



Inhalt: Dr.-Ing. Wilhelm Husmann: Wertstoffe aus Abwasser, S. 123 / Dr. Otto Dorner: Der Stand der Übermikroskopie, S. 128 / Obering. Dipl.-Ing. W. Kaiser: Neuere Entwicklung im Bau von Zahnradgetrieben, S. 134 / Buchbesprechungen, S. 139 / Aus den Vereinen, S. 142.

## Wertstoffe aus Abwasser<sup>\*)</sup>

Von Dr.-Ing. Wilhelm Husmann, Emschergenossenschaft, Essen

Mit dem Wort „Abwasser“ ist oft die Vorstellung verbunden, daß es sich bei diesem Stoff um etwas Wertloses und Unbrauchbares handelt, mit dem man sich zweckmäßig nicht weiter befaßt und von dem man sich möglichst schnell trennen soll. Wenn sich viele Stadtbewohner schon kaum Gedanken darüber machen, was eigentlich mit den Spül-, Wasch- und Gebrauchswässern geschieht, die täglich aus den Haushaltungen in das städtische Entwässerungsnetz abfließen, oder wie die Betriebswässer der vielseitigen Industriewerke klaglos beseitigt werden, so werden wahrscheinlich nur wenige wissen, daß in diesen Abwässern oft beträchtliche Mengen an Wertstoffen vorhanden sind, die nutzbar gemacht werden können und besonders in der heutigen Zeit auch nutzbar gemacht werden müssen.

An wenigen Beispielen soll gezeigt werden, daß der Ausnutzung von Abwasserwertstoffen oder der Gewinnung der Wertstoffe aus den Abwässern, nicht nur von der rein ernährungswirtschaftlichen, sondern auch von der volkswirtschaftlichen Seite betrachtet, große Bedeutung zukommt.

Es sind in der Abwasserreinigungstechnik allerdings lange Jahre der Entwicklung notwendig gewesen, um auf Grund wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung dahin zu kommen, daß es heute nicht mehr heißt „Abwasserreinigung unter Vernichtung der Wertstoffe im Abwasser“, sondern „Abwasserreinigung bei gleichzeitiger Ausnutzung und, wenn möglich, Gewinnung der wertvollen Stoffe“.

Betrachten wir zunächst die Wertstoffe, die in häuslichen und städtischen Abwässern vorhanden und wertvoll sind. Neben einer Reihe von organischen und mineralischen Stoffen, kolloidalen Bestandteilen, Humusstoffen und humusbildenden Stoffen, Sand und Schlamm, enthält das städtische Abwasser Stickstoff, Kali und Phosphorsäureverbindungen, d. h. solche Stoffe, die ausgesprochene Pflanzendüngungstoffe darstellen und heute in der neuzeitlichen Abwasserreinigungstechnik auf den Rieselfeldern der Landwirtschaft nutzbar gemacht werden können. Abb. 1 läßt im Vordergrund den Wasserzufluß zu einer Rieselfläche erkennen, während auf dem hinteren Feld die Heuernte im Gange ist. Auf Abb. 2

sieht man, daß die Verteilung des Abwassers über die zu berieselnden Flächen auch durch maschinelle Einrichtungen durchgeführt werden kann.



Abb. 1: Abwasserverwerlung auf Rieselfeldern. Im Vordergrund der Wasserzufluß zum Rieselfeld. Im Hintergrund ist die Heuernte auf der Rieselwiese im Gange.

Je Einwohner und Jahr werden mit dem Abwasser folgende Mengen Pflanzendüngungstoffe geliefert:

2,92 kg Stickstoff (N),  
0,73 kg Phosphorsäure (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>),  
2,19 kg Kali (K<sub>2</sub>O).

Diese Mengen mögen zunächst gering und unbedeutend erscheinen. Sie gewinnen aber an Bedeutung, wenn man sich vor Augen hält, daß die Bevölkerung der deutschen Städte etwa 40 Millionen beträgt, von denen vielleicht 35 Millionen an ein städtisches Entwässerungsnetz angeschlossen sind. Von etwa 7 Millionen Menschen werden



Abb. 2: Maschinelle Abwasserleitung auf einer Weide

<sup>\*)</sup> Auszug aus einem am 8. April 1940 im Haus der Technik, Essen, gehaltenen Vortrag. Die Abbildungen wurden vom Verfasser zur Verfügung gestellt.

die Abwässer und damit auch die Düngstoffe heute schon landwirtschaftlich genutzt. In Abb. 3 sind unten rechts die Mengen an Düngstoffen aufgeführt, die z. Z. jährlich nutzbar gemacht werden.

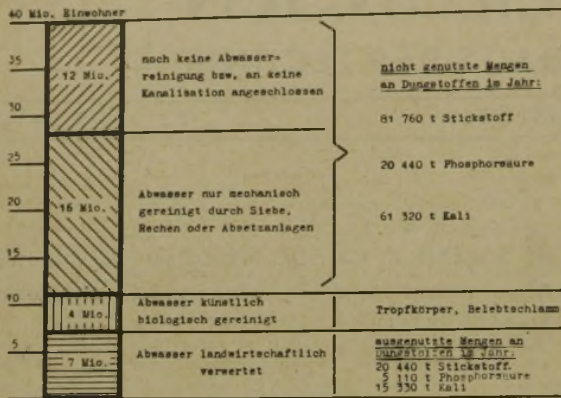


Abb. 3: Abwasserbehandlung in Deutschland. Landwirtschaftlich genutzte und nicht genutzte Düngstoffmengen

Wie weiter zu ersehen ist, ist für das Abwasser von etwa 12 Millionen Menschen noch keine Abwasserreinigung vorhanden, während das Abwasser von 16 Millionen Einwohnern in Sieb-, Rechen- und Absetzanlagen nur mechanisch gereinigt, d. h. von seinen Schlammstoffen befreit wird, wobei die Düngstoffe ungenutzt in den Vorfluter abfließen. An Stickstoff, Phosphorsäure- und Kaliverbindungen, die bei diesen 28 Millionen Einwohnern rein theoretisch nutzbar wären, ergeben sich im Jahr folgende Mengen:

- 81 760 t Stickstoff (N),
- 20 440 t Phosphorsäure ( $P_2O_5$ ),
- 61 320 t Kali ( $K_2O$ ).

Um diese im Abwasser vorhandenen Düngstoffe landwirtschaftlich voll ausnutzen zu können, ist ein Flächenbedarf von 280 000 ha (100 Einwohner/ha) notwendig. Bei einer planmäßig durchgeführten Verrieselung des Abwassers auf den Rieselflächen ließe sich bei Grünland (Wiese und Weide) der Ernteertrag auf das 2—3-fache steigern. Diese Ertragssteigerung auf der eben genannten Fläche hat dieselbe Wirkung, als wenn Deutschland etwa 5600 bis 8400 km<sup>2</sup> erstklassigen Kulturbodens neu gewinnen würde.

Aus den verschiedensten Gründen ist es aber leider unmöglich, das Abwasser der 28 Millionen Einwohner landwirtschaftlich zu verwerten. Zunächst stehen in der Nähe der einzelnen Städte nicht immer ausreichende und geeignete Rieselflächen zur Verfügung, und zweitens sind nicht alle städtischen Abwässer zur Verrieselung geeignet, da sie in vielen Fällen Abgänge aus industriellen Betrieben enthalten, die für den Boden und die Pflanze Gifte darstellen.

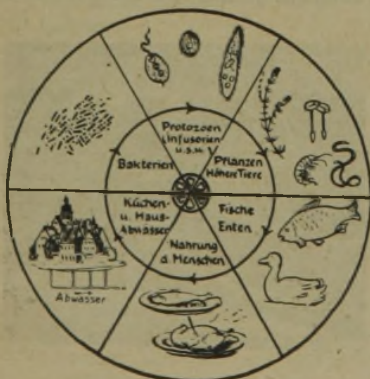


Abb. 4: Kreislauf der organischen Substanz

Mit diesen wenigen Ausführungen wurde gezeigt, wie es möglich ist, die Düngwertstoffe des häuslichen Abwassers in wertvolles eiweißhaltiges Viehfutter umzusetzen. Es kann aber noch ein zweiter Weg beschritten werden, um aus den Düngwertstoffen des Abwassers neue

Werte zu schaffen. Dieser Weg geht über die Abwasserfischteiche. In diesen Teichen, die in bestimmtem Verhältnis mit sauberem Wasser und mit Abwasser gespeist werden, kann man eine lohnende Karpfen- und Schleienzucht betreiben. Abb. 4 zeigt die schematische Darstellung der biologischen Vorgänge in solchen Teichen, die vom Abwasser über Bakterien, Kleinlebewesen, Pflanzen und höhere Tiere zum Fisch und auch zum Entenfleisch führen.

In den letzten Jahren hat die Stadt München für die Reinigung und Ausnutzung ihrer gesamten Abwässer große Fischteichanlagen angelegt, die mit guten Erträgen arbeiten. Die jährliche Fischerzeugung stellt sich auf rund 2500 Zentner.

Die Einfuhr von Süßwasserfischen nach Deutschland zeigt die folgende Zusammenstellung.

#### Einfuhr von Süßwasserfischen

Jahr	Doppelzentner	Wert RM.
1936	35 400	3 383 000
1937	35 500	3 860 000
1938	39 100	4 360 000

Wenn dieser Bedarf durch Abwasserfischteiche gedeckt werden soll, so müßte dafür das Abwasser von etwa 14 Millionen Menschen entsprechend verwertet werden, wozu eine Fläche von 7000 ha beansprucht würde. Neben den oben behandelten typischen Pflanzendüngstoffen sind in einem städtischen Abwasser beträchtliche Mengen Schlammstoffe vorhanden, die zum größten Teil organischer Natur sind und als Humusdünger für Landwirte und Kleingärtner von großer Bedeutung sein können. Der unmittelbaren Verwendung dieser Schlammstoffe als Humusdünger steht entgegen, daß der Schlamm starke Gerüche verbreitet, sehr wasserreich ist und außerdem beträchtliche Mengen Unkrautsamen und feiner, gewisser Stoffe, z. B. Fette, enthält, die dem Ackerboden nicht zuträglich sind. Die neuzeitliche Abwasserreinigungstechnik hat nun diese unangenehmen Eigenschaften des Schlammes dadurch restlos beseitigt, daß man ihn unter anaeroben Bedingungen einer bakteriellen Zersetzung unterwirft. Bei diesem Zersetzungs Vorgang verliert der Abwasserschamm nicht nur seine unangenehmen Eigenschaften, den unangenehmen Geruch und seinen hohen Wassergehalt, sondern es wird noch ein wertvolles Erzeugnis, nämlich Methangas, in beträchtlichen Mengen gewonnen. In Abb. 5 erkennt man zwei neuzeitliche Schlammfaulbehälter einer Kläranlage. Die aus Klärschlamm zu gewinnende Gasmenge ist recht erheblich. Sie schwankt je nach der Bauart und Betriebsweise der Schlammfaulbehälter zwischen 8—20 Liter je Einwohner und Tag, d. s. je Einwohner jährlich bis zu 7 m<sup>3</sup> Gasanfall. Schon im Jahre 1938 ergab sich auf Grund einer Rundfrage, daß schon 53 Städte in Deutschland aus dem Abwasserschamm etwa 18 Millionen m<sup>3</sup> Methangas

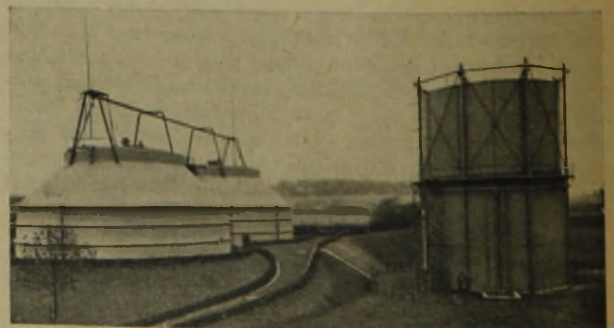


Abb. 5: Schlammfaulbehälter und Gasometer

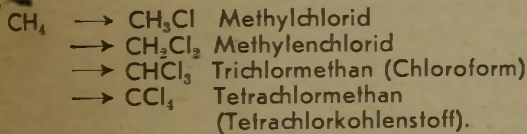
gewonnen haben. Inzwischen wird diese Menge aber noch eine weitere Steigerung erfahren haben.

Die Verwendungsmöglichkeit für das Methangas, das neben kleineren Beimengungen zu 80 v. H. aus Methan und 20 v. H. aus Kohlensäure besteht, ist sehr vielseitig, zumal der Heizwert zwischen 6000 und 8000 Kalorien je m<sup>3</sup> liegt.

Zunächst kann das Methangas im Eigenbetrieb der Kläranlage Verwendung finden, und zwar zum Beheizen der Schlammfaulbehälter, da die Zersetzung des Schlammes, die bekanntlich durch Bakterien vor sich geht, durch Wärme gefördert wird. Auf einigen Kläranlagen werden die Gase gegen Vergütung unmittelbar in den Gasometer der städtischen Gasversorgung abgeleitet.

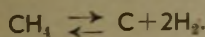
Auf einer Reihe von Kläranlagen wird das Gas zur Kraftgewinnung in Gasmaschinen verwendet. Man kann dabei je m<sup>3</sup> Faulgas auf 2—2,5 PS/h Maschinenleistung rechnen, d. h. die je Einwohner und Tag gewonnene Kraft reicht aus, um damit den erforderlichen Kraftbedarf für den Maschinenbetrieb einer Kläranlage so weit zu decken, daß sogar die künstliche biologische Abwasserreinigung auf Faulgasgrundlage durchgeführt werden kann.

Auch von der rein chemischen Seite betrachtet ergeben sich in der Verwendung von Methan aus Kläranlagen eine ganze Reihe von Möglichkeiten, die aber bisher noch kaum ernstlich in Erwägung gezogen worden sind. Behandelt man Methan unter bestimmten Bedingungen in Anwesenheit von Katalysatoren mit Chlor, so ergeben sich folgende Verbindungen:



Die Hauptbedeutung dieser chemischen Verbindungen liegt nun darin, daß aus ihnen eine ganze Reihe neuer Verbindungen gewonnen werden kann, denen in der organischen Chemie große Bedeutung zukommt.

Eingehend hat man sich dann schon mit der thermischen Zersetzung des Methans befaßt. Bei einer Temperatur von 1000° C zerfällt Methan fast vollständig in Kohlenstoff und Wasserstoff nach der Gleichung:



Diese thermische Zersetzung des Methans, die zur Gewinnung von Ruß führt, wird heute z. B. beim Erdgas und den methanhaltigen Anteilen des Kokereigases durchgeführt.

Eine große Bedeutung kommt aber der Verwertung des Methangases als Treibstoff für Lastkraftwagen und in der heutigen Zeit auch für Personenwagen zu. In den letzten Jahren ist eine ganze Reihe von Städten dazu

übergegangen, das Kläranlagengas zu Treibzwecken zu benutzen. Abb. 6 und 7 zeigen neben der schematischen Darstellung eine betriebsfertige Gastankstelle.



Abb. 7: Ausgebaute und betriebsfertige Gastankstelle

Auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen an vielen Stellen kann man annehmen, daß die Leistung von 1 m<sup>3</sup> Klärgas derjenigen von 1 Liter flüssigem Brennstoff entspricht. Nach den bisherigen Erfahrungen dürfte es billiger sein, mit Gas zu fahren als mit Treibstoff. Unter Berücksichtigung der W. E. kosten z. B. 1000 W. E. eines Dreiergemischs (Benzol, Benzin, Spirit) etwa 5 Rpf., während 1000 W. E. im Methangas der Kläranlagen nur 3 Rpf. kosten.

Eingangs ist ausgeführt worden, daß im Jahre 1935 schon 53 Städte etwa 18 Millionen m<sup>3</sup> Methangas aus Klä-



Abb. 8: Landwirtschaftliche Verwertung von flüssigem Klärschlamm

anlagen, d. h. am Tage etwa 50 000 m<sup>3</sup>, gewinnen. Diese Jahresmenge dürfte in den letzten Jahren sicherlich auf mindestens 20 Millionen m<sup>3</sup> gestiegen sein. Ein Lastkraftwagen von 5 t Tragfähigkeit benötigt für einen Fahrbereich von 100 km etwa 35 m<sup>3</sup> Gas. Bei einem gesamten Gasanfall von täglich 50 000 m<sup>3</sup> können also 1500 Lastkraftwagen täglich 100 km weit fahren. Durch weiteren Ausbau der Gasgewinnungsanlagen auf bestehenden Kläranlagen läßt sich diese Fahrleistung noch beträchtlich steigern.

Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß der an organischen Stoffen reiche Abwasserschamm einen guten Humusdünger darstellt. Hat er den anaeroben Faulprozeß durchgemacht und ist das wertvolle Methan gewonnen, so kann der Schlamm sowohl in flüssiger als auch in fester Form seine zweckentsprechende Verwendung als Humusdünger finden. Daß neben den Humusstoffen in dem Schlamm wieder Pflanzungstoffe, wie Stickstoff, Kali und Phosphorsäureverbindungen vorhanden sind, sei nebenbei erwähnt. Auf Abb. 8 erkennt man, wie die Landwirte den flüssigen Schlamm

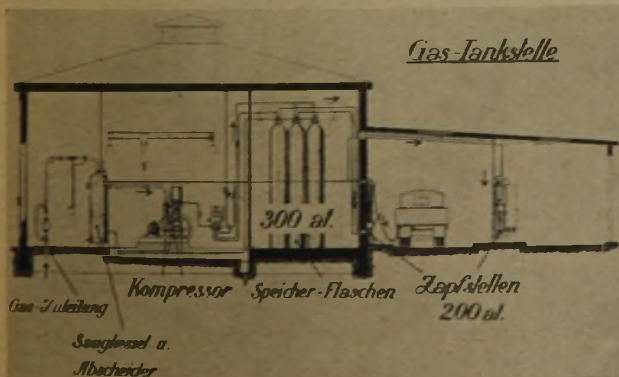


Abb. 6: Schematische Darstellung einer Gastankstelle

abholen, während Abb. 9 die Verwertung des trockenen Abwasserschlammes als Düngemittel zeigt. Auf manchen Kläranlagen wird der Schlamm mit Torf oder ähnlichen Stoffen gemischt und geht dann als „Biohum“, „Humusit“ usw. in den Handel.

Obwohl in den häuslichen Abwässern in gewissem Umfange Fettstoffe sowohl pflanzlicher und tierischer als auch mineralischer Art vorhanden sind, lohnt es sich im allgemeinen nicht, diese auf den Kläranlagen zu gewinnen, weil die Fettstoffe durch andere Stoffe zu stark verunreinigt sind. Diese Tatsache schließt jedoch nicht aus, daß auf dieser oder jener Kläranlage eine Fettgewinnung aus häuslichen Abwässern möglich ist. Auf der Kläranlage München werden z. B. immerhin



Abb. 9: Landwirtschaftliche Verwertung von trockenem Klärschlamm

jährlich 200 bis 300 t Rohfett gewonnen und an eine Seifenfabrik verkauft. Wenn Fett aus Abwässern gewonnen werden soll, muß dies dort angestrebt werden, wo in den einzelnen Abwässern noch größere Mengen an verhältnismäßig sauberen Fetten vorhanden sind, z. B. bei Hotels, Großküchen, Schlachthäusern usw. In einer Reihe westdeutscher Städte wird einer solchen Fettgewinnung besondere Beachtung geschenkt. Die Firma Rheinschill G. m. b. H. führt hier die Fettgewinnung durch. Sie hat über 1000 Fettgewinnungsgeräte eingebaut und bisher etwa 20 000 t Spülwasserfett gewonnen, das auf Seife umgearbeitet werden konnte. Wenn solche Fettgewinnungsanlagen über das ganze Reich verteilt wären und in der richtigen Weise betrieben würden, dürfte die jährlich zu gewinnende Fettmenge auf etwa 40 000 bis 50 000 t zu veranschlagen sein.

Die schon mehrfach erwähnten Abwasserschlammstoffe enthalten ebenfalls Fettstoffe verschiedener Art, nur ist es nicht einfach, diese Fette zu gewinnen. Legt man eine gewinnbare Menge von 5 g je Einwohner und Tag zugrunde, so ergibt sich bei den 40 Millionen an ein Entwässerungsnetz angeschlossenen Einwohnern immerhin die beträchtliche Menge von 73 000 t im Jahr. Es wird immer ein Anreiz vorhanden sein, diese Mengen Rohfett zu gewinnen und der Wirtschaft wieder zuzuführen. Wenn man aber die Gewinnungsmöglichkeit näher prüft, dann ergibt sich, daß beträchtliche Schwierigkeiten zu überwinden sind. Läßt man die Fettstoffe im Schlamm, so sind sie dennoch keineswegs verloren, da sie in den Faulräumen städtischer Kläranlagen, soweit sie tierischen oder pflanzlichen Ursprungs sind, mit zersetzt werden und als wertvolles Methangas doch wieder in Erscheinung treten.

Wenn sich aus den häuslichen Abwässern schon beträchtliche Fettmengen gewinnen lassen, so sind aber die Aussichten für die Gewinnung von Abwasserfett aus gewerblichen Abwässern noch wesentlich günstiger. Hier sind in erster Linie Margarinefabriken und Wollwäschereien zu nennen. Die Gewinnung des Wollfettes kann entweder durch Extraktion der Schafwolle mit Lösungsmitteln, wie Benzin, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff usw. oder durch Auswaschen mit schwachen Alkalilösungen erfolgen. Die hierbei anfallenden alkalischen Waschwässer enthalten neben dem der Wolle mechanisch anhaftenden Schmutz das durch die zugesetzte und gebildete Seifenlösung emulgierte Wollfett. Man kann das Rohfett einmal durch Zusatz von Schwefelsäure zum Waschwasser gewinnen, andererseits läßt sich die Ausscheidung des im Abwasser emulgierten Fettes, wenn auch nicht vollständig, durch Einblasen von Preßluft erreichen. Abb. 10 zeigt eine solche Wollfettgewinnungsanlage.

Die im weiteren Aufarbeitungsvorgang aus dem Rohfett anfallenden Fettsäuren finden zur Herstellung billiger Wagenschmier Verwendung. Das raffinierte Neutralfett wird mit Wasser durchgeknetet, wobei dann eine weiß-hellgelbe Salbe, das Lanolin, entsteht, das eine sehr wichtige Salbengrundlage für pharmazeutische und kosmetische Zwecke darstellt.

Die deutsche Gesamterzeugung an Wollfett beläuft sich z. Z. auf etwa 10 000 t im Jahre.

Neben dem Wollfett ist in den Wollwaschwässern noch ein weiterer Wertstoff vorhanden, nämlich die Pottasche. In gereinigtem Zustande ist sie ein sehr gesuchter Stoff für die Feinglaserstellung, da die aus Wollschweiß hergestellte Pottasche völlig eisenfrei ist. Pottasche kann ferner aus den Abwässern der Hefefabriken gewonnen werden. Bei den Preßhefefabriken werden die abgebrannten Würzen, die neben den organischen Stoffen, die mineralische Bestandteile, u. a. Pottasche, enthalten, in mehrstufigen Eindampfanlagen bis zu einer dicken Schlempe eingedampft. Diese eingedickte Schlempe wird dann in besonderen Öfen verbrannt, wobei aus dem Rückstand u. a. Pottasche gewonnen werden kann. Da bei der Verbrennung der Schlempe der vorhandene Stickstoff verlorenght,

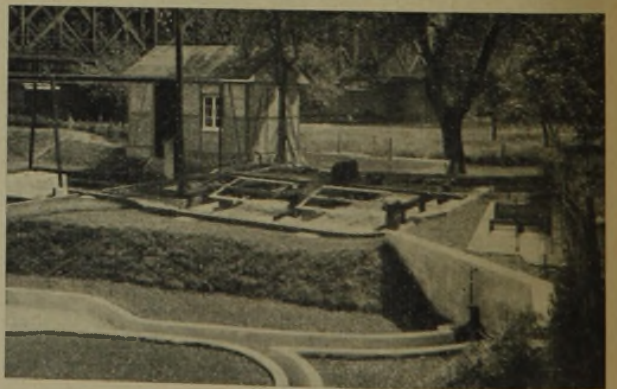


Abb. 10: Fettgewinnungsanlage für Wollwaschwasser

ist man heute auch schon vielfach dazu übergegangen, die Schlempe unter Zusatz von Phosphaten zu einem streufähigen wertvollen Dünger aufzuarbeiten.

Die Zellstofffabriken benutzen als Ausgangsmaterial entweder Fichten-, Tannen- oder Buchenholz. Das Holz besteht zu etwa 50 v. H. aus Fasern und zu etwa 50 v. H. aus inkrustierenden Bestandteilen. Eine Zellstofffabrik hat demnach in ihren Abwässern ebensoviel Abfallstoffe, wie ihre Erzeugung an Zellstoff aus-

macht. Der beste Weg zur Beseitigung der Abfallstoffe scheint das Eindampfen und anschließende Verbrennen der eingedickten Masse zu sein. Vor der eigentlichen Eindampfung lassen sich bei der Sulfitzelluloseherstellung beträchtliche Mengen Alkohol durch Vergären der in den Laugen enthaltenen Zuckermengen gewinnen. Die deutsche Sulfitzellstoffindustrie stellte in den letzten Jahren etwa 500 000 bis 600 000 hl S p i r i t u s aus den Zuckerstoffen der Abwässer her. Da der gewonnene Alkohol durch gewisse chemische Stoffe verunreinigt ist, kann er allerdings für Genußzwecke kaum Verwendung finden, wohl aber als Zumischstoff für Motor-treibstoffe.

Neuerdings ist auch die Gewinnung von Furfurol aus den Laugen der Zellstoffabriken von größerer Bedeutung geworden, wenn Buchenholz als Ausgangsstoff benutzt wird. Furfurol ist ein gutes Lösungsmittel für Nitro- und Azethylzellulose, es eignet sich daher zur Herstellung von Nitrozellulosesprengstoffen und Kunststoffmassen aus Zelluloseestern.

Sind die obengenannten Stoffe Alkohol und Furfurol aus den Laugen gewonnen, so kann das Eindampfen durchgeführt werden. Die eingedampfte Lauge kann dann wieder z. T. zur Gewinnung von Gerbstoffextrakten oder als Bindemittel für Briketts benutzt werden. Gewisse Mengen finden auch als Zellpech oder zur Staubbindung auf den Straßen Verwendung. Die Hauptmenge der eingedickten Sulfitablauge wird aber z. Z. zweckmäßig der Verbrennung zugeführt. Es wird von Interesse sein zu erfahren, daß man durch Einwirkung von Ätzkali auf Sulfitablaugen aus 1 l Abfallauge unter günstigsten Bedingungen 1 bis 2 g Vanillin gewinnen kann, das als Geschmacksstoff in Schokoladen und als Zusatz zu vielerlei Geruchsstoffen in der Parfümerie Verwendung findet.

In der Seifenindustrie werden die mit Chlor gebleichten Sulfitablaugen ebenfalls verwendet und bis zu 10 bis 15 v. H. den sogenannten Industrie-seifen zugesetzt. Durch Zumischen von 60 v. H. behandelte Sulfitablaugen zu Schmierseife kann eine beträchtliche Fettersparnis erreicht werden.

Recht interessant sind von der Verwertungsseite betrachtet auch die Abwässer der Molkereien und Käseereien. Der Gewinnung und Verarbeitung der häufig mit den Abwässern abfließenden Molken kommt nun in neuer Zeit ganz besondere Bedeutung zu, da in ihnen beträchtliche Mengen an Eiweißstoffen und Milchzucker vorhanden sind. 1 m<sup>3</sup> Molke enthält noch etwa 10 kg Eiweißstoffe und etwa 50 kg Milchzucker. Außer zu Fütterungszwecken wird Molke auch zur Gewinnung von Milchzucker, Milchsäure und Molkeneiweiß sowie zur Herstellung von Krafftutter benutzt. Bei dem hohen Gehalt der Molke an Milchzucker wird die Molke auf Milchzucker verarbeitet.

Nach neueren Feststellungen fließen etwa 300 000 m<sup>3</sup> Molke mit den Abwässern ab. Ein wertvolles Erzeugnis für die Ernährung geht also augenblicklich noch verloren. Diese Restmilchbestände werden aber in Kürze restlos verarbeitet werden, und zwar zu einem Erzeugnis, das heute schon unter dem Namen „Migetti“ im Handel zu haben ist, und zwar als Ersatz für Reis. Migetti, das aus Kartoffeln und Molken hergestellt wird, ist wesentlich nahrhafter als Reis und darf als biologisch vollwertiges Nahrungsmittel bezeichnet werden. Wenn man die bisher verlorengegangenen Molken in der oben geschilderten Weise ausnutzt, so können etwa 100 000 t des neuen Nahrungsmittels erzeugt werden. Selbstverständlich läßt sich diese Erzeugung noch steigern, wenn nicht nur die bisher verlorengehende Molke ausgenutzt, sondern auch auf die bisher zur Viehfütterung benutzten Mengen zurückgegriffen wird, die ein Mehrfaches der obengenannten Molkemengen

darstellen. Es wird ohne weiteres möglich sein, z. B. die gesamten der Ernährung dienenden Reismengen, etwa 270 000 t, durch Migetti zu ersetzen. Die hierdurch frei werdenden Devisen sind beträchtlich und werden zu einer wesentlichen Stärkung unserer Wirtschaft beitragen.

Bis vor kurzem deckte Deutschland seinen Bedarf an Schwefel weitgehend aus dem Ausland. Hier ist schon eine wesentliche Änderung eingetreten. Die Ausnutzung der eigenen Rohstoffquellen ist heute in Angriff genommen. Der benötigte S c h w e f e l wird sowohl aus industriellen Gasen als auch aus Abwasser gewonnen. In erster Linie sind hier die Abwässer der Kokereien und Benzinfabriken zu nennen. Der jährliche Verbrauch an elementarem Schwefel betrug in Deutschland etwa 120 000 t, die heute im Inland erzeugt werden.

Im Stein- und Braunkohlenbergbau fällt eine ganze Reihe von Abwässern an, aus denen heute Wertstoffe in immer steigendem Umfange gewonnen werden. In dem Kohlenwaschwasser sind besonders große Schlamm-mengen vorhanden. Der in einfachen Absetzbecken



Abb. 11: Kohlenkläranlage mit maschineller Schlammeusräumung

leicht abzusetzende Kohlen-schlamm stellt einen wertvollen Brennstoff dar, der zweckmäßig auf der Zeche selbst Verwendung findet. Nach ausreichendem Abtrocknen kann dieser Kohlen-schlamm zusammen mit dem Koksgrus aus dem Koks-löschwasser auf entsprechenden Feuerungen mit gutem Erfolg verbrannt werden. Abb. 11 zeigt eine neuzeitliche Kohlenkläranlage.

Bei der Verkokung der Kohlen entsteht das Kokerei-abwasser, welches ebenfalls beträchtliche Mengen an Wertstoffen enthält, deren Gewinnung sich immer lohnen wird. Die Reinigung der Kokereigas wird in einem Waschprozeß durchgeführt, wobei das Waschwasser das im Gas enthaltene Ammoniak und die Ammonsalze, ferner lösliche Bestandteile wie Phenole, Zyanverbindungen usw. aufnimmt. Durch Zusatz von Kalk bzw. Kalkmilch und entsprechende Behandlung werden aus diesen Abwässern zunächst wichtige stickstoffhaltige Düngesalze, wie schwefelsaures Ammoniak, Ammoniumchlorid usw., gewonnen.

Die Gewinnung der Phenole aus dem Kokerei-abwasser hat in den letzten zehn Jahren immer größere Bedeutung bekommen, da das Phenol in der Kunstharz-industrie von großer Wichtigkeit ist. Im westdeutschen Industriegebiet wird die Phenolgewinnung schon seit einer Reihe von Jahren durch die Abwasserverbände, die Emschergenossenschaft, den Lippeverband und den Ruhrverband, betrieben. Vom Jahre 1939 an werden im westdeutschen Industriegebiet folgende Mengen an Rohphenol und Rohkresol aus den Abwässern gewonnen und somit den Vorflutern, für deren biologisches Leben das Phenol ein starkes Gift ist, ferngehalten:

im Emschergebiet . . . . .	4000 t
im Lippegebiet . . . . .	1200 t
im Ruhrgebiet . . . . .	400 t

Aus dieser Menge Rohware ergeben sich dann etwa 4250 t Reinware Phenol. Eine gute Phenolquelle ist auch ein Teil der Benzinfabriken, in denen das Phenol als Abfallstoff anfällt. Auch die Gewinnung der bei der Braunkohlenschwelung im Abwasser auftretenden Phenole wird heute schon an vielen Stellen mit Erfolg durchgeführt. In

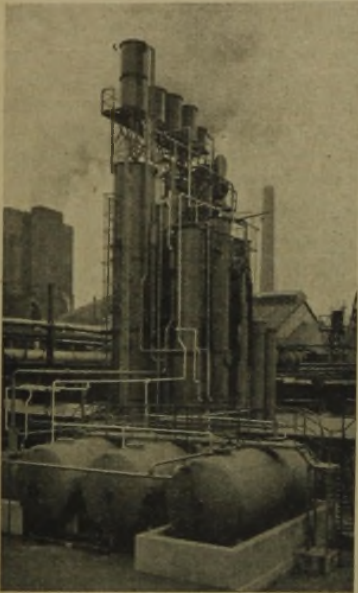


Abb. 12: Entphenolungsanlage auf einer Kokerei

Abb. 12 ist eine Phenolgewinnungsanlage auf einer Zeche zu erkennen.

In den letzten Jahren ist die Gewinnung von Wertstoffen aus den Abwässern der

Metallindustrie besonders wichtig geworden. Bis vor wenigen Jahren war es allgemein üblich, die erschöpften und verbrauchten Schwefelsäure- und Salzsäurebeizen der Eisenbeizereien, die einen sehr hohen Gehalt an Eisenverbindungen aufweisen, nach mehr oder weniger weit getriebener Abstumpfung

mittels Kalk in die Flüsse abzuleiten. Neben der sehr empfindlichen Verschmutzung und Schädigung der Flüsse durch diese Eisenverbindungen gingen hierbei große Mengen Säure und Eisen der Volkswirtschaft verloren. In den letzten Jahren ist auf Anregung der Abwässerverbände des westdeutschen Industriegebiets in Zusammenarbeit mit der Industrie wertvolle Arbeit geleistet worden, um unter gewissen Betriebsumstellungen die in den Beizbetrieben anfallenden Wertstoffe zu gewinnen und gleichzeitig an Schwefelsäure im Betrieb zu sparen.

Man kann damit rechnen, daß in Deutschland etwa 100 000 t Schwefelsäure im Jahr in Beizanlagen verbraucht werden. Von dieser Menge können etwa 80 bis 90 v. H. als Eisensulfat wiedergewonnen werden. Im allgemeinen ist es üblich, bei der Gewinnung auf wasserhaltiges Eisensulfat, auf Eisenvitriol ( $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ ) zu arbeiten, so daß in Deutschland im Jahr etwa 225 000 t gewonnen werden können. Abb. 13 zeigt in schematischer Darstellung, wie aus dem Beizereiabwasser Eisenvitriol gewonnen werden kann. Im freien Handel sind z. Z. nur etwa 30 000 t, d. s. etwa

10 v. H. der möglichen Erzeugung, unterzubringen, wobei die Landwirtschaft und die Farbenindustrie gewisse Mengen aufnehmen. In Zusammenarbeit mit der Industrie haben nun die westdeutschen Abwässerverbände schon gründliche Vorarbeiten für die Unterbringung und Verwertung größerer Vitriolmengen geleistet. Es kann hier die weitere Bearbeitungs- und Verbreitungsmöglichkeit des Eisenvitriols nur ganz kurz gestreift werden. Zunächst ist es möglich, das Eisenvitriol auf Schwefelsäure thermisch aufzuarbeiten und mit dem Schwefelkies in den Schwefelsäurefabriken abzurösten, wobei ebenfalls Schwefelsäure gewonnen wird. Durch chemische Umsetzung können aus dem Eisenvitriol Eisen und Glaubersalz, ferner Gasreinigungsmasse und schwefelsaures Ammoniak gewonnen werden. Man erkennt, daß die Verarbeitungsmöglichkeiten des Eisenvitriols recht vielseitig sind.

Zum Schluß noch einige wenige Worte zur Gewinnung von Kupfer aus Abwässern. In den Metallwarenfabriken, Armaturenfabriken, Galvanisierungsanstalten usw. werden aus Kupfer und seinen Legierungen (Messing, Bronze, Rotguß, Neusilber usw.) alle möglichen Gegenstände hergestellt, die im Herstellungsvorgang mit Säure behandelt

werden müssen. Dabei fallen Abwässer an, die oft beträchtliche Mengen Kupfer enthalten. Durch geeignete Verfahren wird aus dem Abwasser das Kupfer sowohl als Kupfervitriol als auch als metallisches Kupfer zurückgewonnen.

Mit meinen Ausführungen habe ich versucht, einen kurzen Einblick in die Gewinnungsmöglichkeiten von Wertstoffen aus Abwässern zu geben. Bei dem zur Verfügung stehenden Raum konnten natürlich nicht alle Abwasserarten im einzelnen behandelt werden, sondern ich habe mich darauf beschränken müssen, einige wesentliche und besonders wichtige Abwässer zu besprechen. Ich glaube aber, daß der Leser den Eindruck gewinnen wird, daß es im Interesse der deutschen Volkswirtschaft liegt, die Frage der Gewinnung verwertbarer Stoffe, die in den zahlreichen Abwässern vorhanden sind, energisch weiterzuverfolgen, damit die Rückgewinnung überall dort vorwärtsgetrieben wird, wo sich irgendwelche Erfolgsaussichten bieten.

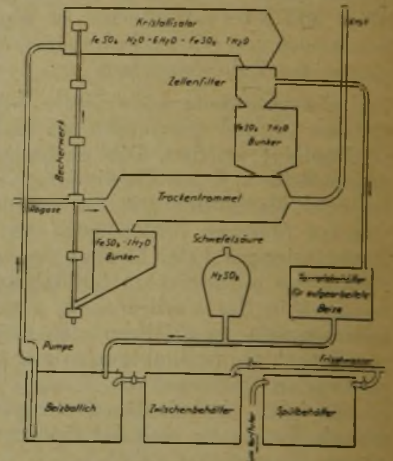


Abb. 13: Schematische Darstellung einer Beizereiabwasser-Aufbereitungsanlage

## Der Stand der Übermikroskopie\*)

Von Dr. Otto Dorner, Essen

**Das Lichtmikroskop.** Es ist seit Jahrhunderten bekannt, daß man mit Hilfe von Linsen Lichtstrahlen, die von einem Punkte ausgehen, wieder in einem Punkte zu sammeln vermag. Durchstrahlt man daher ein ebenes Objekt mit Licht, so werden die Strahlen, die von je einem Punkte des Objektes ausgehen und durch eine Linse fallen, wieder in je einem entsprechenden Punkte

hinter der Linse vereinigt. Es entsteht so ein Bild des Gegenstandes in bestimmtem Abstand von der Linse. Je nachdem der Gegenstand näher oder weiter als die doppelte Brennweite der Linse von ihr entfernt ist, erhalten wir ein vergrößertes oder verkleinertes Bild in der Bildebene. Mit Hilfe einer zweiten Linse können wir das schon vergrößerte Bild weiter vergrößern, wenn wir die Lage dieser Linse so wählen, daß das erste Bild weniger als die doppelte Brennweite von dieser Linse entfernt ist. Beim heutigen Lichtmikroskop wählt man

\*) Nach einem am 24. November 1933 im Haus der Technik, Essen, gehaltenen Vortrag von Dr. Bodo v. Borries, Berlin.

zur Vermeidung der Linsenfehler statt der Einzellinsen Linsensysteme. Zu einer höheren Vergrößerung gelangt man beim Lichtmikroskop, wenn Linsen mit kleinerer Brennweite verwendet werden, die die Strahlen sehr stark brechen.

Wo liegen nun die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Lichtmikroskops? Es ist hier zu bemerken, daß es nicht auf die Vergrößerung, sondern auf das Auflösungsvermögen der zur Abbildung benutzten Strahlen ankommt. Wir können an sich jede beliebige Vergrößerung durch Änderung der Bildweite vom Projektionsmikroskop erreichen, aber die Genauigkeit des Bildes steigert sich dadurch nicht. Es kommt vielmehr darauf an, den Abstand zweier Punkte des Gegenstandes, die das Mikroskop gerade noch getrennt abzubilden vermag, zu bestimmen. Dieser Abstand ist abhängig von der numerischen Apertur  $A_n$  und der Wellenlänge  $\lambda$  des verwendeten Lichtes. Bei der günstigen schiefen Be-

leuchtung ist dieser Abstand  $d_1 = \frac{\lambda}{2 A_n}$ , wobei  $A_n$  die numerische Apertur und  $\lambda$  die Wellenlänge ist. Die Apertur wird bestimmt durch den Sinus des halben Öffnungswinkels des Lichtstrahlenkegels, der vom Gegenstand in das Objektiv eintritt. Die numerische Apertur ist die Apertur, multipliziert mit dem Brechungsindex  $n$  einer zwischen Objekt und Objektiv gebachten Flüssigkeit. Je kleiner dieser Abstand  $d_1$ , um so größer ist das Auflösungsvermögen des Mikroskops.

Aus dieser Formel geht hervor, daß man um so mehr Feinheiten erkennt, je kleiner die Wellenlänge ist. Bei der benutzten numerischen Apertur von 1,4 wird beim Lichtmikroskop  $d_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 200 \text{ m } \mu$ .

**Die Elektronenoptik.** Um nun Körper noch feinerer Struktur sichtbar zu machen, muß man Strahlen verwenden, denen eine kleinere Wellenlänge als dem Lichte zukommt und die ähnlich wie Lichtstrahlen auch durch Linsen beeinflusst werden. Man könnte an Röntgen- und  $\gamma$ -Strahlen denken, deren Wellenlänge bis auf  $10^{-9} \text{ mm}$  heruntergeht. Aber für sie ist eine geeignete Beeinflussung durch Linsen nicht gelungen. Man wählt daher Elektronenstrahlen, deren Wellenlänge um einige Größenordnungen unter der des Lichtes liegt. Diese Elektronenstrahlen entstehen in luftverdünnten Röhren. Sie gehen geradlinig von der Kathode aus (Kathodenstrahlen) und bestehen aus negativen Elektronen. Wie *Chert* fand 1898, daß ein um einen solchen Elektronenstrahl konzentrisch angeordnetes Magnetfeld den Strahlenquerschnitt vermindert. Wie *Busch* 1927 aussprach, entspricht diese Konzentrierung einer echten Linsenwirkung, und zwar der einer Sammellinse. Ein solches konzentrisches Magnetfeld erhält man mittels einer stromdurchflossenen Magnetspule.

Diese Strahlen können auch durch elektrostatische Felder abgelenkt werden, denen man ebenfalls bei geeigneter Form Linsenwirkung erteilen kann. Je nachdem man elektrische oder magnetische Linsen verwendet, nennt man das Elektronenmikroskop elektrisch oder magnetisch. Das elektrische System ist aus verschiedenen Gründen (Schwierigkeit, sehr starke elektrische Felder auf engem Raum ohne Zusammenbruch des Feldes zu konzentrieren usw.) noch nicht so weit entwickelt wie das magnetische. Es wird daher hier nur auf die Geräte des magnetischen Elektronenmikroskops, des sogenannten Übermikroskops, eingegangen.

Die Wellenlänge der Elektronenstrahlung ist nach de Broglie:  $\lambda = \frac{1,23}{U} \cdot 10^{-9} \text{ mm}$ .  $U$  ist die Voltgeschwindigkeit. Bei der Spannung 75 000 Volt wird die Wellenlänge  $= 4,5 \cdot 10^{-9} \mu$ . Die mittlere Wellenlänge des

Lichtes ist  $5 \cdot 10^{-7} \mu$ . Als Wellenlänge der benutzten Elektronenstrahlen gilt also ein Wert, der hunderttausendmal so klein ist als der des Lichtes.

Wie kommen nun die Bildwirkungen zustande? Um dies zu verstehen, müssen wir uns zunächst mit der magnetischen Linse beschäftigen. Als Magnetfelder werden rotationssymmetrische Felder benutzt. Fliegt ein Elektron senkrecht zu den Kraftlinien, so erfährt es eine Ablenkung, die senkrecht zu den Kraftlinien und zu seiner ursprünglichen Fortpflanzungsrichtung steht. Seine Bahn wird also im homogenen Magnetfeld ein Kreis. Wenn es schräg ins Feld eintritt, wirkt nur die zur Elektronenbahn senkrechte Komponente des Feldes richtungändernd (Abb. 1).

Man sieht in der Abbildung ein Elektronenstrahlbündel innerhalb eines Magnetfeldes. Es wird angenom-

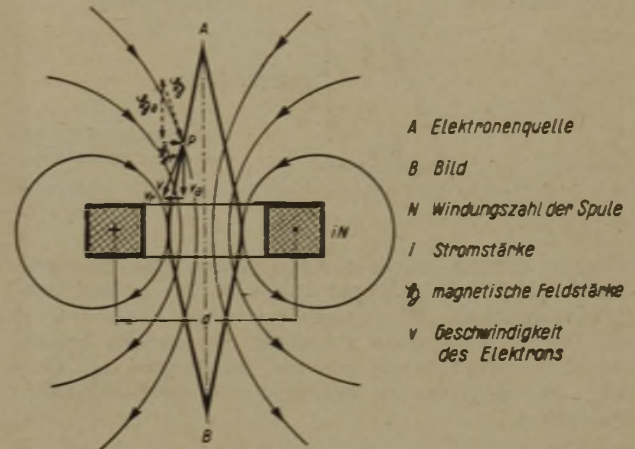


Abb. 1: Wirkungsweise der magnetischen Linse

men, daß das Feld durch eine symmetrisch zur Strahlenachse angeordnete Magnetspule hervorgerufen wird und von A das Bündel mit der Geschwindigkeit  $v$  durch die Spule fällt. Im Punkte P können wir sowohl die Feldstärke  $\mathcal{H}$  wie die Geschwindigkeit in je eine radiale  $v_r$ - und  $\mathcal{H}_r$ -Komponente wie eine achsiale Komponente  $v_a$  und  $\mathcal{H}_a$  zerlegen.  $v_r$  steht senkrecht auf  $\mathcal{H}_a$  und  $v_a$  senkrecht auf  $\mathcal{H}_r$ . Beide Geschwindigkeitskomponenten ergeben mit den entsprechenden senkrechten Feldstärkekomponenten Kräfte, die in die Zeichenebene hinein auf das Elektron wirken (Linke-Hand-Regel). Diese neu entstehende tangentielle Geschwindigkeitskomponente steht auf der Gesamtfeldstärke senkrecht. Beide zusammen geben eine zur Achse gerichtete Kraft, so daß die Elektronenbahn sich zur Achse krümmt. Das von A ausgehende Elektronenstrahlbündel wird daher nach Durchlaufen einer Spiralbahn im Punkte B wieder zusammentreffen. Das Bild der Elektronenquelle ist aber infolge der tangentialen Geschwindigkeitskomponente gegenüber dem Ausgangspunkt verdreht. Die magnetische Linse wirkt deshalb so, daß sie einen Punkt sowie viele in der Nähe der Achse befindliche Punkte, von denen Elektronen ausgehen, wieder zu Punkten abbildet. Die Brennweite der magnetischen Linse muß möglichst klein sein. Sie hängt von der Spannung  $U$ , der Stromstärke  $i$ , dem mittleren Wicklungsdurchmesser  $D$ , der Windungszahl  $N$ , und

einem Faktor  $f$  nach der Formel:  $f = \frac{U}{i^2 N^2} F_3^2 \cdot 48,4$  (cm)  $F_3 = 1,1$ . Man kann also durch Spannung und Strom die Brennweite der Linse ändern. Bei der optischen Linse bleibt die Brennweite fest. Um die Brennweite zu verkleinern, wird die Spule mit magnetisch gut leitendem Eisen bis auf einen kleinen Spalt im

Inneren gekapselt. Polschuhe drängen das Feld noch enger zusammen. Die Brennweite wird dann wenige Millimeter (Abb. 2). Der Strahlengang bei der Bildentstehung entspricht etwa der Darstellung in Abb. 2. Gezeichnet sind in

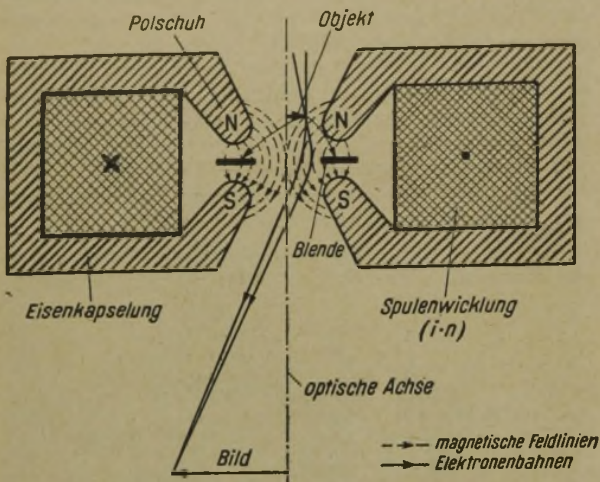


Abb. 2: Magnetische Elektronenlinse kurzer Brennweite mit eingezeichnetem Strahlengang

diesem Schema nur die Randstrahlen des Bündels, welche einen Objektpunkt abbilden. Die zweite Vergrößerungsstufe ist weggelassen. Vom Objekt wird ein Teil der Elektronen abgelenkt. Ein anderer behält seine Richtung unverändert bei. Je dünner das Objekt, um so größer ist die Zahl der durchgehenden Elektronen.

Die prinzipielle Anordnung des Übermikroskops im Vergleich mit dem Lichtmikroskop zeigen die Abb. 3 und 4.

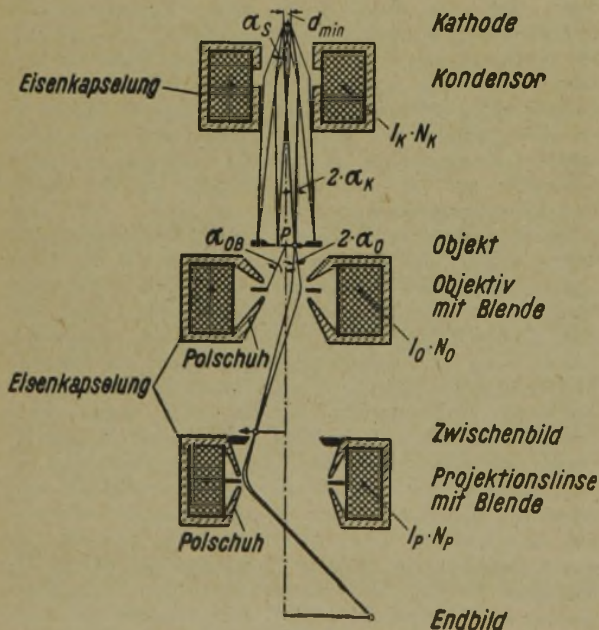


Abb. 3: Strahlengang im Übermikroskop

**Aufbau des Übermikroskops.** Im Gegensatz zum Lichtmikroskop, bei dem das Bild durch die Farbe des Objektes, seine Brechung und Beugung an feinsten Strukturen bestimmt wird, wird beim Elektronenmikroskop das Bild durch die Streuung der Strahlen festgelegt. Hierbei fallen sehr dünne Strahlenbündel auf das Objekt und bilden die einzelnen Punkte ab, wäh-

rend beim Lichtmikroskop das Strahlenbündel viel breiter ist. Je dicker das übermikroskopische Objekt, desto mehr Strahlen werden abgelenkt, um so dunkler erscheint das Bild. Die Tiefenschärfe ist beim Lichtmikroskopischen Bild gering, beim elektronenoptischen sehr viel größer. Das Durchdringungsvermögen beim Licht, soweit es sich um durchsichtige Körper handelt, ist groß, bei den Elektronen sehr gering. Materie, die in dicker Schicht für Elektronenstrahlen durchstrahlbar ist, gibt es nicht. Das Elektronenbild kann ferner nur auf einem Leuchtschirm sichtbar gemacht werden, da die Elektronenstrahlen selbst unsichtbar sind. Beim Lichtmikroskop stellt man durch mechanische Änderung des Abstandes Objekt/Objektiv scharf ein. Beim elektronenoptischen Mikroskop kann man außerdem scharfe Einstellung durch Änderung der Linsenbrennweite erreichen. Erhöhung der Stromstärke der Magnetlinie verkleinert die Brennweite. Erhöhung der Elektronengeschwindigkeit (Beschleunigungsspannung) erhöht die Brennweite. Zur Übermikroskopanlage gehört außer dem Apparat noch eine Akkumulatorenbatterie, eine Hochspannungsanlage nebst Transformatoren und Gleichrichter, eine Vakuumanlage aus rotierender Öl- sowie Diffusionspumpe, ferner eine Schalttafel. Der ganze Vorgang der Abbildung findet im Vakuum statt. Der Elektronenstrahl wird in einem Dreielektrodensystem erzeugt, nach Art der Braunschen Röhre. Sie arbeitet

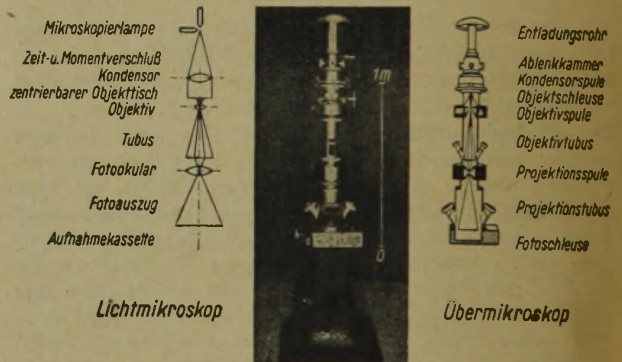


Abb. 4: Übermikroskop im Vergleich zum Lichtmikroskop

mit einer Glühkathode und hat eine Betriebsspannung von bis zu 85 KV. Die Kondensorspule sammelt die Elektronenstrahlen auf das Objekt. Dieses kann mittels einer Schleuse ohne nennenswerte Störung des Vakuums ein- und ausgeführt werden. Die Elektronenstrahlen gehen nun hindurch und treten in die Objektivlinse ein, die als Polschuhspule ausgebildet ist. Das reelle Zwischenbild kann man durch den Objektstube auf einem Schirm sehen. Der Schirm hat in der Mitte ein Loch, durch das ein Teil der Elektronen des Zwischenbildes in die Projektionslinse eintritt. Diese ist ähnlich eingerichtet wie die erste Magnetlinse. Das in der zweiten Vergrößerungsstufe entstehende Bild wird auf dem Leuchtschirm des Projektionstubes oder auf einer Plattenkassette unterhalb erzeugt. Das Objekt kann wie beim Lichtmikroskop verschoben werden. Betrachtet wird das Bild durch den Projektionstube. Ohne Zerstörung des Vakuums kann die fotografische Platte, auf der das Bild festgehalten werden soll, ausgewechselt werden. Der Leuchtschirm wird dann von außen beiseite geklappt. Das Vakuum hat eine Höhe von  $10^{-4}$  bis  $10^{-5}$  mm Hg. Die Farbe der Hochfrequenzentladung an einem Prüfröhr gestattet einen Schluß über die Höhe des Vakuums. Die erste Magnetlinse hat eine Brennweite bis herunter zu 2 mm, die zweite bis herunter zu 1 mm, die Vergrößerung der ersten Stufe wird so bis zu 160fach, die der zweiten bis zu 250fach, die Endvergrößerung ist gleich dem



Produkt beider = 40 000fach. Jede Materie setzt dem Elektronenstrahl einen Widerstand entgegen, der proportional der Dichte und Schichtdicke ist. Das Bild gibt daher einen Einblick in die Massendicke des Objekts. Man kann beim Elektronenmikroskop nur sehr dünne Schichten abbilden, die nur wenig Strahlen absorbieren und deshalb sich auch nur verhältnismäßig wenig erwärmen. Andernfalls wäre die Gefahr der Zerstörung der Objekte zu groß. Lebende Objekte freilich werden von den Elektronenstrahlen getötet; sie verlieren aber nicht ihre äußere Form. Das Vakuum allein würde die Lebensfähigkeit dieser Objekte fast nicht beeinträchtigen. Die Schwierigkeiten der Übermikroskopie liegen in dem geringen Durchdringungsvermögen der angewandten Strahlen, ihrem hohen Energiegehalt und in der Gefahr, daß das Objekt sich zu stark auflädt.

**Auflösungsvermögen des Übermikroskops.** Wenn man beim Übermikroskop mit der gleichen Apertur wie beim Lichtmikroskop arbeiten könnte, müßte man entsprechend der Wellenlänge eine 100 000mal bessere Auflösung erhalten. Dies ist jedoch nicht möglich, weil als zweite Bedingung die gilt, daß auch die Abbildungsfehler der Elektronenlinsen dann 100 000mal kleiner sein müßten als die der lichtoptischen Objektive. Da dies leider bisher nicht der Fall ist, muß man sich damit begnügen, mit kleinerer Apertur zu arbeiten, weil die Abbildungsfehler mit der Apertur stark abnehmen. So wird im Augenblick nur eine Apertur von  $\frac{1}{1000}$  ausgenutzt. Da das Auflösungsvermögen proportional der Wellenlänge und umgekehrt proportional der Apertur ist, müßte danach das Lichtmikroskop etwa um den Faktor 100 übertroffen sein. Tatsächlich erreicht ist etwa der Faktor 40. Es läßt sich noch nicht übersehen, wieweit die Elektronenlinsen verbessert werden können. Von praktischer Bedeutung sind der Öffnungsfehler, der Beugungsfehler und der chromatische Fehler. Letzterer entsteht durch periodische Schwankungen der den Strahl erzeugenden Spannung oder durch ähnliche Schwankungen des Stromes, der das Abbildungsmagnetfeld erzeugt, ferner durch die verschiedenen großen Geschwindigkeitsverluste der Elektronen im Objekt (wechselnde Dichte und Dicke des Objekts). Während sich Spannungs- und Stromschwankungen beherrschen lassen, muß die Beeinflussung der Geschwindigkeit der Elektronen durch das Objekt mit in Kauf genommen werden.

**Übermikroskopische Untersuchungstechnik.** Da die Elektronenstrahlen nur ein sehr beschränktes Massendurchdringungsvermögen besitzen und eine Auflicht-Mikroskopie bisher noch keine sublichtmikroskopischen Auflösungen geliefert hat, kann man nicht dieselben oder ähnliche Untersuchungsverfahren bei der Übermikroskopie verwenden wie bei der Lichtmikroskopie. Selbst Schichten von der Dicke der dünnsten Mikrotomschnitte ( $\frac{1}{1000}$  mm) sind für die Elektronenstrahlung noch zu dick. Es mußte daher eine besondere Präparationstechnik entwickelt werden, in welcher Richtung besonders H. R u s k a Untersuchungen durchführte. Die durchstrahlten Schichten dürfen nur von kolloidaler Dimension sein, d. h., Gebilde, die der Kolloidchemiker Filme nennt. Die dünnsten Filme, die hier verwandt werden, haben eine Dicke von 10 m $\mu$ . Es gibt fünf grundsätzliche Möglichkeiten, die Präparate im Übermikroskop unterzubringen (Abb. 5):

1. freischwebend auf Stützen;
2. frei in den Strahlengang hineinragende Objekte;
3. eingebettet in Trägerhaut zwischen den Drähten eines Netzes;

4. in den Trägerfilm eingebettete Objekte;
5. am Trägerfilm haftende Objekte.

Besser als die Verwendung des Drahtnetzes ist die Benutzung einer kleinen runden Metallscheibe von 4 mm Durchmesser und 0,5 mm Dicke, zentrale Bohrung 0,3—0,03 mm  $\varnothing$  in Richtung des Strahlenganges.

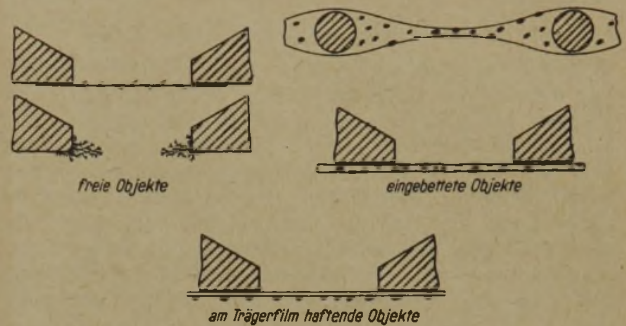


Abb. 5: Verschiedene Arten des übermikroskopischen Präparates

Das frei schwebende Objekt hat den Vorteil, daß die Bestandteile des Trägerfilms nicht mit abgebildet werden. (Die Trägerfilme bestehen meist aus Kollodium.) Zur Herstellung derart feiner Filme gibt man in Amylazetat gelöstes Kollodium in Tropfenform auf die Oberfläche eines mit Amylazetat gesättigten Wasserbades. Der Tropfen breitet sich wegen seiner geringen Oberflächenspannung auf der Oberfläche rasch und dünn aus. Sein Rand ist kreisförmig. Das Amylazetat verdunstet, und die Kollodiumhaut bleibt schwimmend auf dem Wasser. Das Wasser muß völlig frei von Gasperlen und Staub sein und darf nicht im geringsten bewegt werden. Der Tropfen von 0,05 bis 0,1 gr muß der Oberfläche genähert werden, in die er ohne Erschütterung abfließt. Wenn das Amylazetat verdunstet ist, erkennt man den Film nicht mehr an den Farben dünner Blättchen, die beim Einfließen der Flüssigkeit auf dem Wasser entstehen, sondern an dem Seidenglanz der Oberfläche. Die Dicke des Films beträgt dann noch etwa den hundertsten Teil der Dicke der vorher vorhandenen Amylazetatschicht. Der Film legt sich beim Ablassen des Wassers auf den Objektträger, wird dann getrocknet und staubfrei aufbewahrt. Soll er benutzt werden, so bringt man mit einer Platinöse, wie sie in der Bakteriologie üblich ist, die Objekte in Lösung auf den Film und läßt sie eintrocknen. Man kann den Film nur einmal benutzen. Er hält bei den nötigen Vorsichtsmaßnahmen die Bestrahlung durch die Elektronen aus.

**Apparate für Forschungsinstitute.** Neuerdings haben B. v. Borries und E. Ruska über ein von der Siemens u. Halske AG. herausgebrachtes, für Forschungsinstitute bestimmtes Übermikroskop berichtet. Es weist in seiner Bedienung große Vereinfachung auf. Die Herstellung des nötigen Vakuums gelingt in kurzer Zeit. Das Objekt wird ohne nennenswerte Störung des Vakuums eingeschleust, so daß nur ein kurzes Nachpumpen nötig wird. Es kann dem Objektiv genähert und in jede beliebige Entfernung gebracht werden. Die Scharfeinstellung erfolgt durch Grob- und Feinregulierung des Objektivspulenstroms. Zur Erleichterung der Scharfeinstellung kann das Gesichtsfeld des Leuchtschirmbildes bei vierfacher Vergrößerung durch ein Lichtmikroskop von einem Beobachtungsfenster aus betrachtet werden. Das Endbild läßt sich von 3 Fenstern aus durch 3 Beobachter gleichzeitig mit beiden Augen betrachten. Die Verschiebung und Absuchung des Objekts kann man ähnlich wie beim Lichtmikroskop ausführen. Die

Bedienung erfordert freilich eine gewisse Sorgfalt und Geschicklichkeit (Abb. 6 und 7).

**Anwendungen.** Welche Feststellungen hat nun das Übermikroskop bisher vermittelt, auf welchem Gebiet verspricht es wertvolle Neuerkenntnisse? Spezialforscher verschiedener Gebiete haben mit dem Gerät gearbeitet und ihre Studien veröffentlicht. Diese Gebiete sind:

1. Kolloide, vornehmlich kolloidales Gold.

Es gelingt mit dem neuen Hilfsmittel, in Metallkolloiden, vor allen Dingen Goldkolloiden, die einzelnen Teile sichtbar zu machen und wichtige Schlüsse über die Form der Teilchen zu ziehen. Die Ränder der Teilchen sind bei den benutzten Vergrößerungen nicht ganz scharf. Aber aus den Bildern der Teilchen in verschiedener Lage läßt sich dennoch auf die Form der Teilchen schließen. Die Goldlösungen, Goldsole genannt, reagieren nun mit Eiweißkörpern viruskranker Pflanzen, und zwar von Kartoffeln, die vom X-Virus, und vom

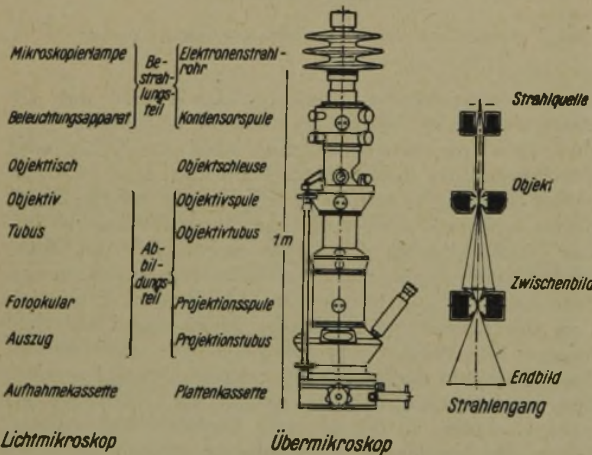


Abb. 6: Schematische Darstellung des Übermikroskops

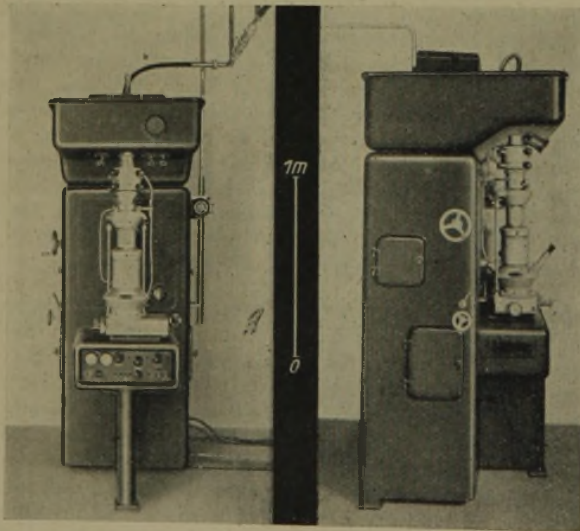


Abb. 7: Vorder- und Seitenansicht der fertig aufgebauten Apparatur des Siemens-Übermikroskops nach E. Ruska und B. v. Borries

Tabak, der von der Tabakmosaikkrankheit befallen ist (Abb. 8). Diese Reaktionen sind für beide Vira verschieden. Beim X-Virus tritt eine stark sedimentierende Rotflockung im neutralen Bereich, beim TM-Virus im stark sauren Bereich auf. Im neutralen Bereich erscheint beim TM-Virus eine Blauflockung. Die Rotflockung ist bei beiden Viren durch Alkalisierung mit Natronlauge wieder auflösbar. Der Verlauf der Goldsolreaktion

wird dabei wesentlich von der Wasserstoff-Ionen-Konzentration des Suspensionsmittels beeinflusst. Bei der Rotflockung binden sich die primären roten Gold-

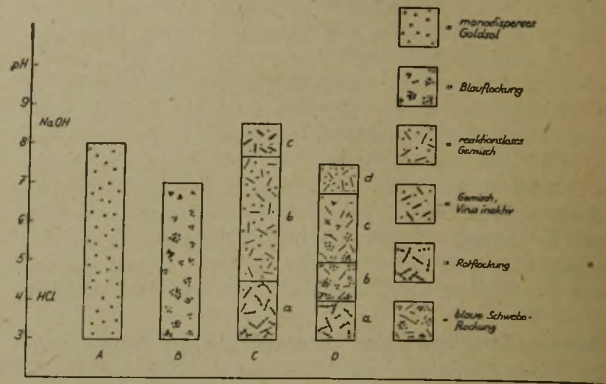


Abb. 8: Schematische Darstellung der Reaktion Goldsol und Tabakmosaikvirusprotein. A = Au + H<sub>2</sub>O; B = Au + NaCl; C = Au + TM-Virus; D = Au + NaCl + TM-Virus

teilchen an die Oberfläche der stäbchenförmigen Virusproteinmoleküle (Eiweiß) und sedimentieren mit ihnen zusammen. Bei der Blauflockung aggregieren die ursprünglich rotfärbenden Einzelteilchen unter Einfluß des NaCl zu blaugefärbten Sekundärteilchen ohne Reaktion mit dem Virus. Die Goldeiwweißadsorption ist daher in elektrochemischen Oberflächenvorgängen der Reaktionspartner zu suchen. Dieses wurde im Übermikroskop sichtbar gemacht. Ähnliche Reaktionen treten bei meningitischen undluetischen Affektionen auf (Langesche Goldsolreaktion). Hier liegt der erste Fall vor, bei dem zwei Partner einer kolloidchemischen Reaktion in ihren Beziehungen zueinander bildmäßig dargestellt werden. Das Übermikroskop verspricht daher ein wertvolles Hilfsmittel zur genaueren Erforschung kolloidaler Reaktionen zu werden.

2. S i a u b u n d R a u c h. Für die Auswertung der Beobachtungen ist die Art der Herstellung der Präparate von besonderer Bedeutung. In allen diesen Präparaten sind Teilchen verschiedener Größe vorhanden. Das Ziel der Untersuchungen wäre die Feststellung der Verteilungskurve der Teilchengröße. Da indessen viele dieser Teilchen im Lichtmikroskop sichtbar werden, es aber wesentlich auf diejenigen ankommt, die im Elektronenmikroskop allein erkannt werden können, hat man sich auf diese beschränkt. Es galt hier, die Durchmesser feiner und feinsten Einzelteilchen zu beobachten sowie ihre Struktur und ihre Neigung, Aggregate zu bilden. Die Staube wurden zunächst mit Xylol oder Wasser aufgeschwemmt. Die gröberen setzen sich ab, und man erhält eine Suspension feiner und feinsten Teilchen. Einen Tropfen davon trägt man mit der Platinoöse ab, beschickt mit ihm den Kollodiumfilm und läßt ihn eintrocknen. Man entnahm die Schwebstoffe entweder vor Ort oder stellte sie im Laboratorium künstlich her. Flüchtige Metallverbindungen wurden bei 800° hydrolysiert oder verbrannt. Die elektronenoptischen Vergrößerungen betragen das 24—27 000fache.

Die ersten Studien galten den Staubarten, die Staublungen hervorrufen. Da die Staublungengefahr in bestimmten Berufen sehr groß ist, muß ihre Bekämpfung in jeder Weise gefördert werden. Teilchen vom Durchmesser größer als 3 µ gelten als weniger gefährlich, weil sie durch die Schleimhäute, das Flimmerepithel und die Behaarung im Nasenrachenraum festgehalten werden. Die Teilchen unter 1 µ sind vorwiegend die gefährlichen. Asbeststaub gilt als sehr gefährlich. Er

wurde genauer untersucht, und zwar in Teilchen bis 20  $\mu$ . Sie wiesen auch deutlich faserige Struktur auf. Quarz- sowie Feldspatmehl, die in der Porzellanindustrie eine Rolle spielen, zeigten eine stark zerklüftete Struktur (Abb. 9). Es fanden sich rundliche sowie längliche Formen. Ähnliches fand man bei Thomasmehl. Thomasmehl ist besonders unangenehm, denn sein Staub kann schon in wenigen Wochen gefährliche Lungenerkrankungen hervorrufen. Sodann studierte man Metalloxydrauche, die im Lungengewebe resorbiert werden und in die Blutbahn übergehen, z. B.



Abb. 9: Gemahlener Feldspat, elektronenoptisch bei einer Vergrößerung von 27 000:1 aufgenommen. Wiedergabe: 18 000:1

Bleirauch (PbO), der die gefürchtete Bleikrankheit hervorruft. Die Teilchengröße geht bis auf 5  $\mu$  herab, wobei die Neigung besteht, daß sich die Teilchen zu Aggregaten zusammenschließen. Es ergab sich allgemein, daß die Entstehungsbedingungen eines Rauches für seine Konstruktur und Teilchenform entscheidend sind.

Für die Beseitigung dieser Schädigungen ist die Herstellung geeigneter Atemfilter wesentlich. Die Geeignetheit der Filter hängt vor allem von der Korngröße des zu bekämpfenden Staubes ab, deren Kenntnis daher erst den Weg zur Bekämpfung dieser Gefahr ebnet. Das Lichtmikroskop versagt in allen diesen Fällen. Man darf hoffen, daß weitere systematische Untersuchungen mit dem Übermikroskop auch den Weg zur richtigen Herstellung der Filter weisen, die die kleinsten schädigenden Teile zurückhalten.

3. Tonmineralien. Die Bestandteile der Tone, die den chemisch wichtigsten Teil ausmachen, liegen unterhalb der Grenzen des Lichtmikroskops. Deshalb verspricht auch hier das Übermikroskop genauere Einblicke in die chemischen Prozesse. Es wurden hauptsächlich Zettlitzer Kaolin sowie synthetischer Kaolin untersucht. Die Proben wurden zum Teil bis 1200° er-

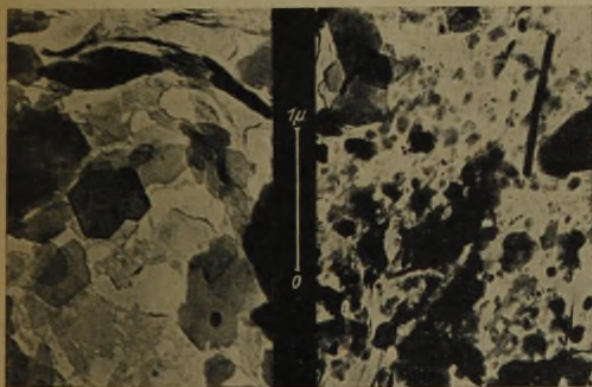


Abb. 10: Elektronenoptische Aufnahme von Kaolin. Linkes Bild: roh; rechtes Bild: auf 700° erhitzt. Elektronenoptisch: 25 500:1. Wiedergabe: 1300:1

hitzt (Abb. 10). Die scharfkantige Umrandung der Kristalle beginnt sich bei steigender Temperatur bis 800° auszufransen. Es tritt dann feinkörniges Material auf. Dieser Vorgang läßt sich im Übermikroskop verfolgen. Dieses Material rekristallisiert sich bei höherer Temperatur unter Kornvergrößerung. Schließlich tritt Verkleben der Körper ein. Bei höchsten Temperaturen

zeigt sich eine Neubildung kristallisierten Aluminiumsilikats.

Für große Reinheit des Materials ist bei übermikroskopischen Studien Sorge zu tragen. Der synthetische Kaolin zerfällt bereits bei 700°, während der Zettlitzer Kaolin höhere Temperaturen verlangt. Das Übermikroskop ist also auch für die Erkenntnis der Umbildung von Kristallen bei Erwärmung von hoher Wichtigkeit und berufen, zu neuen Erkenntnissen zu führen.

**Biologische Studien.** 1. Blut. Für die genauere Erforschung der biologischen Vorgänge und der Feinstruktur des Blutes liefert das Übermikroskop ebenfalls wertvolle Beiträge. Die roten Blutkörperchen bei Blutuntersuchungen sind zu dick, um neue Aufschlüsse über ihre Strukturen zu gestatten. Sie erscheinen als völlig schwarze Scheiben, oder von der Kante gesehen manchmal als mehr oder weniger längliche Gebilde. Bei einer Vergrößerung von 20—25 000 deckt ein Blutkörperchen das Gesichtsfeld ganz zu. Die weißen Blutkörperchen sind noch nicht hinlänglich untersucht. Hingegen geben die Blutplättchen (Thrombozyten) sehr klare Bilder. Bei den Blutplättchen erscheinen pseudopodienartige Fortsätze, die sich bei dicht zusammengelagerten Plättchen miteinander verschlingen und die zentralen Plättchen an Größe und Länge oft weit übertreffen. Diese Erscheinungen müssen in der Pathologie noch näher untersucht werden, denn für die Plättchenagglutination und den Gerinnungsvorgang sind die Fortsätze zweifellos von Bedeutung.



Abb. 11: Blutplättchen aus gerinnendem Heparinplasma. Elektronenoptisch: 9000:1. Wiedergabe: 6000:1

Interessante Einblicke ergaben sich in den Mechanismus des Gerinnungsvorgangs, der Bildung des Fibrins, dessen Fäden besonders an den Thrombozyten haften (Abb. 11).

2. Viren. Besonders wichtig ist es aber, daß die Elementarkörper aller Virusarten, die man bisher nur mit indirekten Meßverfahren untersuchen konnte, innerhalb des Sichtbarkeitsbereichs des Übermikroskops liegen. Kausche und Pfankuch haben sich besonders mit dem Virus der Tabakmosaikkrankheit beschäftigt (Abb. 12). Er gilt nach den Untersuchungen Stanley als ein kristallisierbarer, äußerst hochmolekularer Eiweißkörper. Die Kristalle haben lichtmikroskopische Größe bis zur unmittelbar sichtbaren Größe. Über seine Molekulargröße haben Untersuchungen mit der Ultrazentrifuge Aufschluß gegeben. Im Übermikroskop sieht man den Aufbau der Kristalle deutlich. Es zeigt sich, daß der Aufbau nicht streng kristallin ist, so daß der Ausdruck „Kristalle“ nicht mehr voll gerechtfertigt erscheint, und daß die stäbchenförmigen Einzelteile in ihrer Länge stark wech-



Abb. 12: Tabakmosaik-Virusprotein (nadel-förmig „kristallisiert“) im Übermikroskop. Elektronenoptisch: 16 000:1. Wiedergabe: 11 000:1

seln, in ihrer Breite aber regelmäßig sind. Die Längen waren etwa  $300 \mu$  oder Vielfache davon. Das Molekulargewicht ist nicht über 48 000 000. Es ergaben sich auch kleinere Teilchen. Sie waren aber nicht mehr pathogen aktiv. Die Infektiosität ist also an ein Mindestmaß der Einzelteilchen gebunden. Die Größen der bekannten Viren liegen nicht wesentlich unter  $10 \mu$ . Der Begriff des ultravisiblen Virus besteht daher seit Erfindung des Übermikroskops nicht mehr zu Recht. Wir sind vielmehr in der Lage, alle Viren genauer zu untersuchen. Es ergibt sich so, daß das Übermikroskop auf allen Gebieten der feineren Biologie uns neue Erkenntnisse vom Aufbau der belebten Welt zu übermitteln verspricht.



Abb. 13: Tuberkelbazillen. Elektronenoptisch: 10 000:1. Wiedergabe: 6000:1

3. Bazillen. Sehr beachtliche Untersuchungen sind ferner dem Erreger der Tuberkulose gewidmet worden. (Abb. 13). Die Tuberkelbazillen sind Stäbchen der Länge  $1-4 \mu$  und der Dicke  $0,4 \mu$ , die sich gewöhnlich durch Querteilung vermehren. Das Vorhandensein einer Zellmembran läßt sich mit dem Lichtmikroskop nicht mit Sicherheit nachweisen. Im Übermikroskop zeigen sich in vielen Tuberkelbazillen runde Körper (Granula),

und zwar Makrogranula und Mikrogranula. Die Mikrogranula kommen dort häufiger vor, wo Makrogranula nur in geringer Zahl auftreten oder fehlen. Daneben zeigen sich Vakuolen. Vermutlich entstehen die Makrogranula durch enge Auffüllung dieser Vakuolen mit Mikrogranula. Denn bei Ätherextraktion der Granula zeigt sich, daß die Makrogranula aus kleineren runden Bausteinen und Zwischensubstanzen bestehen.  $1/10$  normaler Salzsäure in der Kälte beeinflusst das Plasma der Zellen wenig, ebensowenig wie die Makro- und Mikrogranula. Äther hingegen verändert sie. Wahrscheinlich werden dabei Lipide extrahiert. Die lebende Zelle speichert ferner die fluoreszierenden Farbstoffe, die sie bei künstlicher Färbung aufnimmt, hauptsächlich in den Granula. Eine deutlich hervortretende Zellmembran konnte nicht sicher bewiesen werden.

Der durch das Übermikroskop erreichte Fortschritt ergibt sich aus folgender Zusammenstellung: Es wird noch unterschieden mit

freiem Auge . . . . .  $1/10$  mm  
 Lupe . . . . .  $1/100$  mm  
 Lichtmikroskop . . . . .  $1/5000$  mm  
 Ultraviolettmikroskop . . . . .  $1/10\ 000$  mm  
 Übermikroskop noch unter . . . . .  $1/100\ 000$  mm.

Es ist zu hoffen, daß das neue Instrument in der Hand des Wissenschaftlers noch zu wichtigen und bedeutenden Neuerkenntnissen führt. Steht doch das Lichtmikroskop am Ende, das Übermikroskop erst am Anfang seiner Entwicklung.

## Neuere Entwicklung im Bau von Zahnradgetrieben\*)

Von Obering. Dipl.-Ing. W. Kaiser, Fried. Krupp AG., Essen

Schon seit vielen Jahren gelten Zahnradgetriebe als unentbehrlicher Bestandteil bei Maschinenanlagen, deren Antriebs- und Arbeitsmaschinen mit verschiedenen Drehzahlen laufen. Erst durch die Zahnradgetriebe wurde die Möglichkeit geschaffen, auf kleinstem Raum größte Leistungen bei höchster Wirtschaftlichkeit unterzubringen. Mit der Vergrößerung der Maschinenleistungen wuchsen naturgemäß auch dauernd die Anforderungen, die man an die Leistungsfähigkeit der Getriebe stellen mußte.

Sowohl die Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit als auch die Steigerung der spez. Flankenbelastung, die sich dadurch ergaben, hatten schärfere Anforderungen in bezug auf die Herstellungsgenauigkeit der Verzahnung zur Folge. Teilungs- und Zahnformfehler, die bei kleinen und mittleren Geschwindigkeiten sowie bei mäßiger Flankenbelastung noch tragbar waren, machten sich bei höheren Umfangsgeschwindigkeiten und größeren Flankenbelastungen unangenehm bemerkbar durch Geräuschbildung, Laufunruhe und Erschütterungen.

### Erzeugung von Stirnradverzahnungen

Die Erzeugung von Stirnradverzahnungen geschieht entweder im Abwälzfräsverfahren mittels Schneckenfräser oder im Abwälzhobelverfahren mittels Stoßrad oder Zahnkamm. Auch bei diesen genauesten Herstellungsverfahren geht es natürlich nicht ganz ohne Fehler ab. Die Größe der in Kauf zu nehmenden Fehler, d. h. die Abweichungen

von der theoretisch genauen Zahnform, Zahnteilung, Zahnsteigung usw., wachsen naturgemäß mit den Radabmessungen. Immerhin ist es heute möglich, beispielsweise bei einem Rade von etwa 3000 mm Teilkreisdurchmesser und einem Zahnmodul von 6 mit einem größten Teilungsfehler von Zahn zu Zahn von 6 bis 7 Tausendstel Millimeter auszukommen.

Will man größere Genauigkeiten erzielen, als sie sich beim Wälzfräsen oder -hobeln ergeben, so muß man zum Schleifen der Zahnflanken übergehen. Erst seit wenigen Jahren ist man in der Lage, auch schrägverzahnte Räder größerer Durchmesser genau zu schleifen, und zwar auf den Zahnflankenschleifmaschinen der Deutschen Niles-Werke und der Firma Maag, Zürich. Ein Schleifen der Verzahnung lohnt sich aber nicht bei ungehärteten Zahnrädern, da die mit guten Abwälzfräsmaschinen hergestellten Verzahnungen hinsichtlich ihrer Genauigkeit den heutigen Anforderungen, selbst bei den höchsten vorkommenden Umfangsgeschwindigkeiten, genügen. Auch bei gehärteten Zahnrädern, die langsam laufen, empfiehlt es sich nicht, die Zahnflanken zu schleifen, weil man damit die beste Härteschicht an der Oberfläche entfernt. Ein Schleifen der Zähne ist aber unerläßlich, sobald ein Satz gehärtete Zahnräder mit höheren Umfangsgeschwindigkeiten laufen müssen. Die beim Einsatz härten unvermeidbaren Härteverziehnungen würden einmal die normalen Herstellungsfehler unzulässig vergrößern, und zum anderen bedingt die wesentlich höhere Flankenbelastung, die bei gehärteten Zahnflanken möglich und üblich ist, bei den höheren Geschwindigkeiten erhöhte Empfindlichkeit gegen Abweichungen von der theoretischen Zahnform und Zahnteilung.

\* Auszug aus einem am 3. April 1940 im Haus der Technik Essen gehaltenen Vortrag. Die Druckstöcke wurden dankenswerterweise von der Fried. Krupp AG., Essen, zur Verfügung gestellt.

## Einfluß der Zahnschräge

Gerade Stirnradzähne eignen sich nur für untergeordnete Zwecke: für sehr langsam laufende Räder oder in Sonderfällen. Geradeverzahnte Räder haben den großen Nachteil, daß die Zähne beim Eingreifen jeweils schlagartig mit ihrer vollen Breite aufeinandertreffen. Da es keine Verzahnung ohne Teilfehler gibt, so muß das Aufeinandertreffen der Zähne stoßweise erfolgen, so daß also ein harter, rumpelnder Lauf entsteht. Deshalb empfiehlt es sich, wenn man nur irgend kann, wenigstens eine geringe Schrägstellung der Zähne vorzusehen. Bei schrägen Zähnen beginnt der Zahneingriff, von einem Ende der Zähne ausgehend, allmählich, die Zähne schrauben sich dabei sanft ineinander; es wird so ein ruhiger, weicher Lauf erreicht. Je höher die Umfangsgeschwindigkeit der Zahnräder ist, um so mehr muß im Interesse eines ruhigen Laufes Wert auf allmähliches, sanftes Eingreifen der Zähne gelegt werden,

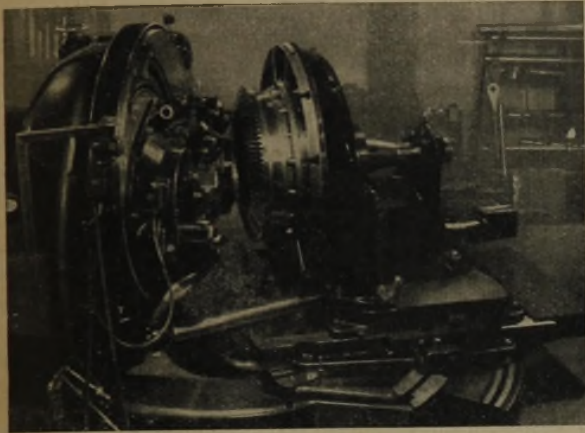


Abb. 1: Bearbeiten eines Kegelrades auf der großen Gleason-Maschine

d. h. es sind um so größere Schrägwinkel bei den Zähnen anzuwenden. Da aber mit wachsendem Schrägwinkel die Achsialkomponente des Zahndruckes ebenfalls wächst und hierbei Schwierigkeiten bezüglich der Aufnahme der Reaktionskräfte an den Lagern entstehen, wird man bei größerem Schrägwinkel zur Anwendung doppelt-schraubenförmiger Verzahnung in Pfeilanordnung gezwungen, bei der die entgegengesetzten Achsialkomponenten des Zahndruckes sich gegeneinander aufheben. Bei doppelt-schraubenförmiger Verzahnung ist zwischen den beiden Zahnschrägen ein angemessener Zwischenraum vorzusehen für den Auslauf des Zahnfräasers.

## Erzeugung von Kegelradverzahnungen

Kegelradverzahnungen lassen sich nicht mit der gleichen Genauigkeit herstellen, wie dies bei Stirnradverzahnungen möglich ist. Geradverzahnte Kegelräder sind nur für niedrige Drehzahlen zu empfehlen. Bei Umfangsgeschwindigkeiten über etwa 5 m/sec verwendet man zweckmäßig schräg- oder spiralförmig bzw. bogenförmig verzahnte Kegelräder, bei denen die Evolventen ebenfalls durch Abwälzen erzeugt werden (Reinecker-, Klingelberg-, Gleason-Verzahnung). Kegelräder bis zu einem Durchmesser von 550 mm lassen sich auf der Klingelberg-Maschine mit Bogenzähnen genau bearbeiten, während für die Herstellung von Rädern größeren Durchmessers in genauer Ausführung bis heute nur das Gleason-Verfahren zur Verfügung steht. Zur Zeit gibt es in Deutschland vier große Gleason-Kegelradhobelmaschinen, welche Räder bis zu 1500 mm Durchmesser zu bearbeiten vermögen (Abb. 1). Eine dieser vier Maschinen ist durch Umbau nachträglich für die Erzeugung von Rädern bis zu 2200 mm größtem Durchmesser eingerichtet worden.

## Berechnung der Zahnräder

Allmählich ist es Gemeingut aller getriebebauenden Firmen geworden, die Verzahnungen in erster Linie in bezug auf Abnutzung zu berechnen. Als maßgebend hierfür ist die Walzenfestigkeit nach den Hertz'schen Formeln anzusehen. Die zulässige Höhe der Walzenpressung ist naturgemäß abhängig von den Festigkeitswerten der verwendeten Werkstoffe. Bestimmte, allgemeingültige Angaben hierüber lassen sich nicht ohne weiteres machen, man ist hierbei vielmehr auf Erfahrungswerte, die mit den einzelnen Werkstoffen gewonnen wurden, angewiesen.

Beim Auftreten größerer Stoßbeanspruchungen ist außer der Errechnung der Hertz'schen Walzenpressung noch die Nachrechnung der Zähne auf Biegung unerlässlich. Hierbei ist gleichzeitig zu beachten, daß infolge der Kerbwirkung in der Hohlkehle am Zahnfuß die tatsächliche Spannung im Zahngrund wesentlich höher ausfallen kann, als man bei der normalen Berechnung auf Biegung annimmt, und zwar um so höher, je schärfer die Kerbe ausgebildet, d. h. je kleiner der Abrundungsradius ausgeführt ist. Bei hochbeanspruchten Rädern, insonderheit bei Verwendung hochwertiger Werkstoffe, muß deshalb für eine möglichst gute Abrundung am Zahnfuß gesorgt werden. Dies ist auch besonders zu beachten bei der Herstellung von Kegelradverzahnungen, da es hierbei vielfach üblich ist, mit einem scharfen Hobelstahl zu arbeiten, der dann naturgemäß auch eine sehr gefährliche, scharfe Kerbe am Zahnfuß erzeugt.

## Werkstoffe für Zahnräder

Als Werkstoffe für Zahnräder kommen, je nach den gestellten Anforderungen, in Frage: Gußeisen, Preßstahl wie Novotext und dergl., Stahlguß, Stahl in unlegierter und legierter Ausführung. Bei gehärteten Rädern: Stahlguß für Einsatzhärtung, im Einsatz härtbare unlegierte und legierte Stähle und Nitrierstahl. In den weitaus meisten Fällen verwendet man im Großgetriebebau für mittel- und hochbeanspruchte Räder Vergütungsstahl, und zwar hat sich am besten bewährt Silizium-Mangan-Stahl von 60 bis 80 kg/mm<sup>2</sup> Festigkeit, der beim Ritzel zweckmäßig in der Festigkeit um etwa 10 kg/mm<sup>2</sup> höher gewählt wird als beim Rade, weil die Ritzelzähne entsprechend öfter zum Eingriff kommen. Früher legten manche Firmen, besonders wenn hohe Umfangsgeschwindigkeiten in Frage kamen, Wert auf Verwendung hochwertiger Chromnickelstähle. Man warf dem Silizium-Mangan-Stahl ungenügende Kerbzähigkeit vor und glaubte, ihn deshalb ablehnen zu müssen. Allmählich, aber sicher hat sich der Silizium-Mangan-Stahl überall im Getriebebau durchgesetzt, weil er die für Verzahnungen wichtigste Eigenschaft in sonst nicht erreichter Vollendung besitzt: im Betriebe sich wunderbar zu glätten und nach einiger Laufzeit Hochglanzpolitur auf der Zahnflanke zu zeigen. Die Kerbzähigkeit des Stahles spielt hierbei eine ganz untergeordnete Rolle. Ein Zahn muß im Betrieb gegen Biegung dauerbruchsicher sein. Die Höhe der Dauerfestigkeit hängt aber nicht von der Kerbzähigkeit, sondern lediglich von der Zugfestigkeit des Werkstoffes ab.

## Oberflächenschäden bei Zahnflanken

Beim Zusammenarbeiten von Zahnrädern tritt hin und wieder an den Zahnflanken eine Erscheinung auf, die seit Jahren viel Rätselraten und manche Abhandlung in der Literatur zur Folge gehabt hat. Gemeint ist die Erscheinung der Grübchen- oder Pittingbildung (Abb. 2), die jedem, der mit Zahnrädern zu tun hat, bekannt sein dürfte. Es sind hierbei zwei ursächlich grundverschiedene Erscheinungen zu unterscheiden,

und zwar: 1. Einlaufgrübchen und 2. Überlastungsausbrüchen.

Die Erscheinung der Einlaufgrübchen tritt vorwiegend in der ersten Betriebszeit auf, und zwar hauptsächlich im Teilkreise der arbeitenden Zahnflanken. Sie wird dadurch verursacht, daß die anfänglich etwas rauhen Zahnoberflächen beim Abrollen aufeinander zunächst an einzelnen erhöhten Stellen stärker tragen.

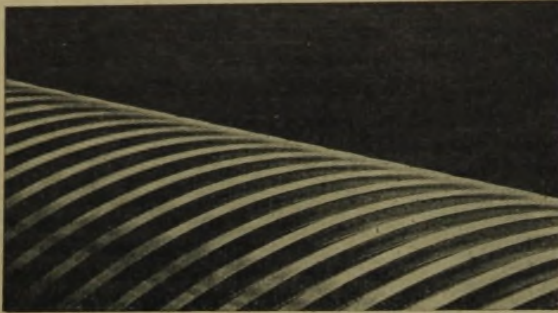


Abb. 2: Pittings bei einem Ritzel

Solange verhältnismäßig wenige erhöhte Stellen die ganze Last übertragen, werden diese entsprechend überlastet, und es wird dort der Werkstoff zunächst unterhalb der Zahnoberfläche zerstört. Nach einiger Betriebszeit springen dann kleine Materialstückchen aus, die auf der Zahnflanke kleine Krater zurücklassen, die deutlich Dauerbruchcharakter zeigen. Da im Teilkreise infolge Fehlens einer Relativbewegung der Zahnflanken gegeneinander die mangelhafteste Schmierung vorhanden ist, so tritt die beschriebene Zerstörung des Werkstoffes infolge solcher örtlichen Überlastungen vorzugsweise an der Teilkreislinie auf. Nach kurzer Betriebszeit haben sich aber die Rauigkeiten der Zahnflanken gegenseitig abgeschliffen, und es ist eine Glättung der Zahnoberfläche eingetreten. Die dunklen Pünktchen auf der Zahnoberfläche bleiben natürlich als Erinnerung an die besprochene Anfangerscheinung bestehen, haben aber für die Haltbarkeit der Zähne nichts mehr zu bedeuten.

Überlastungsausbrüche treten meist bei einseitigem Tragen der Zähne auf und sind ein Zeichen für verschränkte Lage der Wellen oder fehlerhafte Zahnschräge. Wird der Fehler nicht beseitigt, so können hierbei auch größere Ausbrüche auf der Zahnoberfläche erfolgen, je nachdem wie groß die einseitige Überlastung der Flanken ist.

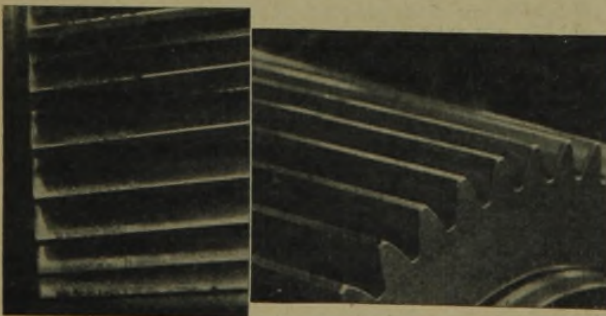


Abb. 3: Fressstellen auf Zahnflanken

Grundsätzlich zu unterscheiden von der Grübchenbildung ist das sogenannte Fressen der Zähne (Abb. 3). Während die Grübchenbildung stets ein Zeichen für örtliche Überlastung der Flanken ist, tritt ein Fressen nur als Folge von Öl-mangel auf. Dies kann auch dann der Fall sein, wenn die Verzahnung dauernd reichlich durch eine Ölbrause geschmiert ist. Es ist nämlich sehr wohl möglich, daß durch irgendeine Einwir-

kung, z. B. durch das Schaben einer scharfen Zahnkante oder durch heftige Erschütterungen der Ölfilm auf der Zahnoberfläche örtlich zerstört wird. An einer solchen Stelle tritt dann ein Fressen der Zahnflanken ein.

Die Erscheinungen beim Fressen der Zähne ebenso wie die Tatsache, daß die Einlaufgrübchen zunächst an der Teilkreislinie auftreten, lassen erkennen, daß beim Arbeiten der Zahnflanken dem Schmieröl eine weit größere Bedeutung zukommt, als im allgemeinen angenommen wird.

### Konstruktive Ausbildung

Bei der Herstellung von Zahnrädern kommt die Fertigung von Rad mit Welle aus einem Stück fast nur bei Ritzeln in Frage, deren Teilkreisdurchmesser nicht allzusehr über den Wellendurchmesser hinausgeht. Bei größeren Durchmesserunterschieden wird zweckmäßig der Zahnkranz aus Sonderwerkstoff auf die Welle aus einfachem SM-Stahl aufgeschraubt. Bei Rädern mit relativ größeren Durchmessern wird meistens ein Radkörper aus Gußeisen, seltener aus Stahlguß, zwischen Radwelle und Radkranz geschraubt. Die Ausführung stabiler Radkörper ist wichtig für die Erzielung eines ruhigen Laufes der Getriebe, insbesondere bei hohen Drehzahlen. Gelegentlich wird man aber auch gezwungen, um weitgehende Gewichtsersparnis zu erreichen, bei Radkörpern Schweißkonstruktionen zu verwenden.

Ein besonders wichtiges Kapitel im Getriebebau ist die Frage der Wellenlagerung. Für alle Verhältnisse, von den kleinsten bis zu den größten Zapfengeschwindigkeiten, von der kleinsten bis zur größten Lagerbelastung, ebenso wie auch von den kleinsten bis zu den größten Abmessungen, lassen sich Gleitlager verwenden. Schon seit vielen Jahren sind wir im Getriebebau von dem Ausguß mit 60 bis 80% zinnhaltigem Weißmetall zu bleihaltigem Lagermetall übergegangen. Bestens bewährt haben sich Legierungen wie Thermit, Unoglyco und dergleichen. Die Ergebnisse mit diesen bleihaltigen Lagermetallen sind nicht schlechter, teilweise sogar noch besser als bei hochzinnhaltigem Weißmetall.

Selbstverständlich muß bei Lagern mit mittleren und hohen Zapfengeschwindigkeiten Ölumlaufrischmierung verwendet werden, bei der eine elektrisch oder von einer Getriebewelle angetriebene Ölpumpe dauernd Öl aus dem Vorratsbehälter des Getriebekastens durch einen Kühler zu den Lagern fördert. Wichtig ist die richtige Ausbildung der Lagerschalen für die sichere Bildung eines tragfähigen Ölfilms. Wenn auch gelegentlich bei ganz langsam laufenden Wellen Ölnuten in den Lagerschalen einmal am Platze sein können, so sind sie aber sonst fast immer vom Übel, weil sie die Bildung eines Ölfilms stören.

Die Länge der Gleitlager wählt man zweckmäßig gleich dem Zapfendurchmesser, also  $L = D$ , gelegentlich auch nur  $L = 0,8 D$ . Nur in Ausnahmefällen, für schnelllaufende Ritzel, empfiehlt sich hin und wieder eine Lagerlänge  $L = 1,5 D$ . Die heute noch im Transmissionsbau vielfach übliche Verwendung von Lagern mit  $L = 2 D$  oder mehr ist unzweckmäßig und daher zu vermeiden.

Bei niedrigen und mittleren Drehzahlen lassen sich statt Gleitlager auch Wälzlager mit Erfolg verwenden. Wälzlager sind besonders dann angebracht, wenn keine reichliche Schmierung vorhanden ist und wenn Wert auf allergeringste Lagerluft, insbesondere hinsichtlich genauer achsialer Führung der Wellen, gelegt werden muß.

Für einen guten, ruhigen Lauf der Getriebe ist neben genauer Ausführung der Zahnräder und einwandfreier Lagerung der Wellen besonders auch die stabile Aus-

führung der Getriebegehäuse von Wichtigkeit. Überall, wo große Kräfte aufzunehmen sind bzw. wo starke Erschütterungen auftreten können, ist die Aus-

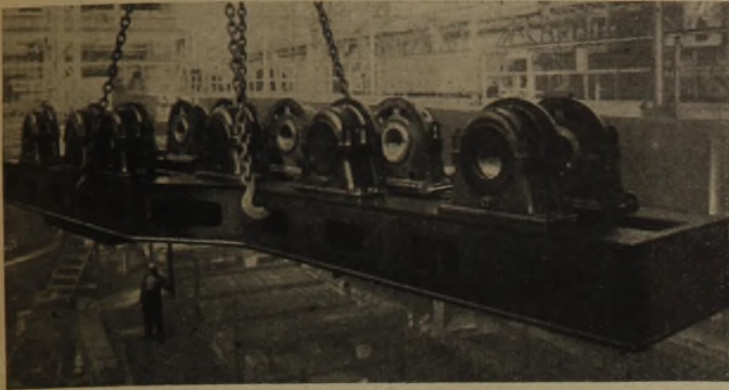


Abb. 4: Getriebegehäuse in Schweißkonstruktion

bildung der Gehäuse in Form von doppelwandigen Rahmen angebracht. Als Werkstoff für Getriebegehäuse kommt in den meisten Fällen Gußeisen in Frage, auch schon wegen seiner schalldämpfenden Wirkung. Die Rücksicht auf Gewichtersparnis zwingt jedoch in gewissen Fällen zur Verwendung von Stahlgußgehäusen. Heute wird in wachsendem Umfang an Stelle von Stahlguß die Ausführung der Gehäuse in Schweißkonstruktion angewendet, bei der man die teuren Gußmodelle erspart und noch weitergehende Gewichtsverminderung erreichen kann als bei Ausführung in Stahlguß. Auch bei Schweißkonstruktionen kann man durch geschickte Verwendung von Rippen die Gehäuse stark schalldämpfend ausbilden, so daß die Ausführung in dieser Hinsicht der Herstellung aus Gußeisen nicht viel nachsteht (Abb. 4). Die Fertigung von Getriebegehäusen aus Leichtmetall kommt in besonderen Fällen, z. B. im Fahrzeugbau und vornehmlich bei kleineren Abmessungen, in Frage.

#### Ausführungsbeispiele

Anschließend mögen einige Ausführungsbeispiele von Zahnradgetrieben folgen:

Abb. 5 zeigt ein Turbo-Getriebe von der immerhin beachtlichen Leistung von 20 000 PS, die in einem einzigen Räderpaar übertragen wird. Es dient zum

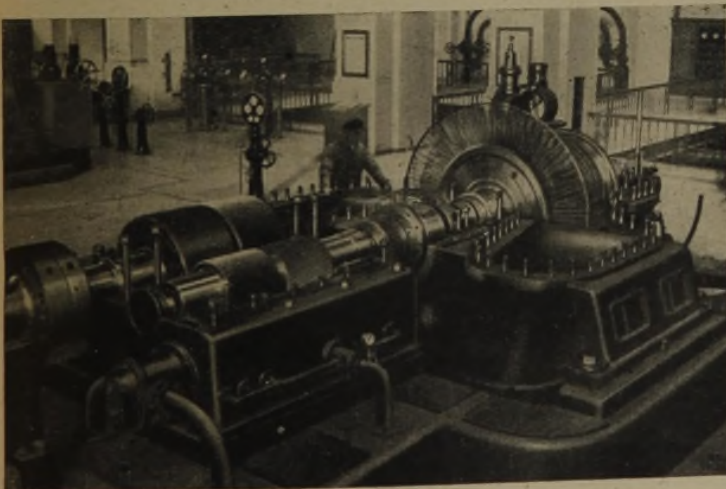


Abb. 5: Turbo-Getriebe für 20 000 PS

Antrieb eines 1500tourigen Generators durch eine Dampfturbine von 3000 minütlichen Umdrehungen. Die Zahnräder laufen mit einer Teilkreisgeschwindigkeit von 67 m/sec, die Lagerzapfen mit 50,5 m/sec Umfangsgeschwindigkeit.

In Abb. 6 ist ein Turbo-Getriebe mit 5 Schaltstufen für einen Turbinenschleuderprüfstand wiedergegeben. Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor von 1350 kW Leistung, der mit 1150 minütlichen Umdrehungen läuft. Die Schleuderwelle wird je nach der eingeschalteten Übersetzungsstufe mit 1150, 2070, 3680, 5750 und 9200 U/min angetrieben. Bei der höchsten Drehzahl läuft die Verzahnung mit einer Teilkreisgeschwindigkeit von 75 m/sec und die Lagerzapfen der Ritzelwelle mit 68 m/sec Umfangsgeschwindigkeit. An den Schalttringen der Stufenkupplungen sind Umfangsgeschwindigkeiten bis zu 161 m/sec zu beherrschen.

Abb. 7 zeigt ebenfalls ein Schaltgetriebe für einen Turbinenschleuderprüfstand. Hier können Drehzahlen der Schleuderwelle von 3000, 6000, 12 000 und 24 000

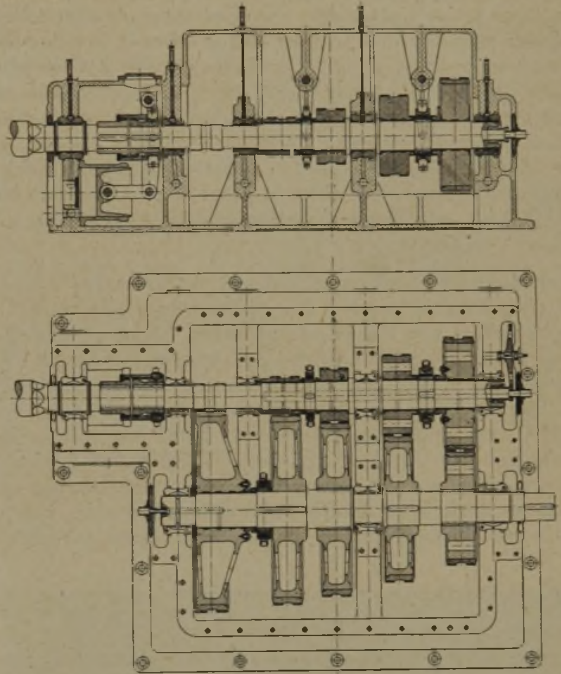


Abb. 6: Zahnradgetriebe für Schleuderprüfstand mit 5 Schaltstufen

in der Minute erreicht werden. Ausgeführt wurden nur 3 Schaltstufen. Wenn die höchste Drehzahl von 24 000 U/min gebraucht wird, wird dieses durch Einlegen eines zweiten Läufers erreicht. Die höchste Teilkreisgeschwindigkeit der Verzahnung beträgt 112 m/sec, die höchste Umfangsgeschwindigkeit am Lagerzapfen 100 m/sec. An den Schalttringen der Zahnkupplungen steigt die Umfangsgeschwindigkeit bis auf 173 m/sec.

Das in Abb. 8 dargestellte Getriebe erreicht, von einem 3000tourigen Motor angetrieben, über 2 Übersetzungsstufen die beachtliche Drehzahl von 100 000 U/min. Dieses Getriebe wurde erstmalig im vergangenen Frühjahr auf der Leipziger Messe gezeigt, nachdem früher bereits mehrere Getriebe bis zu 50 000 minütliche Umdrehungen ausgeführt wurden. Hier mußte eine Teilkreisgeschwindigkeit von 132 m/sec und eine Zapfengeschwindigkeit im Lager von 115 m/sec bewältigt werden.

Abb. 9 zeigt ein zweistufiges Stirnradgetriebe für eine Motorleistung von 2500 PS norm., 5000 PS max., die

stößweise Leistung beträgt 10 000 PS. Das Getriebe dient zum Antrieb eines Mittel- und Feinblechwalzwerkes

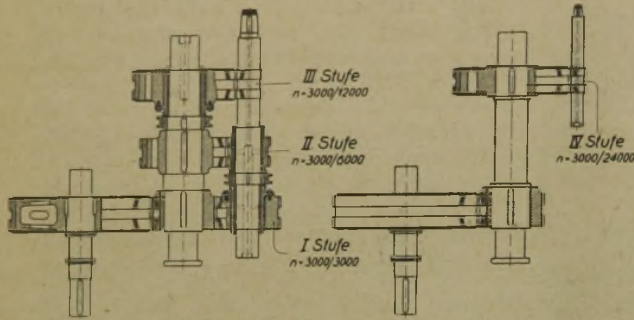


Abb. 7: Schallgetriebe für Schleuderprüfstand

kes, und zwar erfolgt dieser sowohl von der 2. wie auch von der 3. Getriebewelle aus. Bei einer Antriebsdrehzahl an der Ritzelwelle von 480 je Minute werden die Walzwerkswellen mit 55 U/min durch die 2. Getriebewelle und mit 30 U/min durch die 3. Getriebewelle angetrieben. Das große Rad hat den beachtlichen Teilkreisdurchmesser von 4072 mm bei  $2 \times 440$  mm Zahnbreite. Dieses Rad mit Welle wiegt allein 46 000 kg, und das ganze Getriebe besitzt ein Gewicht von 140 000 kg, ein Zeichen für die stabile Ausführung von Läufern und Gehäuse.

Beim Antrieb von kontinuierlichen Walzwerken kommt oft eine Vielzahl von Zahnradübertragungen und Antriebswellen zur Verwendung. Abb. 10 zeigt den Antrieb für eine kontinuierliche Drahtstraße mit 8 Abtriebswellen. Die große Längenausdehnung solcher Getriebe — hier handelt es sich um eine Gesamtlänge von 10 850 mm und eine Breite von 2500 mm — fordert geradezu zur Ausführung des Gehäuses in Schweißkonstruktion auf. Bei entsprechenden Maßnahmen gelingt es trotz der großen Längenausdehnung mit so geringen Verziehungen beim Schweißen zurechtzu-

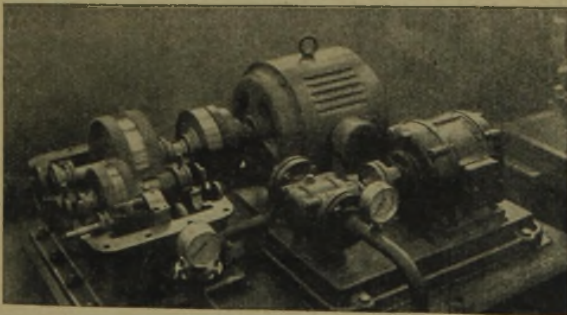


Abb. 8: Zahnradgetriebe für 100 000 U/min

kommen, daß ganz mäßige Bearbeitungszugaben genügen. Man spart durch die Schweißkonstruktion gleichzeitig an Gewicht. Das Gesamtgewicht des ausgedehnten Antriebes bei sehr stabiler Ausbildung beträgt nur 110 000 kg.

Allmählich, wenn auch langsam, geht man auch bei Fördermaschinenantrieben von den einfachen Vorgelegten mit Stahlgufrädern, die, mit Blechverkleidung versehen, in Fettschmierung laufen, zur Verwendung von Präzisionsgetrieben über. Abb. 11 zeigt ein einstufiges Getriebe zwischen Motor und Förderscheibe für die Übertragung einer Leistung von 1300 PS.

In Abb. 12 ist ein dreistufiger Antrieb für die Eimerkette eines großen Abraumbaggers dargestellt. Eine Motorleistung von 750 PS wird hier von 980 U/min

auf 11 U/min übersetzt. Das ganze Getriebe wiegt nur 37 000 kg. Erreicht wird dieses geringe Gewicht, das mit Rücksicht auf möglichst geringe Belastung des Baggers eingehalten werden mußte, durch Anwendung von geschweißten Blehkonstruktionen, sowohl beim Getriebegehäuse wie auch bei den großen Rädern. Um

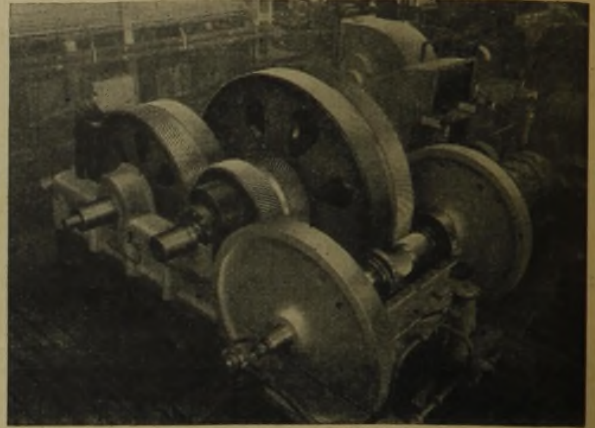


Abb. 9: Zweistufiges Stirnradgetriebe für Walzwerksantrieb

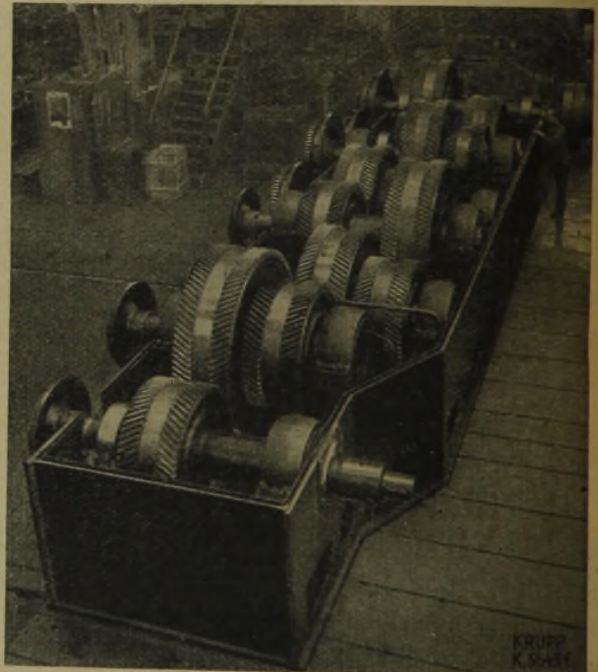


Abb. 10: Vielstufiger Stirnradantrieb für eine kontinuierliche Drahtstraße

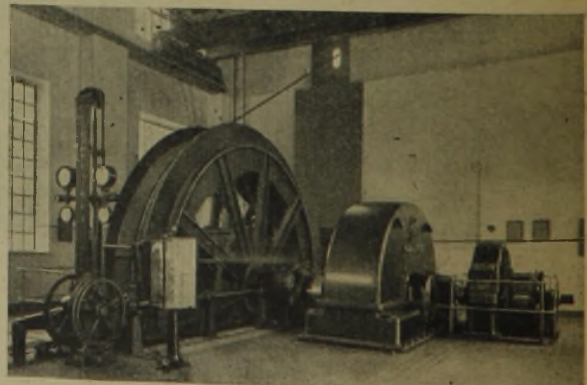


Abb. 11: Einstufiges Stirnradgetriebe für Fördermaschinenantrieb



das Getriebe vor plötzlichen Überlastungen, die beim Auftreffen der Baggereimer auf Felsgestein eintreten können, zu schützen, wurde eine pneumatische Sicherheitskupplung eingebaut, die die Verbindung mit der Eimerkette bei genau einstellbarem max. Moment trennt.

Als letztes Ausführungsbeispiel zeigt Abb. 13 noch einen hochentwickelten Kegelradantrieb für einen Voith-Schneider-Propeller. Da genaue Kegelradverzahnungen nur mit begrenzten Abmessungen ausführbar sind, muß man zur Härtung der Verzahnung greifen, wenn größere Leistungen übertragen werden sollen. Einsatzhärtung kommt hierfür der unvermeidbaren Härteverziehnungen wegen nicht in Frage und weil ein Flankenschleifen bei Kegelrädern nicht möglich ist. In der Nitrierhärtung ist uns aber ein ausgezeichnetes

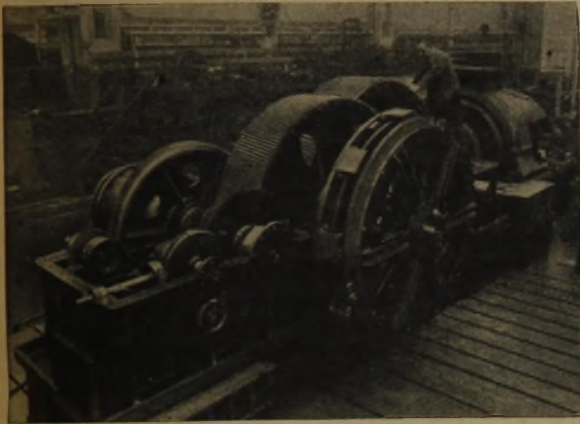


Abb. 12: Dreistufiges Stirnradgetriebe zum Eimerkettenantrieb eines Abraumbaggers

Mittel gegeben, eine Härtung ohne die Gefahr schädlicher Verziehnungen durchzuführen. Das größte bisher bei einem Voith-Schneider-Propellerantrieb verwendete Kegelradgetriebe überträgt eine Leistung von 2200 PS bei einem äußeren Kegelraddurchmesser von 1360 mm.

### Prüfstanderprobung

Dafü bei den heutigen hohen Anforderungen an die Güte und Geräuschlosigkeit der Zahnradgetriebe jedes fertiggestellte Getriebe vor Verlassen der Werkstatt einer eingehenden Erprobung unterworfen werden muß, dürfte selbstverständlich sein. Eine solche Erprobung gibt dem Hersteller die Möglichkeit, bei der Fertigung eines Getriebes etwa eingetretene Fehler gleich zu erkennen und vor der Ablieferung zu beseitigen. Ohne eine solche dauernde Kontrolle der Ausführungen wäre es nicht möglich gewesen, den heutigen Stand der Getriebetechnik, insbesondere auch hinsichtlich der Laufruhe der Getriebe, zumal bei den hohen und höchsten Drehzahlen, zu erreichen.

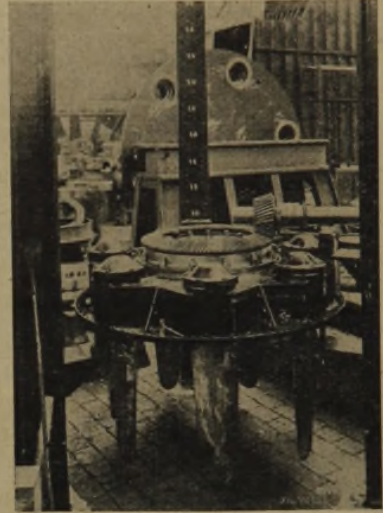


Abb. 13: Voith-Schneider-Propellerantrieb

## Buchbesprechungen

**Aluminiumguß in Sand und Kokille.** Von Roland Irmann. Zweite, gänzlich neubearbeitete Auflage. VIII/159 S., 102 Abb., 8<sup>o</sup>. Akademische Verlags-Gesellschaft m. b. H., Leipzig. Preis kart. 8,60 RM.

Die Anwendung des Aluminiums auf allen Gebieten der Technik hat den Gießer auch vor die Aufgabe gestellt, sich die Kenntnis des Gießens von Aluminiumlegierungen zu verschaffen. Ein vom Verfasser abgehaltener Gießereikursus hat dem Buch als Grundlage gedient. Insbesondere wird auf die Eigenarten beim Gießen von Aluminiumlegierungen unter Berücksichtigung des Schmelz- und Formvorganges eingegangen. Die Gießbarkeit wird an Hand praktischer Beispiele über das Formen beim Sandguß und dem Kokillenguß erläutert. Die nunmehr vorliegende zweite Auflage bringt einige wichtige Vervollständigungen, wobei das Bemühen des Verfassers hervorzuheben ist, sich allgemeinverständlich auszudrücken. Das Buch wird sich insbesondere für die Kleingießerei als wertvoller Leitfaden bei der Umstellung auf Aluminiumguß erweisen.

**Mechanik.** Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland. Achte Auflage 1940. 234 S. mit 239 Abb. Bibl. d. ges. Technik 322. Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung, Leipzig. Preis 3,60 RM.

Das Buch enthält eine verständliche Darstellung der Mechanik. Die straffe Gliederung des Inhalts erleichtert die Verbreitung des Buches als Nachschlagewerk, wobei es sich als vorteilhaft erweist, daß die einzelnen Abschnitte in sich abgeschlossen sind. Die knappe Form der Darstellung ist mit einer leichtverständlichen Schilderung verbunden, so daß trotz des geringen Umfangs eine umfassende Behandlung der Hauptgebiete der Mechanik erreicht wird. Durch

eine Reihe von formalen und sachlichen Verbesserungen hat die neue Auflage gegenüber den vorangegangenen an Klarheit und Verständnis zugenommen. Größere Änderungen weist noch der Ausschnitt Festigkeitslehre auf. Das Buch ist dem Betriebsmann wie auch allen anderen von Nutzen, die Wert darauf legen, sich unter Behebung mathematischer Schwierigkeiten mit den Lehren der technischen Mechanik vertraut zu machen.

**Kalender für Heizungs-, Lüftungs- und Badetechniker 1940.** 44. Jahrgang, XIV/451 S., 95 Abb., 150 Tabellen. Bearb. und herausgegeben von Obering. J. Ritter VDI. 1940, Carl Marhold, Verlagsbuchhandlung Halle/S.

Gegenüber den früheren Ausgaben konnten im diesjährigen Kalender mit Erlaubnis des Herausgebers der letzten Auflagen von H. Rietschels Leitfaden, Prof. Dr.-Ing. H. Gröber und des Verlages Julius Springer, Berlin, die neuesten Zahlenwerte von Rietschel-Gröber für die Bestimmung der Rohrweiten bei Warmwasser, Niederdruck- und Hochdruckdampfheizungen abgedruckt werden. Auch konnte auszugsweise in die vorliegende Ausgabe ein Teil der Beispiele und des Rechnungsganges aus der demnächst erscheinenden Neuausgabe von O. Wieprecht „Entwerfen und Berechnen von Heizungs- und Lüftungsanlagen“ übernommen werden. Desgleichen wurden die dafür notwendigen Zahlentabellen über Re-Zahlen, Widerstandszahlen, Zähigkeit und kinematische Zähigkeit für Wasser und Wasserdampf wie ferner ein Ausschnitt über die Wärmepumpe für Heizungszwecke zu einem wichtigen Bestandteil des Kalenders gemacht. Einer zweckentsprechenden Neubearbeitung wurden die Abschnitte über Kältemaschinen und -anlagen von Obering. Reif unterzogen, die gleich-

zeitig auf den derzeitigen Stand der Kältetechnik gebracht wurden. Der Kalender stellt in seiner vorliegenden Fassung ein bewährtes und umfassendes Hilfsmittel für alle Heizungs-, Lüftungs- und Badetechniker dar. Sch.—

**Taschenbuch.** Von Regierungsaurat Dipl.-Ing. L. Kirgis. VIII/392 S., mit über 700 Abb., vielen graphischen Darstellungen, zahlreichen Tabellen, praktischen Übersichten und durchgeführten Beispielen. DIN C 6, Frankische Verlagshandlung, Stuttgart. Preis Ganzleinen 11,— RM.

Der Inhalt des Taschenbuches beruht auf den praktischen Erfahrungen täglicher Bauleitungsarbeit. Das Werk wird sich insbesondere da als wichtiges Hilfsmittel erweisen, wenn es gilt, neue Aufgaben von vornherein richtig anzufassen. Darüber hinaus gewährt es die Möglichkeit, Erfahrungen und Vergleichszahlen jederzeit schwarz auf weiß zur Hand zu haben. Die Hauptgebiete aus Geometrie, Mathematik, Statik und Mechanik sind neben einer reichhaltigen Baustoffkunde in übersichtlicher Form dargestellt. Durch praktische Tabellen ist es dem Fachmann möglich, sich über alle Fragen des Tiefbautechnikers zu unterrichten. Eine wichtige Ergänzung geben die abgedruckten DIN-Blätter. Besonders ausführlich sind die Beton-Mischverhältnisse dargestellt und durch zahlreiche Beispiele ergänzt.

**MSV-Jahrbuch der Galvanotechnik 1940** („Ratgeber der Galvanotechnik für die neuen Werkstoffe“, 170 S., mit vielen Tabellen. 1940. Eugen G. Leuze, Verlag, Leipzig S. 3. Preis 1,30 RM.

Im Anschluß an die Darstellung der galvanischen Bäder im Taschenbuch des Vorjahres werden in der Ausgabe 1940 die weitere Entwicklung der galvanotechnischen Verfahren und die Arbeitsweise in der Praxis dargestellt. Die Tabellen des Buches sind für die Praxis weiter ausgebaut. Einen wichtigen Teil bildet die rezeptartige Aufstellung über Fehler, Ursache und Abhilfe bei den einzelnen galvanischen Bädern. Die Veredelung der Leichtmetalle, das Galvanisieren, Färben, Oxidieren der Magnesiumlegierungen und der Leichtmetalle finden neben zahlreichen Rezepten eingehende Behandlung. Erfahrungen über das Phosphatieren von Eisen und Stahl sind in einer besonderen Abteilung zusammengefaßt.

**Physik des alltäglichen Lebens.** (Frankfurter Bücher.) Von Prof. Dr. Wilh. Westphal, 1940. 160 S., mit vielen Abb. Societäts-Verlag, Frankfurt a. M. Preis geb. 2,80 RM.

Das sehr anschaulich geschriebene Büchlein wendet sich an einen breiten Leserkreis und schildert in einer jedem Leser verständlichen Weise die physikalischen Vorgänge der einfachen Dinge aus Natur, Küche und Haus, und das, was man mehr davon wissen möchte. Es werden keine Fragen der hohen Physik (wie Rundfunk, Flugzeug, Elektrizität) behandelt, sondern die alltäglichen Fragen, die sich aus der Arbeit, aus dem menschlichen Gehen und Laufen, beim Schwimmen, Radfahren usw. ergeben. An leichten Beispielen werden die Gesetze der Physik erläutert. Dem Büchlein, das auch zur Lektüre nach des Tages Arbeit zu empfehlen ist, ist weiteste Verbreitung zu wünschen.

**Mathematisch-technische Tabellen für Maschinenbau.** Gegr. von Prof. E. Schultz. Neubearb. von Prof. Ing. O. Kehrman. 20. Auflage, 274. bis 282. Tausend der Schultzschen Tabellen. 1940, XXIV, 504 S., mit vielen Abbildungen, Verlag G. D. Baedeker, Essen, Preis geb. 6,80 RM.

Die vorliegende völlig neu bearbeitete 20. Auflage bringt eine wesentliche Ergänzung des mathematischen Teils (Teil I des Werkes). Insbesondere ist auch dem Gesichtspunkt Rechnung getragen worden, daß für diejenigen Tabellenbenutzer, denen es an genügender Sicherheit im Interpolieren mangelt, die Tafel zusätzlich so dicht vorhanden ist, damit diese Interpolation überflüssig wird. Damit ist das Buch auch für einen weiten Kreis von Technikern zugänglich gemacht worden. Den Wünschen aus Heeres- und Marinekreisen entsprechend wurde neben einer Tabelle der natürlichen trigonometrischen Zahlen mit Dezimalteilung der Grade des 90<sup>o</sup>-Quadranten eine gleichartige Tafel des 100<sup>o</sup>-Quadranten mit Dezimalteilung aufgenommen. — Im Teil III (Maschinenbau und Baukunde) wurden den Anforderungen des Vierjahresplanes entsprechend Tafeln über

Kunststofflager neu eingefügt. — Der elektrotechnische Teil (Teil IV) bietet wissenschaftliche und praktische Unterlagen für elektrische Leitungen und Maschinen und gibt eine Übersicht über alle bisher vorhandenen Isolierstoffe hinsichtlich ihrer physikalischen und technologischen Eigenschaften. Tabellen von technischen Eigenschaften über die Widerstandsdrähte aus Legierungen und solche aus keramischen Werkstoffen wurden aufgenommen. Die neuen Bestimmungen für elektrische Einheiten und Formelzeichen wurden in einer Übersichtstabelle zusammengestellt. — Dies Tabellenwerk dürfte vielseitigen Wünschen und Anforderungen gerecht werden. S—r.

**Krankheit elektrischer Maschinen.** Von Ernst Schulz. Neubearb. von Oberger. Fried. Weickert. 8. Neubearb. Auflage. 1940, VIII, 94 S., 67 Abb. Bibl. d. ges. Technik 389. Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung, Leipzig.

Der Verfasser der Neubearbeitung sagt mit Recht im Vorwort, daß es „gerade in der Zeit der Anspannung aller Kräfte neben dem Bau neuer Anlagen auf die Erhaltung der bestehenden Maschineneinrichtung durch pflegliche Behandlung und die rechtzeitige Behebung von Störungen“ ankomme. In übersichtlicher Weise sind die Erfahrungen einer langen Praxis ausgewertet und zum Gebrauch für Techniker und Monteure zweckmäßig zusammengestellt. Begrüßenswert ist die kurze Beschreibung der Wirkungsweise der Maschinen und die Erläuterung des Zusammenhanges der elektrischen, magnetischen und mechanischen Kräfte. Die wichtigsten VDE-Vorschriften, Normen und Schaltbilder werden dem Leser das Eindringen in den Stoff erleichtern. Auch dieser neuen Auflage ist derselbe Erfolg wie den vorangegangenen zu wünschen.

**Das Handbuch für den Bauschaffenden.** Herausgegeben von Heinr. und Willi Renschler. 1940, VII, 136 S., DIN A 5. Verlag Ernst & Sohn, Berlin W 9, Preis br. 3,— RM.

Das Buch gibt eine Übersicht über Masse, Gewicht, qualitative Unterschiede und sonstige Eigenschaften der einzelnen Baustoffe, die bei Planung, Ausscheidung, Vergebung und Einkauf von Wichtigkeit sind. Die Unterlagen sind alphabetisch und übersichtlich zusammengestellt und ersparen das oft zeitraubende und vergebliche Suchen von solchen Unterlagen. Der Bauschaffende wird darin eine gute Unterstützung bei seiner Arbeit finden.

**Beispielsrechnung einer Fernpumpen-Warmwasserheizung.** Von Ing. I. Wendel. 48 S. mit 18 Abb., 5 Tabellen, 13 ganzseitigen Rohrberechnungen und 7 Plänen in einem Tafelteil. DIN A 4, 1939, Carl Marhold, Verlagsbuchhandlung, Halle/S. Preis: kart. 6,— RM.

Das vorliegende Buch ermöglicht dem Heizungstechniker und -ingenieur eine Fernpumpen-Warmwasserheizung in allen Einzelheiten zu berechnen und zu konstruieren. Beschreibung, Berechnung des Wärmebedarfs, Pumpendruck und Antriebsfragen, Kessel- und Schornsteinberechnung, Betriebs- und Sicherheitseinrichtungen, Warmwasser- und Heißwasserbereitung für Spülzwecke u. a. m. sind im einzelnen neben anderen damit zusammenhängenden Fragen erläutert. Besondere Aufmerksamkeit ist den Abschnitten der Rohrberechnungen und des Schaltbildes sowie der wirtschaftlichen Betriebsführung gewidmet. Das Büchlein enthält bei aller Kürze eine gütigliche Darstellung des Themas.

**Ziegler-Taschenbuch.** Bearb. von Ing.-Ker. Wilh. Kaufmann. Herausgegeben vom Verlag der „Ziegelwelt“. 148 S. mit vielen Abb. und Tabellen im Text. 1940, Verlag Wilh. Knapp, Halle/S.

In einer Reihe von selbständigen Aufsätzen sind alle für den Betrieb einer neuzeitlichen Ziegelei wichtigen Fragen zusammengestellt und trotz ihrer Kürze erschöpfend behandelt. Ausgehend vom Ton und der Bewertung desselben werden die Tonuntersuchung, die verschiedenen Abbau- und Aufbereitungsverfahren sowie ihre Anwendung geschildert. Der Behebung von Fehlerquellen sind zwei besondere Kapitel gewidmet. Eingehende Darstellungen erfahren auch die neuzeitlichen Setz- und Brennverfahren, die Herstellung von Falzziegeln, die Schilderung der Engobiermaschine sowie die Kraft- und Wärmewirtschaft in Ziegeleien. Eine Übersicht über die Normen in der Ziegelindustrie sowie Ziegelabmessungen vervollständigt den Inhalt des Taschenbuches. Res.

**Stahlrohr-Handbuch.** Von Dr.-Ing. F. H. Stradtman. 1939, 208 S. mit 116 Abb. und 85 Zahlentafeln. Vulkan-Verlag Dr. W. Classen, Essen, Haus der Technik. Preis geb. 9,80 RM.

Mit dieser für die Fachwelt und den Verbraucher begrüßenswerten Neuerscheinung wird eine fühlbare Lücke in der bisherigen Literatur dieses Fachgebietes ausgefüllt. Trotz des großen Umfangs des behandelten Stoffes ist der Inhalt in kurzer Form gebracht und gibt die wichtigsten Unterlagen über Erzeugung und Verwendung von Rohren wieder. Die Darstellung dürfte sowohl den Fachmann auf den einzelnen Sondergebieten befriedigen wie auch dem interessierten Laien das Stoffgebiet in einer durchaus verständlichen Form nahebringen. Anerkennenswert ist der in diesem Buche vermittelte Querschnitt durch das ganze Gebiet der Rohrarten und ihrer Verwendungsbereiche. Eine Uebersicht über die zahlreichen Normen ist angegliedert. In dem Abschnitt „Werkstoff“ sind alle wichtigen Röhrenstähle aufgeführt und in übersichtlichen Gruppen geordnet. Die Darlegung der Wirkung von Legierungsbestandteilen auf die technologischen Eigenschaften wird besonders im Kreise der Nichtfachleute angenehm empfunden werden. Von besonderer Bedeutung, in erster Linie für den Fachmann, ist der Inhalt des Abschnittes „Bemessung von Stahlrohren“, der alle zur Berechnung von Rohr-, Rohrwanddicke und Rohrverbindungen benötigten Grundlagen in einer durch Formeln und Zahlenangaben gestützten Darstellung bringt. Die auf dem deutschen Markt praktische Bedeutung erlangten Rohrverbindungen sind zusammengefaßt, wie auch von den zahlreichen Ausführungsarten von Formstücken der für die Praxis wichtige Teil aufgenommen worden ist. Das Gebiet des Rohrschutzes ist kurz gefaßt mit seinen bedeutendsten Merkmalen behandelt. Desgleichen liefert das Buch auf dem Gebiete der Rohrisolierung genaue Angaben über Herstellung der Werkstoffe der Schutzüberzüge. Ergänzt wird das Werk durch die in das Fachgebiet fallenden Normblätter. Die Gesamtausgabe dürfte einem dringenden Wunsche der Fachleute und Verbraucherschaft entsprechen. H. Sch.

**„Rechentafeln für Wasserdampf mit Anwendungsbeispielen für den praktischen Gebrauch bearbeitet.“** Von Oberingenieur Dr.-Ing. W. Ofte, VDI. 122 S., 1938. Vulkan-Verlag Dr. W. Classen, Essen. Preis brosch. 6,50 RM.

Die vorliegenden „Rechentafeln“ sollen dem in der Praxis stehenden Ingenieur ein bequemes Arbeitsmittel in die Hand geben, das die für seine Berechnungen benötigten Zahlenwerte, wie sie sich bei den verschiedenen Zustandsänderungen des Dampfes ergeben, in einer meist unmittelbar verwendbaren Form enthält. Die Abrundung der Tafelwerte auf drei Nennstellen ermöglicht ein einfaches und schnelles Rechnen; der Fehler gegenüber vierstelligen Ziffern beträgt im Höchstfall 0,5%, ist aber im Durchschnitt wesentlich kleiner.

Die „Rechentafeln“ enthalten im Anhang einige einfache Anwendungsbeispiele, die dem in der Thermodynamik des Wasserdampfes weniger bewanderten Benutzer einige Fingerzeige für den Gebrauch der Tafeln geben mögen.

**Schleifindustrie-Kalender 1940.** Begründet, herausgegeben und bearbeitet von Senator h. c. B. Kleinschmidt. 1940, 460 S., mit vielen Abbildungen, Zeichnungen und Tabellen. Vulkan-Verlag Dr. W. Classen, Essen. Preis 4,50 RM.

Auf der altbewährten Grundlage aufbauend, hat der Verfasser in Zusammenarbeit mit einem neuen Verlage die zwölfte Ausgabe des Kalenders mehr noch als die früheren zu einem beratenden Handbuch der Betriebsleitung und praktischen Lehrbuch aller Ausübenden in der Schleif- und Poliertechnik entwickelt.

Dem Kalenderteil ist eine große Zahl in sich geschlossener Fachaufsätze angeheftet, die über alle wichtigen Rohstoffe, die daraus erzeugten Schleif- und Poliermittel, Werkzeuge und Maschinen, deren besondere Eignung und Anwendung für verschiedenste Zwecke samt allen weiteren Erfordernissen, Vorschriften und Handelsbedingungen der Schleif- und Poliertechnik eingehenden Aufschluß geben. Viele sorgfältig ausgewählten Abbildungen, Zeichnungen, tabellarische Übersichten, Patent-, Dinorm- und Handelsverzeichnisse usw. ergänzen den umfangreichen Textteil.

Der Schleifindustrie-Kalender 1940 verdient daher als ein wertvoller Berater und Förderer der fast alle Industrien und

produktiven Gewerbe engstens angehenden Schleif- und Poliertechnik Beachtung und Verbreitung: Nicht zuletzt eignet er sich auch als Unterrichtsmittel für Lehrlinge dieses Fachgebietes, besonders durch seine gründlichen, sinnfällig durch Bilder belebten Anleitungen und Gebote zur Bereitung, Pflege und Anwendung ihres Handwerkszeugs. Ha.

**Deutsche Werkzeugmaschinen für die spanabhebende und spanlose Formgebung von Metallen.** Von Hermann Narath, VDI. Verlag J. J. Arnd, Leipzig C 1. Preis kart. 1,60 RM.

Neben dem spanabhebenden Verfahren zur Formgebung von Metallen hat sich die spanlose Verformung einen Platz von Bedeutung errungen. Die Maschinen sind für beide Verfahren mannigfach und sehr hoch entwickelt. Der Verfasser beschreibt sie und erörtert ihre Vorzüge in bezug auf Leistungssteigerung, Verwendbarkeit, Abkürzung der Arbeits- und der Nebenzeiten, auf die Maßnahmen zur Erhaltung hoher Arbeitsgenauigkeiten u. a. m. Die Broschüre, die reich bebildert ist, gibt einen guten Einblick in den gegenwärtigen sehr hohen Stand der deutschen Werkzeugmaschinen für die genannten beiden Arten der Formgebung und damit praktische und wertvolle Hinweise für die wirtschaftliche Bearbeitung und für zweckmäßigen Ausbau der in Betracht kommenden Betriebe.

## Aus der Arbeit des deutschen Normenausschusses

### Deutsche Einheitsblätter

Der Deutsche Normenausschuß hat bisher folgende Deutsche Einheitsblätter herausgegeben (Beuth-Vertrieb, Berlin SW 68, Stückpreis —,30 RM. ausschl. Versandkosten). Die Einheitsblätter sind Vorläufer Deutscher Normen und werden später auf Grund der Erfahrungen überarbeitet und durch Normblätter abgelöst.

**Landmaschinen.** DIN E 11 101, Gespann-Drillmaschinen, Arbeitsbreiten, Reihenzahlen, Reihenabstände. DIN E 11 102, Gespann-Drillmaschinen, Spurweite und Lenkung des Vorderwagens. (Träger: Der Bevollmächtigte für die Maschinenproduktion, Fachgruppe Landmaschinenbau, Reichsnährstand.)

**Vorrichtungsbau.** DIN E 6335, Kreuzgriffe. (Träger: Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure ADB des VDI im NSBDT; aufgestellt in Zusammenarbeit mit der Wehrmacht.)

**Lehren.** DIN E 91 30, Einsteckgriffe. Din E 91 305, Lehrengriffe für Meßzylinder. DIN E 91 306, Lehrengriffe für Kugelmessmaße. DIN E 91 331, Arbeitslehrdorne, Nenndurchmesser über 6 bis 100 mm. DIN E 91 332, Meßkörper für Arbeitslehrdorne, Nenndurchmesser über 6 bis 100 mm. (Träger: Fachgruppe Maschinen- und Präzisionswerkzeuge. Aufgestellt in Zusammenarbeit mit der Wehrmacht.)

**Gewindelehren.** DIN E 91 510, Gewindelehrdorne für metrisches Gewinde und metrische Feinaewinde, Gewinde-Nenndurchmesser über 6 bis 100 mm. DIN E 91 511, Gewindemeßkörper für metrisches Gewinde und metrisches Feingewinde, Gewinde-Nenndurchmesser über 6 bis 100 mm. (Träger: Fachgruppe Maschinen- und Präzisionswerkzeuge. Aufgestellt in Zusammenarbeit mit der Wehrmacht.)

**Kraftfahrzeugbau.** Als Ergebnis der von der Wirtschaftsgruppe Fahrzeugindustrie im Auftrage des Generalbevollmächtigten für das Kraftfahrzeugwesen durchgeführten Vereinheitlichung der Kraftfahrzeugteile und des Zubehörs sind bisher über 120 Deutsche Einheitsblätter erschienen, deren Aufzählung hier zu weit führen würde. (Verzeichnis steht beim Beuth-Vertrieb, Berlin SW 68, kostenlos zur Verfügung.) Es handelt sich um Normen für Ölfilter, Batterien, Zünd- und Glühkerzen, Hupen, Kupplungs- und Bremsbeläge, Glühlampen, Leuchten, Zentralschmierung, Kupplungen, Hörner, Druckluftbremsen, Öldruckbremsen, Naben, Radbefestigungen, Vergaser u. a. m. Einen Überblick über Zweck und Aufbau dieser Blätter gibt das Einheitsblatt DIN 70 002, Anwendung der Einheitsblätter, DIN-FI-Blätter.

# Aus den Vereinen

## Aus der Arbeit des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute

An Stelle des sonst alljährlich stattfindenden Eisenhüttenfestes hält der Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik in diesem Jahr in verschiedenen Bezirken des Reiches Vortragstagungen ab, die sich mit den gegenwärtig dringenden Aufgaben bei der Eisen- und Stahlerzeugung beschäftigen.

Im Rahmen dieser Veranstaltungen kamen am 22. Juni in der Technischen Hochschule Berlin weit über 300 Eisenhüttenleute mit einer größeren Zahl von Gästen, darunter u. a. Vertreter der Wehrmacht, des Reichswirtschaftsministeriums, der Reichsstelle für Eisen und Stahl, der Reichsstelle für Metalle, der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie, verschiedener Ämter für Technik, des NS.-Bundes Deutscher Technik und der verwandten Fachvereine, zu einer Arbeitstagung zusammen.

Auf dieser Tagung sprachen Dr. O. Petersen (Düsseldorf) über „Die Arbeit des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute“, Professor Dr.-Ing. R. Durrer (Berlin) über „Die Verhüttung des Eisens auf alten und neuen Wegen“ sowie Professor Dr.-Ing. e. h. Schulz (Dortmund). Letzterer behandelte das gleiche Thema wie auf der anschließenden Tagung in Dresden, über die nachstehend berichtet wird. Am 6. Juli fand eine weitere Vortragstagung in Dresden statt, zu der eine stattliche Anzahl von Eisenhüttenleuten mit ihren Gästen, darunter u. a. Vertreter der Wehrmacht, verschiedener technischer Hochschulen, des Amtes für Technik, des NS.-Bundes Deutscher Technik und der verwandten Fachvereine zusammengekommen waren, aus der wir folgendes entnehmen:

Seiner Begrüßung schickte Dr. O. Petersen (Düsseldorf), der die Tagung leitete, tiefempfundene Worte des Dankes an den Führer und die Deutsche Wehrmacht voraus und faßte dabei alle die heißen Wünsche, mit denen die Heimat die Front für die noch vor ihr liegenden Aufgaben begleitet, in einem begeistert aufgenommenen Sieg-Heil auf den Führer zusammen. Er leitete dann über zu seinem Bericht: „Aus der Arbeit des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute“, die bei der engen Verbundenheit von Technik und Wirtschaft auf dem Gebiete der Eisen schaffenden Industrie vollkommen der Aufgabe dient, den Kriegsbedarf an Stahl nach Menge und Güte sicherzustellen und dabei noch die Ausfuhr und den zivilen Sektor im Rahmen des Möglichen sicherzustellen.

Die technischen Voraussetzungen zur Erfüllung dieser Aufgabe, so führte Dr. Petersen in etwa aus, haben im Laufe des letzten Jahres mannigfache Wandlungen erfahren, denen es sich elastisch anzupassen galt und auch heute noch gilt. Sehr zustatten kam uns dabei der mit der Verkündung des Vierjahresplanes gemeinsam mit der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie ins Leben gerufene Arbeitskreis für den Vierjahresplan, den wir seit dieser Zeit in aller Stille, aber um so zielsicherer entwickelt haben. Manche durch die Natur der Sache zeitraubende Aufgabe hatte so schon längst ihre Vorbereitung oder gar Lösung gefunden, und man konnte beim Eintreten des Ernstfalles sofort auf diese Vorarbeiten zurückgreifen.

Der Vortragende umriß dann in großen Zügen eine Reihe der jetzt vordringlichen Fragen, die unter dem Kriege zusätzlich zu der technisch-wissenschaftlichen Arbeit des Vereins hinzugetreten sind, Arbeiten, die zum Teil auf amtlichem Auftrag beruhen und auf der anderen Seite die innige Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie erkennen lassen.

In diesem Zusammenhang wurde auch der gerade jetzt so wichtigen Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung gedacht.

Der Berichtsteller schloß mit Dank an die vielen, die bis heute in gemeinsamer Arbeit zusammengestanden haben, um die weitgesteckten Ziele zu erreichen, und der Bitte, dieses kameradschaftliche Zusammenarbeiten auch in Zukunft zu erhalten.

Im Anschluß hieran erstattete Dozent Dr. phil. W. Oelsen, Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, seinen Bericht: „Die Schlackenkunde als Grundlage der Metallurgie der Eisenerzeugung“. Der Vortragende zeigte darin Wege auf, das auf dem

Gebiete der Schlackenkunde vorliegende Erfahrungsgut für die sichere Beherrschung und die Weiterentwicklung unserer metallurgischen Verfahren soweit als möglich nutzbar zu machen und in eine für die technische Anwendung geeignete Form zu bringen.

## „Die Schlackenkunde als Grundlage der Metallurgie der Eisenerzeugung“

Der Fortschritt der metallurgischen Technik erfordert eine eingehende Berücksichtigung der Erkenntnisse der wissenschaftlichen Forschung. In dem vorgetragenen Bericht wurden einige grundlegende Fragen der Schlackenkunde behandelt und zu den technisch-metallurgischen Verfahren in Beziehung gebracht. Insbesondere wurde hervorgehoben, welche Fülle von Aussagen den Zustandsdiagrammen der Schlacken, sei es für ihr Schmelzverhalten, ihr Fließvermögen, das Reaktionsvermögen ihrer Bestandteile, ja sogar für ihre Bildungswärmen in recht einfacher Weise zu entnehmen sind.

Im ersten Abschnitt wurde gezeigt, wie man die Schlacken-zustandsdiagramme in bezug auf das Fließvermögen besonders der basischen Schlacken zu lesen hat, und welche entscheidende Rolle dabei die Frage spielt, ob sich die Gleichgewichte eingestellt haben oder nicht.

Die Bedeutung der Kurven des Beginns der Erstarrung in Zweistoffsystemen und der entsprechenden Flächen bzw. der isothermen Schnitte in Dreistoffsystemen als Sättigungslinien oder -flächen wurde an der Reihe der technisch bedeutsamen Diagramme erläutert. An Hand der Löslichkeitsverhältnisse wurden die Besonderheiten des Verhaltens der Kieselsäure, der Phosphorsäure, der Tonerde, des Eisenoxydul, des Flußspates und des Magnesiumoxydes erörtert und die Bedingungen klargestellt, unter denen man möglichst hochbasische Schlacken, also solche mit sehr reaktionsfähigem gelöstem Kalk, erzielen kann. Mit Hilfe der Diagramme konnte so u. a. auch das oft als merkwürdig angesehene Verhalten des Magnesiumoxydes in hochbasischen Schlacken einfach geklärt werden. Als eines der wichtigsten Ergebnisse wurde herausgestellt, daß für die metallurgische Wirkung der basischen Schlacken entscheidend ist, an welchen Verbindungen, ob an reinem Kalk oder an Kalksilikaten oder an Kalkphosphaten, sie bei den technisch erreichbaren Temperaturen und bei gegebenen Anteilen von Flußmitteln ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaF}_2$ ) zu sättigen sind. Aus den Löslichkeitsverhältnissen konnte sodann auch die enge Verknüpfung, die zwischen den Kieselsäure- und Eisengehalten technischer Siemens-Martin-Schlacken vielfach festgestellt wurde, und weiterhin die geringe Veränderlichkeit der Summe der basischen Oxyde  $\% \text{CaO} + \% \text{MgO} + \% \text{MnO}$  begründet werden. Bei den Stahlerzeugungsverfahren mit basischer Schlacke spielen die Sättigungsgrenzen des Kalkes und seiner hochschmelzenden Verbindungen (Orthosilikat und Phosphate) eine mindestens ebenso ausschlaggebende regelnde Rolle wie die Löslichkeit der Kieselsäure in den Silikatschlacken der Stahlerzeugungsverfahren mit saurer Schlacke.

Neben der Wirkung des Flußspates als Flußmittel für den Kalk wurde noch sein Verhalten gegenüber dem Eisenoxydul durch Versuchsergebnisse belegt. Eisenoxydul und Flußspat mischen sich nämlich im flüssigen Zustand praktisch nicht. Daraus lassen sich für Flußspatzusätze zu hochbasischen Schlacken zwei getrennte Wirkungen folgern, einmal verflüssigen sie zuvor schwerflüssige Schlacken, machen sie also in physikalischer Hinsicht reaktionsfähiger, gleichzeitig erhöhen sie aber, als Folge der Neigung zur Entmischung, auch das Reaktionsvermögen der in den Schlacken enthaltenen Eisenoxyde in chemischer Hinsicht.

Zur Frage der Ferrite in flüssigen basischen Schlacken bei Gegenwart von Eisen wurden umfassende Unterlagen beigebracht, die gemeinsam mit Erörterungen über das Zustandsdiagramm  $\text{CaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$  ergeben, daß die Beständigkeit der Kalkferrite neben Eisen bei hohen Temperaturen nur sehr gering sein kann. Weiter wurde die Bedeutung

der Abhängigkeit des Verhältnisses  $\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{FeO}}$  von den Kalk- und Kieselsäuregehalten der Schlacke für das Reaktionsvermögen der Eisenoxyde in basischen Schlacken untersucht.

In einem letzten Vortrage ging Professor Dr.-Ing. E. H. Schulz (Dortmund), auf die „Arbeiten auf dem Gebiete der Werkstofforschung im Kriege“ ein und zeigte darin, wie die deutschen Eisenhüttenleute mit Erfolg bemüht gewesen sind, allen an sie gestellten Anforderungen auf dem Gebiete der Eisenwerkstoffe in möglichst weitgehendem Maße gerecht zu werden.

### „Aufgaben auf dem Gebiet der Werkstofforschung im Kriege“

Die Vielheit der am deutschen Eisenhüttenmann auf dem Werkstoffgebiet durch den Krieg entstandenen Aufgaben läßt sich in drei Gruppen gliedern, und zwar erstens in Aufgaben, die sich aus der Verknappung an Eisen selbst herleiten, zweitens in solche, die sich auf Verschiebungen in der Rohstoffversorgung und etwaige Umstellungen in den Erzeugungsverfahren gründen, und schließlich in Arbeiten, die eine möglichst sparsame Verwendung von Legierungstoffen zum Ziele haben.

Maßnahmen zur Einsparung an Eisen können von der Seite der Eisenhüttenleute selbst kaum erwartet werden, da vor allem der Weg, die zulässige Beanspruchung der Werkstoffe durch Legierungszusätze zu erhöhen, wegen der gegenüber Eisen ungünstigeren Versorgungslage vieler Legierungstoffe meist ausscheidet, so daß sich hier vor allem die Konstrukteure einsetzen müssen.

Zu fordern ist aber der weitere Einsatz der Werkstoff-Fachleute bei Erforschung der Förderung des Schweißens als einer Eisen sparenden Bauweise.

Auf dem zweiten Gebiete sind verschiedene Arbeiten zur Klärung der Frage durchgeführt, ob durch Umstellungen in der Erzversorgung usw. eine Beeinträchtigung der Stahlbeschaffenheit eintreten könne. Das Ergebnis war, daß zu derartigen Annahmen kein Anlaß vorliegt. Eine wichtige in dieses Gebiet fallende Frage ist die der Abgrenzung der Verwendungsgebiete von Siemens-Martin-Stahl und Thomasstahl; sie ist in gemeinsamer Arbeit zwischen den Stahlerzeugern und Stahlverbrauchern eingehend behandelt worden.

Die dritte Frage, die der Legierung der Stähle, steht werkstofftechnisch bei der Bedeutung der legierten Stähle für die Zwecke der neuzeitlichen Technik am meisten im Vordergrund. Nach drei Richtungen ist hier der Einsatz erforderlich: Die legierten Stähle sind nur dort einzusetzen, wo sie auch unbedingt erforderlich sind, ferner sind die Legierungsgehalte auf die Höhe zu senken, die zur Erfüllung des Gebrauchszweckes des Stahles als ausreichend angesprochen werden kann, und schließlich sind die versorgungsmäßig ungünstigen Legierungstoffe möglichst durch reichlicher vorhandene Stoffe auszutauschen.

In dieser Richtung ist schon vor Kriegsausbruch im Rahmen der Arbeiten des Vierjahresplanes eine sehr umfassende und erfolgreiche Arbeit geleistet worden, die in jüngerer Zeit ihren Niederschlag in entsprechenden Anordnungen der Reichsstellen gefunden hat. Die Arbeiten sind ausgedehnt worden auf alle legierten Eisen- und Stahllarten, beispielsweise Baustähle, Werkzeug- und Schnellarbeitsstähle, Wagnetstähle, nichtrostende und hitzebeständige Stähle, Gußeisen. Betont muß dabei werden, und gerade darin liegt der Erfolg der Arbeiten, daß durch den vorgenommenen Austausch oder die Herabsetzung der Gehalte von Legierungselementen ein Güteabfall bei den einzelnen Eisen- und Stahlgruppen nicht eingetreten ist. Wohl ist in diesem oder jenem Falle eine Anpassung der Stahlbenutzer an die neuen Werkstoffe erforderlich, wie z. B. bei der Wärmebehandlung bestimmter neuer Schnellarbeitsstähle. Bei den Magnetstählen allerdings würde sich mit einer starken Einschränkung der Legierungszusätze ein Rückgang in der magnetischen Leistung nicht vermeiden lassen. Wo demnach die Anwendung von hochlegierten Magnetstählen heute rohstofftechnisch nicht gerechtfertigt ist, ist gegebenenfalls durch eine Änderung der Bauweise der Geräte diesem Umstände Rechnung zu tragen.

Besondere Beachtung verdienen auch die Arbeiten auf dem Gebiete des Werkstoffaustausches bei verschiedenen Hilfsstoffen, wie sie in der Eisenindustrie Verwendung finden, vor allem den Korrosionsschutzmitteln. Auch auf diesem Gebiete sind die Aufgaben bereits weitgehend einer Lösung zugeführt worden.

An die Vortragstagung schloß sich im Dresdener Ausstellungspalast ein Kameradschaftsabend an, bei dem die deutschen Eisenhüttenleute mit ihren Gästen noch längere Zeit Gelegenheit zu regem Gedanken- und Erfahrungsaustausch nahmen.

## VDI Bergischer Bezirksverein—ADB Arbeitskreis Wuppertal

### Bericht

über die gemeinsame Veranstaltung am 26. Juni 1940 im Saal der Technik, Wuppertal-Elberfeld

Einleitend gedachte der Vorsitzende, Direktor Dipl.-Ing. E. Springorum, des gewaltigen Sieges im Westen, der zur Waffenniederlegung Frankreichs führte. — Am 25. Juni waren 70 Jahre vergangen, seit etwa 30 Ingenieure den Bergischen Ingenieurverein gründeten, aus dem der Bergische Bezirksverein mit heute über 500 Mitgliedern entstand; sein Ziel werde auch fernerhin Arbeit an der deutschen Technik und damit am Wohle Deutschlands sein.

In den Monaten Juli und August werden wie üblich die Vorträge ausgesetzt.

Nach einigen geschäftlichen Mitteilungen nahm das Wort Herr Dr.-Ing. Hans Heymann VDI (Darmstadt) zu seinem Lichtbildervortrag über das Thema

### „Technische Medizin“

Der Redner, der die theoretischen Grundlagen der Schwingungstechnik im Vorjahre bereits behandelt hatte, gab davon zum besseren Verständnis eine kurze Wiederholung und ging dann näher auf das von ihm entwickelte Verfahren zur Feststellung von Störschwingungen an Maschinen, Gebäuden, Schiffen usw. und die Mittel zu ihrer Unschädlichmachung ein. Mittels sinnreich gebauter Apparate, die mechanische Schwingungen in elektrische Energie umformen und in verschiedenen Ebenen auf die zu beobachtende Maschine aufgesetzt werden, lassen sich Art, Stärke und Ausgangspunkt der Schwingung bestimmen, ihre Frequenz in bekannter Weise durch Oszillographen. Das so aufgezeichnete Resonanzspektrum gibt genauen Aufschluß über die Lage der kritischen Schwingungen, die im Bereich der Betriebsdrehzahl zu vermeiden sind; dies läßt sich u. a. durch künstliche Verstimmung erreichen. An Hand von Lichtbildern wurden der erhebliche Einfluß falscher Fluchtung und ungeeigneter Fundamente auf das Schwingungsbild und einfachste Wege zur Beseitigung solcher Fehler gezeigt. Das Verfahren dieser „Diagnostik“ gibt Mittel in die Hand des Ingenieurs, nicht nur bereits arbeitende Maschinen vor den Folgen schädlicher Schwingungen (Dauerbrüche) zu schützen, wozu laufende Überwachung wichtiger Aggregate gefordert wird, sondern sie darüber hinaus schon beim Entwurf zu vermeiden („Geburtshilfe“). Der Vortrag, der durch zahlreiche Beispiele aus der vielseitigen praktischen Erfahrung des Vortragenden beleuchtet wurde, fand lebhaftesten Beifall bei den rund 100 Besuchern, deren Dank der Vorsitzende in seinem Schlußwort zum Ausdruck brachte. Springorum

## Aus Industrie und Wirtschaft

### 50 Jahre Mannesmannröhren-Werke

Der am 16. Juli 1890 erfolgten Gründung der Mannesmannröhren-Werke ging fünf Jahre die bahnbrechende Erfindung eines Walzverfahrens der Brüder Reinhard und Max Mannesmann voraus, nach dem aus einem massiven Block ein nahtloses Stahlrohr hergestellt werden konnte. Diese zum Mannesmannverfahren ausgebauete Erfindung hatte eine völlige Umwälzung der damals gebräuchlichen Röhrenherstellung zur Folge. Schwere wirtschaftlichen Sorgen und Kämpfe um die technisch einwandfreie Durchführungsmöglichkeit des damals noch in den Anfängen seiner Entwicklung stehenden Verfahrens kennzeichnen die ersten 16 Jahre des Bestehens dieses Unternehmens, das heute zu den größten der deutschen Industrie gehört. Das auf die Erfindung der Brüder Mannesmann zurück-

gehende nahtlose Mannesmannrohr war dem damaligen Stand der Technik um Jahrzehnte voraus. Seine außergewöhnlichen und neuartigen Eigenschaften begegneten mehr der Skepsis als der Anerkennung und statt der verdienten Förderung einem schweren Kampf gegen die große Gruppe der Hersteller von geschweißten Röhren. Längst sind nun die anfänglichen Kinderkrankheiten einer der genialsten Erfindungen der Zeit um die Jahrhundertwende überwunden, längst sind die darin begründeten Schwierigkeiten und Kämpfe ein Teil der Geschichte der Mannesmann-Werke geworden. Heute wäre der hohe Stand vieler Zweige der Technik in manchen Dingen undenkbar, wenn nicht das nahtlose Stahlrohr zur Verfügung gestanden hätte. Die Großkesselanlagen der modernen Kraftwerke und Ozeanriesen, die kraftvollen Schnellzuglokomotiven wären ohne das nahtlose Kessel- und Siederohr kaum vorstellbar. Ebenso gehört hierhin die Gas- und Wasserversorgung großer Städte und Verbände, die oft über Hunderte von Kilometern vom Erzeugungsort her die sichere Zuleitung von Gas und Wasser ermöglichen. Vielfältig sind die Gebiete, die dem nahtlosen Stahlrohr ihren ungeheuren Aufschwung verdanken. Konnten in der Erdölindustrie mit seiner Hilfe Bohrtiefen von 3000 und mehr Meter erreicht werden, so ließen sich die in langjährigen Laboratoriumsversuchen zur Herstellung von Sonderstählen entwickelten Verfahren nutzen für die Großherzeugung in der chemischen Industrie und in der Treibstoffsynthese.

Im Gegensatz zu der Entwicklung anderer Konzerne ähnlicher Art und Bedeutung nahmen die Mannesmannröhren-Werke ihren Ausgang nicht vom Hochofen oder Stahlwerk, sondern vom reinen Walzwerk zum gemischten Großunternehmen.

Kohlen- und Erzbergwerke, Kalk- und Tongruben sichern eine ausreichende Basis für den eigenen Bedarf an Rohstoffen. Zahlreiche neuzeitliche Hütten, Walzwerke und Weiterverarbeitungsstätten sind weiterhin in den Interessenbereich einbezogen. Die Grundeinstellung der Mannesmannröhren-Werke, ihren Ausbau nach planvollen Grundsätzen und nicht um jeden Preis zu bewerkstelligen, ist auch bei den großen Umschichtungen in der deutschen Industrie der letzten Jahre gewahrt geblieben. Der vertikale Ausbau des Unternehmens mit eigener Rohstoffbasis und einem dafür erforderlichen Walzprogramm gewährleistet auch fürderhin die Sonderstellung des Unternehmens in der Erzeugung von Rohr und Blech und deren Weiterverarbeitung.

Aus Anlaß der 50-Jahr-Feier wurde eine „Kleine Chronik der Mannesmannröhren-Werke“ herausgegeben, in der in anschaulicher Weise die Daten der Entwicklung des heutigen Großunternehmens aus seinen Ursprüngen, beginnend mit der grundlegenden Erfindung der Brüder Mannesmann, geschildert werden. Die von Professor Franz Doll illustrierte Chronik gibt neben dem geschichtlichen Werdegang eine einprägsame Übersicht über den heutigen Aufbau des Unternehmens und wird jeder Bibliothek zur Zierde gereichen. Sch.

# NSBDT MITTEILUNGEN

GAUE: DÜSSELDORF · ESSEN · WESTFALEN-NORD · WESTFALEN-SÜD

NUMMER 15/16

1. AUGUST 1940

ESSEN

## Mitteilungen der Gauverwaltungen und NSBDT-Vereine Gau Düsseldorf

Vereinsmitteilungen und Zuschriften redaktionellen Inhaltes für oder aus dem Gau Düsseldorf sind an Herrn Dipl.-Ing. Grund, Düsseldorf, Kölner Straße 114 (Schies AG.), zu senden.

### Fachgruppe Mechanische Technik

#### VDI VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

##### Bergischer Bezirksverein

###### Mitgliederbewegung

###### Anschriftänderungen:

- Flesch, Leo, Direktor a. D., Wuppertal-E., Obergrünwalder Str. 30 (früher: Hansastr. 75).  
 Poeschel, Max, Obering., Wuppertal-B., Adolf-Hitler-Straße 370 (Berichtigung, anstatt Wilhelmsstraße 2).  
 Sigwart, Karl H., Dr.-Ing., Leverkusen-Schlebusch 3, Immelmannstraße 24 (früher: Saarlauternstraße).  
 Treule, Hergard, Betr.-Ing., Wuppertal-B., Mathäusstraße 14 (früher: Lentzstraße 47).

###### Aufnahmegesuch:

- Hartmann, Richard, Ingenieur, Remscheid-Vieringhausen, Lange Straße 73. Paten: Dir. Cordes, Dr. Clemens.

###### Aufnahmen:

- Eckner, Heinz, Dipl.-Ing., Leverkusen-Wiesdorf, Carl-Leverkus-Str. 32, ordentliches Mitglied.  
 Herzog, Günther-August, Fabrikant, Wuppertal-B., Saarbrücker Str. 38, ordentliches Mitglied.  
 Homann, Willy, Betriebsführer, Wuppertal-V., Scheffelstraße 39, AKT., ordentliches Mitglied.

###### Übertritte zum Bergischen BV.:

- Kläser, Theo, Ing., Burscheid, Bez. Düsseldorf, Fa. Goetze-Werk, ordentliches Mitglied (vom Karlsruher BV.).  
 Rabus, Joseph, Dipl.-Ing., Wuppertal-E., Jägerhofstraße 17 II, ordentliches Mitglied (vom Lenne-BV.).  
 Thauer, Ernst, Ing., Leverkusen-Schlebusch I, Oltweiler Straße 13, ordentliches Mitglied (vom Anhalter BV.).

###### Übertritte in einen anderen BV.:

- Dion, Fritz, Dipl.-Ing., Marburg a. d. Lahn, Lahenstr. 4 II, ordentl. Mitgl.  
 Goller, Bruno, Ing., Leuna, Krs. Merseburg, Richard-Wagner-Str. 26, ordentliches Mitglied (zum Mitteldeutschen BV.).  
 Höfinghoff, Heinz, Ing., Witten (Ruhr), Grengeldstraße 86, ordentliches Mitglied (zum Bochumer BV.).  
 Tobber, Arno, Dipl.-Ing., Dortmund, Adolf-Hitler-Straße 16, ordentliches Mitglied (zum Dortmunder BV.).

### Niederrheinischer Bezirksverein Mitgliederbewegung

###### Aufnahmen:

- Donner, Josef, Ing., Düsseldorf, Schinkelstraße 40 (ordentl. Mitglied).  
 Fölster, Karl, Ing., Düsseldorf 1, Adlerstraße 62 (ordentl. Mitglied).  
 Gareis, Karl, Generaldirektor a. D., Dipl.-Ing., Düsseldorf, Pionierstraße 48 I (ordentliches Mitglied).  
 Grauel, Karl, Ing., Neuh (Rhein), Tywissenstr. 28 (ordentl. Mitglied).  
 Hethy, Artur, Ing., Düsseldorf, Gerhardstraße 21 (ordentl. Mitglied).  
 Jöbkes, Jakob, Ing., Kempen (Niederrhein), Tielstr. 29 (ord. Mitgl.).  
 Klein, Georg Alex., Ziviling., Düsseldorf 1, Kreuzstr. 52 (ord. Mitgl.).  
 Platzeck, Friedrich, Ing., Düsseldorf 10, Kühlwetterstr. 4 (ord. Mitgl.).

Redlich, Helmut, Ing., Düsseldorf-Oberkassel, Quirinstraße 14 II (ordentliches Mitglied).

Reuter, Paul, Ing., Viern, Freiheitsstraße 401 (ordentliches Mitglied).

Schusters, Friedr., Ing., Düsseldorf 1, Hubertusstr. 14 (ord. Mitglied).

Hirtz, Albert, cand. Ing., M.-Gladbach, Hermannstr. 1 (stud. Mitgl.).

Schade, Karl-Heinz, cand. Ing., Düsseldorf-Oberkassel, Friesenstr. 75 stud. Mitglied).

Voets, Franz-Josef, cand. Ing., Düsseldorf, Stephaninstr. 7 (stud. Mitgl.)

#### Übertritte zu unserem BV.:

Giese, Hans-Georg, Ing., Solingen-Ohligs, Sürstraße 33 (ordentliches Mitglied), vom Mitteldeutschen BV.

Köpke, Paul, Dipl.-Ing., Solingen-Wald, Weyerstraße 217 (ordentliches Mitglied), vom Lenne-BV.

Teerkorn, Werner, Rb.-Bauassessor, Dipl.-Ing., Krefeld-Oppum, Sandberg 52 (ordentliches Mitglied), vom Hannover-BV.

#### Übertritte zu einem anderen BV.:

Klein, Heinrich, Dr.-Ing., Berlin-Dahlem, Reichensteiner Weg 25 (ordentliches Mitglied), zum Berliner BV.

Laermann, Willy, Ing., Berlin-Tegel, Schlieperstraße 55 (ordentliches Mitglied), zum Berliner BV.

von Münchow, Gerd-Wedig, Ing., Berlin-Lichterfelde-West, Hortensienstraße 16 (ordentliches Mitglied), zum Berliner BV.

Ruth, Ludwig, Wernigerode, Pfälzergasse 1a (besuchendes Mitglied), zum Magdeburger BV.

#### Anschriftenänderungen:

Ahlemann, Rudolf, Betr.-Ing., Düsseldorf, Straße der SA. 168 (früher: Graf-Adoll-Straße 45).

Ardl, Herbert, Dipl.-Ing., Solingen-Landwehr, Landwehr 26 (früher: Provinzialstraße 22).

Borgmann, Wilhelm, Ing., z. Z. Köln, Weißenburgstraße 49 (früher: Ratingen, Schleierstraße 21).

Bayer, Karl, Obering., Düsseldorf-Grafenberg, Hardtstraße 57 (früher: Ing.).

Darmschädler, Hans, Dipl.-Ing., Dir., Krefeld, Preußenring 19 (früher: Preußenring 1).

Klein, Emil, Dipl.-Ing., Düsseldorf-Benrath, Benrodestraße 35 (früher: Johann-Palm-Straße 12).

Mehler, Wilhelm, Obering., Düsseldorf-Lohausen, Niederrheinstr. 48 (früher: Essen-Stadtwald, Waldsaum 65).

Müller, Fritz, Ing., Düsseldorf, Merowingerstraße 81 (früher: Karl-Rudolf-Straße 176a).

Naumann, Paul, Obering., Düsseldorf, Scharnhorststr. 6 (früher: Ing.).

Remmel, Eugen, Coering., Düsseldorf, Richthofenstraße 11 (früher: Graf-Rede-Straße 18).

Schweickhart, Otto, Obering., M.-Gladbach, Schillerstraße 73 (früher: Böckelstraße 22).

Stein, Gustav, Dipl.-Ing., Düsseldorf-Grafenberg, Grafenberger Allee 290 (früher: 296).

Timpenfeld, Paul, Ing., Düsseldorf, Richthofenstraße 60 (früher: Sternstraße 3).

Wagener, Adolf, Betr.-Ltr., Hilden (Rhld.), Pungshaus 23/24 (früher: Walderstraße 150).

Broniecki, Bruno, Ing., Düsseldorf, Schlesische Straße 68 (früher: Weseler Straße 38).

Zurleil, Ludwig, Ing., Düsseldorf, Birkenstraße 80 (früher: Humboldtstraße 55).

#### Überschreibung zu den ordentlichen Mitgliedern:

Böcker, Josef, Ing., Düsseldorf, Lichtstraße 30.

#### Gestorben:

Burger, Jacob, Ing., Neuß (Rhein)-Grümlinghausen, Cyriakusstraße 26 (ordentliches Mitglied).

## Fachgruppe Berg- und Hüttenwesen

# VDEh VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE

### Mitgliederbewegung

#### Änderungen in der Mitgliederliste:

Behrendt, Anton, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Gutehoffnungshütte Oberhausen AG., Abl. Düsseldorf (vorm. Haniel & Lueg), Düsseldorf-Grafenberg; Wohnung: Düsseldorf 1, Sohnstraße 5a.

Böhler, Albert, Dr.-Ing., Edelstahlwerke Düsseldorf der Gebr. Böhler & Co. AG., Düsseldorf-Oberkassel; Wohnung: Düsseldorf 1, Graf-Rede-Straße 51.

Gödecke, Willi, Dr. phil., Chemiker, Fa. Pose-Marré Elektrometall, Erkrath (Bez. Düsseldorf); Wohnung: Adolf-Hiller-Straße 45.

Holzhausen, Karl, Oberingenieur, Betriebsdirektor, Fa. W. Bauermann & Söhne, Hilden; Wohnung: Walder Straße 156.

Hörmann, Erich, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Deutsche Röhrenwerke AG., Werk Poensgen, Düsseldorf 1, Erkrather Straße 355; Wohnung: Düsseldorf 10, Brehmstraße 67.

Janicke, Otto, Ingenieur, Krefeld, Dürerstraße 14 I.

Kircher, Leo, Dipl.-Ing., Walzwerkassistent, Mannesmannröhren-Werke, Abl. Rath, Düsseldorf-Rath; Wohnung: Düsseldorf 1, Hüttenstr. 40 I.

Kluitman, Leo, Dr. rer. pol., Düsseldorf-Grafenberg, Geibelstr. 46.

Otto, Martin, Dipl.-Ing., Kriegsmarine-Abnahme, Düsseldorf 1, Karlstraße 70; Wohnung: Düsseldorf 10, Scheibenstraße 61.

Müller-Wild, Hans, Dipl.-Ing., Regierungsrat, Bezirkswirtschaftsamt Düsseldorf für den Wehrwirtschaftsbezirk VI b; Wohnung: Düsseldorf 10, Parkstraße 84.

Nagel, Richard, Dipl.-Ing., Werksdirektor, Rheinmetall-Borsig AG., Werk Düsseldorf 1, Postfach 216; Wohnung: Düsseldorf-Rath, Reichswaldallee 25.

Schreckebach, Paul, Oberingenieur, Leiter der Stahlwerksbetriebe der Fa. August Engels G. m. b. H., Velberl (Rheinl.); Wohnung: Südstraße 26.

Spiller, Vinzenz, Dipl.-Ing., Deutsche Röhrenwerke AG., Werk Poensgen, Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Luegallee 9.

#### Gestorben:

Claren, Hubert, Ingenieur, Düsseldorf. \* 31. 1. 1871, † 27. 4. 1940.

Müller, Theodor, Generaldirektor a. D., Düsseldorf. \* 6. 3. 1869, † 14. 6. 1940.

Peters, Otto, Fabrikdirektor a. D., Düsseldorf. \* 9. 4. 1870, † 30. 4. 1940.

#### Neue Mitglieder:

##### A. Ordentliche Mitglieder:

Beyerle, Wilhelm, Ingenieur, Verkaufsleiter, F. Klöckner KG., Köln-Bayenthal, Düsseldorf 1, Kaiser-Wilhelm-Straße 22.

Nilgen, Karl Anton, Dipl.-Ing., techn. Direktor, Maschinenfabrik Hasenclever AG., Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Belsenstraße 21—23.

Rotermund, Kurt, Ingenieur, Außenstellenleiter der Gruppe Stahl des Reichsverbandes der deutschen Luftfahrtindustrie; Wohnung: Remscheid, Palmstraße 13.

##### B. Außerordentliche Mitglieder:

Form, Paul, stud. rer. met., Düsseldorf 10, Mörsenbroicher Weg 105.

Gotwald, Heinrich, stud. rer. met., Remscheid, Elberfelder Str. 2.

Grub, Karlheinz, stud. rer. met., Düsseldorf-Rath, Kanzlerstraße 27.

Steinen, Albert von den, stud. rer. met., Remscheid-Vieringhausen, Stockerstraße 43.

Thias, Günter, cand. rer. met., M.-Gladbach, Webschulstraße 20.

## Gau Essen

## Fachgruppe Berg- und Hüttenwesen

# VDEh VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE

### Ruhr-Bezirksverein

### Mitgliederbewegung

#### Änderungen in der Mitgliederliste:

Bulle, Georg, Dr.-Ing., Oberingenieur, Leiter der Abl. für Hüttenwerksanlagen der Gutehoffnungshütte Oberhausen AG., Werk Sterkrade, Oberhausen-Sterkrade; Wohnung: Robert-Koch-Straße 42.

Feustel, Klaus, Dipl.-Ing., Fried. Krupp AG., Essen; Wohnung: Essen-Bredeney, Brachtstraße 28.

Grünwald, Hans, Dipl.-Ing., Fa. Ewald Berninghaus, Duisburg; Wohnung: Mercatorstraße 112 I, I.

Honigmann, Fritz Günter, Dipl.-Ing., Direktor und Vorstandsmitglied der Bicker & Co. AG., Essen, Max-Piedler-Straße 6; Wohnung: Molkestraße 46.

Krasel, Hermann, Direktor i. R., Duisburg, Lotharstraße 115.

Pöhl, Carl, Ingenieur, Essen-Bredeney, Graf-Spee-Straße 11.

Thiel, Günther, Dipl.-Ing., Assistent im Stahlschmelzbetrieb der Deutschen Eisenwerke AG., Mülheim (Ruhr); Wohnung: Aktienstraße 75.

Walther, Jakob, Hüttendirektor, Gutehoffnungshütte Oberhausen AG., Abl. Gelsenkirchen, vorm. Boecker & Comp., Gelsenkirchen; Wohnung: Essen-Heisingen, Am Hagenbusch 42.

#### Gestorben:

Kieselstein, Ernst, Direktor, Mülheim (Ruhr). \* 29. 12. 1877, † 25. 5. 1940.

Tilman, Waller C., Ingenieur, Duisburg-Meiderich. \* 5. 8. 1882, † 21. 5. 1940.

#### Neue Mitglieder:

##### A. Ordentliche Mitglieder:

Büchner, Fred, Leiter der Nachrichten- und Volkswirtschaftl. Abteilung der Demag AG., Duisburg; Wohnung: Essen-Stadtwald, Ahornstr. 5.

Deutler, Hermann, Dipl.-Ing., Dr. phil., Fried. Krupp AG., Versuchsanstalt, Essen; Wohnung: Essen-Stadtwald, Leveringsstraße 11.

Engel, Ludolf, Dr.-Ing., Oberingenieur, Demag AG., Duisburg; Wohnung: Kölner Straße 150.

Miksch, Gustav, Dipl.-Ing., Chefkonstrukteur, Essen-Steele, Steeler Straße 597.

Schinn, Rudolf, Dipl.-Ing., Siemens-Schuckert-Werke AG., Mülheim (Ruhr); Wohnung: Wachenfeldstraße 7.

##### B. Außerordentliche Mitglieder:

Killing, Hans-Peter, stud. rer. met., Oberhausen (Rheinl.), Am Grafenbusch 26.

Schmidt, Günter, cand. rer. met., Essen, Ladenspelderstraße 34.

## Pelikan AUSZIEH-TUSCHE

In der ganzen Welt als die gute Tusche bekannt. Leichtflüssig, strich- und wasserfest. In Flaschen und in praktischen Patronen durch die Fachhandlungen zu beziehen.

GÜNTHER WAGNER · HANNOVER



# Gau Westfalen-Nord

## Fachgruppe Mechanische Technik

### VDI VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

#### Teutoburger Bezirksverein

##### Mitgliederbewegung

###### Aufnahme als studierendes Mitglied:

Korfmacher, Konrad, cand. ing., Lage i. L., Friedrichstraße 24.

###### Anschriftenänderungen:

Lusch, Ferdinand, Ing., Brackwede, Kampstraße 25 (früher: Gütersloher Straße 120).

Völkkel, Karl, Betr.-Ing., Brackwede, Elsa-Brandström-Straße 19 (früher: Blumenstraße 10b).

###### Übertritte zu anderen Bezirksvereinen:

Pradel, Eduard, Konstrukteur, Rheinmetall-Borsig, Kölleda, Weimarische Straße 18 (zum Mitteldeutschen BV.).

Dreves, Ernst, Ing., Hamburg 26, Hammersteindamm 105 IV (zum Hamburger BV.).

Pollmann, Fritz, Ing., Hamburg-Bergedorf, Hochallee 6 (zum Hamburger BV.).

Kirschnick, Gerhard, Ing., Berlin-Charlottenburg 4, Fritschestr. 61 (zum Berliner BV.).

#### Bezirksverein Emscher-Lippe

##### Übertritt zum Bezirksverein Emscher-Lippe:

Fischer, Wilh., Ing., Gelsenkirchen, Festweg 4, pl. (vom Kölner BV.).

###### Anschriftenänderungen:

Korfmacher, Konrad, Ing., Dortmund-Lütgendortmund, Wernerstraße 47, Haus Nobbe (früher: Lage [Lippe]).

Gelli, Walter, Dipl.-Ing., Gladbeck i. W., Am Rosenhügel, Lübecker Straße 15 (früher: Gelsenkirchen-Buer).

Sondergeld, Edmund, Dipl.-Ing., Rb.-Bauass., Recklinghausen, Hirlenstraße 6 (früher: Castrop-Straße 194).

Grund, Rolf, Dipl.-Ing., Dortmund, Junggesellenstraße 14 (früher: Gelsenkirchen).

Wessel, Wilhelm, Ing., Dortmund-Lütgendortmund, Wernerstraße 47.

###### Anmeldung zur Aufnahme als ordentliches Mitglied:

Franzbach, Hans, Dipl.-Ing., Gronau i. W., Tilsiter Straße 11.

## Fachgruppe Berg- und Hüttenwesen

### VDEh VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE Mitgliederbewegung

###### Änderungen in der Mitgliederliste:

Franz, Friedrich, Dipl.-Ing., Hüftendirektor, stellv. Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte Oberhausen AG., Gelsenkirchen; Wohnung: Eisenstraße 17.

Junker, Ernst, Dipl.-Ing., Direktor, Dorstener Eisengießerei und Maschinenfabrik AG., Herve-Dorsten; Wohnung: Dorsten, Schillerstr. 22.

###### Neue Mitglieder:

###### Außerordentliches Mitglied:

Thomas, Heinrich, Studierender des Eisenhüttenwesens, Gelsenkirchen, Herlastraße 33.

# Gau Westfalen-Süd

## Fachgruppe Energiewissenschaft

### VDE VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER

#### Bezirksverein Ruhr-Lippe

##### Mitgliederbewegung

###### Neuaufnahmen:

Brunnerl, Georg, Stud., Lippstadt, Böckenförder Straße 151 (z. Z. Pzj.-Ers.-Abtlg. 2, Kolberg, Slab Nachrichtenabtlg.).

Byzio, Guslav, Dipl.-Ing., Dortmund, Münsterstraße 156 (vorübergehend: Bad Cannstatt, Mercedesstraße 35).

Domnik, Alfred, Ing., Recklinghausen, Horst-Wessel-Straße 95.

Neubauser, Heinz, Stud., Postinsp.-Anw., Welter (Ruhr), Harkortstr. 27.

Philipp, Karl, stud. ing., Kamen i. W., Dunkle Straße 8.

Schwepppe, Werner, stud. ing., Willen (Ruhr), Poststraße 3.

Seubert, Karl, Ing., Recklinghausen S 3, Alle Grenzstraße 203.

###### Übertritte von anderen Bezirken:

Deulz, Franz, Ing., Gevelsberg i. W., Veilchenstraße 31 (Übertritt vom Bez. Aachen).

Freye, Werner, Dipl.-Ing., Münster i. W., Eifelstraße 4 ptr. r. b. Sander (Übertritt vom Bezirk Halle).

###### Übertritte zu anderen Bezirken:

Bywater, Ulysses, A., Dipl.-Ing., Berlin N 20, Schönstedtstraße 5, Übertritt zum Bezirk Berlin (früher: Dortmund).

Christoph, Günther, Stud., Kiel, Elektroakustik R L, Übertritt zum Bezirk Nordmark (früher: Lage i. L.).

Krebs, Walter, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg 4, Sybelstraße 13 II, Übertritt zum Bez. Berlin (früher: Bochum).

Poggenklaus, Heinr., Ing., Staßfurt (Prov. Sachsen), Sedanstraße 4, Übertritt zum Bez. Magdeburg (früher: Paderborn).

Sander, Otto, Dipl.-Ing., Hannover, Heinrichstraße 40 I, Übertritt zum Übertritt zum Bez. Magdeburg (früher: Paderborn).

Schulze, Wilhelm, Ing., Kiel, Holtener Straße 154 II, Übertritt zum Bezirk Nordmark (früher: Lage i. L.).

Teibach, Fritz, Ing., Kiel, Elisabethstraße 89, Übertritt zum Bez. Nordmark (früher: Bochum).

###### Anschriftenänderungen:

Birx, Werner, Ing., Willen-Rüdinghausen, Kreisstraße 64 (früher: Dortmund-Hörde, Am Richterbusch 8½).

Dorow, Günther, Ing., Münster i. W., Raesfeldstraße 22 (früher: Rahdorter Straße 22 b. Ostlaender).

Freiz, Eugen, Obering., Castrop-Rauxel, Bachstr. 5 (früher: Bachstr. 4).

Leitner, Anton, Ing., Dortmund, Kolmarer Straße 3 II (früher: Rheinische Straße 38 II).

Ruthenbeck, Otto, Ing., Iserlohn, Duesbergstr. 33 (früher: Dortmund, Prinzenstraße 16 b. Frehe).

Saffran, Fritz, Ing., Bad Salzuflen, Wüstener Straße 103 (früher: Botrop, Randebrückstraße 23).

Thalhofer, Franz, Dipl.-Ing., Dortmund, Kohlgartenstraße 31 (früher: Flandernstraße 10).

Thummes, Eberhard, Dipl.-Ing., Bad Salzuflen, Talstraße 21 (früher: Dortmund-Derne, Hostedder Heide 14).

Vedder, Peter, Ing., Schalksmühle, Hindenburgstraße 33 (früher: Asenbach).

Vieith, Bernhard, Ing., Angermode b. Münster i. W., Höftestraße 49 (früher: Gremmendorf ü. Münster i. W. 2, Gremmendorfer Weg).

## Fachgruppe Berg- und Hüttenwesen

### VDEh VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE

###### Änderungen in der Mitgliederliste:

Barthel, Heinz, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Geisweider Eisenwerke AG., Geisweid (Kr. Siegen); Wohnung: Dillnhütten (Post Geisweid, Kreis Siegen, Hagener Straße 2).

Elbers, Otto, Dipl.-Ing., Ruhrstahl-AG., Gußstahlwerk Willen, Willen; Wohnung: Hagen (Westf.), Buschevstraße 56.

Hobräck, Arthur, Direktor, Delmold, Bandelstraße 7.

Krügler, Alfred, Dr.-Ing., Leiter der Abt. Werkstoffprüfung der Klöckner-Werke AG., Werk Haspe, Hagen-Haspe; Wohnung: Kirmesplatz 1.

Tuke, Willy, cand. rer. mel., Dortmund-Hörde, Papengasse 1.

###### Gestorben:

Gratzke, Wilhelm, Direktor, Siegen. \* 14. 11. 1874, † 24. 4. 1940.

Pfeiffer, Theobald, Fabrikbesitzer, Siegen. \* 3. 10. 1859, † 14. 5. 1940.

Ruegenberg, Walther, Direktor, Olpe. \* 27. 2. 1884, † 10. 5. 1940.

Schwarz, Alfred, Assistent, Dortmund-Benninghofen. \* 22. 1. 1897, † 20. 4. 1940.

###### Den Tod für das Vaterland fand:


Hüllstrung, Ernst, Geschäftsführer, Dortmund. \* 3. 2. 1896, † 15. 6. 1940.



**H. BLANKERTZ**  
ISIS-PRÄZ.-ZEICHENGERÄTE  
WUPPERTAL-BARMEN

Fingscheid 3 . Ruf 58400

Einrichtung  
vollständiger technischer Büros



**Unsee**  
Anzeigenpreise

1/1 Seite	RM. 280,—
1/2 Seite	RM. 140,—
1/4 Seite	RM. 70,—
1/8 Seite	RM. 35,—
1/16 Seite	RM. 17,50