihren Schriften gezogen und sie nur etwas verändert. Für alles dieses habe ich SWEDERUS zu danken.“ Noch betrüblicher klingt ein Brief an GAHN: „BERGMAN schreibt, daß in England Versuche mit einem großen Brennglas in luftleerem Raume auf unterschiedliche Körper angestellt sind. Sie haben da Luft erhalten, in welcher die Animalia gelebt haben und Feuer brennen konnte, zum Beispiel von *mercurio praecipit. rubro*, von *mercurio calcin. per se*, von allen Bleikalken, von *calce vitriolata*, von Kalk mit Salpetersäure angefeuchtet etc. Sollte mich dieses nicht ärgern können? Sie stimmen mit meinen Versuchen, so ich in Feuer gemacht, gänzlich überein. Nach diesem kann man sagen, wenn meine Erfahrungen einmal gedruckt werden, daß ich sie von den

¹⁶⁾ Ebenda S. 264. — Vgl. auch Brief an GAHN vom 19. Jan. 1776. „Er hat mein Manuskript schon einen Monat gehabt, und ich habe noch nicht vernommen, ob er mit dem Drucke einen Anfang gemacht.“ Ebenda, S. 171.

Engländern genommen und nur etwas verändert habe. Und dafür habe ich bloß SWEDERUS zu danken.“¹⁷⁾

SCHEELES Besorgnis war nicht unberechtigt. Wenn ihn auch niemand des geistigen Diebstahls beschuldigte, so galt doch mehr als ein Jahrhundert lang PRIESTLEY als Entdecker des Sauerstoffs. PRIESTLEY gab selbst den 1. Aug. 1774 als Tag seines großen Fundes an¹⁸⁾, aber in SCHEELES Laboratoriumsbuch von Upsala aus den Jahren 1771, 1772 steht eingetragen: „ H H rubr. O gab viel A B , kein A fix., sehr wenig a gelbrötlich und v viv.“¹⁹⁾ SCHEELES Zeichen bedeuten: „*Mercurius praecipit. ruber* destilliert, gab viel *aerem vitriolicum*, keinen *aerem fixum*, sehr wenig *Sublimat*, gelbrötlich, und *mercurium vivum*.“ In unsere Sprache übertragen heißt das: Beim Erhitzen der roten Quecksilberasche entstand viel Sauerstoff, kein Kohlendioxid, sehr wenig eines gelbrötlichen Anflugs und flüssiges Quecksilber²⁰⁾. Übrigens hatte SCHEELE die Schriften PRIESTLEYS nicht gelesen, was aus einem Brief an GAHN hervorgeht: „PRIESTLEYS Buch habe ich nicht gelesen. Ist es auf Französisch, hätte ich wohl Lust, es zu lesen. Ich bin hier in eben solcher Stellung und in noch größerer Finsternis wie Sie betreffend die Literatur, welches mir nicht wenig verdrießlich ist.“²¹⁾ Bemerkenswert für die Selbständigkeit SCHEELES ist seine Mitteilung an GAHN (Frühjahr 1770)²²⁾, daß Kupferfeilspäne beim Schütteln mit wäbrigem Ammoniak in Gegenwart von Luft eine blaue Flüssigkeit (Cuprioxydammoniak) geben, die bei längerem Stehen unter Luftabschluß durch das überschüssige Kupfer entfärbt (Reduktion zur Cuproverbindung) und bei neuem Luftzutritt wieder blau wird: „Daß die blaue Farbe nur von der Auflösung seiner Erde in *alkali volatili* herzuleiten ist, daher auch die weiße Kupfersolution blau wird, sobald sich das *phlogiston cupri* mit einem anderen Körper verbindet.“ (Verlust des Phlogistons ist Oxydation.) Bei diesem Vorgang beobachtete SCHEELE eine Raumabnahme der Luft; in dem Luftrest erlosch eine brennende Kerze²³⁾.

SCHEELES Gedanken kreisten um die Frage nach den „einfachen Anfängen oder Grundstoffen jedweder Körper“²⁴⁾. Während die meisten Naturforscher noch „den peripatetischen Elementen gänzlich zugetan zu sein“ schienen, hatte er längst eingesehen, daß Feuer, Wasser, Luft und Erde keine Elemente sind. Aus seinem unerschöpflichen Schatz experimenteller Beweise wählte er eine Anzahl schlagender für sein Buch aus. In Fettdruck teilte er mit: „Die Luft muß aus elastischen Flüssigkeiten von zweierlei Art zusammengesetzt sein.“²⁵⁾ Weil die eine der beiden Luftarten „notwendig zur Entstehung des Feuers erfordert wird“, wollte er „sie der Kürze halber inskünftige die Feuerluft nennen“²⁶⁾; für den zweiten Bestandteil, den Stickstoff, gebrauchte er den Namen „verdorbene Luft“. Die Raumabnahme beim Verbrennen in geschlossenem Raum fand er wechselnd, meist ein Drittel, einmal ein Fünftel der ursprünglichen Luftmenge²⁷⁾. Als Anhänger der Phlogistonlehre nahm SCHEELE an, daß beim Verbrennen Phlogiston in die Luft übergehe; er schloß folgerichtig, daß die übrigbleibende verdorbene Luft „spezifisch schwerer als die allgemeine sein müßte, sowohl wegen des in sich habenden Phlogistons als auch einer größeren Dichtigkeit. Allein, wie wurde ich bestürzt, als ich sah, daß ein sehr dünner Kolben, welcher mit dieser Luft gefüllt und auf das genaueste gewogen, nicht allein mit einer gleichen Menge ordinärer Luft die Waage hielt, sondern auch noch etwas leichter war“²⁸⁾. SCHEELE stand mit diesem Fund am Tor der Erkenntnis und hielt den Schlüssel in seiner Hand, aber es gelang ihm nicht, die Riegel zu heben. Das ist eigentlich recht verwunderlich, denn den

¹⁷⁾ Ebenda, S. 178f.

¹⁸⁾ PRIESTLEY, „Experiments and observations on different kinds of air“ (London 1775). Vol. II, p. 34.

¹⁹⁾ SCHEELE, „Nachgelassene Briefe und Aufzeichnungen“, S. 458, und Beilage 6, Spalte 1.

²⁰⁾ *Aer vitriolicus*, Vitriolluft, war SCHEELES erster Name für Sauerstoff, weil er dieses neue Gas durch Erhitzen des Braunsteins mit Vitriolöl (konzentrierte Schwefelsäure) erhalten hatte. Fixe Luft war der übliche Name für Kohlendioxid.

²¹⁾ 9. Febr. 1777. Briefe und Aufzeichnungen, S. 195.

²²⁾ Ebenda, S. 59. — Den wesentlichen Einfluß der Luft bei diesen Vorgängen betonte SCHEELE ausdrücklich in einem Brief vom 10. März 1775 an Prof. P. J. BERGIUS in Stockholm. Ebenda, S. 231ff.

²³⁾ Diese Oxydation des Kupfers (aufgerollte Drähte) in Gegenwart von Ammoniak (und Ammoncarbonat) dient heute als Schnellverfahren zum Bestimmen der Reinheit technischen Sauerstoffs.

²⁴⁾ Ch. Abh. v. d. Luft u. d. Feuer, § 2. OSTWALDS Klassiker, Bd. 58, S. 7.

²⁵⁾ Ebenda, S. 10.

²⁶⁾ Ebenda, S. 25. Feuerluft (Sauerstoff) erhielt SCHEELE durch Glühen des Silbercarbonates, Quecksilbercarbonates, Quecksilberoxydes, Salpeters, Magnesiumnitrates usw. — Den späteren Namen Oxygenium, d. h. Säureerzeuger, hat SCHEELE vorbereitet. Er schrieb an GAHN (27. Nov. 1775): „Ich glaube, daß, wenn der Feuerluft etwas Phlogiston entzogen wird, solches den Grund zu allen Säuren abgibt.“ Und in seinem Hauptwerk: „Es ist wahrscheinlich, daß alle Säuren ihren Ursprung von der Feuerluft erhalten“ (S. 87).

²⁷⁾ Ebenda, S. 17.

²⁸⁾ Ebenda, S. 15.

Satz, mit dem er das Feuer beschrieb, hätte LAVOISIER unverändert übernehmen können: „Das Feuer ist derjenige bekannte, mehr und weniger hitzende und mehr und weniger leuchtende Zustand gewisser Körper, in welchen sie durch Hülfe der Luft geraten, nachdem sie vorher einen gewissen Grad von Hitze empfangen haben, bei welchem Zustande sie in ihre Bestandteile aufgelöset und gänzlich zerstört werden, wobei auch ein besonderer Teil der Luft allemal verloren gehet.“²⁹⁾ SCHEELE erfuhr wohl, daß LAVOISIER die neue Lehre aufstellte, dieser „besondere Teil der Luft, der allemal verloren gehet“, verbinde sich mit dem brennenden Stoff, aber ihm fehlte noch der bündige Beweis dafür. So schrieb er an TORBERN BERGMAN (1. Febr. 1783): „Mich wundert, wo diese Theorie bleiben will, wenn man die brennende Luft der Metalle in *aëre puro* verbrennen läßt . . . Beide Luftarten verschwinden ja ganz, und es scheint weder Luftsäure noch verdorbene Luft hervorgebracht zu werden. Ich habe den Versuch über Wasser angestellt . . . Es sollte wohl der Mühe lohnen, eben diesen Versuch in warmem Quecksilber anzustellen.“³⁰⁾ Hätte SCHEELE sich hinreichende Mengen Quecksilber verschaffen können, so würde er die Zusammensetzung des Wassers erkannt haben. Trotzdem würde er den theoretischen Umbau des gesamten Lehrgebäudes der Chemie nicht gewagt haben; hierfür war er nicht der geeignete Mann: er war allzu bescheiden und zurückhaltend, zu wenig kampflustig und zu vorsichtig, sein Denken war vorwiegend anschaulich und praktisch, das theoretische Zergliedern, Ordnen und Wiederzusammenfügen lag ihm nicht.

SCHEELES Stärke war das Experimentieren und das scharfe Beobachten, darin war er ein unerreichter Meister. Viele seiner Funde hat er gar nicht veröffentlicht, wir kennen sie nur aus seinen Briefen und Aufzeichnungen; viele Ergebnisse hat er beiläufig in seine Abhandlungen eingestreut, überall findet der aufmerksame Leser Beobachtungen von höchstem Wert. Sein Hauptwerk ist reich daran. Ein besonders bemerkenswertes Beispiel ist der photochemische Vorgang, der später für die Spektralphotographie grundlegend gewesen ist: „Man setze ein gläsernes Prisma vors Fenster und lasse die gebrochenen Sonnenstrahlen auf die Erde fallen; in dieses farbichte Licht lege man ein Stück Papier, welches mit Hornsilber bestreuet ist: so wird man gewahr werden, daß dieses Hornsilber in der violetten Farbe weit eher schwarz wird als in den andern Farben“³¹⁾. Eine lange Reihe von Versuchen über die Atembarkeit der Gase führte ihn zu dem Ergebnis: „Es ist also die Feuerluft diejenige, vermittelt welcher der Umlauf des Geblütes und der Säfte bei Tieren und Pflanzen so sehr unterhalten wird.“³²⁾ Wie tief SCHEELE hierbei in das Wesen der Sache eingedrungen ist, läßt ein Brief an BERGMAN erkennen: „Ich glaube beinahe als gewiß, daß die animalische Wärme, von derjenigen Wärme, welche die *alimenta* in sich chemice haben (ich meine als ein *pars constitutiva* bei sich haben), entsteht: daß nämlich das Blut, so in den Adern unaufhörlich der Destruction unterworfen ist und im Urin etc. verändert wird, solche (Wärme) von sich gibt. Daher frieren die Bettler, welche wohl selten satt sind, auch zur Sommerzeit. Denn daß diese Wärme vom Reiben der Blutkügelchen gegen die Seiten der Adern entstehen sollte, ist wohl nicht zu glauben.“³³⁾ Für seine biologisch-chemischen Gasuntersuchungen benutzte er nicht bloß lebende Tiere und Pflanzen sowie frisches Ochsenblut, sondern er setzte seinen eigenen Körper den allergrößten Gefahren aus, indem er die verschiedenen Gase in seine Lungen einsog und diese gräßlichen Proben bis zur völligen Erschöpfung durchführte.

In demselben Jahre, in dem SCHEELES Hauptwerk die Presse verließ, bedachte die Stockholmer Akademie den uneigennütigen Forscher mit einem Ehrensold von 100 Riksdaler jährlich. Von da an besserte sich die äußere Lebenslage SCHEELES; er konnte die übernommenen Schulden für die Apotheke bezahlen und wenige Jahre später ein neues Haus bauen und ein Laboratorium zeitgemäß einrichten. Aus dieser neuen Arbeitsstätte hat er die Welt noch mit einer Fülle wertvollster Entdeckungen beschenkt.

In dem engen Rahmen eines Zeitschriftenaufsatzes können die vielen Einzelheiten des inhaltsreichen Lebenswerkes unseres SCHEELE keinen Platz finden; die vorstehenden Proben und einige kurze Hinweise müssen genügen. Auf dem Gebiet der organischen Chemie fand er schon als junger Mensch einen allgemein gangbaren Weg, organische Säuren rein zu gewinnen, und deren hat er viele entdeckt: die Weinsäure, die Oxalsäure, die Milchsäure, die Schleimsäure, die Zitronensäure, die Apfelsäure, die Gallussäure und Pyrogallussäure, die Harnsäure, die Blausäure. Er entdeckte das Glycerin oder Ölsüß in den Fetten; er entschleierte die Natur des Reißbleis (Graphits) als besondere Form des Kohlenstoffs; er fand die Adsorption der Gase durch ausgeglühte Holzkohle; er erkannte die Kieselerde als die feuerbeständigste Mineralsäure; er ent-

²⁹⁾ Ebenda, S. 64.

³⁰⁾ Briefe und Aufzeichnungen, S. 358. Die brennende Luft der Metalle ist Wasserstoff, *aër purus* ist Sauerstoff, Luftsäure ist Kohlendioxyd.

³¹⁾ Von der Luft und dem Feuer, § 66. OSTWALDS Klassiker, Nr. 58, S. 54. „Hornsilber“ ist Silberchlorid.

³²⁾ Ebenda, S. 87.

³³⁾ 10. März 1780. Briefe und Aufzeichnungen S. 310.

deckte die Molybdänsäure³⁴⁾ und die Wolframsäure³⁵⁾; er fand neue analytische Verfahren u. dgl. m.

Wenn man einem unserer Philosophen glauben dürfte, daß chemische Forschertätigkeit im wohllosen Zusammengeben der verschiedenartigsten Stoffe bestehe³⁶⁾, dann müßte SCHEELE ein märchenhaftes Glück gehabt haben; wenn sich jedoch jener gestrenge Verächter chemischer Arbeit die Mühe nähme, zu den Quellen hinabzusteigen³⁷⁾, dann würde er bei SCHEELE wie bei allen großen Forschern die schärfste geistige Arbeit finden. SCHEELE schrieb an TORBERN BERGMAN: „Ohne Theorie wollte ich wohl nicht experimentieren.“³⁸⁾ In diesem Bekenntnis steckt wahrhaft philosophischer Geist. Obgleich die Phlogistontheorie, deren Anhänger SCHEELE zeitlebens gewesen ist, schon während seiner letzten Jahre überwunden wurde, hat SCHEELE mit ihrer Hilfe nicht nur neue Tatsachen aufgefunden, sondern die untersuchten Vorgänge soweit durchschaut, daß er manches Voraussagen konnte, was erst die spätere Zeit zu ergründen vermochte. Seine Einsicht in die Wertigkeitsstufen des Eisens, Kupfers, Bleis und Quecksilbers erlaubte ihm, die Eisensäure vorauszusagen; weil seine Versuche, sie zu gewinnen, vergeblich waren, schrieb er (30. Jan. 1780) an HJELM: „Die Eisensäure zu entdecken ist sicher den Chemikern des kommenden Jahrhunderts vorbehalten, dann laborieren wir in den Elysäischen Feldern.“³⁹⁾ Sechzig Jahre später hat FREMY die Eisensäure entdeckt. — In einem Brief an BERGMAN⁴⁰⁾ nahm SCHEELE einen wesentlichen Teil der Lehre des BERZELIUS vorweg: er nahm an, daß die Metallkalke (d. h. Oxyde) und nicht etwa die Metalle selbst in Säuren aufgelöst werden, und diese Annahme führte ihn zu einer Fällungsreihe und Oxydationsreihe der Metalle.

Als SCHEELE im Sommer 1782 seinen neuen Arbeitsraum einrichtete, war er auf der Höhe seines Schaffens und doch schon körperlich zermürbt. Drei Jahre später warf ihn ein heimtückisches Leiden (Rheumatismus) aufs Krankenlager, das er nur zeitweilig wieder verlassen konnte. Am 21. Mai 1786 erlöste ihn der Tod von seinen Qualen. Zwei Tage vorher hatte er sich mit der Witwe seines Vorgängers auf dem Sterbebette trauen lassen, und wenige Monate später heiratete die Untröstliche nochmals; die verwaiste Apotheke hatte einen neuen Herrn, aber der ist längst vergessen. SCHEELE hingegen, der still und zurückgezogen, abhold dem lauten Lärm der rauschenden Welt, in emsiger Arbeit stets nur die Wahrheit gesucht hatte, wird weiterleben, solange Menschen die Wahrheit lieben.

Bücherbesprechungen.

Kowalewski, Gerhard, Die klassischen Probleme der Analysis des Unendlichen. VIII und 404 Seiten, 115 Bilder. 3. Auflage. K. F. Kochler Verlag, Leipzig 1938. Geb. 10,— RM.

Die vorliegende dritte Auflage des 1909 geschriebenen Werks ist gegenüber der gekürzten zweiten wesentlich erweitert worden. Dem Kapitel über Grenzwerte und Reihen (121 Seiten) folgen Differentialrechnung und Integralrechnung. Hervorzuheben ist das Bestreben des Verfassers, seine Erörterungen mit Bemerkungen über den Werdegang mathematischer Erkenntnisse und über die Forschungsweise großer Mathematiker zu durchsetzen, sich andererseits aber von einer geschichtlichen Behandlung des Stoffes freizuhalten. Wenn wir z. B. auf S. 151 nach Besprechung von drei in der ersten LEIBNIZschen Veröffentlichung über Differentialrechnung enthaltenen Formeln lesen: „An die Aufstellung solcher Regeln hat NEWTON nicht gedacht. Deshalb ist es ihm auch nicht gelungen, seine Fluxionsmethode zu einem eigentlichen Kalkül auszugestalten“, so regt das ebenso wie der Abschnitt „Das LEIBNIZsche Differential“ (S. 164 ff.) zu einer vergleichenden Würdigung zweier Mathematiker an, die in völlig verschiedenen Denkvorgängen dem gleichen Ziel zustrebten. Den Mathematiklehrer interessieren Angaben, wie z. B. S. 250: „LEIBNIZ war der erste, der über die Bedingung $f'(a) = 0$ hinausging und näher untersuchte, wann ein Maximum oder Minimum eintritt . . .“ Die LEIBNIZsche Konstruktion der logarithmischen Kurve (S. 52) ist auch in der Schule verwendbar, ebenso seine „Art zu schließen“, die zuweilen „mehr metaphysisch als mathematisch, aber dennoch sicher“ ist (S. 47). — Um die Eigenart des Buches zu zeigen, genügt es, wenn ich mich auf Bemerkungen über einen

³⁴⁾ Sein Freund HJELM reduzierte daraus das metallische Molybdän.

³⁵⁾ Das elementare Wolfram stellten zuerst die Brüder d'ELHUYAR dar.

³⁶⁾ HUGO DINGLER („Der Zusammenbruch der Wissenschaft“, S. 51) spottet über die angebliche Tätigkeit eines akademischen Chemikers: „er habe sich häufig an seine sehr reichhaltigen Materialschränke begeben, einige beliebige Stoffe herausgenommen, diese zusammengegossen und beobachtet, was herauskam, und so manche Entdeckung gemacht“.

³⁷⁾ Über seine „Geschichte der Naturphilosophie“ mußte DINGLER sich sagen lassen, „daß der Verfasser meist nicht aus den historischen Quellen schöpft, sondern aus bekannten Werken über die Philosophie- und Wissenschaftsgeschichte. Dabei wählt, gruppiert und deutet er seine Exzerpte im Sinne seiner erkenntnistheoretischen Tendenz“. Die Naturwissenschaften 21 (1933), 224.

³⁸⁾ Briefe und Aufzeichnungen, S. 284.

³⁹⁾ Ebenda S. 389.

⁴⁰⁾ 24. Mai 1776. Briefe u. Aufz., S. 261. Außerdem S. 322 (22. Dez. 1780).

unserer Großen beschränke. In den Verweisungen erscheinen OSTWALDS Klassiker sehr oft. Im übrigen erfordert das Buch, das als Lehr- und Übungsbuch für Studierende zur Einführung in die Infinitesimalrechnung gedacht ist, einen aufmerksamen Leser, der fleißig mit Bleistift und Papier die Entwicklungen in sich verarbeitet.

Kowalewski, Gerhard, Grundbegriffe und Hauptsätze der höheren Mathematik. 156 Seiten, 40 Bilder. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin 1938. Geb. 5.— RM.

Verfasser schreibt in seinem Vorwort: „... Angesichts der starken Zurückdrängung der Mathematik in den Lehrplänen unserer höheren Schulen ist es an den Hochschulen mehr denn je notwendig, mit allen Mitteln vereinfachender Darstellungskunst dafür zu sorgen, daß wenigstens die Grundkenntnisse der höheren Mathematik fest angeeignet werden, ohne die ein gedeihliches Studium der Technik und Naturwissenschaft undenkbar ist...“ Tatsächlich gibt das dritte und letzte Kapitel „Differential- und Integralrechnung“ zu einem großen Teil das wieder, was unter günstigen Bedingungen der Schüler unserer heutigen Schule sich erarbeiten kann. Die „Vektorrechnung und Determinantentheorie“ und die „Lehre von den Grenzwerten“, die ersten beiden Kapitel des Buches, sind für diejenigen, an die das Buch sich wendet, die in der Schule also zu wenig Mathematik getrieben haben, etwas spröde. Vielleicht würde sich für diese beim Durcharbeiten des Buches die Kapitelreihenfolge 3; 1; 2; 3 empfehlen. — Dem Mathematiklehrer kann das Buch wertvolle Anregungen in sachlicher und methodischer Hinsicht geben.

Helmbrecht, Wilhelm, RfdU-Filme im Unterricht. Beispiele aus der Praxis. Heft 14 der Schriftenreihe der Reichsstelle für den Unterrichtsfilmbau. VII und 245 Seiten. Zahlreiche Abbildungen. W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart 1938. Geb. 3,60 RM.

Es ist wichtig, immer wieder den Blick auf den Film als wertvolles Hilfsmittel zur Gestaltung eines fruchtbringenden Unterrichts und einer freudigen Erziehung zu lenken. Zu glauben, daß der Einsatz des Films bequem wäre, ist falsch; nur sorgfältiges Durchdenken und fleißige Vorbereitung jeder Stunde können vollen Ertrag bringen. Durch eigene Unterrichtsversuche soll der Lehrer sich ein Urteil über den pädagogischen Wert dieses modernen Arbeitsmittels bilden; er wird dabei feststellen, daß die richtige Art des Einsatzes erst durch Übung erworben wird. Das vorliegende Buch hat nicht den Zweck, die gegebenen 31 Unterrichtsbeispiele (45 Filme) als Vorführanweisungen hinstellen, es will aber diejenigen, die die erzieherischen Kräfte des Unterrichtsfilms noch nicht voll erkannt haben, zum Erproben und Vergleichen anregen. Aus diesem Grunde gehört es in die Lehrerbücherei.

Hannover.

BUSCHMANN.

Jung, Karl, Kleine Erdbebenkunde 159 Seiten, 95 Abb. im Text. Julius Springer, Berlin 1938. („Verständliche Wissenschaft“, Bd. 37). Geb. in Leinen 4,80 RM.

Nach einer allgemeinen Einleitung und nach Einführung der Grundbegriffe der Erdbebenkunde wendet sich der Verfasser (1) den Vorgängen im Schüttergebiete selbst und den aus ihnen zu ziehenden Schlüssen zu. Neben den Beobachtungen über die Größe der Bodenbewegungen, wie sie in Schollenversetzungen und Schwingungen zum Ausdruck kommen, interessieren besonders die durch Erdbeben hervorgerufenen Schäden und die Verhaltensmaßregeln zu ihrer Vermeidung für den einzelnen und die Gesamtheit; wichtig ist dabei die Stärke des Bebens, die nicht nach der Amplitude der Bodenbewegung, sondern nach der Beschleunigung zu beurteilen ist. Die Darstellung der geographischen Verteilung leitet über zu einer Schilderung der Ursachen, in deren Mittelpunkt die heutigen Anschauungen über Gebirgsbildung im Zusammenhang mit Geosynklinalen der Erdrinde stehen. Der Verfasser beschreibt dann (2) an der Hand trefflicher Abbildungen die Apparate zur Aufzeichnung der Beben in solchen Gebieten, in denen sie nicht mehr unmittelbar gespürt werden; hier findet der Physiker Gelegenheit zur Anwendung der Gesetze der erzwungenen Schwingungen. Es wird weiter gezeigt, welche weitgehenden Schlüsse die so aufgezeichneten Seismogramme über die Ausbreitung der Erdbebenwellen im Innern der Erde und damit über die Beschaffenheit des Erdinneren erlauben; dazu kommt endlich die Deutung der fast stets vorhandenen Bodenunruhe. Den Schluß bilden (3) die Anwendungen der Erdbebenkunde zur Auffindung von Bodenschätzen, zur Messung der Dicke von Gletschern, der Meerestiefen (Echolot) und zur Erforschung der höchsten Luftschichten. — Trotz des kleinen Umfangs ist der Inhalt reichhaltig und dürfte manchen Berufskameraden wertvolle Anregungen für den Unterricht in der Erdkunde sowohl wie in der Physik bieten und bei geeigneter Ausgestaltung vielleicht auch in Arbeitsgemeinschaften verwendbar sein, zumal die Klarheit der Darstellung keineswegs unter der Kürze gelitten hat, sondern im Rahmen „verständlicher Wissenschaft“ geblieben ist, wozu freilich eine große Anzahl mit erklärendem Text versehener Abbildungen ein gut Teil beiträgt. Weitergehenden Ansprüchen dient ein Literaturverzeichnis, während ein ausführliches Sachverzeichnis ein schnelles Nachschlagen ermöglicht.

Hamburg.

H. THORADE.

Achtung! Ab Januar 1940 ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich RM. 0,90, für unbesoldete Lehrkräfte auf RM. 0,72. Der Verlag.



KSIĘGARNIA

ANTYKWARIAT



A 60409

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Politechniki Śląskiej

P

850|39