

### FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN.

Nr. 37.

12. September 1918.

38. Jahrgang.

## Die Grundlagen der Röntgenphysik in ihrer Anwendung auf die Metalldurchstrahlung.

Von Dr. G. Respondek in Berlin-Halensee.

Die Untersuchungen der Vorgänge bei elektrischen Entladungen in Röhren, die mit verdünnten Gasen gefüllt sind, haben zu der Auffassung geführt, daß von der negativen Elektrode oder Kathode des Rohres Strahlen von äußerst kleiner Masse ausgesandt werden. Die eingehende physikalische Untersuchung dieser Strahlengattung hat bald eine Reihe wichtiger Eigenschaften derselben aufgedeckt. So wurde nachgewiesen, daß es sich bei diesem Vorgange um elektrische Elementarteilchen handelt, die von dem chemischen Atom völlig verschieden sind. Diese Teilchen, Elektronen genannt, erwiesen sich als gänzlich unabhängig von der chemischen Natur des Gases in dem Entladungsröhre, der Röhre selbst und dem Material der Kathode. Die Ladung des Elektrons beträgt  $e = 4,7 \cdot 10^{-10}$  elektrostatische Einheiten, seine Masse beträgt  $10^{-27}$  gr, der Durchmesser etwa  $1,5 \cdot 10^{-13}$  cm. Das einzelne Elektron führt bei seiner Bewegung das mit ihm scheinbar starr verbundene elektromagnetische Feld. Die elektrischen Kraftlinien dieses Feldes verlaufen wie bei einem Kugelkondensator radial nach allen Richtungen. Der magnetische Teil des Feldes ist polar in bezug auf die Ebene, die senkrecht auf der Richtung der Bewegung des Elektrons steht. Die wichtigsten Eigenschaften dieser Strahlen sind ihre geradlinige Fortpflanzung in der Entladungsröhre und ihre erhebliche kinetische Energie. Ein äußeres Kennzeichen dieses hohen Energiebetrages ist die starke Erwärmung, die Körper zeigen, auf die sie auftreffen.

Kathodenstrahlen oder -strahlbündel können auch durch Elektronen erhalten werden, die von einem weißglühenden Metallfaden ausgesandt werden. Ihre Menge hängt dann nur von der Temperatur des Glühfadens bzw. der Glühspirale ab. Dieser Vorgang findet im Gegensatz zu dem zuerst genannten auch im äußersten Vakuum statt. Die geradlinige Fortpflanzung ist hier eine besonders scharfe, da Absorption und Zerstreuung durch die Gasmoleküle nicht mehr oder nur in unerheblichem

Maße in Wirkung treten. Sind nun Elektronen durch die hohe Temperatur von etwa  $1700^\circ$  der Glühspirale in den Verdampfungszustand im weiteren Sinne des Wortes übergeführt, so können sie den beschleunigenden Kräften eines elektrischen Feldes unterworfen werden, das zwischen Anode und Kathode der Entladungs- oder Coolidgeöhre angelegt wird. Unter der Einwirkung dieser Kraft bewegen sie sich mit wachsender Geschwindigkeit von der glühenden Kathode nach der Anode. Die Endgeschwindigkeit der Strahlen und damit auch ihre kinetische Energie ist durch die elektrische Spannungsdifferenz bestimmt, die zwischen den beiden Elektroden herrscht. Durch Aenderung der Spannung ist es also möglich, beliebig schnell oder langsam beschleunigte Elektronen zu erhalten.

Werden nun beliebige Metalle im Innern der Vakuumröhre angebracht und von den Elektronen getroffen, so wird ihre Geschwindigkeit in irgendeiner Weise durch die Atomkräfte des entgegenstehenden Metalles vernichtet. Die Theorie zeigt nun, daß die Bremsung dieser sehr schnell fliegenden Elektronen zu einem Strahlungsvorgange Veranlassung gibt, bei dem ein großer Teil der kinetischen Energie in Röntgenenergie verwandelt wird. Von grundlegender Bedeutung für die weitere Forschung war es nun, nachzuweisen, daß die Röntgenstrahlen als eine Wellenbewegung im Aether aufzufassen sind, wie es in der Optik für das sichtbare Licht durch die bekannten Interferenz- und Beugungserscheinungen bewiesen wird. Der Nachweis aber, daß die Röntgenstrahlen in einer periodisch beschleunigten Bewegung der Elektronen im Innern der Atome der Antikathode ihren Ursprung haben, konnte nur erbracht werden, sobald an ihnen Interferenzerscheinungen nachgewiesen waren. Aussicht auf Erfolg hatte wiederum dieser Nachweis nur dann, wenn es gelang, sehr schmale Spalte herzustellen, weil nach anderen Erwägungen diese Wellenlänge von der Größenordnung der Atomabstände sein mußte. War dieser Nachweis erbracht, so war damit die Grundlage zur Röntgenspektroskopie gelegt. Hier kam nun Max



Laue auf den einfachen und genialen Gedanken, dessen weitgehende Bedeutung für den vorliegenden Zweck noch ersichtlich wird, die regelmäßige Anordnung der Moleküle irgendeines Kristalls als Beugungsgitter zu benutzen. Die Atome, aus denen sich der Kristall aufbaut, werden, sobald sie von Röntgenstrahlen getroffen werden, der Ausgangspunkt von zerstreuten Wellen. Nun wiederholen sich die Atomebenen in regelmäßigen gleichen Abständen. Dies und das Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen bewirken, daß ausgeprägte Interferenzerscheinungen auftreten müssen. Nur die Hochfrequenzwellen werden an den Kristallflächen, die zugleich Atomebenen sind, gespiegelt, wenn deren Neigungswinkel folgendes Grundgesetz der Röntgenspektroskopie erfüllt:

$$1. \quad n \cdot \lambda = 2d \cdot \sin \varphi.$$

In dieser Gleichung bezeichnet  $n$  die Ordnungszahl der gespiegelten Welle,  $\lambda$  die Wellenlänge,  $d$  die Gitterkonstante, die als Abstand der Atomebene eine sehr kleine Zahl ist, von der Größenordnung  $10^{-8}$  cm, und  $\varphi$  den Reflektionswinkel des Strahles.

Der Versuch wurde 1912 von Laue, Friedrich und Knipping durchgeführt. Sie benutzten einen feststehenden Kristall, auf den ein ausgeblendetes Röntgenstrahlbündel auffiel, und photographierten das Interferenzbild. Damit war eine erste Aussage über das Röntgenspektrum erreicht. Die nach dieser Methode erhaltenen Bilder lieferten aber nur ein angenähertes Bild des photographisch wirksamen Emissionsspektrums der Antikathode der Röhre. W. H. und W. L. Bragg gelang es, das scharfe Röntgenspektrum zu erhalten. Maßgebend war für sie die Annahme von der Reflexion der Wellen an den Atomebenen des Kristalls. Die Methode des feststehenden Kristalls ersetzten sie aber durch die Drehmethode, bei der ein Kristall über einen bestimmten Winkelbereich hin und her bewegt wird. Der wesentliche Vorteil der Methode besteht darin, daß die Fehler im Kristall auf diesem Wege herausgemittelt werden. Da weiterhin das Röntgenstrahlbündel sämtliche Wellenlängen enthält, also ein kontinuierliches Spektrum besitzt, wird jede Gruppe von Netzebenen in dem Kristall ein schmales Bündel des Spektrums reflektieren und so die völlige Zerlegung des Röntgenlichtes einer Röhre vornehmen. Es sei auch auf einen Versuch von de Broglie hingewiesen, der als Ausgangspunkt einer neuen Methode, Röntgenspektren zu erhalten, betrachtet werden kann. De Broglie erhielt ein Röntgenspektrum, als er ein dünnes Platinblech mit einem ausgeblendetem Strahlenbündel durchstrahlte. Hinter dem Blech wurde nämlich auf der photographischen Platte das vollausgebildete abgebeugte Spektrum der Platinantikathode der Röhre sichtbar. Dieses Bild hat unzweifelhaft seinen Ursprung in der ungeordneten mikrokristallinen Struktur des Metalls. In ihr sind immer Kristallebenen vorhanden, die das Grundgesetz der Röntgenspektroskopie erfüllen. Un-

abhängig von de Broglie haben Debye und Scherrer bewußt ungeordnete mikrokristallinische Körper hergestellt und konnten dann rückwärts durch Rechnung aus dem Interferenzbild auf die Struktur des Kristalls schließen. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß diese Methode es gestatten wird, Kristalle von immer verwickelterer Bauart zu untersuchen, und daß sie für die chemische und metallurgische Technik noch große Bedeutung erlangen wird.

Nachdem erst einmal die Existenz des Röntgenspektrums festgestellt war, lag es nahe, durch Umtausch der Materialien der Antikathode die Untersuchung der Emissionsspektren der Elemente selbst vorzunehmen. Die Untersuchung der Linienspektren aller erreichbaren Elemente führte bald zur Entdeckung einiger fundamentalen Gesetzmäßigkeiten. Das Emissionsspektrum der Elemente setzt sich aus mehreren gleichartigen Reihen zusammen, der harten K-, der weichen L.-M.- usw. Strahlungen. Die Durchdringungskraft dieser Serien wächst mit wachsendem Atomgewicht für den ganzen untersuchten Bereich der Elemente gesetzmäßig an. Der Vergleich der Spektren der Elemente miteinander führte gleichfalls zur Aufdeckung einer Reihe von Gesetzmäßigkeiten, die sich auf die Anzahl der Linien, die Intensitätsverteilung im Spektrum und anderes bezieht. Es zeigte sich, daß beim Uebergang zu schweren Elementen der Ort der Linie im Spektrum sich nach der kurzwelligen Seite in fast gleichen Abständen verschiebt. Bezeichnet  $Z$  die Ordnungszahl der Elemente im periodischen System und  $\nu$  die Schwingungszahl, so gilt für ihre charakteristische K-Linienemission, die für vorliegenden Zweck allein in Frage kommt, die fundamentale Moseleysche Beziehung.

$$2. \quad \nu_k = \nu_0 (Z-1)^2 \cdot \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{Z^2} \right) \\ = 109740 \cdot (Z-1)^2 \cdot \frac{3}{4}$$

Diese Formel ist auch von Sommerfeld und anderen verallgemeinert und durch Betrachtung der Vorgänge, die sich bei Absorption von Energie im Atom abspielen, gewonnen worden. Von Debye rührt eine Deutung der K-Serie auf Grund eines bestimmten Atommodells her. Alle bis jetzt durchgeführten Messungen zeigen, daß die Serienemission der Elemente ausnahmslos der Moseleyschen Gleichung genügt. Für die praktische Spektroskopie gestattet diese Formel die Vorabrechnung der Lage einer Linie, was für die Praxis nicht zu unterschätzen ist, denn damit sind auch die Röntgenspektromessungen für die Aufgabe der qualitativen chemischen Analyse in entscheidender Weise nutzbar gemacht, da diese Strahlung für das besonders sie aussendende Element charakteristisch ist. Die Komponenten von Legierungen oder chemischen Verbindungen kommen gleichfalls im Röntgenspektrum unverändert zur Geltung. Das allgemeine Aussehen eines Röntgenspektrums ist von dem in Abb. 1 angegebenen Typus. Es be-



steht aus den ziemlich weit auseinanderliegenden Gruppen der K-M.-Emission.

Die Aufnahme der Emissionsspekttra der Elemente ist damit zu einem gewissen Abschluß gebracht. Es lag in der Natur der Sache, auch an die photographischen Aufnahmen von Absorptionsspektren heranzugehen. Systematische Untersuchungen wurden von E. Wagner in München an verschiedenen Elementen durchgeführt. Die Aufnahme dieser Spekttra ist von ungemein einfacher Technik. Der Stoff, dessen Absorptionsspektrum zu untersuchen ist, wird außerhalb der Röhre in den Strahlengang gebracht. Auf der photographischen Platte erscheint

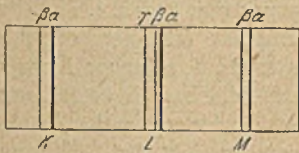


Abbildung 1. Röntgenspektrum.

dann die Stelle des Elementes hell. Es können auch verschiedene Stoffe von verschiedener Zusammensetzung gleichzeitig untersucht werden. De Broglie teilte 1916 ähnliche Versuche sowie Messungen mit, die auch weitergehende Schlüsse zu ziehen gestatten. Er benutzte für seine Aufnahme eine Coolidge-röhre; durch Anlegen der äußerst erreichbaren Spannungen an die Elektroden vermochte er bis zur Absorptionsbandkante des Wismuts vorzudringen und die des Thoriums zu schätzen. Hiermit ist die kürzeste Wellenlänge im Röntgenspektrum erreicht, die bereits mit der stärksten Linie des  $\gamma$ -Spektrums von Radium C zusammenfällt. Die Absorptionsbandkante des Urans wird schließlich die kürzeste überhaupt erreichbare Röntgenwelle liefern. Es ist als sicher

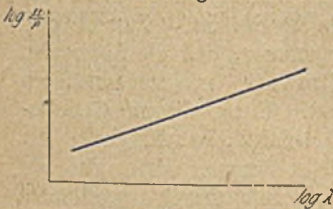


Abbildung 2. Zusammenhang verschiedener Strahlungen bei der Absorption in Aluminium.

anzunehmen, daß mit der Coolidge-röhre oder einer auf gleichem Grundprinzip gebauten Hochvakuumröhre-Wellenlängen erreichbar sind. Ich komme auf diesen Punkt noch zurück. Nachstehende Zusammenstellung nach Wagner gibt die K-Wellenlängen einiger Elemente an:

Z		
26	Fe . . . . .	1,759 $10^{-8}$ cm,
47	Ag . . . . .	0,490            "
78	Pl . . . . .	0,150            "
82	Pb . . . . .	0,135            "
90	Th . . . . .	etwa 0,100     "

Ebenso wichtig für den vorliegenden Gegenstand ist nunmehr die Untersuchung über den quantitativen Verlauf der Absorptionskoeffizienten, der verschiedenen Wellenlängen, die im kontinuierlichen Spektrum einer Röntgenröhre auftreten, in der Materie. Ist doch für die Entstehung eines Metall-durchstrahlungsbildes die Absorption der Strahlung durch den Metallkörper, dessen Innenbild gesucht wird, das Entscheidende. Beim Durchgang der

Strahlen durch den Körper und der damit verbundenen Schwächung ihrer Stärke scheinen alle Einflüsse der Materie wegzufallen, wie Dichte, Temperatur, Aggregat- und chemischer Zustand. Wenn auch die Versuche unter den eben genannten Gesichtspunkten nicht die sonst übliche physikalische Genauigkeit besitzen, so kann doch als sicher gelten, daß die Größe der Absorption für die Elemente nur von den Eigenschaften des Atoms abhängt und von den Eigenschaften der Strahlung selbst. Zur Festlegung der Eigenschaften der Röntgenstrahlen war vor der Kenntnis des Spektrums ihre Absorption in Aluminium herangezogen worden. Entscheidend ist hierbei die Beantwortung der Frage, ob und welche gesetzmäßige Beziehung den Absorptionskoeffizienten mit der Wellenlänge verknüpft. Erst hiermit ist die Grundlage für die Wahl der Strahlung gegeben, die einem gewünschten praktischen Zwecke entspricht. Abb. 2 zeigt schematisch den experimentell aufgenommenen Verlauf und gesetzmäßigen Zusammenhang verschiedener Strahlungen bei der Absorption in Aluminium, und zwar für das K-Gebiet. Hier sind in der üblichen Weise als Abzissen der  $\log$ . der Wellenlänge  $\lambda$  und als Ordinaten der  $\log$ .  $\frac{\mu}{\rho}$

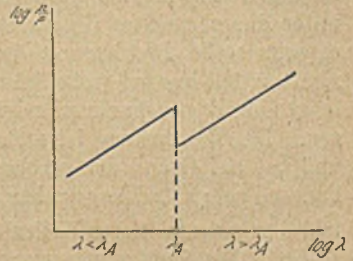


Abb. 3. Absorptionskoeffizient.

gewählt. Das graphische Bild zeigt eine Gerade und rechtfertigt demgemäß nachstehenden algebraischen Ansatz für das gesuchte Gesetz:

$$3. \log \frac{\mu}{\rho} = x \cdot \log \lambda + B$$

$$\frac{\mu}{\rho} = A \cdot \lambda^x,$$

wo  $\rho$  die Dichte des betreffenden Stoffes bezeichnet. Dies ist der gesetzmäßige Zusammenhang verschiedener Strahlungen in demselben Material, der also zunächst für Aluminium gilt. Wird die Untersuchung in analoger Weise auf die Absorption der K-Wellenlängen in verschiedenen anderen Metallen ausgedehnt, so gilt die eben aufgestellte Beziehung mit überraschender Genauigkeit. Etwas Neues tritt aber auf, sobald man von größeren zu kleineren Wellenlängen fortschreitet. Für jedes einzelne Element macht der Absorptionskoeffizient an bestimmter, dem betreffenden Element charakteristischer Stelle des Spektrums plötzlich einen Sprung, während er vor und hinter dieser Stelle in dem gewählten Koordinatensystem eine stetige Funktion der Wellenlänge ist (Abb. 3). Für alle bis jetzt untersuchten Elementegelten für diese Punkte die beiden Gleichungen:

$$4. \frac{\mu}{\rho} = A \lambda^x \text{ für } \lambda > \lambda_A$$

$$\frac{\mu}{\rho} = A' \lambda^x \text{ „ } \lambda < \lambda_A.$$



Wie Abb. 3 zeigt, erleidet diese Kurve jetzt im Gegensatz zur Aluminiumkurve beim Durchgang durch dieses sogenannte selektive Gebiet eine parallele Verschiebung. Der Exponent  $x$ , der die fundamentale Rolle für den Absorptionskoeffizienten spielt, unterscheidet sich nur sehr wenig für das gesamte System der Elemente. Seine Werte liegen zwischen den Grenzen 2,55 bis 2,90. Die Konstanten  $A$  und  $A'$ , auf deren Bestimmung noch eingegangen wird, werden dagegen mit zunehmendem Atomgewicht größer. Demnach ändert sich der Absorptionskoeffizient für alle Metalle mit der dritten Potenz der Wellenlänge außer in unmittelbarer Nähe der Wellenlängen, die wiederum für die Serienemission des betreffenden Metalls charakteristisch sind, und die also als Unstetigkeitsstellen für den Vorgang der Absorption zu betrachten sind. Die Gültigkeit dieses Gesetzes ist für den Wellenbereich von  $\lambda = 0,15 \cdot 10^{-8}$  bis  $5,4 \cdot 10^{-8}$  experimentell geprüft. Es liegt nun nahe, zu prüfen, ob die Absorption der  $\gamma$ -Strahlung sich gleichfalls unter dieses einfache Gesetz einordnen läßt. Die experimentelle Bestimmung des Absorptionskoeffizienten stößt hier auf große Schwierigkeiten und verlangt unbedingt sehr zuverlässige Versuchsbedingungen. Die Bestimmung ist mehrfach vorgenommen und hat auf Grund der gegebenen Formel für das kurzwellige  $\gamma$ -Strahlungsspektrum von Radium B und C zu einer mittleren Wellenlänge  $\lambda = 0,12 \cdot 10^{-8}$  geführt. Die Spektralmessungen Rutherfords haben  $0,13 \cdot 10^{-8}$  als Wert ergeben. Demnach behält das aufgestellte Gesetz auch für die  $\gamma$ -Strahlung Gültigkeit und umfaßt so den gesamten Spektralbereich der Röntgen- und  $\gamma$ -Frequenzen. Auf Grund des nunmehr vorliegenden Materials war es auch möglich, die numerischen Werte der Konstanten  $A$  und  $A'$  auszuwerten, um zu versuchen, ob sich nicht ihre Werte in eine gesetzmäßige Beziehung zur Ordnungszahl  $Z$  des periodischen Systems bringen ließen. Die Bestimmung wird in der bereits angeführten Weise graphisch vorgenommen. Werden also  $\log Z$  und  $\log A$  bzw.  $A'$  als Koordinaten gewählt, so führt auch hier das graphische Bild auf eine Gerade und so zu dem analytischen Ansatz:

$$\log A = x \cdot \log Z + B.$$

Zwischen den Konstanten  $A$  und  $A'$  sowie der Ordnungszahl  $Z$  der Elemente haben sich in Zahlen die Werte ergeben:

$$A = 0,0034 \cdot Z^{3,14} \text{ für } \lambda > \lambda_A$$

$$A' = 0,0195 \cdot Z^{2,58} \text{ „ } \lambda < \lambda_A.$$

Werden diese Werte in das obengenannte aufgestellte Absorptionsgesetz eingesetzt, so folgen für die numerische Auswertung der Absorption in Abhängigkeit von der Ordnungszahl  $Z$  und der Wellenlänge, die für jedes Element gültigen Gleichungen:

$$5. \frac{\mu}{\rho} = 0,0034 \cdot Z^{3,14} \cdot \lambda^{2,5} \text{ für } \lambda > \lambda_A$$

$$\frac{\mu}{\rho} = 0,0195 \cdot Z^{2,58} \cdot \lambda^{2,5} \text{ „ } \lambda < \lambda_A.$$

wo für unsere Zwecke zunächst nur die erste Gleichung in Frage kommt. Diese beiden Gleichungen umfassen das gesamte experimentelle Material bis  $Z = 82$  und liefern für das periodische System der Elemente ein Absorptionsgesetz, das seine Gültigkeit bis zu den kürzesten Wellenlängen behält. Sie gestatten aber weiterhin für alle Elemente mit  $Z$  größer als 82 den Absorptionskoeffizienten mit hinreichender Genauigkeit zu extrapolieren und damit bei vorzunehmenden technischen Prüfungen umständliche Versuche mindestens abzukürzen.

Es seien an dieser Stelle einige Bemerkungen über den energetischen Zusammenhang zwischen Absorptions- und Linienspektrum gegeben, der hier im Falle der K-Serienemission besonders deutlich hervortritt. Wie bereits erwähnt, setzt die Absorption nach Abb. 3 sprunghaft ein, sobald die betreffende Strahlung die Wellenlängen der Absorptionsbandkante des betreffenden Elements erreicht hat. Ebenso sprunghaft tritt aber gleichzeitig eine Abgabe von vorher nicht vorhandener Strahlung auf die K-Strahlung des betreffenden Elementes.

Von dieser Erregungsgrenze für die Emission erstreckt sich das Absorptionsgebiet im Spektrum unbe-

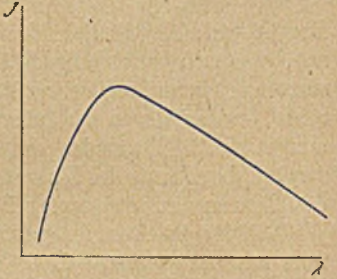


Abbildung 4. Energieverteilung.

grenzt nach der kurzwelligen Seite fort und ist also nicht auf kleine Spektralbereiche beschränkt. Zurzeit wird der Standpunkt eingenommen, daß die Absorption der Energie der Strahlung in zahlenmäßigen Quanten vor sich geht. Unter diesem Gesichtspunkt besteht das schließliche Ergebnis der Absorption von Strahlen immer darin, daß ein Elektron aus dem inneren Ring des Atomverbandes nach außen geschafft wird. Beim Zurückkehren des ausgestoßenen Elektrons in den Atomrest findet dann jene Umlagerung der Elektronen statt, die zu dem charakteristischen Emissionsspektrum des betreffenden Elements führt.

Eine weitere Aufgabe, die sich unmittelbar an die Röntgenspektroskopie anschließt, ist die einwandfreie quantitative Bestimmung über die Intensitätsverteilung in diesem Spektrum. Es ist also aus der Intensität der einzelnen Linien und den zu ihnen gehörigen Wellenlängen die Kurve der spektralen Intensitätsverteilung zu gewinnen. Bereits Friedrich hatte festgestellt, daß harte Primärstrahlen die Schwärzung der kurzwelligen Strahlungskomponenten im Laueschen Interferenzbild verstärken. Hiermit war angedeutet, daß die Intensität bei höheren Spannungen nach der kurzwelligen Seite des Spektrums zu wandern scheint. Duane und Hunt maßen nun systematisch mittels der Ionisationsmethode die Abhängigkeit der Intensität der



Wellenlänge von der Spannung, die sogenannte Isochromatenmethode. Ihre Untersuchungen führten unter anderem auch zu dem wichtigen Ergebnis, daß für eine vorgegebene Spannung am Induktor im kontinuierlichen Spektrum nach der kurzwelligen Seite hin eine scharf ausgeprägte kürzeste Grenzwellenlänge vorhanden ist. Für diese Grenzwellenlänge in Abhängigkeit von der Spannung ergibt sich das sehr einfache Gesetz:

$$V_0 \cdot \lambda_{\text{minimum}} = \text{konst.}$$

$$\text{bzw. } V_0 = k \cdot v_{\text{minimum}}$$

Wird  $k = h : c$  gesetzt, so folgt daraus die Einsteinsche einfache Gleichung:

$$e \cdot V = h \cdot \nu,$$

wo  $e$  und  $h$  Naturkonstanten sind und die numerischen Werte besitzen:

$$e = 4,77 \cdot 10^{-10}$$

$$h = 6,55 \cdot 10^{-27}$$

Die nachstehende Zusammenstellung gibt die zu verschiedenen Spannungen gehörigen Grenzwellenlängen. Sie ist von vornherein nur für Spannungen angesetzt, die für den vorliegenden Zweck in Betracht kommen:

Volt:	100 000	200 000	300 000	400 000
$\lambda \cdot 10^8$ :	0,12	0,06	0,04	0,03

Duane und Hunt maßen auch die Energieverteilung im kontinuierlichen Spektrum bei unveränderlicher Spannung als Ergänzung und zur Kontrolle der Isochromatenmethode. Abb. 4 zeigt die Energieverteilung über die einzelnen Wellen. Aus der graphischen Darstellung ist ersichtlich: 1. der steile Absturz zur kürzesten Grenzwellenlänge, 2. die Wellenlänge, die den Höchstwert der Intensität

trägt. Gemäß der Einsteinschen Gleichung verschiebt sich mit wachsender Spannung die Grenzwellenlänge gesetzmäßig nach der kurzwelligen Seite weiter, und die Intensität wandert gleichfalls in dieser Richtung. Der Einsteinsche Quantenansatz ist auch für die Eigenstrahlung des Antikathodenmetalls der Coolidgeöhre mit großer Sicherheit also für die Energie der Serienemission bestätigt. Hier nimmt diese Beziehung das Aussehen an:

$$V_\alpha \cdot \lambda_\alpha = h \cdot c,$$

wo  $V_\alpha$  die Erregungsspannung der  $\alpha$ -Linie von der K-Serie ist. Deren Strahlung wächst von hier mit wachsenden Potentialen und ist der Strahlung derselben Wellenlänge im kontinuierlichen Spektrum überlagert. Lehrreich sind auch die Untersuchungen von Webster über die Verteilung der Intensität über die verschiedenen Frequenzen. Bei verschiedenen Röhrenspannungen und verschiedenem Antikathodenmaterial ergeben sich leicht, wie bereits gezeigt, die zur Erregung des charakteristischen Röntgenspektrums der verschiedenen Elemente erforderlichen Spannungen. In jedem Falle scheint sich die Intensität von Element zu Element sehr stark zu verändern. Hierfür sind gewisse Erfahrungsgesetze aufgestellt. Das wichtigste dieser Gesetze läßt sich folgendermaßen aussprechen: Die Amplituden der von zwei verschiedenen Atomen erhaltenen Röntgenstrahlen sind unter sonst gleichen Bedingungen dem Atomgewicht proportional. Für den Bau einer Röhre, die  $\gamma$ -ähnliche Frequenzen hoher Intensität liefern soll, sind aus den wenigen Ausführungen alle Schlußfolgerungen sehr leicht zu ziehen. Ich komme auf diesen Punkt bei der Betrachtung der technischen Anordnung des Instrumentariums für die Metalldurchstrahlung noch zurück. (Schluß folgt.)

## Schachtbänder für Hochöfen.

Von Obergeringieur Fr. Eckert in Wetzlar.

Auf vielen Hochofenwerken wird heute immer noch geklagt über die Schachtbänder am Hochofen; sei es, daß sie an den Verbindungsstellen durchreißen oder auch, daß die Schrauben dort abspringen. An diesem Uebelstand trägt hauptsächlich die Konstruktion der Verbindungsstellen der einzelnen Bänder die Schuld. Der Querschnitt des Bandes reicht meistens aus, um die Spannungen, die sich durch das Ausdehnen des Hochofenmauerwerkes ergeben, aufzunehmen, vorausgesetzt, daß der Bandquerschnitt den Abmessungen des Ofens angepaßt und das Eisen von guter Qualität ist. An vielen Stellen wird Wert darauf gelegt, daß die Bänder nach dem Verlegen angezogen werden können; um diese Nachstellbarkeit zu erreichen, wird ein sogenanntes Schloß mit Schraube angebracht. Um die Ausdehnung des Hochofenmauerwerkes nach und nach auf die Bänder wirken zu lassen, werden des öfteren auch noch Holzstücke unter die Mutter der Schloßschraube

gelegt. Eine schwache Stelle an dem Hochofenband ist vielfach die Schloßschraube selbst oder die Stelle, an der das Schloß auf dem Hochofenband befestigt ist, also die Verbindungsstelle an dem Bande. Bekommt das Hochofenband nun bei dem in Betrieb befindlichen Hochofen starke Spannung, so wird zuerst die schwächste Stelle nachgeben, und diese ist dann in der Regel die erwähnte zu schwach ausgeführte Verbindungsstelle der einzelnen Bandsegmente. Die Stoßstelle des Bandes ist also dann nicht in der Lage, die Spannungen auszuhalten wie die nicht gestoßenen Teile. Die Bänder selbst in stärkeren Abmessungen zu wählen hat keinen Zweck, wenn die Verbindungsstelle nicht dem Querschnitt des gewählten Bandes entsprechend stark konstruiert ist. Band und Verbindungen müssen im konstruktiven Verhältnis zueinander stehen.

Nach des Verfassers Ansicht legt man auf die Beweglichkeit und Nachstellbarkeit der Bänder allzu



großen Wert. Bei einer Anzahl Hochofenzustellungen hat der Verfasser auf die Nachstellbarkeit verzichtet und doch mit den gewählten Bändern einen festen Anschluß an das Hochofenmauerwerk erreicht. Die Konstruktion hat sich ganz vorzüglich bewährt, eine Verbindungsstelle ist bei nahezu 20 jähriger Anwendung bisher noch nicht gerissen.

Aus Abb. 1 und 2 ist die Verbindungsstelle der Bänder und die Auflagerung dieser am Hochofen-

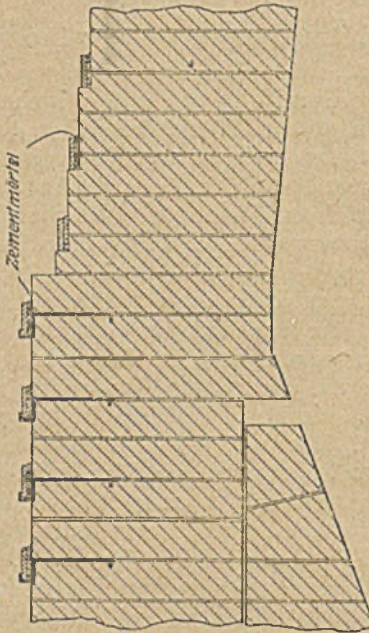


Abbildung 1.

Schnitt durch das Schachtmauerwerk.

mauerwerk ersichtlich. Die Bänder selbst bestehen je nach dem Umfang aus drei bis vier Teilen und sind mit Doppellaschen und zweischnittigen Niete oder Schrauben verbunden (s. Abb. 2). Die zulässige Beanspruchung der Verbindung entspricht den Zugspannungen, die von den Bändern entsprechend ihren Abmessungen aufgenommen werden können. Die Stoßstelle ist hierbei in der Lage, die in dem Bände auftretenden Spannungen auszuhalten. Auf die Schwächung des Bandes durch die Niet- bzw. Schraubenlöcher ist Rücksicht genommen.

Das Anbringen der Bänder kann durch die das Mauerwerk aufführenden Maurer erfolgen. Es können

jedesmal, wie aus der Abbildung 1 ersichtlich, zwei Steinlagen mit dem Band gefaßt werden, so daß jede Lage des Mauerwerkes von einem Band gehalten wird. Die äußeren Flächen der Steine, an die sich die Bänder anlegen sollen, brauchen nicht behauen zu werden, es sei denn, daß die Steine sehr ungleichmäßig lang sind. Das Band wird mit etwas Spielraum angefertigt, nach dem Aufbringen wird der Zwischenraum zwischen Steinen und Band mit Zementmörtel ausgefüllt.

Die Anfertigung der Bänder geschieht genau nach dem vorgeschriebenen äußeren Durchmesser des Schachtmauerwerkes. Wo die Schrauben und Nietköpfe der Verbindung liegen, müssen die Steine selbstverständlich etwas behauen werden. Durch

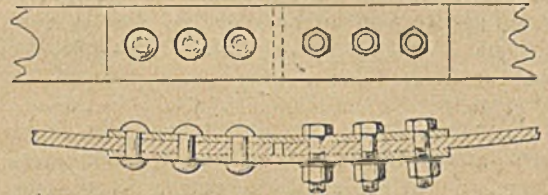


Abbildung 2.

Verbindungsstelle eines Bandes.

das Ausstampfen des Zwischenraumes mit Mörtel ist die feste Anlegung des Bandes an das Hochofenmauerwerk gewährleistet, bei eintretender Ausdehnung im Schachtmauerwerk kann das Band die Spannungen sofort aufnehmen. Ein Nachgeben des Bandes, wie dies durch Schraubenverbindungen unter Einlage von Holz erreicht werden soll, ist nicht nötig, wie die langjährige Erfahrung gezeigt hat.

Die Auflagerung der Bänder erfolgt bei dem senkrechten Mauerwerk durch in die Fugen eingelegte gebogene schmale Flacheisen. Bei dem konischen Teil des Ofens sind diese Eisen nicht nötig, da die Bänder auf einem vorspringenden Absatz der Hochofensteine anliegen, wie aus der Abbildung 1 ersichtlich ist.

Wenn überall entsprechend der Stärke der gewählten Bänder die Abmessungen der Verbindungsschrauben und Laschen bemessen werden in der Weise, daß alle Teile gleich hohe Beanspruchungen aufzunehmen in der Lage sind, dann werden auch manche Klagen über das Versagen der Hochofenbänder bzw. deren Verbindungsstellen aufhören.

## Zuschriften an die Schriftleitung.

(Für die in dieser Abteilung erscheinenden Veröffentlichungen übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung.)

### Einige weitere Mitteilungen über Eigenspannungen und damit zusammenhängende Fragen.

In einer Arbeit unter diesem Titel<sup>1)</sup> entwickelt Geh.-Rat Professor E. Heyn in dem Teil IV Anschauungen, die nicht ohne Widerspruch bleiben dürfen.

<sup>1)</sup> St. u. E. 1917, 10. Mai, S. 442/8; 17. Mai, S. 474/9; 24. Mai, S. 497/500 und Mitteilungen aus dem Kgl. Material-Prüfungsamt 1917, Heft 1.

I. Ich wende mich zunächst dem Schluß des Teiles IV zu, weil sich der Verfasser in diesem auf ein von ihm in Teil I konstruiertes Beispiel bezieht, das vorweg der Betrachtung und Widerlegung bedarf.

E. Heyn sagt an jener Stelle: Die Messung nach meinem Verfahren ergab bei dem gestreckten Stabe



„in der äußersten Oberflächenschicht des Stabes (etwa 20 mm äußerer und 19 mm innerer Durchmesser) eine Druckspannung von 540 kg qcm, in dem von dieser umhüllten Kern Zugspannung“ — und fügt erklärend hinzu: „Diese Art der Verteilung der Spannungen war zu erwarten; da auf die Oberflächenschicht durch Vermittlung der Spannköpfe die Zugspannung unmittelbar übertragen wird, so ist stärkeres Kaltrecken in ihr als im Kern anzunehmen. Dann müßte aber nach I, Beispiel 3, in der Oberflächenschicht Druckspannung hervorgerufen werden.“

In dem angezogenen Beispiel<sup>1)</sup> wird angenommen, ein Stab bestehe aus Oberflächenschichten I und I' und einem Kern II, und es wird weiter vorausgesetzt: die Schichten I und I' werden durch Kaltrecken stärker gestreckt als die Schichten II. Daraus wird gefolgert: I und I' werden eine größere natürliche Länge anstreben als II; die starre Verbindung beider nötigt aber zu einem Ausgleich; folglich entstehen in I und I' Druckspannungen, in II Zugspannungen.

Obgleich E. Heyn in seiner Arbeit unmittelbar vor diesem Beispiel selbst sagt, daß in den meisten Baustoffen neben den plastischen Formänderungen immer elastische auftreten, läßt er diese Bedingung der Wirklichkeit außer acht; er scheint also ganz im Gegensatz zu seinen Aeußerungen an andern Orten den elastischen Formänderungen keine Bedeutung für das Entstehen der Reckspannungen beizumessen. Und doch ist allein die Größe und Verteilung der elastischen Formänderungen am belasteten Stabe maßgebend für die Größe und Verteilung der in entlasteten Stabe verbleibenden elastischen Reckspannungen.

Will man ein Bild von dem Entstehen der Reckspannungen entwerfen, so müssen außerdem die beiden Zustände der Belastung und der Entlastung streng auseinandergehalten werden; es ist weiterhin zu prüfen, welche Verbindung zwischen den Schichten bei den verschiedenen Materialbeanspruchungen besteht, und schließlich, ob die Vorstellung der Schichten dem wirklichen Reckvorgange gerecht wird. Glatthin von einer „starrten“ Verbindung der Schichten zu sprechen, wie es E. Heyn tut, ist nicht angängig, und für die richtige Würdigung des Fließvorganges an einem Zugstabe ist die Schichtenvorstellung als untauglich abzulehnen.

Um den Spuren E. Heyns folgen zu können, muß ich jedoch zunächst an seiner Betrachtungsweise festhalten. Wenn in seinem Beispiel I, 3 eine „starre Verbindung der Schichten untereinander“ vorausgesetzt wird, so wird sich diese wenigstens dahin auswirken müssen, daß beim Recken des aus zwei Schichten zusammengesetzten gedachten Stabes seine Endquerschnitte eben bleiben. Dann müssen aber die Gesamtdehnungen beider Schichten gleich groß sein. Die gleichzeitige Erfüllung der Voraussetzung, daß die Oberflächenschichten I und I' durch Kaltrecken stärker gestreckt werden als der Kern II, ist deshalb nur so denkbar, daß die Schich-

ten I und I' schwächer elastisch gespannt werden als der Kern. Die beiden Voraussetzungen sind also nebeneinander nur für den Sonderfall möglich, daß das Stabmaterial nicht homogen ist, sondern daß in den Oberflächenschichten I und I' ein anderes Verhältnis zwischen bleibenden und elastischen Formänderungen besteht als in der Kernschicht II, ein Fall, der gelegentlich bei starkem Blech (Kesselblech) mit weichen Randzonen und härterem Kern wirklich wird.

In diesem bezeichneten Sonderfalle kann sich, wenn der Stab nur wenig über die Streckgrenze belastet wird, für den Zustand des entlasteten Stabes tatsächlich ergeben, was E. Heyn aus seinen Voraussetzungen schließt, nämlich: Druckspannungen in den Oberflächenschichten I und I' und Zugspannungen im Kern II. Aber nicht weil die Oberflächenschichten stärker gestreckt sind als der Kern, sondern weil die Oberflächenschichten während der Belastung schwächer elastisch gespannt waren als der Kern; das ist ein großer Unterschied!

Das Heynsche Beispiel besitzt nur eine ganz eng begrenzte Gültigkeit, weil es wichtige Wirklichkeitsbedingungen außer acht läßt.

1. Beachtet man diese, so läßt sich das Entstehen der Reckspannungen für das eine von E. Heyn meßtechnisch behandelte Hauptbeispiel, den Stab aus kaltgezogenem Material mit den Hilfsmitteln der Heynschen Betrachtung, in folgender Weise erklären:

Beim Kaltziehen eines Materials wird die Oberflächenschicht (ich nehme jetzt einen Rundstab an) gegen den Kern verschoben, die Endquerschnitte bleiben nicht eben, es besteht während des Reckens keine starre Verbindung der Schichten. Sie setzt aber sofort ein, sobald die äußere Kraft, die den Stab durch das Zieheisen zwingt, aufhört zu wirken. Das am stärksten plastisch deformierte Material der Oberflächenschicht, das auch am stärksten elastisch angestrengt wurde, behält im Zustande der Entlastung Zugspannungen, während der bei der Entlastung weniger elastisch gespannte Kern Druckspannungen annimmt.

Diese Spannungsverteilung hat ja auch E. Heyn an kaltgezogenem Material tatsächlich durch seine Messungen (Teil II) festgestellt. Änderungen des Spannungszustandes, die an solchem Material im Laufe der Zeit auftreten, sind ohne Einfluß auf das Gesamtbild und können hier außer Betracht bleiben.

2. Die durch Messung festgestellte Verteilung der Eigenspannungen am gereckten Zugstabe sucht E. Heyn mit den eingangs angeführten Worten durch die Annahme zu erklären, daß die Zugkraft durch Vermittlung der Spannköpfe unmittelbar auf die Oberflächenschicht übertragen wird; die Oberflächenschicht soll stärker kaltgereckt sein als der Kern, wie er in seinem Beispiel I, 3 voraussetzt. Bei dessen Betrachtung habe ich bereits gezeigt, daß diese Voraussetzung neben der angenommenen starren Verbindung der beiden Schichten des Stabes nur bei nichthomogenem Stabmaterial denkbar ist.

<sup>1)</sup> St. u. E. 1917, 10. Mai, S. 443 unten.



Bestehen die beiden Stabschichten aus gleichem Material, und sind sie durch die Köpfe so weit starr verbunden, daß die Endquerschnitte eben bleiben, so könnte logisch nur gefolgert werden, daß die Gesamtdehnungen in beiden Schichten für alle Belastungen gleich, und damit auch die Spannungen gleich sein müssen. — Solange die Formänderungen rein elastisch sind, sind wohl auch in Wirklichkeit die Spannungen in allen Querschnittsteilen gleich, weil die Verbindung der Schichten in weit strengeren Sinne starr ist, weil alle Querschnitte eben bleiben, keinerlei Verschiebungen der Gefügeteile gegeneinander stattfinden. Anders wird es, wie das Ergebnis der Messung beweist, sobald die Streckgrenze überschritten, der Stab kaltgerect wird. Den neuen Verhältnissen gegenüber versagt die Heynsche Betrachtungsweise mit ihrer Schichtenvorstellung vollkommen. Diese Vorstellung muß aufgegeben werden, denn sie schließt eine richtige Würdigung des Fließvorganges aus, bei dem Verschiebungen der Gefügeteile gegeneinander in der Zugrichtung und senkrecht zu ihr auftreten, bei dem sich der Stabdurchmesser stetig verjüngt, indem sich das Material der Stabachse nähert.

Diese Bewegung nach der Achse hin kann als eine erzwungene nur dorthin gerichtet sein, woher der Anstoß zu ihr kommt; die größte Zugspannung muß im Kern, in der Stabachse herrschen; von ihr nimmt die Spannung nach dem Rande des Querschnittes zu ab. Dafür spricht ja auch die an Flachstäben häufig gemachte Beobachtung, daß der Bruch im Kern begann. Und wenn das Material am Rande sich bei der Einschnürung noch mehr oder weniger plastisch zu deformieren vermag, während die Innenfasern abreißen, so liegt der Schluß nahe, daß der Fließvorgang von diesem Material bis zum Beginn der Einschnürung neben der geringeren Anstrengung auch die schwächere Dehnung verlangte.

So ist es in der Tat, wie die folgende Betrachtung zeigen soll:

Man stelle sich vor, ein Zugstab (Rundstab) sei bis zum Fließbeginn beansprucht. Dieser ist dadurch gekennzeichnet, daß der Gefügebau in der Richtung nach dem Stabinnern zu zusammenbricht; die Ränder der nach dem Kern zu einbrechenden Materialkomplexe hindern einander an dieser Bewegung, versteifen sich gegeneinander und liefern so über die neue Gesamtoberfläche hinausragende Streifen mit Dreiecksquerschnitt, die Fließfiguren. Die Hauptmasse des Materials, die ursprünglich auf einer Zylinderfläche im Abstände  $r_1$  von der Achse verteilt war, breitet sich auf einer Zylinderfläche im kleineren Abstände  $r_2$  von der Stabachse aus, was sie natürlich nur kann, weil gleichzeitig die Dehnung in der Längsrichtung fortschreitet.

Betrachten wir eine Stelle des Stabes, an der das Fließen gerade einsetzt, und verfolgen die senkrecht zur Stabachse gerichtete Bewegung eines sehr schmalen Materialstreifens neben und entlang einer solchen Fließlinie, die gewöhnlich geneigt zur Stab-

achse verläuft: Die Enden A und B des Materialstreifens auf der Zylinderfläche  $r_1$  stelle man sich dicht oberhalb und unterhalb einer kleinen Schnürstelle liegend vor (s. nachstehende Abb. 1).

Die Verbindung zwischen A und B, der unendlich schmale Streifen, war vor dem Fließen eine kurze Schraubenlinie auf der Zylinderfläche  $r_1$ . Bei dem Zusammenbruch zwischen den Querschnitten  $f_a$  und  $f_b$  geht diese in die kürzere Gerade AB über und befreit sich so zu einem Teil von der Spannung, die sie aufzunehmen hatte. Eine Schar solcher Geraden, die zueinander windschief verlaufen, und eine zweite Schar von Geraden, die die ersten unter dem gleichen Winkel zur Längsachse kreuzen, umhüllen das Rotationshyperboloid, das sich als Einschnürung zwischen den Querschnitten  $f_a$  und  $f_b$  ausbildet. Dieser Vorgang vollzieht sich natürlich an dem der Achse näher liegenden Material in der gleichen Art und Weise. Ein Unterschied besteht nur nach dem Grade der Beteiligung: je geringer die Entfernung von der Stabachse, um so kleiner ist der Unterschied zwischen der Schraubenlinie und der Geraden, um so geringer wird die augenblickliche Entlastung des Materials; und die Achse, die sich an diesem Vorgang nicht mehr beteiligen kann, wird nicht entlastet. Indem sich dieser Vorgang allmählich über die ganze Versuchslänge fortpflanzt, bildet sich innerhalb derselben ein neuer Belastungszustand des Stabes aus, der dadurch gekennzeichnet ist, daß die An-

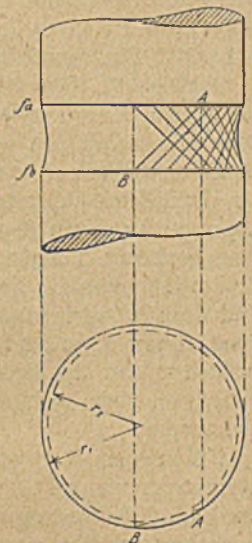


Abbildung 1.

Bildung der Schnürstelle.

streuung des Materials und seine Dehnung von der Achse nach der Oberfläche zu abnimmt. Die Unterschiede in der Spannung werden bis zum Bruch zunehmen, denn der geschilderte Vorgang setzt sich in ständig kleiner werdenden Stufen fort; und so erklärt sich zwanglos, daß der Bruch des Stabes im Kern beginnt.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, hier diese Theorie in alle Konsequenzen fortzuspinnen und durch Beobachtungsmaterial zu stützen; das muß eine Friedensaufgabe bleiben. Aber ich glaube schon jetzt aussprechen zu können, daß sich durch sie alle Erscheinungen beim Zugversuch werden zwanglos erklären lassen. Mein Ziel bestand einzig darin, zu zeigen, daß beim Strecken eines Zugstabes das Material im Kern stärker elastisch angestrengt und stärker plastisch deformiert wird als am Rande. Die Formänderung entspricht überall der Anstrengung.

Unterstellt man dieses Ergebnis meiner Betrachtung als Tatsache, so ergibt sich auch für diesen



Fall vollkommene Uebereinstimmung zwischen meinen vorhergehenden Ausführungen und dem Ergebnis der Messung nach dem Verfahren von E. Heyn: Der gereckte Stab zeigte im Kern Zugspannungen, weil er bei der Belastung im Kern am stärksten elastisch gespannt war; und er wies Druckspannungen in der Oberflächenschicht auf, weil die Oberflächenschicht geringere Zugspannung erfuhr.

Von einer unmittelbaren Uebertragung der Zugkraft auf die Oberflächenschicht durch Vermittlung der Spannköpfe und deswegen stärkeren Kaltrecken in ihr als im Kern kann keine Rede sein. Der Erklärungsversuch E. Heyns ist verfehlt; das falsch konstruierte abstrakte Beispiel I, 3 hat ihn selbst irreführt.

II. In dem Teil IV a seiner Arbeit wirft E. Heyn die Frage auf, „ob der Zugversuch bei mit Eigenspannungen behafteten Materialien die wirklichen Beträge für die Proportionalitäts-Streck- und Bruchgrenze sowie die wirkliche Beziehung zwischen Dehnung ( $\varepsilon$ ) und Spannung ( $\sigma$ ) angibt“, und versucht den Nachweis, daß er es nicht tut.

Zu diesem Zwecke nimmt er wieder an, daß ein Rund- oder Flachstab aus zwei Schichten I und II (s. frühere Abb. 14a und b) bestehe, deren Querschnitte  $f_I$  bzw.  $f_{II}$  zusammen den Querschnitt  $f$  des Stabes bilden.

Er setzt voraus: In der Oberflächenschicht I herrsche die Eigenspannung  $+\sigma_{0I}$  (Zug), in der Schicht II (Kern) die Eigenspannung  $-\sigma_{0II}$  (Druck); durch diese Spannungen sei in I die elastische Dehnung  $+\varepsilon_{0I}$  und in II die elastische Verkürzung  $-\varepsilon_{0II}$  hervorgebracht; der Elastizitätsmodul des Materials sei E.

E. Heyn fährt dann fort: „Der obige Spannungszustand könnte dadurch herbeigeführt werden, daß Schicht II stärkere Kaltreckung erfahren hat als die Außenschicht I“. Diese „Voraussetzung“ bildet die Grundlage für die Anklage gegen den Zugversuch; ich komme sogleich auf sie zurück. Nach der Ableitung der Beziehungen

$$\frac{\sigma_{0I}}{\sigma_{0II}} = \frac{f_{II}}{f_I} \quad \text{und} \quad \frac{\varepsilon_{0I}}{\varepsilon_{0II}} = \frac{f_{II}}{f_I}$$

stellt sich E. Heyn vor, daß die Teile I und II getrennt belastet werden, und zeichnet für sie in Abb. 15 unter Berücksichtigung des anfänglichen Spannungszustandes die  $\varepsilon, \sigma$ -Linien I und II auf, die die wahren Beziehungen zwischen Dehnung und Spannung in den getrennten Teilen I und II darstellen sollen; entsprechend seiner Voraussetzung, daß II stärker kaltgereckt sei als I, ist die Streckgrenze J auf der Linie II höher angenommen als die Streckgrenze H auf Linie I. Aus diesen Linien konstruiert er die Linie M, die  $\varepsilon, \sigma$ -Linie für die zum Stabe vereinigten beiden Teile, indem er immer den Abstand der beiden Linien I und II in der Ordinatenrichtung (ich will ihn kurz I II und seine Teile M I und M II bezeichnen) nach der Beziehung

$$M I : M II = f_{II} : f_I$$

teilt. Je nach dem angenommenen Verhältnis zwischen  $f_I$  und  $f_{II}$  erhält er für die drei Fälle  $f_I : f_{II} = 1 : 1$ ,  $f_I : f_{II} = 1 : 3$  und  $f_I : f_{II} = 3 : 1$  verschiedene Linien M mit verschiedener Lage der scheinbaren P- und S-Grenze.

Auf diese Ausführungen habe ich folgendes zu erwidern:

1. Der angenommene Anfangs-Spannungszustand des Stabes, Zug in der Schicht I, Druck in II, kann nicht dadurch herbeigeführt sein, daß Schicht II stärkere Kaltreckung erfahren hat als die Außenschicht I, wie E. Heyn meint. Wie ich bereits in Teil I meiner Entgegnung nachwies, kann nur das Material der Zugspannung aufweisenden Schicht I die größere elastische Anstrengung erfahren haben und damit auch stärker plastisch deformiert worden sein als das der Schicht II, gleiches Material in beiden Schichten vorausgesetzt.

Ich werde sogleich zeigen, wie sich die Verhältnisse dann gestalten; zuvor muß ich jedoch noch näher auf die Methode eingehen, nach der E. Heyn die Linien I und II zu einer  $\varepsilon, \sigma$ -Linie für den ganzen Stab zusammensetzt.

2. Die für den gezogenen ganzen Stab als Vereinigung der Schichten I und II gültige  $\varepsilon, \sigma$ -Linie M muß, so behauptet E. Heyn, den  $\sigma_I - \sigma_{II}$  darstellenden Abstand der Linien I und II derart teilen, daß der an I anstoßende Abschnitt proportional  $f_{II}$ , der andere proportional  $f_I$  ist. Er nimmt diese in Form von zwei Gleichungen

$$F I = \frac{f_{II}}{f} \cdot F G$$

$$G I = \frac{f_I}{f} \cdot F G$$

(S. 476 unten) aufgestellte Forderung für einen Punkt 1 (s. frühere Abb. 15) als erfüllt an und beweist, daß die Ordinate  $E 1 = \sigma_1$  seiner Bedingungsgleichung  $\sigma_1 = \sigma_I \cdot f_I + \sigma_{II} f_{II}$  genügt. Durch den Beweis ist die Behauptung als richtig erwiesen für den Teil des Zugversuches, in dem die Spannungen der Voraussetzung gleichen E-Modulus entsprechend in beiden Schichten gleichmäßig zunehmen; oder anders ausgedrückt: die Forderung ist gültig, solange die Linien I und II parallel nebeneinander herlaufen, und hätte demgemäß als einfache geometrische Beziehung

$$F I : G I = \sigma_{0I} : \sigma_{0II} = \varepsilon_{0I} = \varepsilon_{0II} = f_{II} : f_I$$

aus der Abb. 15 abgelesen werden können. Während dieser Periode beeinflussen die beiden Schichten einander nicht, sie verhalten sich, als wären sie von einander getrennt.

Den Beweis, daß seine Behauptung darüber hinaus gültig ist, hat E. Heyn nicht erbracht und kann ihn auch nicht führen. Denn wie sich die beiden Schichten gegenseitig beeinflussen, wenn in einer die Streckgrenze überschritten wird, wie sich dann die Spannungen über den Gesamtquerschnitt verteilen, dafür gibt es keine rechnerisch verwertbaren Unterlagen; sie werden nimmermehr geliefert durch



die  $\epsilon, \sigma$ -Linien für die einzelnen Schichten. Zudem muß sich ja auch das Verhältnis  $f_I : f_{II}$  ändern, was der Verfasser gar nicht berücksichtigt; die Schichtenvorstellung versagt, wie ich schon oben ausführte. Ueber die Spannungsverteilung wird sich nur ganz allgemein etwa folgendes aussprechen lassen:

Sobald die mittlere Spannung die niedrigere Streckgrenze  $\sigma_S$  des einen Teils überschreitet, wird die Spannung in diesem rasch fallen oder wenigstens bei weniger ausgeprägter Streckgrenze nicht zunehmen, dafür aber in dem anderen Teil so rasch steigen, daß auch er bald zum Fließen kommt. Vermag er sich wegen großer Härte nicht wesentlich plastisch zu deformieren, so kann die Spannung in ihm die Bruchgrenze erreichen, wie Fälle der Praxis beweisen.

Auf welchen Abweg dagegen E. Heyn in seiner Beweisführung gerät, erkennt man am besten, wenn

man (s. damalige Abb. 16) den Kreuzungspunkt der beiden Linien I und II ins Auge faßt, durch den seine resultierende Linie M hindurchgeht; er sei mit  $M_D$  und seine Koordinaten mit  $\epsilon_D$  und  $\sigma_D$  bezeichnet. Nach E. Heyn wäre dieser Punkt dadurch ausgedeutet, daß in ihm für die gleiche Dehnung  $\epsilon_D$  der vereinigten Schichten  $\sigma_I = \sigma_{II} = \sigma_D$  würde; das heißt, es soll bei einer bestimmten

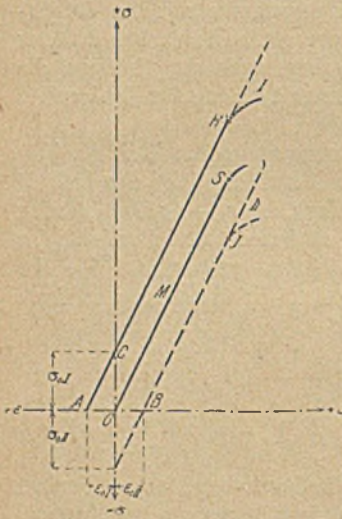


Abbildung 2. Zugversuch bei Eigenspannungen.

Dehnung des Stabes in beiden Schichten die gleiche Spannung herrschen, obgleich die eine Schicht schon weit über die Streckgrenze belastet ist, während die andere die Anstrengung noch vollkommen elastisch aufnimmt. Das ist widersinnig.

Wegen seiner falschen Voraussetzung, Schicht II sei stärker kaltgereckt, betrachtete E. Heyn den Zugversuch mit einem System, das es in Wirklichkeit nicht gibt. Ein wirkliches sei in Kürze betrachtet.

Der Heynschen Annahme — Zugspannung in der Oberflächenschicht I, Druckspannung im Kern II — entspricht ein Material, das, wie E. Heyn selbst in Teil II seiner Arbeit zeigt, durch Kaltziehen gereckt ist. In diesem ist zweifelsfrei die Außenschicht stärker kaltgereckt als der Kern, und demgemäß liegt die Streckgrenze in I höher als in II. An die Stelle der früheren Abb. 15 und 16, S. 476, tritt die Abb. 2, wenn man an der Voraussetzung festhält, der E-Modul sei für beide Schichten gleich, und  $f_I = f_{II}$  annimmt.

Mit E. Heyn ergibt sich dann der eingezeichnete Verlauf der  $\epsilon, \sigma$ -Linie M für den ganzen Stab als Vereinigung der beiden Schichten. Sie erscheint völlig unbeeinflusst durch die Reckspannungen; die Streckgrenze S liegt dort, wo sie zu erwarten war, selbstverständlich höher als beim nichtgereckten, nichtgezogenen Material. Ueber den Verlauf der M-Linie oberhalb der Streckgrenze kann nichts ausgesagt werden.

Die Anklage E. Heyns gegen den Zugversuch zerfällt in nichts; der von ihm behauptete Einfluß der Eigenspannungen besteht nicht. Das einzige Gebiet, in dem sie sich geltend machen können, ist das der elastischen Formänderungen. Wie und in welchem Umfange, muß hier unerörtert bleiben, dazu reichen die Hilfsmittel der Heynschen Betrachtung nicht aus. Nach der Lage der P-Grenze zu fragen, erscheint mir völlig überflüssig, weil es streng genommen eine solche nicht gibt. Die Proportionalität zwischen  $\epsilon$  und  $\sigma$  oder  $\lambda$  und  $P$  ist nichts weiter als eine bequeme Annahme, die nur als Annäherung bisweilen Duldung beanspruchen darf.

Das späte Erscheinen dieser Entgegnung ist aus den Kriegsverhältnissen zu erklären.

Berlin-Lichterfelde, im April 1918.

G. Jensch.

\* \* \*

1. Herr Jensch wendet sich gegen die von mir gegebene Erklärung der Entstehung von Reckspannungen (Absatz I, Beispiel 3 meiner Arbeit) und wirft mir dabei vor, daß ich „die Bedingungen der Wirklichkeit außer acht lasse“, daß „die Schichtenvorstellung für die richtige Würdigung des Fließvorganges als untauglich abzulehnen sei“ usw.

Alle diese Vorwürfe sind auf einem Grundirrtum seinerseits aufgebaut, der sich unter I, Absatz 6, seiner Erwiderung findet. Es heißt da:

„Wenn in seinem (Heyns) Beispiel I, 3 eine starre Verbindung der Schichten untereinander vorausgesetzt wird, so wird sich dies wenigstens dahin auswirken müssen, daß beim Recken des aus zwei Schichten zusammengesetzt gedachten Stabes seine Endquerschnitte eben bleiben. Dann müssen aber die Gesamtdehnungen beider Schichten gleich groß sein. Die gleichzeitige Erfüllung der Voraussetzung, daß die Oberflächenschichten I und I' durch Kaltrecken stärker gestreckt werden als der Kern II, ist deshalb nur so denkbar, daß die Schichten I und I' schwächer elastisch gespannt werden als der Kern.“

Bis hierher stimmt die Sache. Herr Jensch sagt weiter:

„Die beiden Voraussetzungen sind also nebeneinander nur für den Sonderfall möglich, daß das Stabmaterial nicht homogen ist, sondern daß in den Oberflächenschichten I und I' ein anderes Verhältnis zwischen bleibenden und elastischen Formänderungen besteht als in der Kernschicht II, ein Fall, der gelegentlich bei starkem Blech (Kessel-



blech) mit weichen Randzonen und härterem Kern wirklich sein wird.“

Dieser letztere Schluß, daß meine Erklärungsart der Reckspannungen nur verwendbar ist, wenn das Material infolge verschiedener chemischer Zusammensetzung in Rand- und Kernzone ungleichmäßig ist, ist ein Trugschluß, wie ich im folgenden zeigen will.

In Abb. 1 stelle die stark ausgezogene Linie OEFC die Beziehung zwischen Dehnung  $\epsilon$  und Spannung  $\sigma$  in einem Metall vor, und zwar die wahren Beziehungen, ganz unabhängig davon, ob diese durch einen Zugversuch überhaupt ermittelt werden können oder nicht. Ein Stab Abb. 2 werde zerlegt gedacht in die Oberflächenschicht I und die innere Schicht II.

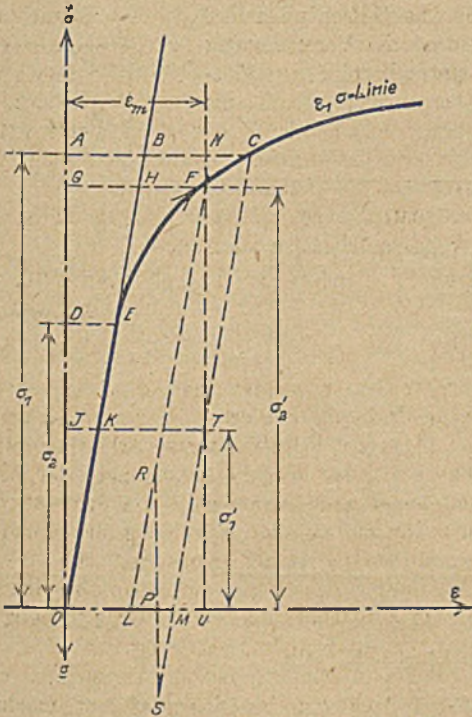


Abbildung 1. Dehnungs-Spannungsverlauf.

Die Materialien beider Schichten sollen ursprünglich genau gleiche Beschaffenheit haben. Man denke sich nun die beiden Schichten I und II voneinander losgelöst.

Die Schicht I werde einer Zugkraft  $P_1$  ausgesetzt, welche die Spannung  $\sigma_1$  erzeugt. Die dadurch bewirkte Dehnung der Schicht I ergibt sich dann aus Abb. 1, wenn man im Abstand  $\sigma_1$  von der Abszissenachse eine Wagerechte zieht. Diese schneidet die  $\epsilon, \sigma$ -Linie in C, die elastische Linie OB (deren Richtungskonstante gleich dem Elastizitätsmodul  $E$  ist) in B. Es ist mithin BC die bleibende (plastische) Dehnung, AB die elastische Dehnung der Stabschicht I unter der Zugspannung  $\sigma_1$ . Die Dehnungen sind auf die Längeneinheit bezogen.

Der Stabteil II werde einer Zugkraft  $P_2$  ausgesetzt, welche die Zugspannung  $\sigma_2$  hervorruft, die kleiner vorausgesetzt wird als  $\sigma_1$ . ( $\sigma_2$  ist in Abb. 1

gerade gleich der Proportionalitätsgrenze angenommen, was natürlich keine notwendige Bedingung ist.) Es herrscht dann infolge der Kraftwirkung  $P_2$  nur die elastische Dehnung DE, die bleibende Dehnung ist gleich Null.

Man lasse nun die an den beiden getrennten Stabteilen I und II angreifenden Kräfte  $P_1$  und  $P_2$  (bzw. die beiden zugehörigen Spannungen  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$ ) sich so weit verändern, bis die beiden (immer noch getrennt gedachten) Stabteile gleiche Länge entsprechend der gemeinschaftlichen Dehnung  $\epsilon_m$  angenommen haben. Zu diesem Zwecke wird man den Stabteil I entlasten, den Stabteil II stärker belasten müssen. Die Entlastung von I wird sich längs der elastischen Linie CM (parallel OB) bis zum Schnittpunkt T mit der Senkrechten UN im Abstand  $\epsilon_m$  von der Ordinatenachse vollziehen. Dem Schnittpunkt T entspricht die Spannung  $\sigma'_1$  und die Dehnung JT =  $\epsilon_m$ . Hiervon ist der Anteil JK elastische, der Anteil KT = BC bleibende Dehnung.

Die Belastung des Stabteiles II geht längs der stark ausgezogenen  $\epsilon, \sigma$ -Linie OEFC von E nach F vor sich, wobei F der Schnittpunkt dieser letzteren Linie mit der Senkrechten UN im Abstand  $\epsilon_m$  von der Ordinatenachse ist. Dem Punkte F entspricht die Spannung  $\sigma'_2$  und die Dehnung  $\epsilon_m$ . Von der letzteren ist GH der elastische, HF der bleibende Anteil.

Wir haben hier also den Fall vor uns, daß zwei ursprünglich gleich lange Stäbe I und II aus gleichem Material die gleiche Gesamtdehnung  $\epsilon_m$ , und somit auch die gleiche Länge angenommen haben, daß ferner der Stab I stärkere Kaltreckung erlitt, nämlich die bleibende Reckung um KT = BC gegenüber der geringeren bleibenden Reckung HF des Stabes II, und daß schließlich der Stab I geringere elastische Dehnung, JK besitzt, als Stab II, dessen elastische Dehnung gleich GH ist. Das ist die Verwirklichung des Falles, den Herr Jensch leugnet und den er nur dann für möglich erklärt, wenn die beiden Stäbe I und II aus verschiedenartigem Material (weicher und härter) bestehen.

Herr Jensch hat vergessen, daß die ursprünglich gleichartigen Materialien der Stäbe I und II durch den verschiedenstarken Grad des Kaltreckens verschiedenartig geworden sind, insofern als durch das verschiedenstarke Kaltrecken ein anderes Verhältnis zwischen bleibenden und elastischen Formänderungen herbeigeführt wird. Darin liegt eben der Witz der ganzen Sache.

Der Vorwurf, den mir Herr Jensch macht, daß ich „die Wirklichkeitsbedingungen außer acht gelassen habe“, ist daher unberechtigt. Ich bin in der Lage, meine früheren Betrachtungen durchaus aufrechterhalten zu können. Das von mir unter I, 3 meiner Arbeit gegebene Beispiel hat allgemeinen Wert, ganz unabhängig davon, ob die Schichten I und II ursprünglich gleichartig sind oder nicht.



2. Da Herr Jensch meine Erklärung (Beispiel I, 3 meiner Arbeit) der Entstehung von Reckspannungen für unmöglich hielt auf Grund des oben geklärten Denkfehlers, fühlte er das Bedürfnis, eine neue Erklärung beizubringen. Er tut dies unter I (1), 10. Absatz seiner Erwiderung mit folgenden Worten:

„Beim Kaltziehen eines Materials wird die Oberflächenschicht (ich nehme jetzt einen Rundstab an) gegen den Kern verschoben, die Endquerschnitte bleiben nicht eben, es besteht während des Reckens keine starre Verbindung der Schichten. Sie setzt aber sofort ein, sobald die äußere Kraft, die den Stab durch das Zieheisen zwingt, aufhört zu wirken. Das am stärksten plastisch

stärker als die Innenschicht II gereckt werde. Laut Voraussetzung können während des Reckens die Schichten wegen Fehlens der starren Verbindung ungehindert ihre natürliche Länge annehmen, d. h. die Schicht I wird unter dem Einfluß der stärker reckenden Kraft  $P_1$ , und somit der größeren Spannung  $\sigma_1$ , sich um den Betrag AC (Abb. 1) dehnen, während die Schicht II unter der Einwirkung der geringeren Spannung  $\sigma_2$  sich nur um den Betrag DE dehnt. Wir werden dann unter der Wirkung der reckenden Kräfte die in Abb. 3 angedeutete Gestalt des Stabes erhalten. Ein gegenseitiger zwangsweiser Längenausgleich findet nicht statt wegen der Voraussetzung, daß jede starre Verbindung unter der Wirkung der Reckkräfte fehlt.

Nun soll aber nach der Jenschschen Voraussetzung die starre Verbindung plötzlich einsetzen, sobald die

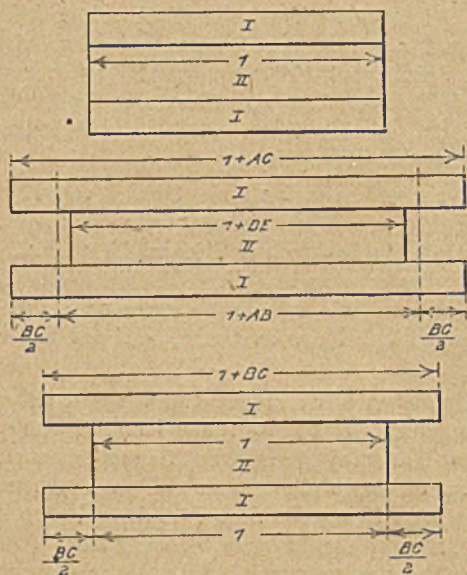


Abbildung 2 bis 4.

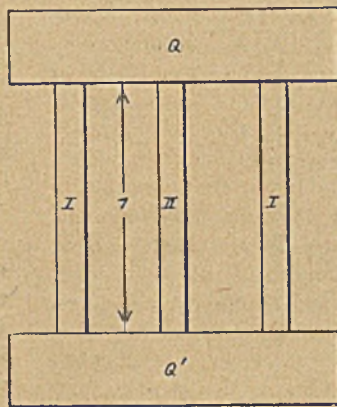


Abbildung 5.

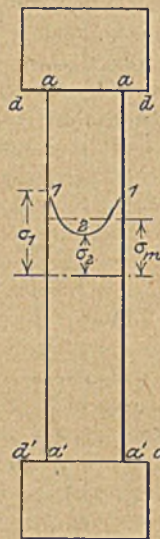


Abbildung 6.

Dehnungsercheinungen bei geschichteten Körpern.

deformierte Material der Oberflächenschicht, das auch am stärksten elastisch angestrengt wurde, behält im Zustande der Entlastung Zugspannungen, während der bei der Entlastung weniger elastische gespannte Kern Druckspannungen annimmt.“

Dies muß ich einer genaueren Prüfung unterziehen.

a) Das Wesentliche hierbei ist die Voraussetzung, daß keine starre Verbindung der Schichten während des Reckens besteht, daß also die beiden Schichten I und II des Stabes ihre natürliche Länge annehmen können, ohne Widerstand zu finden. Auf die Berechtigung dieser Voraussetzung will ich erst später eingehen. Vor der Hand will ich sie kritiklos zu grunde legen und untersuchen, inwieweit die oben angeführte Erklärung des Herrn Jensch in sich logisch haltbar ist.

Wir gehen von einem Stabe aus, der wie in Abb. 2 in eine Oberflächenschicht I und eine Innenschicht II geteilt gedacht werde. Beide Schichten sollen ursprünglich die gleiche Länge 1 haben. Der Stab werde jetzt kalt gereckt, beispielsweise durch Kalt-hämmern, und zwar so, daß die Oberflächenschicht I

Kräfte, die das Recken bewirkten, aufhören. Das heißt man muß in unserer Abb. 1 zunächst die Spannungen der beiden Schichten I und II auf Null abnehmen lassen und dann die beiden Stabteile I und II starr miteinander verkuppeln. Beim Entlasten findet im Stabteil I elastische Zusammenziehung um den Betrag AB statt, während die bleibende Längenänderung BC unverändert erhalten bleibt. Der Stabteil erlangt also nach Entlastung die Länge  $1 + BC$  (s. a. Abb. 4). Der Stabteil II hat im Falle der Abb. 1 nur die elastische Dehnung DE erlitten, ohne bleibende Formänderung. Er wird also nach Entlastung seine ursprüngliche Länge 1 wieder annehmen. Wenn jetzt die beiden Stabhälften durch Verlöten, oder Verschrauben, oder sonstwie miteinander starr verbunden werden, so ist über dem Längenteil 1, der beiden gemeinschaftlich ist, kein Längenunterschied auszugleichen, also tritt auch keine Spannung ein. Die überragenden Teile  $BC/2$  auf beiden Seiten bleiben überhängen nach der Entlastung (Abb. 4) ebenso wie vorher (Abb. 3).



Wie also bei Zugrundelegung der Voraussetzung des Herrn Jensch Reckspannungen in dem System zurückbleiben sollen, ist mir ein Rätsel.

b) Ueber die Berechtigung der Voraussetzung des Herrn Jensch, daß beim Kaltrecken die einzelnen Schichten frei und ohne gegenseitige Behinderung übereinander wegfließen, braucht man nicht viel Worte zu machen. Hier sind tatsächlich „wichtige Wirklichkeitsbedingungen außer acht gelassen“. Ja, ich möchte sagen, daß die Natur geradezu auf den Kopf gestellt ist. Wenn es so wäre, wie Herr Jensch voraussetzt, so würde ein wunderbarer Umschwung in der Technologie des Kaltreckens möglich sein und ein geradezu goldenes Zeitalter für den Technologen anbrechen. Wie leicht wäre z. B. die Herstellung eines Rohres aus einer Metall-Rundstange. Man brauchte nur auf die beiden Stirnenden derselben je einen Stahlring aufzulegen, der den Querschnitt der Oberflächenschicht I bedeckt und den Querschnitt der Innenschicht II freiläßt. Gegen die beiden Stahlringe lasse man eine Druckkraft wirken, die die Fließgrenze des Materials in der Oberflächenschicht I überschreitet, so daß also die letztere ins Fließen kommt. In diesem Augenblick ist nach der Vorstellung des Herrn Jensch keine starre Verbindung zwischen dem Kern und der Oberflächenschicht vorhanden, welche die gegenseitige Längsverschiebung der Teilehen der Schichten in der Berührungsfläche verhindert. Man kann also mit ganz unbedeutendem Kraftaufwand den Kern aus der Oberflächenschicht herausstoßen, und das Rohr ist fertig.

Ich möchte auf der andern Seite nicht dahin mißverstanden werden, daß ich genau das entgegengesetzte Extrem vertrete und unbedingte Starrheit voraussetze, die nicht das geringste Uebereinanderwegfließen der Schichten zuläßt. Das ist natürlich nicht meine Ansicht. Worauf ich aber Wert lege und woran ich festhalte, ist, daß nur durch Verhinderung des freien Uebereinanderfließens der einzelnen Schichten beim Kaltrecken Reckspannungen entstehen können. Ist diese Verhinderung nur eine teilweise, so werden die Reckspannungen entsprechend geringer. Bestünde eine solche Verhinderung überhaupt nicht, so würden auch Reckspannungen unmöglich sein.

Zusammenfassend möchte ich hervorheben:

Herr Jensch hat seinen neuen Erklärungsversuch für Reckspannungen zunächst auf einer widernatürlichen Voraussetzung aufgebaut. Außerdem begeht er einen Denkfehler, der ihn zu einem falschen Schluß führt.

Ich muß also meinerseits seinen Erklärungsversuch nicht nur als „untauglich“, sondern als gänzlich mißglückt „ablehnen“.

3. Ich möchte nun noch erläutern, wie man auch an der Hand der Abb. 1 die Entstehung von Reckspannungen erläutern kann, immer unter der Voraussetzung, daß die freie Längenänderung der einzelnen Stabschichten beim Kaltrecken zum mindesten teil-

weise verhindert wird. Für die Ueberlegung lege ich die gänzliche Verhinderung zugrunde. Bei nur teilweiser Verhinderung würden die entstehenden Reckspannungen entsprechend geringer werden.

Wir denken uns die beiden Schichten I und II in Abb. 2 ersetzt durch Stäbe I und II, und die starre Verbindung bewerkstelligt durch die beiden kräftigen Querhäupter Q und Q' (Abb. 5). Die Länge der Stäbe sei ursprünglich gleich, und zwar gleich der Längeneinheit 1. Jetzt denken wir uns beispielsweise durch ein Schrägwalzwerk die Stäbe I stärker kalt gestreckt als den Stab II.

Würde die starre Verbindung durch die Querhäupter nicht bestehen, so würde sich beispielsweise der Stab I um den Betrag AC (Abb. 1) dehnen, wovon der Teil AB elastischer, der Teil BC plastischer Dehnung entspricht.

Der Stab II möge nur um den Betrag DE, und zwar elastisch gestreckt werden. Somit wäre die natürliche Länge von Stab I gleich  $1 + AC$ , und die von Stab II gleich  $1 + DE$ .

Findet nun aber das Recken der Stäbe I und II statt, während die starre Verbindung durch die Querhäupter besteht, so wird Stab I zwar stärker kaltgereckt, aber verhindert, seine natürliche Länge  $1 + AC$  anzunehmen. Er muß sich vielmehr mit dem Stab II von der natürlichen Länge  $1 + DE$  auf eine gemeinschaftliche Länge einigen, die z. B.  $1 + \epsilon_m$  sei. Der Stab I wird somit kaltgereckt und gleichzeitig um den Betrag  $AC - \epsilon_m = CN$  gestaucht, während der Stab II kaltgereckt und gestreckt wird um den Betrag  $\epsilon_m - DE$ .

Die Stauchung des Stabes I um den Betrag CN ist, da das Material bereits stark kaltgereckt ist, nur auf elastischem Wege möglich und wird dargestellt durch die elastische Linie CT (parallel OB), wobei  $JT = AN = \epsilon_m$  und die Ordinate von T gleich  $\sigma'_1$  ist. Die Streckung des Stabes II wird dargestellt durch die Linie EF auf der wahren  $\epsilon, \sigma$ -Linie OEFC wobei  $GF = \epsilon_m$ . Von der gesamten Dehnung GF ist GH elastisch, HF bleibend. Die der Ordinate von F entsprechende Spannung ist  $\sigma'_2$ .

Wir sehen also, daß infolge der Verhinderung des freien Fließens der Stabteile durch die Querhäupter Q Q' die Zugspannung in I auf  $\sigma'_1$  vermindert, die in II auf  $\sigma'_2$  vergrößert werden mußte, damit der Längenausgleich auf  $1 + \epsilon_m$  möglich wurde.

Läßt man jetzt die in I und II wirkenden reckenden Kräfte null werden, so würde der Stab I, wenn die Verbindung durch die Querhäupter wegfiel, die Länge  $1 + OM$  anstreben, der Stab II dagegen die Länge  $1 + OL$ . Die Punkte M und L erhält man als Schnittpunkte der zu OB parallelen Geraden EL und TM mit der Abszissenachse. Die natürliche Länge der Stäbe I und II unterscheidet sich also um den Betrag ML. Besteht aber die Verkuppelung durch die Querhäupter Q Q', so sind die Stäbe I und II während und nach der Entlastung gezwungen, immer gleiche Länge beizubehalten und sich nach der völligen Entlastung



beispielsweise auf die gemeinschaftliche Länge  $1 + OP$  zu einigen. Das ist aber nur dadurch möglich, daß der Stabteil II elastisch gedehnt wird um  $LP$  entsprechend einer Zugspannung  $RP = +\sigma_2''$ , während der Stab I elastisch zusammengedrückt wird um  $MP$  entsprechend einer Druckspannung  $PS = -\sigma_1''$ . Das heißt, nach dem Recken und Entlasten werden die Stabteile I und II gleiche Länge besitzen; in ihnen sind die Spannungen  $+\sigma_2''$  und  $-\sigma_1''$  zurückgeblieben; dies sind eben die Reckspannungen.

Werden die Längenänderungen infolge des Reckens durch die Querhäupter  $QQ'$  nicht ganz verhindert, sondern nur zum Teil, so ändert sich die Sachlage nur qualitativ, indem die Spannungen  $+\sigma_2''$  und  $-\sigma_1''$  entsprechend kleiner werden. Nur wenn die Querhäupter  $QQ'$  völlig wegfallen, also überhaupt keine Behinderung der freien Längenänderung eintritt, würden die Spannungen  $+\sigma_2''$  und  $-\sigma_1''$  gleich null werden.

Ich habe dieser etwas umständlichen Erklärung der Entstehung der Reckspannungen die einfachere unter I, 3 meiner Arbeit vorgezogen, die ohne weiteres eine qualitative Vorstellung gibt. Mehr als eine qualitative Vorstellung ist zurzeit überhaupt nicht zu erzielen, auch nicht mit der obigen vollständigeren Ueberlegung an der Hand der Abb. 1.

4. Noch ein Wort über den Zugversuch. Ich habe darauf hingewiesen, daß man die Ergebnisse desselben bzw. der einzelnen Punkte der  $\epsilon, \sigma$ -Linie als bis zu einem gewissen Grade trügerisch mit kritischerem Auge betrachten sollte. Dies war für Herrn Jensch anscheinend der besondere Anreiz zu seiner Erwiderung.

Denken wir uns einen Stab mit Köpfen etwa nach Abb. 6, so haben wir über  $daa'd'$  einen Kerb und infolgedessen während des Versuches die Kerbwirkung. Ist der Uebergang vom Kopf des Stabes zum Schaft weniger schroff als in Abb. 6, so wird die Kerbwirkung zwar geschwächt, bleibt aber vorhanden. Der Kerb bewirkt, daß beim Anspannen des Stabes eine Verteilung der Spannungen nach der Linie 121 (Abb. 6) eintritt, d. h. daß die Spannungen in der Oberflächenschicht am größten, nach der Mitte hin kleiner sind. Die mittlere Spannung im Stabquerschnitt sei  $\sigma_m$ . Diese Verteilung der Spannungen gilt nach den bisherigen Ergebnissen der Forschung über die Kerbwirkung mit Sicherheit, solange die Elastizitätsgrenze an keiner Stelle überschritten ist.

Hier drängt sich einem bereits die Frage auf, welchen Einfluß dieser Umstand auf die Neigung der  $\epsilon, \sigma$ -Linie (soweit sie geradlinig ist) und somit auf den Elastizitätsmodul ausübt. Da der Spiegelapparat auf der Oberfläche befestigt ist, wird er auch die Dehnung  $\epsilon_1$  der Oberfläche angeben, die der größeren Spannung  $\sigma_1$  entspricht. Aus der Belastung der Zugmaschine berechnet man anderseits die mittlere Spannung  $\sigma_m$ . Man beobachtet also eine Dehnung  $\epsilon_1$  und eine Spannung  $\sigma_m$ , die nicht zueinander gehören, und zwar beobachtet man eine größere Dehnung zu einer geringeren Spannung,

d. h. der Elastizitätsmodul wird zu klein gefunden, die  $\epsilon, \sigma$ -Linie wird flacher verlaufen, als in Wirklichkeit. Wie groß der Einfluß ist und ob er überhaupt praktisch ins Gewicht fällt, vermag ich zurzeit nicht zu sagen.

Bei weiterer Anspannung des Stabes erreicht schließlich der Wert  $\sigma_1$  die Grenze, bei der Fließen beginnt. Die Oberflächenschichten des Stabes müssen unter allen Umständen früher zum Fließen kommen als die inneren. Dadurch können aber entsprechend unseren früheren Betrachtungen nach Entlastung des Stabes Reckspannungen zurückbleiben, und zwar Druckspannungen in der Oberflächenschicht, Zugspannungen im Inneren. Aber auch während der Belastung wird sich ein Einfluß in der Aufzeichnung der  $\epsilon, \sigma$ -Linie geltend machen, der aus gleichen Gründen, wie oben erwähnt, die Linie nach der Abszissenachse zu herabdrückt.

Bei weiterem Steigen der Belastung des Stabes ist der Vorgang theoretisch schwer zu verfolgen, weil uns über die Spannungsverteilung nach wesentlicher Ueberschreitung der Streckgrenze keine sicheren Anhaltspunkte gegeben sind. Wir können deshalb nicht ohne weiteres die Abb. 1 zugrunde legen. Sobald aber das Fließen nicht in allen Längsschichten des Stabes gleichmäßig vor sich geht, muß das Ergebnis nach Entlastung die Entstehung von Reckspannungen sein; und zwar von Druckspannungen an den Stellen, die im Fließen vorauseilen wollten, von Zugspannungen an den Stellen, die im Fließen zurückzubleiben bestrebt waren.

Unmöglich ist es aber, daß, wie Herr Jensch behauptet, die Stellen stärksten Reckens Zugspannungen, diejenigen schwächster Reckung Druckspannungen nach der Entlastung annehmen. Diese irrige Schlußfolgerung ist bereits unter Nr. 2 widerlegt.

5. Wird nun ein in der Zerreißmaschine vorgestreckter Stab, in dem nach der Entlastung Reckspannungen entstanden sind, aufs neue auf Zug beansprucht, so werden sich die von mir in meinem Aufsatz in Abschnitt IV abgeleiteten Verschiebungen der  $\epsilon, \sigma$ -Linie bemerkbar machen können.

Herr Jensch will durch seine Abb. 2 das Gegenteil beweisen, daß trotz vorhandener Reckspannungen eine solche Beeinflussung nicht stattfinden kann. Die Abb. 2 ist aber falsch, weil in ihr angenommen ist, daß die stärksten gereckten Schichten unter Zug-Reckspannungen, die schwächer gereckten unter Druck-Reckspannungen stehen, was nach den obigen Betrachtungen unmöglich ist; Herr Jensch wurde auf diese unmögliche Annahme durch seinen mißglückten Versuch der Erklärung der Entstehung von Reckspannungen geführt (s. unter 2).

Ich möchte es mir ersparen, auf die weiteren theoretischen Auseinandersetzungen des Herrn Jensch näher einzugehen, die immer auf dem oben hervorgehobenen Ueberlegungsfehler aufbauen. Ich glaube es aber dem Leser schuldig zu sein, ihm kurz den Beweis zu erbringen, daß die in Abschnitt IV meiner Arbeit niedergelegten Anschauungen mit der Wirk-



lichkeit in Uebereinstimmung stehen. Zu diesem Zweck gebe ich die Abb. 7, welche von den vielen Versuchsreihen Bauschingers aus dem Jahre 1881 (Zivilingenieur 27, 335, 1881) über die Veränderung der Proportionalitäts- und Streckgrenze bei Metallen eine herausgreift. Die Abb. 7 bezieht sich auf einen Bessemerstahl mit 50 bis 55 kg/qmm Festigkeit. Dargestellt ist nicht die  $\epsilon, \sigma$ -Linie beim Zugversuch, sondern die  $\lambda, \sigma$ -Linie, wobei  $\lambda$  die Verlängerung auf einer Meßlänge von 150 mm bezeichnet, während  $\epsilon$  die Dehnung, d. h. die Verlängerung auf der Meßlänge 1 b. deutet.

Ein Zerreibstab wurde aus dem Metall herausgedreht und vom ursprünglichen Zustand ausgehend in der Zerreibmaschine um 0,8 mm (auf 150 mm Meßlänge) bleibend gestreckt. Die gefundene Beziehung zwischen Verlängerung  $\lambda$  und Spannung  $\sigma$  ist durch die stärker ausgezogene Linie I angegeben.

Nach Entlastung des Stabes und nach einer Pause von 69 Stunden wurde der Stab aufs neue auf Zug beansprucht und dabei um weitere 1,7 mm bleibend gestreckt. Die hierbei ermittelte  $\lambda, \sigma$ -Linie gibt die Kurve II. Es zeigt sich zunächst nichts besonders Auffälliges, die Proportionalitätsgrenze  $\sigma_p$  sowohl wie die Streckgrenze  $\sigma_s$  sind gehoben, wie es infolge des Kaltreckens während des Versuches I zu erwarten war.

Nach Entlastung und einer Ruhezeit von  $\frac{1}{2}$  st wurde der Stab nochmals um weitere 2,6 mm bleibend gestreckt. Hierbei wurde die Linie III erhalten, welche die Wirkung des während des Versuches II bewirkten Kaltreckens auf die Beziehung zwischen  $\lambda$  und  $\sigma$  erkennen läßt. Die Linie III weicht sehr schnell (bei  $\sigma_p$ ) von dem geradlinigen Verlauf ab und es treten schon bei sehr niedrigen Spannungen erhebliche bleibende Formänderungen  $\lambda_r$  auf. Diese letzteren sind in der Abb. 7 kenntlich gemacht durch die gestrichelte Linie  $\lambda_r 10$ , deren Abszissen die mit 10 multiplizierten bleibenden Verlängerungen  $\lambda_r$  in  $\text{cm} \cdot 10^{-3}$  angeben. Die stark ausgezogene Linie III ( $\lambda, \sigma$ -Linie) hat ganz den Verlauf, wie ich ihn in den Abb. 16 bis 18 meiner Abhandlung ableitete. Da es bekannt ist, daß bei kaltgereckten Metallen bleibende Formänderungen erst bei höheren Spannungen eintreten als bei nicht kaltgereckten, so ist der gefundene Verlauf der  $\lambda, \sigma$ -Linie III ganz überraschend, da er gerade das Gegenteil zu erkennen gibt. Vgl. Linie III (kaltgereckt) mit Linie I (nicht kaltgereckt). Die Erklärung für diesen Widerspruch habe ich in meiner Arbeit gegeben. Durch die infolge des Kaltreckens hervorgerufenen Reckspannungen wird die  $\lambda, \sigma$ - und ebenso die  $\epsilon, \sigma$ -Linie verschoben.

Das, was Herr Jensch bestreitet, ist also der Fall. Wenn der Gedankengang des Herrn Jensch bei seiner Abb. 2 richtig wäre, so würde ein Verlauf der Linie  $\lambda, \sigma$  wie in Abb. 7, III, ausgeschlossen sein; es dürften beim Versuch III nicht bereits bei niedrigeren Spannungen bleibende Dehnungen eintreten als bei Versuch I.

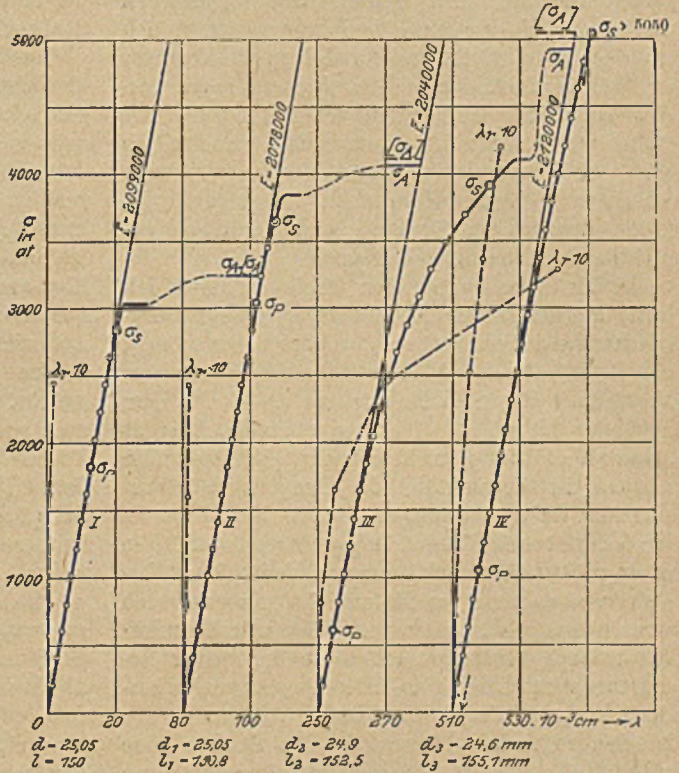


Abbildung 7. Spannungsverlauf bei wiederholter Belastung.

- I. Ursprünglich  $d = 25,05 \text{ mm}$ ;  $l = 150 \text{ mm}$ . Angespannt auf  $\sigma_A = 3245 \text{ at}$ . Gestreckt u. entlastet:  $d_1 = 25,05 \text{ mm}$ ;  $l_1 = 150,8 \text{ mm}$ ;  $[\sigma_A] = 3245 \text{ at}$ .
- II. 69 Stunden nach dem Strecken wiederum angespannt auf  $\sigma_A = 4057 \text{ at}$ . Gestreckt u. entlastet:  $d_2 = 24,9 \text{ mm}$ ;  $l_2 = 152,5 \text{ mm}$ ;  $[\sigma_A] = 4057 \cdot \frac{152,5}{150,8} = 4107 \text{ at}$ .
- III. Eine halbe Stunde nach dem Strecken wiederum angespannt auf  $\sigma_A = 4928 \text{ at}$ . Gestreckt u. entlastet:  $d_3 = 24,6 \text{ mm}$ ;  $l_3 = 155,1 \text{ mm}$ ;  $[\sigma_A] = 4928 \cdot \frac{155,1}{152,5} = 5053 \text{ at}$ .
- IV. 68 Stunden nach dem Strecken wiederum angespannt auf  $\sigma_A = 5053 \text{ at}$ . Bleibende Verlängerung  $2,37 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$ .

Es bleibt also dabei, daß vorausgegangene Kaltreckung infolge der erzeugten Reckspannungen eine Verschiebung der  $\epsilon, \sigma$ -Linie in dem von mir angegebenen Sinne bewirken kann.

Berlin, im April 1918.

E. Heyn.

\* \* \*

Herr Geheimrat Professor E. Heyn glaubt meine Ausführungen dadurch entkräften zu können, daß



er mir Denkfehler und anderes vorwirft. Die Berechtigung dazu muß ich ihm absprechen.

Die Ausführungen unter Nr. 1 ergeben, daß Herr Professor Heyn das Beispiel I, 3 anders aufgefaßt wissen will, als ich es auffaßte, auffassen mußte, weil er es mit seinem gerecktem Zugstabe in Verbindung bringt. Daß man zwei ursprünglich gleichlange Stäbe aus dem gleichen Material dadurch wieder auf die gleiche Länge bringen kann, daß man den einen stärker reckt und dann wieder etwas elastisch staucht, den andern aber nur reckt, und daß dann die nachher fest verbunden gedachten Stäbe verschiedene Kaltreckung und verschiedene elastische Spannungen aufweisen, das bestreite auch ich Herrn Geheimrat Heyn nicht. Dieses ganz willkürlich konstruierte System hat aber mit dem gereckten Zugstabe nichts zu tun.

In Nr. 2 behauptet Herr Professor Heyn, ich hätte „meinen neuen Erklärungsversuch für Reckspannungen auf einer widernatürlichen Voraussetzung aufgebaut“, indem ich beim Kaltziehen eine starre Verbindung der Schichten leugnete. — Da Herr Professor Heyn in seiner Arbeit seinen Begriff „starre Verbindung“ nicht festgelegt hat, so mußte ich bei der Betrachtung des Beispiels I, 3 aussprechen, welche Wirkung man m. E. zum mindesten von einer starren Verbindung verlangen muß. Die so begrifflich bestimmte „starre Verbindung“ besteht weder, wenn ein Material kaltgezogen, noch wenn es kaltgehämmert wird. Wenn nun Herr Professor Heyn behauptet, ich hätte bei meiner Erklärung vorausgesetzt, „daß keine starre Verbindung während des Reckens besteht, daß also die beiden Schichten I und II des Stabes ihre natürliche Länge annehmen können, ohne Widerstand zu finden“, — so bedeutet sein Zusatz: „daß also....“ eine Unterstellung, gegen die ich mich ganz energisch verwahren muß. Seinem Versuch, mit Hilfe der von ihm hinzugefügten falschen Erläuterung meine Erklärung der Reckspannungen lächerlich zu machen, mögen die Fachgenossen das Urteil sprechen. — Selbstverständlich besteht auch während des Arbeitsprozesses eine Verbindung der beiden Schichten miteinander; sie ist aber nicht starr, denn die Lage der Außenschicht zur Kernschicht wird durch die stärkere plastische Formänderung der ersteren verändert. Die Verbindung der Schichten kann dagegen als wirklich starr bezeichnet werden, sobald mit der äußeren Kraft die Ursache für die Verschiebung der Schichten gegeneinander wegfällt. Diese Anschauung und nichts anderes liegt meiner Erklärung zugrunde. Ich glaube nicht, daß irgend jemand sonst den Unsinn aus ihr herauslesen wird, den mir Herr Geheimrat Professor Heyn unterstellt.

Die weitere Erläuterung zum Beispiel I, 3 unter Nr. 3 kann ich übergehen, auch die Betrachtungen zum Zugversuch unter Nr. 4 bis auf den Schluß, zu dem Herr Geheimrat Heyn gelangt: „Die Oberflächenschichten des Stabes müssen unter allen Um-

ständen früher zum Fließen gelangen als die inneren“. — Wohin, so frage ich, soll denn das Material der Außenschichten fließen? An den Stabenden hindern es die Köpfe, nach dem Stabinnern zu hindert es der angeblich noch nicht fließende Kern. Ich behaupte nochmals dagegen, daß zuerst der Kern fließen muß; erst dann ist der Weg für das Material der Außenschicht frei, das sich beim Fließen der Stabachse nähert.

Nach der Auffassung des Herrn Professor Heyn über den Fließvorgang beim Zugversuch müßte am gestreckten Zugstabe dieselbe Verteilung der Reckspannungen gefunden werden wie am Stabe aus kaltgehämmertem oder kaltgezogenem Material. Denn nach ihr soll beim Zugstabe die Außenschicht stärker gereckt sein als der Kern, wie es beim kaltbearbeiteten Material wohl unbestreitbar ist. Die Messung der Eigenspannungen ergab dagegen beim Zugstabe: Zugspannungen im Kern — Druckspannungen in der Außenschicht; beim kaltbearbeiteten Material: Druckspannungen im Kern — Zugspannungen in der Außenschicht. Wie demgegenüber Herr Geheimrat Heyn noch seine Auffassung über den Reckvorgang beim Zugversuch aufrechterhalten will, ist mir unverständlich. Mein Denkvermögen zwingt mich zu dem Schluß, daß beim Zugversuch die Kernschicht stärker kaltgereckt werden muß, umgekehrt wie beim Kaltziehen oder Kalthämmern.

Mit dem Beispiel I, 3 lassen sich die Reckspannungen in keinem der beiden Fälle erklären. Geheimrat Heyn bürdet in ihm den getrennt gedachten Schichten Formänderungen auf, die mit dem wirklichen System der miteinander gekuppelten Schichten unverträglich sind. Das ist der fundamentale Fehler seiner Betrachtung.

Mit der Schichtenvorstellung kann man, wie ich zeigte, dem Fließvorgange überhaupt nicht beikommen, weil sie die für den Vorgang ganz wesentliche Bewegung des Materiales von der Oberfläche nach der Achse hin der Betrachtung entzieht.

Die unter Nr. 5 angezogenen Versuchsreihen Bauschingers beweisen m. E. gerade, daß das, was Herr Geheimrat Heyn in Teil IV seiner Arbeit behauptet, falsch ist, und rechtfertigen meine Widerlegung.

Wäre der „überraschende“ Verlauf der  $\lambda$ ,  $\sigma$ -Linie einfach auf die Reckspannungen zurückzuführen, so wäre nicht einzusehen, weshalb Linie II nicht auch schon diesen Verlauf nimmt. Der Stab müßte doch bereits nach dem ersten Fließen Eigenspannungen aufweisen. Und warum liefert Versuch IV nicht das gleiche Bild wie III? Mich überrascht das Ergebnis der Bauschingerschen Versuche nicht; habe ich es doch selbst oft genug erhalten. Die Erscheinung ist wie folgt zu erklären: Zwischen Versuch I und II liegt ein Zeitraum von 69 Stunden. Dieser genügte dem Versuchsstabe, das elastische Gleichgewicht wiederzugewinnen, d. h. den Zustand, in dem die algebraische Summe der positiven und negativen Reckspannungen (Zug- und Druckspannungen) in



seinem Querschnitt Null ist. Nach der halbstündigen Pause zwischen Versuch II und III war dagegen infolge der inneren Reibung das Gleichgewicht der elastischen Spannungen noch nicht erreicht; dagegen wurde es in den 68 Stunden zwischen Versuch III und IV wieder erreicht. Der Uebergang aus dem dynamischen Gleichgewichtszustand des Fließens in den der Ruhe beansprucht zuweilen sehr lange Zeit; und deswegen kann ein vorgestreckter Stab beim Zugversuch das Bild des Bauschingerschen Versuches liefern. Schuld daran sind dann aber nicht einfach die Reckspannungen, sondern die von den elastischen Kräften noch nicht überwundene innere Reibung. Ein mit Reckspannungen behafteter Stab verhält sich, wofern seine Eigenspannungen einander das Gleichgewicht halten, bei Zugbeanspruchung so, als wäre er spannungsfrei.

Daß man nach vorausgegangener Kaltreckung das Bild des Bauschingerschen Versuches III erhalten kann, habe ich nicht geleugnet. In meiner Entgegnung wandte ich mich gegen die Heynsche Erklärung der Erscheinung, gegen die fehlerhafte Beweisführung und deren falsche Voraussetzung. Geheimrat Heyn betrachtete nur das Gleichgewichtssystem — „damit Gleichgewicht herrscht, müssen die durch die Eigenspannungen bedingten Kräfte einander gleich sein, also

$$\dots \frac{\sigma_{0I}}{\sigma_{0II}} = \frac{f_{II}}{f_I} \text{ und } \dots \frac{\epsilon_{0I}}{\epsilon_{0II}} = \frac{f_{II}}{f_I} \dots$$

Nach seiner Beweisführung müßte die Verschiebung der  $\epsilon, \sigma$ -Linie auftreten, sobald überhaupt Reckspannungen vorhanden sind; und das ist nicht richtig, wie die angezogenen Bauschingerschen Versuche beweisen.

Von meinen Ausführungen habe ich nichts zurückzunehmen.

Berlin-Lichterfelde, Anfang Juli 1918.

G. Jensch.

Herr Jensch verwahrt sich gegen „Unterstellungen“ usw. Ich habe seine Äußerungen, soweit ich mich mit ihnen befaßt habe, wörtlich angeführt und sie so verstanden, wie ich sie unter Zugrundelegung der üblichen Begriffe und der Logik verstehen mußte. Herr Jensch behauptet, daß sie anders verstanden werden müssen. Aber auch aus seinen jetzigen Äußerungen werde ich nicht klar, was er eigentlich will, wie er seine ursprünglichen Ausführungen verstanden haben möchte, und wie er überhaupt seinen Gegensatz zu meiner Theorie noch aufrechterhalten will. Eine weitere sachliche Erörterung ist somit ausgeschlossen.

Zurückweisen möchte ich nur folgendes. Herr Jensch sagt: „Nach der Auffassung des Herrn Professor Heyn über den Fließvorgang beim Zugversuch müßte am gestreckten Zugstabe dieselbe Verteilung der Reckspannungen gefunden werden wie am Stabe aus kaltgehämmertem oder kaltgezogenem Material. Denn nach ihr soll beim Zugstabe die Außenschicht stärker gereckt sein als der Kern, wie es beim kaltbearbeiteten Material wohl unstreitbar ist usw.“ (Absatz 5 der zweiten Zurschrift des Herrn Jensch.) Daß dies meiner Auffassung entspricht, muß ich entschieden in Abrede stellen. Meiner Auffassung nach ist dies ein Unsinn. Es fällt mir gar nicht ein, kaltgehämmertes und kaltgezogenes Material bezüglich der Verteilung der Reckspannungen so auf gleiche Stufe zu stellen, da ja die Verteilung der Reckspannungen in beiden geradezu entgegengesetzt ist.

Die Ausführungen des Herrn Jensch über die  $\lambda, \sigma$ -Linien bei den Bauschingerschen Versuchen sind mystisch. Ich werde hierauf nicht näher eingehen, da ich über die Sachlage in einem Vortrage vor der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute am 7. Juli meine Ansichten geäußert habe und der Vortrag in der Zeitschrift „Metall und Erz“ erscheinen wird.

Berlin-Dahlem, den 31. Juli 1918.

E. Heyn.

## Umschau.

### Hochofenvorerhitzer.

Kürzlich wurde in der amerikanischen Literatur über eine Erfindung berichtet<sup>1)</sup>, die darauf beruht, daß die Gebläseluft vor Eintritt in den steinernen Winderhitzer einen nach Art der alten eisernen Röhrenerhitzer gebauten Vorerhitzer durchstreicht, in dem sie zur Schonung der Rohre im Gleichstrom auf höchstens 480° angewärmt wird und danach durch das Kaltwindventil in den eigentlich steinernen Erhitzer tritt. Infolgedessen wird dieser nicht so stark heruntergekühlt und ein geringerer Temperaturabfall in der Windperiode erreicht. Der Staub setzt sich, wie man in sechsmonatigem Betriebe in Newport festgestellt hat, fast gar nicht an. In Lochiel, wo man mit den alten Withwells kaum 565° erzielen konnte, wurden nach dem Einbau von zwei Vorerhitzern durchschnittlich 780 bis 810° erreicht. Bei dem Betriebe nur eines Apparates mit Vorerhitzer fiel die Temperatur in eines zwanzigstündigem Betrieb um 175°. Ähnliches gilt für

Newport mit zwei modernen Robertson-Apparaten. Die Kosten der Vorerhitzer belaufen sich auf ein Drittel eines steinernen. Bei drei oder vier Steinerhitzern kann man nach dem Einbau immer einen oder zwei in Reparatur nehmen, ohne daß das Ausbringen fällt oder die Betriebskosten wachsen. Ohne diesen Zusatz hätte man in Newport und Lochiel wirtschaftlich Ferromangan nie herstellen können.

Der Vorteil der gleichmäßigen Windtemperatur und der Anordnung ist Fallen des Koksverbrauches, Steigerung des Ausbringens, gleichmäßiger Ofengang und Verringerung der Zahl der Erhitzer.

Anmerkung des Berichterstatters: Man kann eine solche Anlage nur als Notbehelf unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse auf den genannten Werken verstehen. Offenbar besaßen die vorhandenen Apparate zu geringe Heizfläche. Eine Verallgemeinerung ist nicht am Platze. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß die Vereinigung eines Vorerhitzers, der im Gleichstrom arbeitet und wegen der Windtemperatur von 480° mit noch weit

<sup>1)</sup> Iron Trade Review 1918, 28. Febr., S. 541.



höheren Abgastemperaturen arbeitet, mit einem steinernen Erhitzer, dessen Abgastemperaturen infolge der hohen Windeintrittstemperatur auch hoch liegen muß, weit unwirtschaftlicher arbeitet als ein Apparat, der genügend Heizfläche bietet, um bei niedrigen Abgas- und Außenluft-eintrittstemperaturen die gewünschte Temperatur zu erzielen.

Der günstige Einfluß, der der Anordnung zugeschrieben wird, kann feuerungs- und betriebstechnisch einwandfreier und sicherer dadurch erreicht werden, daß man die Heizfläche des Steingitters groß genug macht und durch Vergrößerung des nutzbareren Steingewichtes die Wärmeaufnahme-fähigkeit steigert. Es ist dasselbe, als wollte man die Leistung eines zu kleinen Dampfkessels erhöhen, indem man ihm einen besonderen mit Kohle gefeuerten Vorwärmer gibt und die Kesselabgase etwa hinter dem Ueberhitzer in den Kamin ziehen läßt.

Hugo Bansen.

**Neuer Apparat zur Bestimmung der Kugeldruckhärte von Metallen.**

Die Kugeldruckprobe hat in Frankreich eine ausgedehnte Anwendung bei der Prüfung von Granaten gefunden. Um die Dauer des einzelnen Versuches abzukürzen, ohne die Genauigkeit der Ergebnisse ungünstig zu beeinflussen, hat Guillery eine Apparat-anordnung entworfen, über die Le Chatelier, in einer Sitzung der Académie des Sciences<sup>1)</sup> berichtet.

Durch Vorversuche (Zahlentafel 1) wurde festgestellt, daß der durch eine unterschiedliche Geschwindigkeit der Belastungssteigerung verursachte Fehler bei dem Brinellschen Apparat bis zu 8% betragen kann. Die Ausschaltung dieses Fehlers gelingt auf Grund folgender

Ueberlegung. Wird der Druck sofort nach Erreichen der Höchstbelastung von 3000 kg aufgehoben, so fällt der Durchmesser D des Eindruckes etwa um den Betrag dD zu klein aus; er wird größer, wenn die Belastung über 3000 kg hinaus um einen gewissen Betrag dP gesteigert wird. Für dP läßt sich ein bestimmter Wert ermitteln, durch dessen

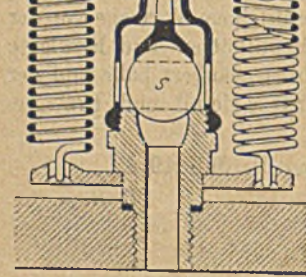


Abbildung 1.

Härteprüfungsapparat nach Guillery.

Zusatz der durch die ungenügende Dauer der Belastung hervorgerufene Fehler ausgeglichen wird. Es besteht folgende Beziehung:

$$\frac{dP}{3000} = \frac{2 dD}{D}$$

<sup>1)</sup> Comptes Rendus 1917, 8. Okt., S. 468/71; vgl. auch Génie Civil 1917, 20. Okt., S. 265/6.

Setzt man z. B., entsprechend Zahlentafel 1 für weichen Stahl, dD = 0,14, so ergibt sich für die Zusatzbelastung:

$$dP = \frac{3000 \times 2 \times 0,14}{4,74} = 177 \text{ kg.}$$

Bei dem von Guillery entworfenen Apparat (Abb. 1) wird die Höchstbelastung selbsttätig durch die Geschwindigkeit der Belastungssteigerung geregelt.

Zahlentafel 1.

Belastungssteigerung kg/sek	Durchmesser mm	Abweichung mm	Härte	Abweichung
a) Weicher Stahl.				
0	4,74	0	159	0
12,5	4,72	0,02	161	2
25	4,70	0,04	163	4
1500	4,60	0,14	171	8
b) Halbhartes Stahl, abgeschreckt, angelassen.				
0	4,094	0	212,5	0
12,5	4,074	0,020	217	4,5
25	4,059	0,035	221,5	9
1500	3,975	0,118	227	14,5

Der Druck auf die Stahlkugel erfolgt durch einen reibungslosen hydraulischen Kolben; ein Ventil in Form einer Kugel S und Federn, deren Spannung und Länge durch Klemmschrauben V und Schraubenmuttern E geändert werden kann, regeln die Kraftübertragung. Durch Vorversuche mit einem Stahl bekannter Härte wird der Apparat so eingestellt, daß die richtigen Durchmesser

Zahlentafel 2.

Art des Stahles	Belastungssteigerung (kg/sek)				
	12,5	100	600	3000	Wert nach Brinell
Weich . . . . .	5,67	5,66	5,67	5,68	5,66
Halbhart, abgeschreckt, angelassen . . . . .	4,40	4,36	4,36	4,36	4,36
Naturhartes Nickel-Chromstahl . . . . .	3,63	3,60	3,59	3,62	3,58
Nickel-Chromstahl, angelassen . . . . .	2,61	2,62	2,62	2,63	2,60

der Eindrücke für zwei etwa im Verhältnis von 1 : 30 auseinanderliegende Geschwindigkeiten der Belastungssteigerung erhalten werden; die Einstellung für die zwischenliegenden Geschwindigkeiten ist damit von selbst gegeben.

Wie aus Zahlentafel 2 hervorgeht, genügt eine einmalige Einstellung für Legierungen verschiedener Zusammensetzung und Wärmebehandlung zum mindesten für mehrere Monate. Die Dauer eines Versuches beträgt etwa 10 sek. A. Meuthen.

**Aus Fachvereinen.**

**Verein Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller.**

Am 2. September 1918 hielt der Verein eine zahlreich besuchte Hauptvorstandssitzung unter Leitung des Reichstagsabgeordneten Justizrat Wilhelm Meyer ab. Der Geschäftsführer des Vereins, Dr. J. Reichert,

berichtete u. a. über „Deutschlands künftige Handelspolitik“. Im Anschluß an den Bericht wurde einstimmig folgender Beschluß gefaßt:

„Die Bestrebungen und Maßnahmen der feindlichen Westmächte zur Fortführung des Wirtschaftskrieges nach Friedensschluß lassen es dringend notwendig erscheinen, daß das Deutsche Reich sich für seine Wirt-



chaftsmacht eine Grundlage schafft, an der die Pläne unserer Feinde scheitern.

Vor allem müssen wir auf eine Festigung der treuen Waffenbrüderschaft zwischen dem Deutschen Reich und der Donau-Monarchie hinwirken. Hierzu kann eine handelspolitische Annäherung zwischen den beiden Kaiserreichen sehr geeignet sein. Dem hohen Ziele nähern wir uns, wenn die gemeinsamen Wirtschaftsfragen eine solche Regelung erfahren, daß die Lebensinteressen beider Mächte voll gewahrt bleiben. Eine solche Regelung ließe sich vor allem auf dem Gebiete des Eisenbahn- und Wasserstraßenverkehrs, der Sozialpolitik, des gewerblichen Rechtsschutzes, des Handels- und Wechselrechts usw. erreichen. Fraglich, ja bedenklich erscheint es dagegen, bei der Neuregelung der Zollverhältnisse über eine gemeinsam geregelte Fassung des Zolltarifs sowie über ein gemeinsames Zollgesetz und ein gemeinsames Zollverfahren hinauszugehen, und zu einer Politik der gegenseitigen Zollbegünstigungen oder eines gemeinsamen Zollvereins zu schreiten, denn dabei besteht nicht nur die Gefahr, daß das Deutsche Reich für die Neuordnung seiner Handelsbeziehungen zu den anderen Staaten eine hinderliche und vielleicht seine künftige Entwicklung sogar gefährdende Fessel anlegt, sondern daß die durch die Zollfreiheit oder Zollermäßigung begünstigte Einfuhr von einem Vertragsstaat in den anderen zu einer Zurückdrängung des Absatzes der heimischen Erzeugnisse führt, also zu Nachteilen, die weder im wohlverstandenen beiderseitigen Interesse liegen, noch von einem Vertragsstaat dem anderen zugemutet werden können. Daher kann nicht verlangt werden, daß das Deutsche Reich zu einer solchen Zollermäßigung schreitet, daß der Schutz der nationalen Arbeit beseitigt wird, wenn Oesterreich-Ungarn gleichzeitig eine hohe Zollmauer beibehält.

Eine handelspolitische Annäherung an Oesterreich-Ungarn kann nur ein Schritt auf dem Wege der Festigung unserer handelspolitischen Zukunft sein, denn ein „wirtschaftlich geeintes Mitteleuropa“ stellt nur einen Teil der Lösung unserer Zukunftsaufgaben dar und gewährt keinen ausreichenden Schutz gegen die angelsächsischen Bestrebungen. Die Sicherung unseres Rohstoffbezuges und unseres Absatzes verlangt vielmehr eine handelspolitische Annäherung einer ganzen Anzahl von kontinental-europäischen Ländern. Die Wiederaufrichtung Europas und die Wahrung seiner gemeinsamen Wirtschaftsinteressen wird die Wiedereröffnung des Weltverkehrs bedeuten.“

## Iron and Steel Institute.

(Fortsetzung von Seite 832.)

T. C. Hutchinson sprach über

### Brennstoffwirtschaft im Hochofenbetrieb<sup>1)</sup>.

Im ersten Teil seines Berichtes führte der Verfasser, zum Teil an Hand von Analysen, aus, wie wichtig es sei, Eisenerze, besonders schwefelhaltige, vor ihrer Verhüttung im Hochofen einer mechanischen Aufbereitung zu unterziehen. Der Schwefelgehalt der Erze und somit der des erblasenen Roheisens kann dadurch bedeutend herabgemindert werden, der Eisengehalt der Erze wird angereichert, der Prozentsatz der nötigen Zuschläge fällt, und damit steigt das Ausbringen aus dem Möller. Vor allem aber ergibt sich aus diesen Gründen eine ganz bedeutende Koksersparnis.

Die Skinningrove Iron Company besitzt fünf Hochofen von je 25 m Höhe; der Durchmesser an der Gicht beträgt 7 m, der Rastdurchmesser 7,9 m; jeder Ofen hat sechs Blasformen. Auffallenderweise blieb zu Beginn der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die Jahreserzeugung der Ofen 1 und 2 hinter der Durchschnittserzeugung aller Cleveland-Ofen um je 1500 bis 2000 t

zurück, und alle damals angewandten Mittel zur Abhilfe scheiterten. Da schritt man zu folgendem Versuch:

Es wurde ein genaues Modell dieser Ofen geschaffen, und zwar im Maßstab 1 : 48. Entsprechend diesem Maßstab wurde auch der Gichtverschluß, ein Parrytrichter von 4,0 m  $\Phi$ , in entsprechender Verkleinerung dem Modell eingefügt, sowie die Beschickungsmaterialien zerkleinert. Die Größe der Erzstücke für die auszuführenden Versuche betrug dann von 3 mm abwärts bis zu den feinsten Teilchen. Die Größe des Kalksteines und des Kokses lag zwischen 3 und 40 mm. Am Fuße des Modells war eine Öffnung angebracht, durch die das Füllmaterial während des Gichtens langsam wieder herausgezogen werden konnte, um so das Niedergehen der Beschickung im Hochofen nachzuahmen. Das Modell war mitten durchgeschnitten, jede Hälfte der Länge nach mit einer Glasscheibe versehen. War das Modell gefüllt (was genau wie beim Hochofen

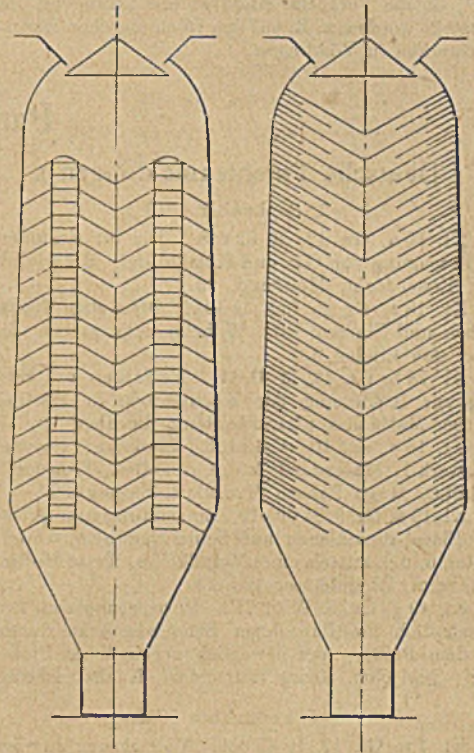


Abbildung 1 und 2. Schematische Darstellung der Anordnung der Beschickung im Ofen.

gesah, indem Erzgichten mit Kalk- und Koksichten wechselten), dann wurde das Modell auseinandergeklappt. Es zeigte sich nun, daß der oberste Teil der Beschickung stets zwei Kegel von 1,5 m Höhe bildete, deren Spitzenweite etwa dem unteren Durchmesser des Gichttrichters entsprach. Von oben gesehen stellten sich diese Unebenheiten der Beschickung natürlich als konzentrische Ringe dar (Abb. 1). Die mittlere Säule sowie die Randpartien bestanden aus grobstückigem Material, Koks, Kalkstein und größeren Erzklumpen, während die ringförmigen Säulen unter den Kegelspitzen hauptsächlich aus feinem Erz- und Koksstaub bestanden. Nun änderte man die Versuche ab, indem man den Durchmesser des Gichttrichters vergleichlich auf 4,8 m vergrößerte, und wiederholte das Begichten in derselben Weise; jetzt zeigte es sich, daß das Beschickungsmaterial, das Ofenmodell im Querschnitt betrachtet, einen einzigen umgekehrten Kegel bildete mit der Spitze nach unten, und zwar fand sich nun unmittelbar an der Schachtwand das ganz feine Material vor, während es nach der Mitte zu immer grobstückiger wurde (Abb. 2).

<sup>1)</sup> Ir. Coal Tr. Rev. 1918, 3. Mai, S. 490/1, und S. 477.



Die Folgerungen, die man aus diesen Versuchen<sup>1)</sup> zog, führten nun dazu, daß man bei den beiden Hochöfen 1 und 2 den Durchmesser des Gichttrichters von 4,0 m auf 4,8 m vergrößerte, indem man am Umfang einfach Bleche annietete; auf diese Weise erreichte man in den Öfen ein Niedergehen der Beschickung entsprechend der zweiten Versuchsausführung. Zur Ueberraschung der Hütte stieg nun die Leistung der beiden genannten Öfen um mehr als 20 %; während gleichzeitig der Koksverbrauch um etwa 10 % zurückging.

Den geringeren Brennstoffverbrauch erklärt Hutchinson damit, daß die feinen Erz- und Kokssteilchen, die längs des Ofenschachtes einen schiefen undrehdringlichen Ring bildeten, die Wärmestrahlung nach außen hin bedeutend zurückhielten und obendrein auch das Mauerwerk vor der Zerstörung bewahrten. Zum Beweise führt

<sup>1)</sup> Solche Versuche sind bei uns schon vor Jahren angestellt worden, z. B. auf den Röchlingsöfen Eisen- und Stahlwerken in Völklingen.

er die Analyse des Schachtsatzes an, die aus dem Jahre 1900 stammt, als nach 19jähriger Betriebsdauer der Ofen 1 infolge größerer Risse am Schacht ausgeblasen werden mußte. Bei der Reparatur des Schachtes fand man einen fest zusammengebackenen Ring vor, und die dem Ring anliegenden feuerfesten Steinmassen waren noch völlig unversehrt. Die chemische Analyse dieses Ofensatzes war:

Metallisches Eisen und magnetisches Metalloxyd . . . . .	17,00 %
SiO <sub>2</sub> . . . . .	10,54 %
Unmagnetisches Eisenoxyd . . . . .	14,43 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,88 %
CaO . . . . .	7,65 %
MgO . . . . .	1,74 %
C . . . . .	39,26 %
Alkalien . . . . .	1,49 %
	99,99 %

Dipl.-Ing. Eugen Piwowarski.

(Fortsetzung folgt.)

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen<sup>1)</sup>.

2. September 1918.

Kl. 10 a, Gr. 12, K 62 688. Tür für Kammeröfen zur Erzeugung von Gas und Koks u. dgl. Heinrich Koppers, Essen-Ruhr, Moltkestr. 29.

Kl. 18 a, Gr. 2, Sch 51 444. Ofen zum Trocknen, Glühen und Sintern. Dr. Wilhelm Schumacher, Berlin, Unter den Linden 9.

Kl. 18 b, Gr. 13, M 61 831. Verfahren und Einrichtung zur Abkürzung der Kochperiode in Martinöfen. Walther Mathesius, Charlottenburg, Berliner Str. 172.

Kl. 18 c, Gr. 10, F 43 135. Stoßofen. Façonisen-Walzwerk L. Mannstadt & Cie. Act.-Ges., Troisdorf, und Dipl.-Ing. Hugo Bansen, Troisdorf, Siegstr. 20.

Kl. 19 a, Gr. 9, H 69 619. Einrichtung zum Befestigen von Eisenbahnschienen auf Schienenstühlen, Unterlagsplatten u. dgl. mittels eines Metallkeiles. Peter Hoffmann, Mannheim, Rheinhäuserplatz 13.

Kl. 49 g, Gr. 8, W 50 712. Vorrichtung zum Pressen vornehmlich breitflanscher Schmiedestücke durch ein mit dem Preßstempel beweglich verbundenes Preßwerkzeug. Dipl.-Ing. Georg Waroldorf, Neubabelsberg.

5. September 1918.

Kl. 7 a, Gr. 17, R 45 886. Vorrichtung zum selbsttätigen Einführen von Walzgut ovalen oder sonstigen Querschnitts in das Walzwerk. Rombacher Hüttenwerke, Franz Torkar und Friedrich Trappiel, Rombach i. Lothr.

Kl. 18 a, Gr. 6, A 30 054. Einrichtung zum Begichten von Schachtöfen. Heinrich Aumund, Danzig-Langfuhr, Am Johannisberg 16/17.

Kl. 18 b, Gr. 13, P 35 259. Verfahren zur Herstellung eines stark kohlenhaltigen Eisenschwammes. Heinrich Poetter, Düsseldorf, Hansahaas.

Kl. 31 c, Gr. 27, F 42 872. Stopfenstange für die Regulierung des Ausgusses bei Gießpfannen. Friedrich Fuchs, Crefeld, Neuffer Straße 35.

Kl. 35 b, Gr. 7, K 65 677. Stromzuführung für Lastmagnete von Kranen. Fried. Krupp Akt.-Ges. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen, Niederrh.

Kl. 81 e, Gr. 25, B 81 485. Koksverlader mit Verlade-schaukel. Zus. z. Pat. 299 830. Hermann Bierbüsse, Essen-Rellinghausen.

Kl. 81 e, Gr. 30, M 62 786. Antrieb für Rollgänge. Maschinenfabrik Sack, G. m. b. H., Düsseldorf-Rath.

<sup>1)</sup> Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

### Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

2. September 1918.

Kl. 7 a, Nr. 685 861. Geschwindigkeitswechselgerät für zusammengehörige Walzenstraßen mit verschiedenen Walzgeschwindigkeiten. Dingler'sche Maschinenfabrik A.-G., Zweibrücken.

Kl. 7 a, Nr. 685 872. Duowalzwerk. Deutsche Maschinenfabrik A.-G., Duisburg.

Kl. 7 a, Nr. 685 891. Vorrichtung zum Verhüten des einseitigen Aufhebens der Zentrierrollen während des Walzens. Peter Homey, Mülhofen, Post Engers, Rh.

Kl. 7 c, Nr. 685 993. Richtmaschine für Bleche, Stab-, Profil-, Fasson-Eisen o. dgl. Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

Kl. 18 c, Nr. 686 006. Vorrichtung zum Einsetzen und Ausheben von Band-Flach- und Drahtlingen in und aus den Glühkesseln. Fa. Wilh. Berg, Altena i. W.

Kl. 18 c, Nr. 686 007. Vorrichtung zum Einsetzen und Ausheben von Drahtlingen in und aus den Glühkesseln. Fa. Wilh. Berg, Altena i. W.

Kl. 18 c, Nr. 686 015. Werkbank-Härte- und Glühofen für Gasheizung. Simplon-Werke Albert Baumann, Aue, Erzgeb.

Kl. 31 b, Nr. 685 875. Sandkernmaschine. Otto Zieles, Chemnitz, Fritz-Router-Str. 12.

Kl. 31 c, Nr. 685 876. Kern. Wilhelm Kurze, Neustadt a. R. b. Hannover.

Kl. 31 c, Nr. 685 889. Vorrichtung zum Ausgießen, von eisernen Injektoren mit Blei zum Fördern von Säure. Otto Richter, Katernberg b. Essen.

Kl. 31 c, Nr. 685 894. Unterlagplatte für Kernstützen, welche den Durchtritt des Materiales und das Entweichen der Gase gestattet. Christian Leuchter, Düsseldorf-Rath, Rather Kirchplatz 3.

Kl. 48 a, Nr. 686 014. Kathode zum Entzinnen von Hohlgefäßen. G. Regeler & Co., Berlin.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 b, Nr. 302 862, vom 5. Februar 1916. Zusatz zu Nr. 302 675; vgl. St. u. E. 1918, S. 689. Stahlwerke Rich. Lindenberg A.-G. in Remscheid-Hasten. Verfahren zur Herstellung von kohlenstoffarmen Ferrolegierungen.

Zur Erzeugung kohlenstoffarmer Ferrolegierungen des Wolframs, Molybdäns, Vanadiums, Titans, Kobalts und Bors werden die technisch reinen Oxyde dieser letzteren unter Zusatz von Kalk auf ein Bad von erhitztem Ferrosilizium aufgebracht.



## Statistisches.

Großbritanniens Hochöfen Ende Juni 1918<sup>1)</sup>.

Hochöfen im Betriebe	Vorhanden am 30. Juni 1918	Im Betriebe						
		durchschnittlich		am 30. Juni 1918	davon gingen am 30. Juni auf			
		April-Juni 1917	1918		Hämatt- Robeisen	Puddel- und Gießerei- Robeisen	Basisches Robeisen	Ferro- mangan usw.
Schottland . . . . .	102	86	87	86	59	21	5	1
Durham und Northumberland	42	29	27	27	11	7	5	4
Cleveland . . . . .	73	49	48	48	10	23	13 <sup>2)</sup>	2
Northamptonshire . . . . .	21	11	12 <sup>2/3</sup>	13	—	8	5	—
Lincolnshire . . . . .	22	15	18	18	—	2	16	—
Derbyshire . . . . .	45	29 <sup>1/3</sup>	32	33	—	19	11	3 <sup>2)</sup>
Nottingham u. Leicestershire	8	5	5	5	—	5	—	—
Süd-Staffordshire und Wor- cestershire . . . . .	31	16	18	18	—	10	8	—
Nord-Staffordshire . . . . .	23	13	13	13	—	8	5	—
West-Cumberland . . . . .	34	20	20	20	18	—	—	2
Lancashire . . . . .	35	17	17	17	10	—	4	3
Süd-Wales . . . . .	30	14	15 <sup>1/3</sup>	16	12	—	4	—
Süd- und West-Yorkshire . .	22	13	12	12	—	4	8	—
Shropshire . . . . .	6	2	2	2	—	1	1	—
Nord-Wales . . . . .	5	3	2	2	—	—	1	1 <sup>3)</sup>
Gloucester, Somerset, Wilts.	2	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	501 <sup>4)</sup>	322 <sup>1/3</sup>	329	330	120	108	86	16

Am 30. Juni 1918 befanden sich in Großbritannien 12 neue Hochöfen im Bau, und zwar je einer in Cleveland, Yorkshire, South Staffordshire, Lincolnshire und North Staffordshire, vier in Lancashire und drei in South Wales.

## Großbritanniens Bergbau im Jahre 1917.

Nach amtlichen Mitteilungen<sup>5)</sup> wurden im Jahre 1917. verglichen mit den Ergebnissen des voraufgegangenen

<sup>1)</sup> Nach The Iron and Coal Trades Review 1918, 9. Aug., S. 156. — Die dort abgedruckte Zusammenstellung führt die sämtlichen britischen Hochofenwerke namentlich auf. — Vgl. St. u. E. 1918, 20. Juni, S. 573; 1917, 13. Sept., S. 846.

<sup>2)</sup> Einschließlich der Hochöfen, die Cleveland-Roh-eisen zur Stahlerzeugung herstellen.

<sup>3)</sup> Hochöfen zur Herstellung von besonderen Eisen-sorten.

<sup>4)</sup> In der Quelle irrtümlich 500.

<sup>5)</sup> In The Board of Trade Journal 1918, 15. Aug., S. 225.

Jahres<sup>1)</sup>, in Großbritannien und Irland u. a. folgende Mineralien gewonnen:

Gegenstand	1917 t	1918 t
Steinkohlen . . . . .	252 475 228	260 477 371
Braunkohlen . . . . .	914	508
Eisenerz . . . . .	15 083 266	13 710 573
Schwefelkies . . . . .	8 651	10 649
Manganerz . . . . .	10 101	5 220
Kupfererz und Kupfer- niederschlag . . . . .	65 912	55 607
Bleierz . . . . .	15 567	17 381
Zinnerz . . . . .	6 681	8 018
Zinkerz . . . . .	7 604	8 612
Wolframerz . . . . .	245	400
Kalkstein . . . . .	10 621 992	10 710 238

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 1918, 7. Febr., S. 119.

## Wirtschaftliche Rundschau.

Zur Lage der Eisengießereien. — Nach dem Reichs-Arbeitsblatt<sup>1)</sup> blieb der Geschäftsgang bei den Eisengießereien Westdeutschlands im Juni 1918 ebenso flott wie in den vorhergehenden Monaten. Es mangelte zum Teil an kräftigen Leuten. Oft waren Ueberstunden und Sonntagsarbeit erforderlich. Aus Mitteldeutschland lauten die Berichte nicht gleichmäßig. Zumeist wird der Beschäftigungsgrad als gut oder normal bezeichnet; andere Berichte sprechen von einer Verschlechterung gegenüber dem Vormonate infolge Arbeitermangels. Die Berichte aus Schlesien lauten, wie im Juni, überwiegend günstig. Veränderungen gegen die gleiche Zeit des Vorjahres waren nicht zu verzeichnen, die Löhne stiegen weiter; häufig wurde in Tag- und Nachtschichten sowie an Sonntagen gearbeitet. Soweit aus Süddeutschland Berichte vorliegen, schildern sie die Lage als befriedigend. — Nach derselben Quelle<sup>2)</sup> stellen die Eisen-

gießereien Westdeutschlands den Geschäftsgang im Juli 1918 als unverändert gut dar. Auch gegenüber dem Vorjahre änderten sich die Verhältnisse nicht; teilweise wird der Versand im Vergleich zum Vormonate als besser gekennzeichnet. Auch in Mitteldeutschland erfuhr, ebenso wie in Schlesien und Süddeutschland, der Umfang der Beschäftigung nach den eingegangenen Berichten keine Veränderung. Vereinzelt wird dem Vorjahre gegenüber eine Abschwächung, andererseits aber auch eine Steigerung des Einganges von Bestellungen sowohl im Vergleich zum Juni dieses Jahres als auch zum Juli 1917 gemeldet.

Ausnahmetarif 7 k für schwedische Erze von den Seehäfen nach dem Ruhrgebiete. — Für Eisenerz, das von Schweden vor dem 1. Januar 1918 eingeführt und in Seehafenstationen eingelagert war, bestand bis zum 31. Mai 1918 der Ausnahmetarif 7 k<sup>1)</sup>. Die Gültigkeitsdauer dieses Ausnahmetarifes ist gemäß einer Bekanntmachung

<sup>1)</sup> 1918, 27. Juli, S. 478.

<sup>2)</sup> Reichs-Arbeitsblatt 1918, 22. Aug., S. 554.

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 1918, 17. Jan., S. 61.



der Kgl. Eisenbahndirektion Essen nunmehr im Verkehr von den Stationen Altona, Bremen Hbf., Bremen Neustadt Gbf., Bremen Weserbf., Bremen Zollausschluß, Emdon, Emden Außenhafen, Harburg Hbf., Harburg U. E., Nordenham, Nordenham Fischereihafen, Stettin Frei- bezirk und Stettin Hgbf. bis zum 31. Dezember 1918 verlängert worden. In den Frachtbriefen muß das Lager, aus dem das Eisenerz geladen worden ist, angegeben und ferner bescheinigt werden, daß die Erze vor dem 1. Januar 1918 eingelagert worden waren.

**Gütertarif für den Privatverkehr mit der Ukraine.** — Mit Gültigkeit vom 1. September ab ist unter der Bezeichnung „Deutsch-polnisch-ukrainischer Gütertarif“ ein von der Militär-Generaldirektion der Eisenbahnen in Warschau herausgegebener Privatgütertarif für Wagenladungen erschienen, der den Eisenbahngüterverkehr von und nach der Ukraine regelt. Der Tarif enthält die Frachtsätze zwischen den deutsch-polnischen Uebergangsstationen Aleksandrowo, Jllowo Landesgrenze, Prostok, Skalmierzyce und Sosnowice W. W. einerseits zur Umbehandlung nach und von Deutschland und den Stationen Baranowitschi, Goloby, Pinsk und Powursk (Stationen der Eisenbahnen im deutschen Militärbezirke des besetzten östlichen Gebietes) andererseits. Als Empfängerin der Richtung aus Deutschland und als solche in der Richtung nach Deutschland wird in den Frachtbriefen nur zugelassen die Expreß-Gesellschaft m. b. H. in Berlin W 8, Behrenstr. 48. Die Frachtbriefe müssen lauten in der Richtung von Deutschland: von der deutschen Versandstation bis Baranowitschi, Goloby, Pinsk und Powursk, nach Deutschland: von Baranowitschi, Goloby, Pinsk und Powursk bis zu der über die deutsch-polnischen Uebergangsstationen hinaus gelegenen deutschen Bestimmungsstation. — Die Frachtberechnung erfolgt bis und von der deutsch-polnischen Uebergangsstation nach den allgemeinen deutschen Tarifklassen oder den bestehenden Ausnahmetarifen. Für die ukrainische Strecke kommen die Sätze des ukrainischen Lokaltarifes in Frage. Der oben bezeichnete Tarif ist bei den deutschen Güterabfertigungsstellen zu beziehen.

**Bergbau- und Hütten-Aktien-Gesellschaft Friedrichshütte zu Herdorf.** — Nach dem Berichte des Vorstandes arbeitete die Gesellschaft auch in dem am 30. Juni 1918 abgeschlossenen Geschäftsjahre lediglich für den mittelbaren und unmittelbaren Kriegsbedarf. Dadurch, daß die benötigten Rohstoffe zum Teil im eigenen Betriebe erzeugt wurden und einige Betriebsverbesserungen schon zur Geltung kamen, war es trotz der im übrigen andauernden bekannten Schwierigkeiten möglich, ebenso günstig wie im Vorjahre zu arbeiten. Die vor dem Kriege bereits angefangenen und weiter noch vorgesehenen umfangreichen Neuanlagen, die in erster Linie der Ausnutzung der Hochofengase zur Ersparung von Brennstoffen und Arbeitskräften dienen, sind zum großen Teile fertig und im Betriebe. Außerdem wurden in sämtlichen Betrieben auch noch andere Neubauten, Ausbauten und Verbesserungen vorgenommen, um den Kohlenverbrauch weiter einzuschränken und die menschlichen Kräfte durch maschinelle zu ersetzen. Die vorliegenden Aufträge sichern noch für längere Zeit die Beschäftigung der Werke. — Der Abschluß weist neben 2 199 761,14  $\mathcal{M}$  Vortrag einen Ueberschuß von 6 423 730,41  $\mathcal{M}$  auf; an allgemeinen Unkosten, Steuern und Kriegshilfen waren 657 740,92  $\mathcal{M}$ , für die Unterstützungskasse 150 000  $\mathcal{M}$  und für die Ruhegehaltskasse 200 000  $\mathcal{M}$  aufzuwenden; ferner wurden 1 225 925,41  $\mathcal{M}$  auf die Bergwerks- und Hüttenanlagen abgeschrieben, 945 603,41  $\mathcal{M}$  für den Erneuerungsbestand, 4000  $\mathcal{M}$  für Zinsbogensteuer, 1 000 000  $\mathcal{M}$  zur Ueberleitung in die Friedenswirtschaft und 929 200  $\mathcal{M}$  für die Kriegsgewinnsteuer zurückgestellt, sowie 12 000  $\mathcal{M}$  dem Aufsichtsrate vergütet. Demnach ergibt sich ein Reingewinn von 3 499 021,81  $\mathcal{M}$ . von dem zunächst die vertrags- und satzungsmäßigen Gewinnanteile mit 103 555,55  $\mathcal{M}$  bestritten, ferner 1 200 000  $\mathcal{M}$  (30 %) als

Gewinn ausgeteilt und die übrigen 2 195 466,26  $\mathcal{M}$  auf neue Reobnung vorgetragen werden sollen.

**Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum** — Gewerkschaft Friedrich der Große, Herne (Westf.). — Die am 3. September 1918 abgehaltene außerordentliche Hauptversammlung des Bochumer Vereins genehmigte ebenso wie die am gleichen Tage zusammengetretene Gewerkschaftsversammlung der Zeche Friedrich der Große (die schon früher!) hier mitgeteilten Vorschläge zur Verschmelzung der beiden Unternehmungen. Im Zusammenhange hiermit beschloß die zuerst erwähnte Versammlung die geplante Kapitalerhöhung des Bochumer Vereins auf 57 Millionen  $\mathcal{M}$ . Kommerzienrat Dr. W. Baare machte, in Ergänzung der früheren Auslassungen seiner Verwaltung über den Ankauf der Zeche, noch nähere Mitteilungen über die technische Seite der Vorlage. Er betonte u. a., daß die eigenen Zechen Engelsburg und Karolinenglück nur noch für wenige Jahrzehnte Kohlen hätten. Bei Teutoburgia könne man noch auf eine Lebensdauer von 80 bis 90 Jahren rechnen. Um den Bedarf an Fettkohle zu decken, müsse man auf eine Jahreserzeugung von 1 Million t kommen. Der jetzige Tagesbedarf stelle sich auf rd. 1000 t, bei ungünstiger Beschaffenheit sogar auf 1200 t. Nach der beabsichtigten vollständigen zeitgemäßen Umgestaltung der Hochofenanlage werde der Bedarf noch erheblich steigen. Die Sicherung von Koks- und Kohle sei auch notwendig gewesen, um die mit großen Kosten erbauten Anlagen auf der Zeche Karolinenglück in Betrieb halten zu können. Man habe Gelegenheit, die Zeche Friedrich der Große an die Hafenbahn anzuschließen, die demnächst die Zeche Teutoburgia mit dem Bochumer Verein verbinden werde und deren Weiterführung nach dem Kanal ins Auge gefaßt sei. Dadruch, daß Friedrich der Große und Teutoburgia miteinander marktscheidend, ließen sich die Arbeiter- und Wohnungsverhältnisse besser regeln. Auch könnten verschiedene Einrichtungen, die auf Friedrich der Große geplant gewesen seien, jetzt erspart werden. Die Zeche gewähre die Möglichkeit, die jetzige Förderung von 1 auf 2 Millionen t zu steigern. Mit einem Kohlenvorrat von 130 bis 140 Millionen t verbürge sie eine Deckung des Kohlenbedarfes für über hundert Jahre

**Gebr. Stumm, G. m. b. H. zu Neunkirchen a. d. Saar.** — In das Handelsregister zu Koblenz ist die Errichtung einer Zweigniederlassung der Firma in Koblenz-Lützel unter dem Namen Gebr. Stumm, G. m. b. H., Abteilung Schiffswerft Koblenz-Lützel, eingetragen worden. Das Stammkapital der Gesellschaft beträgt zurzeit 36 Millionen  $\mathcal{M}$ .

**Vereinigte Stahlwerke von der Zypen und Wissener Eisenhütten, Aktien-Gesellschaft, Köln-Deutz.** — In dem Berichte über das am 30. Juni 1918 abgelaufene Geschäftsjahr geht der Aufsichtsrat zunächst einleitend auf ein Urteil des Reichsgerichtes ein, das den Beschluß der Hauptversammlung vom 20. Oktober 1915 bezüglich der Gewinnverteilung aufgehoben und damit eine Berichtigung der Jahresabschlüsse für 1914/15 bis 1916/17 notwendig gemacht hat. Der sich bei der erneuten Berechnung des Gewinnanteiles des Aufsichtsrates für das Jahr 1914/15 ergebende Unterschied von 509 132,53  $\mathcal{M}$  wurde auf neue Rechnung der folgenden Geschäftsjahre vorgetragen. Ein weiterer Betrag von 113 183,79  $\mathcal{M}$  Gewinnanteilgeldern, die der Gesellschaft früher von Mitgliedern des Aufsichtsrates zur Verfügung gestellt worden war, soll nebst Zinsen dem Gewinne des letzten Geschäftsjahres zugeschrieben werden. Die veränderten Ziffern der früheren Abschlüsse sind in der auf S. 859 abgedruckten Zusammenstellung berücksichtigt. — Nach dem Berichte des Vorstandes gelang es, im verflossenen Geschäftsjahre die Förderung der Gruben auf der vorjährigen Höhe zu erhalten und die Erzeugung des Hochofenwerkes sogar wesentlich zu steigern, während die Herstellung von Rohstahl gegenüber dem Vorjahre etwas zurückblieb. Im Gruben-

<sup>1)</sup> St u. E. 1918, S. Aug., S. 740.



betriebe entsprach eine Erhöhung der Verkaufspreise für Roh- und Rostspat nicht annähernd den gewaltig gesteigerten Selbstkosten. Der Besitz von Eisensteinbetriebe wurde wiederum vermehrt. Im Hochofenbetriebe wurde fast ausschließlich Spiegeleisen erblasen. Während ein Ofen im verflossenen Jahre zweimal vorübergehend gedämpft werden mußte, standen drei andere ununterbrochen im Feuer. Der Erlös aus den vom Stahlwerks-Verband erfaßten Erzeugnissen des Stahlwerksbetriebes befriedigte nicht; doch wurde infolge besonderer Verhältnisse das Gesamtergebnis des Unternehmens davon nur unerheblich beeinflusst. Der Ersatzbau der Rädeischmiede wurde vollendet und ferner der bereits 1916 begonnene Bau einer neuzeitlichen chemischen und physikalischen Versuchsanstalt fertiggestellt. Außerdem wurde ein größeres Gebäude zur Unterbringung einiger Nebenbetriebe errichtet. Die vor zwei Jahren in Angriff genommenen größeren Neu- und Umbauten der Blechwalzwerke können im großen und ganzen als abgeschlossen angesehen werden. Von den 20 Straßen konnten etwa 16 das ganze Jahr in Betrieb gehalten werden; dabei wurde die nach wie vor stürmische Nachfrage nach Feinblechen nicht befriedigt.

Ueber die wichtigsten Abschlußziffern im Vergleich mit denen der Vorjahre gibt folgende Zusammenstellung Aufschluß:

in M	1914/15	1915/16	1916/17	1917/18
Aktienkapital . . .	17 000 000	17 000 000	17 000 000	17 000 000
Anleihen . . .	2 603 060	2 402 040	2 203 080	2 005 100
Rücklage . . .	4 367 296	4 367 296	4 367 296	4 367 296
Grundbesitz und Anlagen . . .	21 371 116	19 409 163	15 788 200	14 060 413
Lagerbestände . . .	5 461 163	6 021 241	4 542 975	3 052 091
Wertpapiere . . .	417 367	7 866 398	18 297 081	18 681 131
Hankguthaben . . .	2 675 629	5 740 932	6 163 846	7 418 630
Sonstige Guthaben . . .	3 845 043	7 152 260	10 351 567	10 121 172
Gläubiger . . .	4 429 845	5 775 083	8 683 659	12 453 747
Vortrag aus voriger Rechnung . . .	1 163 137	1 072 922	1 672 022	1 672 922
Gewinn aus dem Geschäftsbetriebe . . .	5 466 185	17 322 622	17 394 076	16 246 718
Abschreibungen . . .	1 654 267	3 763 745	5 332 861	4 897 260
Schuldverschreibungszinsen . . .	108 000	—	—	—
Zuweisung z. Hochofen-Erneuerungsschätze . . .	50 000	100 000	100 000	100 000
Rückstellung für Kriegsgewinnsteuer . . .	—	5 000 000	5 000 000	5 000 000
Rückstellung für Umstellung auf Friedensarbeit . . .	—	1 500 000	—	—
Reingewinn einsch. Vortrag . . .	4 817 065	8 631 799	8 634 137	6 922 380
Gewinnanteile . . .	59 143	1 010 377	961 215	444 263
Gewinnausteil . . .	2 040 000	4 250 000	4 250 000	4 250 000
„ % . . .	12	25	25	25

## Bücherschau.

Stellwaag, A., Dipl.-Ing.: Die Rohstoffgrundlagen der deutschen Eisenindustrie im 20. Jahrhundert. (Eine Friedensfrage.) (Mit 6 Schaubilder-Beil.) Berlin (W., Lützowstr. 85b): Bedazet, Buchverlag, [1918]. (56 S.) 8°. 2,50 M.

Die augenblickliche militärische und politische Lage läßt uns erkennen, daß der Friedensschluß zur Entscheidung noch nicht reif ist. Aber eine Frage, die unserer künftigen Eisenerzversorgung, ist sicher spruchreif. Sie kennzeichnet sich in den zwei kleinen Worten „Longwy-Briey“, die heute in aller Munde sind. Der Veröffentlichungen hierüber sind Legion, und je mehr die Frage besprochen, je tiefergründiger sie behandelt wird, desto mehr wird sie in ihren Einzelheiten erörtert. Ich erinnere nicht nur an das geologisch-wissenschaftliche Gutachten der Professoren Beyschlag und Krusch, sondern auch an die zahlreichen Äußerungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller und des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, an das geschichtliche Gutachten des Professors Martin Spahn u. a.<sup>1)</sup> Beim Ueberblick über diese ganze Literatur darf man aber nicht vorübergehen an der oben angezeigten leserwerten kleinen Schrift.

Ausgehend von der Tatsache, daß Eisenerz und Kohle Urstoffe für die Eisenindustrie sind und daß hinsichtlich der Kohle der deutschen Eisenwirtschaft kaum je nennenswerte Schwierigkeiten entstehen werden, betont der Verfasser die bedenkliche Lage, die in der unzureichenden Ertragsfähigkeit der deutschen Eisenerz-Lagerstätten begründet ist. Er bedient sich rein mathematischer Formeln, um den Umfang der Lagerstätten zu berechnen. Die Grundlagen hierfür sind die Angaben des 11. Geologenkongresses zu Stockholm im Jahre 1910. Stellwaag sieht davon ab, auch diejenigen Erzmengen in die Betrachtung einzubeziehen, die als zu erhoffende Erzvorräte in der genannten Statistik erscheinen. Die Untersuchung wird beschränkt auf die erschlossenen und die sofort greifbaren Lagerstätten. Gleichzeitig setzt er für die nächsten Jahrzehnte ungefähr die gleichen Förderungsbedingungen voraus, unter denen zur Zeit

Eisenerz gewonnen werden. Seine mathematische Formel ergibt sich aus der Vergleichung von drei Lagerstättenfaktoren, nämlich dem verfügbaren Lagerstättenvorrat, der jährlichen Grubenförderung und der wahrscheinlichen Lebensdauer. Er berücksichtigt außerdem, daß von der Eröffnung des Bergbaues an die jährliche Förderung während der Aufschließungszeit allmählich bis zu einer günstigsten Höhe, dem sogenannten Höchstleistungszeitraume, steigt, und daß dann der Bergbau allmählich wieder zu einem langsamen Sinken der jährlichen Förderung führt, um schließlich in dem Stilllegungsabschnitte zu endigen.

Die deutschen Lagerstätten werden unter Berücksichtigung dieser Gedanken in einzelnen beleuchtet, und es ist eigenartig, wie der Verfasser auf diese Weise ungewollt zu demselben Ergebnis gelangt, das in dem geologischen Gutachten der Professoren Beyschlag und Krusch festgelegt worden ist. Er erörtert in einem folgenden Abschnitt den Verbrauch und Bedarf an Eisenerzen zur Durchführung der Stahlwirtschaft, um daraus die Eisenschlußrechnung in der Kriegsfolgezeit abzuleiten. Er nimmt es ebenfalls als Tatsache hin, daß die deutsche Eisenwirtschaft schon lange vor Beendigung des 20. Jahrhunderts gefährlicher Weise geschwächt sein wird, weil die Rohstoffgrundlage zu eng ist. Seine Forderung läuft deshalb darauf hinaus, bezüglich der deutschen Erzgrundlage Vorratswirtschaft zu treiben und diese dadurch zu stärken, daß im Friedensschlusse dem deutschen Reichsgebiete vor den Toren liegende Erzgebiete einverleibt werden. Dies gebietet auch der Umstand, daß nach Auffassung des deutschen Bergbaues Deutschland in die bedenklichste Abhängigkeit vom Auslande kommen würde. Selbst wenn der Verbrauch von Schrott immer weiter ausgedehnt werden sollte, so sei doch die restlos gesicherte Verfügung über die französischen Minette-Erze eine unbedingte Lebensnotwendigkeit des deutschen Volkes. — Es kann nur jedem empfohlen werden, die überzeugende Schrift zu lesen.

Berlin.

Assessor K. Dittmar.

Ferner sind der Schriftleitung zugegangen:

Geißler, Dr.-Ing. Richard, Patentanwalt: Der Schraubenpropeller. Eine Darstellung seiner Entwicklung nach dem Inhalt der deutschen, amerikanischen und

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 1918, 17. Jan., S. 62/4; 4. April, S. 302/3; 11. April, S. 326; 2. Mai, S. 382/6; 9. Mai, S. 431.



- englischen Patentliteratur. Mit 178 Textfig. und Patentlisten (und 1 Doppeltaf.). Berlin: Julius Springer 1918. (2 Bl., 78 S.) 8°. 12 M.
- Gesteschi, Dr.-Ing. Th.: Der wirtschaftliche Wettbewerb von Eisen und Eisenbeton im Brückenbau. Massen und Kosten, sowie Kostenvergleiche von Eisen- und Eisenbetonbrücken. Mit 24 Abb., 30 Zahlentaf. im Text und 4 Taf. im Anh. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn 1918. (VIII, 118 S.) 8°. 8 M.
- Gerbel, M., Ingenieur, beh. aut. Zivil-Ingenieur für Maschinenbau und Elektrotechnik und Dampfkesselinspektor: Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. (Abfallenergie-Verwertung.) Mit 9 Textfig. Berlin: Julius Springer 1918. (VI, 109 S.) 8°. 3 M.
- Goldreich, A. H., Ingenieur, Wien: Die Kohlenversorgung Europas. Mit 44 Abb. Berlin (N., Friedrichstraße 105 b) und Wien: Urban & Schwarzenberg 1918. (VIII, 268 S.) 8°. 12 M.
- Linde, Richard, Beratender Ingenieur in Berlin: Das amerikanische Patent. Berlin (W. 57): Dr. Heinrich Lux 1918. (132 S.) 8°. 6,50 M. geb. 8 M.
- Klingenberg, Dr. G., Professor: Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. Mit 16 Textfig. Berlin: Julius Springer 1918. (60 S.) 8°. 2,40 M.
- Kucharski, W., Ingenieur in Hamburg: Strömungen einer reibungsfreien Flüssigkeit bei Rotation fester Körper. Beiträge zur Turbinentheorie. Mit 61 Textabb. München und Berlin: R. Oldenbourg 1918. (2 Bl., 147 S.) 8°. 5,70 M.
- Lukey, Paul, Oberlehrer am Städt. Oberlyzeum zu Elberfeld: Einführung in die Nomographie. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner. 8°.
- T. 1. Die Funktionsleiter. Mit 24 Fig. im Text u. 1 Taf. 1918. (IV, 43 S.) 1,30 M. <sup>z<sup>st</sup></sup>
- (Mathematisch-Physikalische Bibliothek. Hrsg. von W. Lietzmann und A. Witting. Bd. 28.)
- Taschenbuch der Kriegsschiffe. Jg. 19, 1918. Mit teilweiser Benutzung amtlicher Quellen. Hrsg. von Kapitänleutnant B. Weyer. Mit 1011 Schiffsbildern, Skizzen, Schattenrissen und 2 farbigen Flaggentaf. München: J. F. Lehmanns Verlag 1918. (574 S.) 8°. Geb. 7,20 M.
- ‡ Dieser schon seit Monaten vorliegende Band des Taschenbuches enthält zahlreiche neue Angaben, insbesondere über die bei den feindlichen Staaten während des Krieges gebauten Schiffe, von denen mehr als 200 neu aufgeführt sind. Die schon im Vorjahre dem Taschenbuche zu entnehmende Tatsache, daß mit Ausnahme von England alle feindlichen Staaten während des Krieges den Bau und Weiterbau von Großkampfschiffen eingestellt haben, wird durch das neue Taschenbuch bestätigt. Nach den letzten Nachrichten sollen auch in den Vereinigten Staaten die Arbeiten an den Großkampfschiff-Neubauten, abgesehen von den der Vollendung entgegengehenden, eingestellt worden sein. In England sind oder werden von Großkampfschiffen nur Schlachtkreuzer gebaut, und zwar solche mit wenigen schweren Geschützen, aber von sehr hoher Geschwindigkeit und besonderen Schutzvorrichtungen gegen Torpedotreffer, und solche mit stärkerer Geschütz- und Torpedoausrüstung, aber ebenfalls sehr hoher Geschwindigkeit. An kleinen Kreuzern sind besonders bei England zahlreiche Neubauten aufgeführt. Außerordentlich umfangreich war und ist dem Taschenbuche zufolge bei allen feindlichen Staaten die Tätigkeit im Bau von Schiffen, die zur Bekämpfung der „U-Boot-Plage“ dienen sollen, ein Beweis, welch entscheidenden Umstand für den Ausgang des Krieges diese Waffe bildet. — Weiter erfahren wir aus dem Taschenbuche, daß sich England mit dem Bau zahlreicher größerer und kleinerer Monitore ein neues, besonders für den Angriff auf feindliche Küsten bestimmtes Schiffsmuster geschaffen hat. — Sehr übersichtlich gestaltet ist das Verzeichnis der feindlichen Kriegsschiffverluste bis Ende Januar 1918. — Die Uebersicht über die Verluste der feindlichen und neutralen Handelsschiffe durch kriegerische Maßnahmen der Mittelmächte ist ebenfalls bis Ende Januar 1918 vervollständigt. — Das gleiche gilt von der Chronik des Seekrieges. ‡
- Vater, Richard, Geh. Bergrat, ord. Professor an der Kgl. Techn. Hochschule Berlin: Hebezeuge. Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasförmiger Körper. Mit 67 Abb. im Text. 2. Aufl. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1918. (VI, 98 S.) 8°. Geb. 1,50 M. (Aus Natur und Geisteswelt. Bdch. 196.)
- = Kataloge und Firmenschriften. =  
Deutsche Maschinenfabrik, A.-G., Duisburg: Werftmaschinen. (Mit zahlr. Abb.) (Duisburg) [1918]. (96 S.) 4°.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Für die Vereinsbücherei sind eingegangen:

(Die Einsender von Geschenken sind mit einem \* bezeichnet.)

- Niese, Hans, Zivil-Ingenieur in Kiel: Das autogene Schweiß- und Schneidverfahren. 2., verb. Aufl. Mit 40 Fig. Berlin und Leipzig: G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, G. m. b. H., 1918. (112 S.) 8°. (Sammlung Göschen. 499.)
- Postuvanschtz, Dr. techn. Fritz, Rektor, ord. Professor der Baustatik: Ueber Studien-, Berufs- und Standesfragen der akad. Technikerschaft. Rede, gehalten am 7. Dezember 1916 bei der Immatrikulation der Hörer der k. k. Technischen Hochschule in Graz. Graz und Leipzig: Leuschner & Lubensky 1917. (16 S.) 8°.
- Ukraine, Die, Land und Volk. (Farb. Kartenbl.) Berlin: Simon Schropp [1918]. (58 × 78 cm.) 8°.
- Zeitfragen, Finanz- und volkswirtschaftliche. Hrsg. von Reichsrat Professor Dr. Georg von Schanz in Würzburg und Geh. Regierungsrat Professor Dr. Julius Wolf in Berlin. Stuttgart: Ferdinand Enke. 8°.
- H. 32. Schilder, Dr. Sigmund; Mitteleuropa und die Meistbegünstigungsfrage. 1917. (74 S.)
- H. 49. Beckerath, Dr. Herbert von, Privatdozent a. d. Universität Freiburg i. Br.: Zwangskartellierung oder freie Organisation der Industrie? 1918. (82 S.) 3,60 M.
- Ferner
- ‡ Zum Ausbau der Vereinsbücherei! ‡  
noch folgende Geschenke:
216. Einsender: Ingenieur Carl Schaefer, Oberhausen (Rhld.):  
Buch, Das neue, der Erfindungen, Gewerbe und Industrien. Hrsg. in Verbindung mit E. Bobrik [u. a.]. Mit vielen Ton- und 6 Titelbildern, nebst mehreren tausend Text-Jll. Nach Orig.-Zeichn. von L. Burger, H. Leutemann, O. Mothes u. a. 6 Bde. Leipzig u. Berlin: Otto Spamer 1864/67. 8°.
217. Einsender(in): Frau General Erling, Koblenz-Pfaffendorf.  
Neubaur, Dr. Paul: Der Norddeutsche Lloyd. 50 Jahre der Entwicklung. 1857—1907. (Die Vignetten im Text u. der sonst. Buchschmuck vom Maler Heine Rath. Die Jll. nach Orig.-Phot. u. nach Zeichn. des Malers O. Bollhagen. Die Portr. nach Aufn. des Hofphotographen Erwin Raupp. Die graphischen Darst. vom Verf. des Werkes.) 2 Bde. Text u. 1 Jll.-Bd. Leipzig: Fr. Wilh. Grunow 1907.  
Bd. 1/2. (4 u. 3 Bl., 748 S.) 8°. — Jll.-Bd. (67 Bl.) 2°.

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 1917, 6. Dez., S. 1132.