

Kritische Wärmebehandlung nach kritischer Kaltformgebung von kohlenstoffarmem Flußeisen.

Von Dr.-Ing. A. Pomp in Cöln-Mülheim.

Wiederholt ist in den letzten Jahren in der Literatur auf eine bei der Verarbeitung von weichem Flußeisen zu Blechen, Bandeisen, Rund-eisen u. dgl. auftretende Eigentümlichkeit hingewiesen worden, die darin zum Ausdruck kommt, daß unter besonderen Umständen dieses Material nach einer bleibenden Formveränderung (durch Walzen, Ziehen, Pressen, Hämmern, Stanzen o. dgl.) mit nachfolgendem Glühen eine außerordentlich grobkristalline Struktur aufweist, die als die Ursache für die gleichzeitig beobachtete Verschlechterung wichtiger Festigkeitseigenschaften, insbesondere der Kerbzähigkeit, angesehen wird.

Die ersten Veröffentlichungen über diesen Gegenstand wurden von Stead¹⁾ im Jahre 1898 gemacht; er fand, daß in praktisch kohlenstofffreiem Eisen, das durch Schmieden ein feines Korn erhalten hatte, die Körner langsam an Größe bei 500° und rascher zwischen 600 und 750° zunehmen, und daß es möglich sei, durch mehrstündiges Glühen bei etwa 700° ein außerordentlich grobkörniges Gefüge zu entwickeln. Sobald aber die Temperatur 900° übersteigt, werden die Körner wieder klein.

Die Entwicklung der grobkörnigen Struktur bei Temperaturen unterhalb 900° bildet ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal dieses Vorganges von dem als Ueberhitzung bezeichneten Zustand, der bei niedriggekohltem Flußeisen nach den Untersuchungen von Brinell²⁾, Osmond³⁾, Morse⁴⁾, Fay und Badlam⁵⁾, Heyn⁷⁾ und Pomp⁶⁾ erst dann in Erscheinung tritt, wenn das Material

1) J. E. Stead: The Crystalline Structure of Iron and Steel. Journ. Iron and Steel Inst. 1898, I, S. 145; St. u. E. 1898, S. 649.

2) J. E. Stead: Brittleness Produced in Soft Steel by Annealing. Journ. Iron and Steel Inst. 1898, II, S. 137.

3) J. A. Brinell: The Changes in the Texture of Steel on Heating and on Cooling. Jernkontorets Annaler 1885, S. 9; St. u. E. 1886, S. 611.

4) F. Osmond: Méthode générale pour l'analyse micrographique des aciers au carbone. Bull. Soc. d'Encouragement pour l'Industrie Nationale 1895, S. 476.

5) R. G. Morse: The Effect of the Heat-Treatment upon the Physical Properties and the Microstructure of a Medium Carbon-Steel. Metallographist 1900, S. 130.

6) H. Fay und S. Badlam: The Effect of Annealing upon the Physical Properties and the Microstructure of a Low Carbon-Steel. Metallographist 1901, S. 31.

genügend lange bei Wärmegraden oberhalb 1000° geglüht wird, und der ebenfalls durch das Auftreten eines grobkristallinen Gefüges in Verbindung mit hoher Empfindlichkeit gegen stoßweise wirkende Beanspruchung gekennzeichnet ist.

Stead selbst gibt keine Erklärung für das Zustandekommen der groben Struktur an, er war auch nicht imstande, diesen Effekt gewollt („at will“) hervorzurufen. Erst 1910 wurden die Untersuchungen Steads wieder aufgegriffen durch Charpy¹⁰⁾. Er teilte einen Stab aus weichem Flußeisen, der ein feines Ferritnetz aufwies, in zwei Teile, von denen der eine zum späteren Vergleich aufbewahrt, der andere durch Ziehen gehärtet und dann mit der nicht verarbeiteten Hälfte eine gewisse Zeit einer Temperatur von 650 bis 800° unterworfen wurde. Nach dem Erkalten zeigte das gezogene Material auf dem Bruch die Bildung von weit größeren Kristallen als das unbearbeitete Stück. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte diesen Befund und zeigte, daß der Unterschied nur in der Größe der Ferritkörner zu suchen ist. Charpy glaubt, daß bei geeigneter Glüh-temperatur die Ausdehnung der Körner derart zunimmt, daß bei genügend langem Glühen ein ganzer Metallblock nur aus einem einzigen Korn besteht.

Der Einfluß dieser Kristallbildung zeigt sich weniger bei der gewöhnlichen Zerreißprobe, dagegen in außerordentlich schädlicher Weise bei der Kerbschlagprobe. Die spezifische Schlagarbeit wird praktisch gleich Null, sobald die Korngröße einen bestimmten Wert erreicht. Stäbe aus weichem Flußeisen, die nach dem Kalthärten eine gewisse Biegsamkeit aufwiesen, wurden durch das Ausglühen so

7) E. Heyn: Die Umwandlung des Kleingefüges bei Eisen und Kupfer durch Formveränderung im kalten Zustand und darauffolgendes Glühen. Z. d. V. d. Ing. 1900, S. 433.

8) E. Heyn: The Overheating of Mild Steel. Journ. Iron and Steel Inst. 1902, II, S. 73.

9) A. Pomp: Einfluß der Wärmebehandlung auf die Kerbzähigkeit, Korngröße und Härte von kohlenstoffarmem Flußeisen. Ferrum 1916, Jan., S. 49; Febr., S. 65; St. u. E. 1916, 15. Juni, S. 586.

10) G. Charpy: Sur la maladie de l'érouissage. Rev. Mét. Mém. 1910, S. 653; St. u. E. 1910, 28. Sept., S. 1678.

spröde, daß sie durch einfaches Fallen auf die Erde zerbrachen.

Durch Charpy ist also eine zweite wichtige Vorbedingung für das Hervorrufen der grobkristallinen Struktur festgelegt worden: eine vorhergehende Kaltbearbeitung. Nicht jedes weiche Eisen entwickelt beim Erhitzen auf 650 bis 800° ein grobkörniges Gefüge, sondern nur dasjenige Material, das vorher eine Kaltbearbeitung erlitten hat. Sherry¹⁾ (1912) bestätigte die von Charpy bezüglich der Temperatur und des Einflusses der Kaltbearbeitung festgestellten Daten.

Weiteres Licht auf die das Kristallwachstum bewirkenden Ursachen werfen die von Sauveur²⁾ im Jahre 1912 veröffentlichten Untersuchungen, die an einem weichen Flußeisen mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,05 % ausgeführt wurden. Sauveur drückte eine Stahlkugel von 10 mm Durchmesser unter einem Druck von 6000 kg in eine Eisenprobe, die er dann einem siebenstündigen Glühen bei 650° unterwarf. Ein durch die Mitte des Kugeleindrucks



Abbildung 1. Brinelleindruck in Flußeisen mit 0,05 % C nach siebenstündigem Glühen bei 650° (nach Sauveur). $\times 4,5$

gelegter Vertikalschnitt zeigte nach dem Ätzen das in Abb. 1 wiedergegebene Bild. Dicht unterhalb des Kugeleindrucks, wo also das Material die größte Druckbeanspruchung erfahren hat, zeigen die Ferritkristalle dieselben Abmessungen, wie sie das unbeanspruchte Metall aufweist. Sodann folgt konzentrisch zum Kugeleindruck ein allmähliches Wachsen der Kristalle, bis in einer bestimmten Tiefe die Körner Flächen von unverhältnismäßig großer Ausdehnung einnehmen, worauf ein plötzlicher Uebergang zu normal ausgebildetem Ferrit einsetzt. Hieraus folgert Sauveur, daß ein Kristallwachstum durch Glühen bei Temperaturen unterhalb des A_3 -Umwandlungspunktes erst dann eintritt, wenn das Material eine bestimmte, eine „kritische“ Beanspruchung erfahren hat. Geringere oder größere

¹⁾ R. H. Sherry: On the Coarsely Crystalline Structure Produced in Mild Steel by Annealing. Met. Chem. Eng. 1912, Okt., S. 666/7; St. u. E. 1912, 28. November, S. 2014.

²⁾ A. Sauveur: Note on the Crystalline Growth of Ferrite below its Thermal Critical Range. Intern. Verband f. d. Materialpr. d. Technik. VI. Kongreß, New York 1912, II. St. u. E. 1913, 3. April, S. 568/70; The Metallographic of Iron and Steel 1912, XII, S. 23.

Beanspruchungen, als der kritischen entsprechen, rufen diese Wirkung nicht hervor.

Zerreißstäbe aus dem gleichen Material, die durch steigende Belastungen verschieden stark gestreckt und dann derselben Wärmebehandlung unterworfen worden waren, zeigten ein starkes Kornwachstum nach einer Belastung von 28,2 kg/mm², während nur wenig höher oder niedriger liegende Belastungen, nämlich 26,7 bzw. 29,5 kg/mm², keine oder nur eine sehr unerhebliche Gefügevergrößerung hervorriefen. Bei einem gebogenen Stab endlich war ein Wachsen der Kristalle weder bei den am stärksten gezogenen und den am stärksten gedrückten Fasern, d. h. weder an den Außenkanten, noch in der Mitte des Stabes, in der neutralen Faser, zu beobachten, während zwischen diesen Zonen ein deutliches Wachsen der Ferritkristalle eingetreten war.

Aehnliche Beobachtungen machte Robin¹⁾ (1913). Nach Untersuchungen von Stadeler²⁾ (1914) an Blechen mit 0,1 % C setzt die Kornentwicklung während des Ausglühens bei Temperaturen von 860 \pm 10° nach dreistündiger Glühdauer ein und ist eine Funktion der Glühdauer. Die Kerbzähigkeit fällt mit zunehmender Korngröße. Kalthärtung begünstigt die Kornentwicklung.

Baumann³⁾ (1915) führte Versuche an Schiffsblechen (die chemische Analyse ist nicht angegeben) von 20 mm Dicke aus, an denen er Hiebnarben erzeugte; bei anderen Versuchen drückte er Zylinder aus gehärtetem Stahl in das Material ein. Die Proben wurden sodann erwärmt, bis sich gelbe Anlaufarbe einstellte. Nach dem Erkalten zeigten die Bleche eine große Sprödigkeit. Auf diese Weise dürften, wie Baumann glaubt, manche Brucherscheinungen und Ribbildungen zu erklären sein, da Quetschung des Materials mit nachfolgender Erwärmung häufig vorkommt.

Umfassende Untersuchungen über das Wesen der Rückkristallisation sind von Chappell⁴⁾ im Jahre 1916 veröffentlicht worden. Auch er fand ähnlich wie Sauveur bei örtlich erzeugten Deformationen nach Glühen zwischen 650 und 900° drei deutlich von einander zu unterscheidende Zonen, nämlich:

1. Innere Zone. Dies ist die Zone der größten Deformation; sie liegt unmittelbar um den Eindruck herum. Die Kristalle dieser Zone sind von normalem, allotrimorphem Aussehen und nicht deutlich an Größe von dem ursprünglichen Material vor der Deformation verschieden.

2. Äußere Zone. In dieser Zone haben plastische Formveränderungen stattgefunden, aber in geringem Maße als in der inneren Zone; sie ist gekenn-

¹⁾ F. Robin: Recherches sur le développement des grains des métaux par recuit après écrouissage. Rev. Mét. 1913, S. 722.

²⁾ A. Stadeler: Ueber die Veränderungen des Flußeisens durch Ausglühen. Ferrum 1913/14, S. 271.

³⁾ Baumann: Sprödigkeit von Flußeisen als eine Folge der Erwärmung gequetschten Materials. Z. d. V. d. I. 1915, S. 628.

⁴⁾ C. Chappell: Die Rückkristallisation von deformiertem Eisen. Ferrum 1915, S. 6; St. u. E. 1914, 14. Mai, S. 847/9.

zeichnet durch ein sehr starkes Wachsen der Kristalle.

3. Unveränderte Zone. Sie besteht aus Kristallen, die geringe oder keine plastische Formveränderungen erlitten und beim Erhitzen keine Aenderung erfahren haben.

Während aber Le Chatelier¹⁾ annimmt, daß die an der Oberfläche unmittelbar unter dem Brinell-eindruck gelegenen Kristalle „en bloc“ in das Material hineingetrieben werden und daher nur sehr wenig wirkliche Deformation erleiden, weist Chappell nach, daß eine Rückkristallisation der inneren Zone ebenfalls eintritt, aber bei einer Temperatur, die etwas unterhalb der der äußeren Zone liegt, und daß der Rückkristallisationsprozeß eine Kornverfeinerung, keine Vergrößerung, wie in der darunter liegenden Zone, erzeugt.

Hierin liegt auch die Erklärung, daß beim Drahtziehen die schädlichen Wirkungen der Rückkristallisation nicht beobachtet werden. Kaltgezogene Drähte können nach Chappell als Materialien angesehen werden, bei denen Deformation bis zu einem solchen oder auch höheren Grade stattgefunden hat, wie er der inneren Zone von lokalen Brinelleindrücken entspricht. Versuche, Kristallvergrößerung durch Ausglühen weniger stark kaltgezogener Drähte zu erhalten, was als Seitenstück zu der weniger deformierten äußeren Zone angesehen werden kann, führten zu keinem Ergebnis. Dies schreibt Chappell der Tatsache zu, daß bei dem üblichen Drahtziehverfahren die ersten Züge bereits genügend stark sind, um sofort die Bedingungen der inneren Zone herbeizuführen, so daß selbst bei ein- oder zweimal gezogenem Draht der niedrige, der äußeren Zone entsprechende Deformationsgrad überschritten wird und keine Vergrößerung beim Ausglühen stattfindet²⁾.

Unter diesem Gesichtspunkt sind auch die Untersuchungen von Heyn³⁾, Brunton⁴⁾, Guillet⁵⁾, Longmuir⁶⁾, Goerens⁷⁾ u. a. zu betrachten. Letzterer zog einen Walzdraht aus welchem Flußeisen (Kohlenstoffgehalt = 0,08 %) von 7 mm Durchmesser in 5 Zügen auf 2,7 mm herunter, was einer

Querschnittsabnahme von 85 % entspricht, und glühte ihn dann bei Temperaturen zwischen 112 und 1070°. Oberhalb 520° wurde durch wenige Minuten dauernde Erhitzung der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt. Weitere Erhöhung der Glüh-temperatur rief dann nur noch unerhebliche Aenderungen hervor.

Ueber die Beziehungen zwischen der Rückkristallisation und dem Deformationsgrad stellt Chappell fest, daß die Rückkristallisationstemperatur um so niedriger liegt, je höher der Deformationsgrad ist. Hieraus folgert er, daß, je höher die Beanspruchung, um so größer die in dem Metall durch die Deformation erzeugte potentielle Energie ist; infolgedessen genügt ein niedrigerer Grad von molekularer Beweglichkeit, d. h. eine niedrigere Temperatur, um diese potentielle Energie wirksam werden zu lassen.

Bezüglich des zur Rückkristallisation erforderlichen Deformationsgrades gibt Chappell an, daß die untere Grenze der Beanspruchung, die erforderlich ist, um deutliche Rückkristallisationswirkungen beim Ausglühen hervorzubringen, praktisch mit der Fließgrenze zusammenfällt, soweit wenigstens kohlenstoffarmes Eisen in Betracht kommt.

Endlich weist er noch nach, daß der Rückkristallisationsprozeß der am stärksten beanspruchten Teile nicht nur in einer einfachen Verfeinerung besteht, sondern in einer Vergrößerung, der eine Verfeinerungsstufe vorausgeht, die größer ist als die nachfolgende Vergrößerung. Die regelmäßige Veränderung in der Kristallgröße mit abnehmendem Deformationsgrad läßt vermuten, daß das gleiche für weniger stark beanspruchtes Eisen gilt, daß aber das Verfeinerungsbestreben sehr gering wird und infolgedessen ein Wachsen praktisch von Beginn der Rückkristallisation an eintritt. Demgemäß ist die Rückkristallisation eines jeden plastisch deformierten Eisens von einem Wachsen begleitet; diesem wird jedoch durch ein Verfeinerungsbestreben entgegengearbeitet, das proportional dem Deformationsgrad zunimmt. Die endgültige Kristallgröße beim Ausglühen nach einer Deformation kann daher als die Resultante zweier entgegengesetzt gerichteten Kräfte, die auf Vergrößerung bzw. Verfeinerung hinarbeiten, angesehen werden.

Die Gegenwart von Kohlenstoff vermindert die Größe der erzeugten groben Kristalle und macht gleichzeitig eine höhere Beanspruchung erforderlich, um ein Wachsen der Kristalle hervorzurufen. Die Ausdehnung der Martensitzonen oberhalb des A_{c1} -Punktes wirkt einem weiteren Wachsen beim Erhitzen oberhalb dieser Temperatur entgegen.

An weiteren Versuchen mit Warmzerreißproben weist Chappell dann noch nach, daß dauernde Rückkristallisationswirkungen bei allen Temperaturen, von Zimmertemperatur bis A_{c1} , in praktisch kohlenstoffreiem Eisen erzeugt werden.

Dies ist meines Erachtens für das Warmwalzen von weichem Flußeisen praktisch von großer Wichtigkeit. Es kommt aus irgendwelchen betriebstechnischen Gründen — zu kalter Gang der Warmöfen, unfreiwillige Stockungen beim Einführen des Walz-

¹⁾ Le Chatelier: Notes de Métallographie. Rev. Mét. Mém. 1911, S. 367.

²⁾ Dies trifft meines Erachtens jedoch nur für dünnere Drähte zu. Bei dicken Drähten kann, besonders wenn das Material vor dem letzten Zug gegläht worden ist und die durch den Fertigzug bewirkte Querschnittsverminderung genügend klein gewählt ist, ebenfalls durch das nachfolgende Glühen eine grobkristalline Struktur mit ihren schädlichen Folgen sich entwickeln. Verfasser sind bei der Herstellung von Trolley-Draht aus Eisen von etwa 10 mm Durchmesser Fälle bekannt, wo der Draht nach dem Glühen eine hohe Sprödigkeit aufwies, die in einem stark grobkristallinen Gefüge ihre Ursache hatte.

³⁾ n. a. O.

⁴⁾ Brunton: The Heat-Treatment of Wire. Journ. Iron and Steel Inst. 1906, II, S. 142.

⁵⁾ L. Guillet: Untersuchungen über das Ausglühen kaltgehärteter Erzeugnisse. Rev. Mét. 1913, S. 065.

⁶⁾ Longmuir: Some Aspects of Wire Drawing. Journ. Iron and Steel Inst. 1912, II, S. 188; Ferrum 1914, S. 123.

⁷⁾ P. Goerens: Ueber den Einfluß der Wärmebehandlung auf die Eigenschaften von kaltbearbeitetem Flußeisen. Ferrum 1912/13, S. 226.

gutes in die Kaliber u. dgl. — beim Walzen dieser Eisensorten gewiß häufiger vor, daß die Fertigtemperatur des Walzgutes unterhalb etwa 900° liegt. Ist nun zufälligerweise die Abnahme so gewählt, daß der kritische Deformationsgrad erreicht ist, so kann die nach beendigtem Walzen in dem Material aufgespeicherte Wärme qualitativ ähnliche Wirkungen hervorrufen, wie sie ein Glühen bei 650 bis 850° bewirkt: völlige oder auch nur teilweise Rückkristallisation, d. h. Kornvergrößerung mit erheblich verminderter Widerstandsfähigkeit gegen stoßweise wirkende Beanspruchung.

Daß solche Fälle praktische Bedeutung haben, geht aus den Untersuchungen von Wüst und Huntington¹⁾ (1917) hervor. Diese Forscher walzten zwei Flachisen (Kohlenstoffgehalt = 0,08 %) von 20 × 30 bzw. 10 × 30 mm Querschnitt bei Temperaturen zwischen 550 und 1100° mit verschiedenen starken Abnahmen aus. Bei dem Profil 20 × 30 mm sank die Kerbzähigkeit, die im normalisierten Zustande 38 mkg/cm² betrug, bei einer Walztemperatur von 850° und einer Verdrängung (Querschnittsverminderung) von 20 % auf 13,6 mkg/cm², während eine Verdrängung von 5 % eine geringe Erhöhung der Kerbzähigkeit gegenüber dem normalisierten Zustand hervorrief. Bei Verdrängungen von 10 und 15 % trat bei dieser Temperatur auch schon eine deutliche Verminderung der Kerbzähigkeit ein. Bei dem Profil 10 × 30 mm war die Abnahme der Kerbzähigkeit bei Walztemperaturen von 850° weit weniger stark ausgeprägt. Gleichzeitig mit der Abnahme der Kerbzähigkeit trat eine Kornvergrößerung ein. Sie ist als die Folge einer Rückkristallisation aufzufassen, die durch den beträchtlichen Wärmeinhalt, den die Proben nach dem Walzen noch besitzen, verursacht wird. Der Umfang der Rückkristallisation hängt von der Größe der Beanspruchung, von der Temperatur der Probe und von der Abkühlungsgeschwindigkeit ab. Hierin liegt auch die Erklärung, daß bei den 10 × 30 mm Proben die Folgen der Rückkristallisation sich weniger stark bemerkbar machen.

Aus den Untersuchungen von Wüst und Huntington lassen sich noch weitere wichtige Schlußfolgerungen über die Aenderung der übrigen Festigkeitseigenschaften von rückkristallisiertem Material ziehen. Während die Bruchfestigkeit sich nur sehr wenig ändert, zeigt die Fließgrenze in Übereinstimmung mit der Kerbzähigkeit ein Minimum bei beiden Profilen bei einer Walztemperatur von etwa 800° und einer Verdrängung von 20 %. Diese Verdrängung liegt daher für Walztemperaturen von 800° innerhalb der „kritischen“ Zone. Weniger regelmäßig ist das Verhalten der Dehnung. Immerhin lassen die Untersuchungen von Wüst und Huntington im Bereich der kritischen Verdrängungen bei Walztemperaturen von 700 bis 900° eine Abnahme der Dehnung erkennen.

¹⁾ F. Wüst und W. C. Huntington: Ueber den Einfluß des Warmwalzens auf die mechanischen Eigenschaften und das Gefüge des kohlenstoffarmen Flußeisens. St. u. E. 1917, 13. Sept., S. 829/36.

Auch Joisten¹⁾ (1911) fand bei Untersuchung eines weichen Flußeisens mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,07 % ein Maximum der Korngröße bei 700°; da er als Ausgangsmaterial für seine Untersuchungen Walzdraht (7,5 mm Durchmesser) nahm, so liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, daß das Material unterhalb 900° fertiggewalzt worden war, also eine Kaltärtung erfahren hatte, die als Ursache für die Entwicklung der groben Kristalle bei 700° angesehen werden muß.

Eine umfangreiche Untersuchung über das Kornwachstum in weichem Flußeisen veröffentlichte R. H. Sherry²⁾ (1917). Er unterwarf ein niedriggekohltes, heißgewalztes Flußeisen von 8,12 mm Durchmesser einem Kaltziehen mit verschiedenen starken Querschnittsabnahmen. Beim nachherigen Ausglühen bei 700 bzw. 800 bis 850° ergaben sich die in Zahlentafel 1 zusammengestellten Kornabmessungen. Sherry faßt seine Ergebnisse folgendermaßen zusammen: Kornwachstum wird in weichem Flußeisen nach bleibender Formveränderung des Metalles innerhalb gewisser Grenzen durch nachfolgendes Ausglühen innerhalb bestimmter Temperaturgebiete erhalten. Je größer die Reckung innerhalb dieser Deformationsgrenze ist, um so kleiner wird die durch das Ausglühen hervorgebrachte Korngröße sein. Die Grenzen der Glühtemperaturen, innerhalb deren dieses Kornwachstum erzeugt wird, sind 650 und 900°. Ist die Reckung geringer als ein bestimmter oder „kritischer“ Wert, so scheinen die Glühtemperaturen durch die kritischen Punkte bei 690 und 780° begrenzt zu sein.

Zahlentafel 1. Aenderung der Korngröße durch Glühen von kaltgezogenem Flußeisen. (Nach Sherry.)

Nach dem Kaltziehen		Korndurchmesser in mm nach einstündigem Ausglühen bei	
Ø in mm	Querschnittsverminderung in %	700°	800—850°
7,85	6,5	0,02	0,02
7,80	8,0	einige 0,02 die übrigen	0,02
7,75	9,0	0,40—0,80 0,28—0,56	0,02
7,70	10,0	vereinzelt 0,02 0,25—0,40	0,02
7,67	11,0	vereinzelt 0,02 0,20—0,25	einige 0,18 0,20—0,25
7,62	12,0	0,15	0,15
7,54	18,0	0,07	0,07

Eine bleibende Formveränderung scheint am praktischsten durch die Querschnittsverminderung gemessen werden zu können. Hier finden sich zum

¹⁾ A. Joisten: Einfluß der thermischen Behandlung auf die Korngröße und die Festigkeitseigenschaften des Eisens. Dissertation, Aachen 1911.

²⁾ R. H. Sherry: Ueber das Kornwachstum in weichem Flußeisen. Met. Chem. Eng. 1917, 15. Febr., S. 224/5; St. u. E. 1918, 12. Dez., S. 1163. Crystallisation in Cold-Worked Steel. Iron Age 1916, 13. Juli, S. 77/9; St. u. E. 1916, 7. Dez., S. 1186.

erstmals folgende ziffernmäßigen Angaben über die Größe der kritischen Deformation: Einer Querschnittsverminderung von weniger als 7% oder mehr als ungefähr 25 bis 30% folgt kein Kornwachstum. Die kritische Reckung scheint bei einer Querschnittsverminderung von ungefähr 9% zu liegen. Auch legt Sherry zum erstenmal zahlenmäßig den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes auf das Kornwachstum fest. Die Gegenwart von Kohlenstoff unterdrückt das Kornwachstum; ist dieser Einfluß bei einem niedrigen Kohlenstoffgehalt zu vernachlässigen, so ist er bei einem Kohlenstoffgehalt von 0,15% und mehr sehr ausgesprochen; in Flußeisen mit 0,18% C konnte keine merkliche Kornvergrößerung mehr beobachtet werden. Auf Grund seiner Ergebnisse kommt Sherry zu dem Schluß, daß Kornwachstum durch verhältnismäßig starke Bearbeitung des Metalles vor dem Glühen oder durch besondere Kontrolle der Glühtemperaturen vermieden werden kann. Wird kaltbearbeitetes Material nicht ausgeglüht, so kann auch keine Kornzunahme stattfinden.

Ueber einen Fall aus der Praxis, bei dem die Art der Bearbeitung des Werkstückes: Kaltbiegen und Glühen bei Temperaturen unterhalb des A_3 -Umwandlungspunktes, zu einem unnatürlichen Wachstum der Ferritkristalle geführt hatte, berichten W. Rosenhain und D. Hanson¹⁾ (1919). Ein Kesselblech von 44,5 mm Dicke, das auf einen Radius von 425 mm gebogen wurde, sprang nach Beendigung der Biegearbeit beim Richten der Längskanten. Die Platte war auf kaltem Wege in verschiedenen Arbeitsvorgängen gebogen und dazwischen wiederholt ausgeglüht worden. Die chemische Zusammensetzung wies einen Kohlenstoffgehalt von 0,16% auf. Da die Zerreißprobe keine nennenswerten Abweichungen von den gewohnten Werten ergab, wurden weitere Versuche mit Kerbschlagproben angestellt. Diese wiesen eine Kerbzähigkeit von im Mittel 0,92 mkg/cm² auf, ein für ein derartiges Material ungewöhnlich niedriger Wert. Nach halbstündigem Glühen bei 500° stieg die Kerbzähigkeit auf 2,90 mkg/cm², während nach dem Normalisieren bei 900° die Schlagfestigkeit den Wert von im Mittel 11,25 mkg/cm² ergab.

Zur Feststellung der Ursachen, die zum Versagen des Bleches geführt hatten, wurden zwei Reihen von Schlagproben angefertigt, die der gesprungenen Platte entnommen und nach dem Normalisieren bei 900° in folgender Weise weiter behandelt wurden: Die Proben der ersten Reihe wurden im kalten Zustande, die der zweiten Reihe bei 600 bis 700°, also unterhalb des A_3 -Punktes, warm gehämmert und sodann bei 650° eine halbe Stunde lang geglüht. Bei der kaltgehämmerten Probe ist wiederum ein starkes Wachsen der Ferritkristalle eingetreten; das gleiche gilt für die warmgehämmerte Probe; bei letzterer ist die Kerbzähigkeit auf 1,56 mkg/cm² gefallen.

Bei einer dritten Reihe wurde ein verschiedenes Maß der Kaltbearbeitung angewandt; das Glühen

der Proben fand ebenfalls bei 650° statt. Die Ergebnisse dieser Reihe zeigt Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Aenderung der Schlagfestigkeit durch Kaltbearbeitung und Glühen. (Nach Rosenhain und Hanson.)

Behandlungswelse (Sämtliche Proben sind bei 900° normalisiert)	Schlagfestigkeit mkg/cm ²
Nach dem Normalisieren . . .	10,46 u. 8,92
Bei 650° ausgeglüht	9,04
Stark deformiert, bei 650° geglüht	11,70
Querschnitt um 12,4% verringert	10,66
„ „ 7,1% „	8,44
„ „ 6,9% „	10,04
„ „ 4,7% „	8,14
„ „ 3,0% „	6,34

Die Querschnittsverringering wurde durch Herabdrücken der Blechstärke unter einer schweren hydraulischen Presse bewirkt. Die erhaltenen Werte zeigen, daß starke Kaltbearbeitung die Schlagfestigkeit gar nicht oder nur in geringem Maße beeinflusst, während mit abnehmender Querschnittsverringering die Kerbzähigkeit stark herabgesetzt wird. Der auf diesem Wege erhaltene Mindestwert von 6,34 mkg/cm² ist allerdings immer noch weitaus besser als der der Probe im Anlieferungszustand. Dies führen Rosenhain und Hanson darauf zurück, daß beim Kaltbiegen einer dicken Platte die Formveränderung sich in ziemlich weiten Grenzen vollzieht und von einem Höchstwert an der Oberfläche bis zu einem Nullwert in der neutralen Faser wechselt. Irgendwo in diesem Bereich muß das „kritische“, der angewandten Glühtemperatur entsprechende Maß der Kaltbearbeitung anzutreffen sein. Die Verfasser erblicken in den Ergebnissen ihrer Untersuchung den schlüssigen Beweis dafür, daß die bei der Bearbeitung der Platte zutage getretene Sprödigkeit einzig und allein in der Anwesenheit großer Ferritkristalle in den kohlenstofffreien Zonen des Bleches ihre Ursache hat. Sie führen dieses unnatürliche Wachstum auf mäßige Kaltbearbeitung mit nachfolgendem Glühen bei niedriger Temperatur zurück.

Zusammenfassend lassen sich aus den bisher in der Literatur bekanntgegebenen Veröffentlichungen folgende Bedingungen für das Auftreten einer grobkristallinen Struktur bei kaltbearbeitetem und geglühtem Material aufstellen:

1. Der Kohlenstoffgehalt darf 0,18% nicht überschreiten (Sherry).

2. Das Material muß einen bestimmten Grad von Kaltbearbeitung, eine sogenannte „kritische“ Deformation erfahren, wobei unter „Kalt“bearbeitung jede Formveränderung unterhalb des A_3 -Umwandlungspunktes verstanden ist (Sauveur, Chappell). Sie liegt zwischen 7 und 30% Querschnittsverminderung und tritt am deutlichsten in Erscheinung bei einer Querschnittsverminderung von ungefähr 9% (Sherry).

3. Der kritischen Deformation muß eine „kritische“ Wärmebehandlung folgen, deren Grenzen durch die Temperaturen von 650 und 850° gegeben sind (Chappell).

¹⁾ W. Rosenhain und D. Hanson: Ueber eine Ursache des Versagens eines Kesselbleches. Journ. Iron and Steel Inst. 1918; St. u. E. 1918, 5. Dez., S. 1139/40.

Ziffermäßige Angaben über die durch kritische Wärmebehandlung nach kritischer Kaltformgebung verursachte Aenderung der Festigkeitseigenschaften sind, abgesehen von den wenigen von Rosenhain und Hanson angeführten Werten für die Kerbzähigkeit, nirgends in der Literatur zu finden.¹⁾ Diese Lücke auszufüllen ist der Zweck der nachfolgenden Untersuchungen. Da sie unter Verhältnissen, wie sie im Betrieb herrschen, durchgeführt sind, so haben sie den Vorteil, daß ihre Ergebnisse ohne weiteres auf die Praxis übertragen werden können²⁾.

Allgemeine Gesichtspunkte für die Herstellung des Untersuchungsmaterials. Es war zunächst die Frage zu entscheiden, in welcher Weise die Kaltformgebung des Materials ausgeführt werden sollte. Die wichtigsten hierfür in Betracht kommenden Verfahren sind folgende: 1. Hämmern. 2. Pressen. 3. Ziehen. 4. Walzen.

Von diesen verschiedenen Verfahren war demjenigen der Vorzug zu geben, das die Herstellung eines Untersuchungsmaterials gestattete, welches folgende Forderungen erfüllte:

1. Die Proben müssen für die beabsichtigten umfangreichen mechanischen und mikroskopischen Untersuchungen in genügend großer Menge von gleichmäßiger Beschaffenheit sich herstellen lassen, insbesondere muß die durch die Kaltformgebung erzielte Querschnittsverminderung einen genau vorgeschriebenen Betrag einhalten.

2. Entsprechend der oben gegebenen Definition der Kaltbearbeitung sollte auch der Einfluß des Reckens bei höheren Wärmegraden untersucht werden. Das anzuwendende Formgebungsverfahren mußte daher sich in einer so kurzen Zeit durchführen lassen, daß möglichst keine Temperaturänderung während des Reckvorganges eintrat.

3. Da die Proben auch auf Kerbzähigkeit untersucht werden sollten, so war ein nicht zu kleiner Querschnitt Bedingung, der möglichst auch rechteckige Form aufweisen sollte. Für die makroskopische Untersuchung war gleichfalls eine nicht zu geringe Querschnittsfläche vorteilhaft.

Durch Hämmern läßt sich eine bestimmte Formgebung unter Einhaltung einer vorgeschriebenen Temperatur nicht erreichen. Beim Pressen ist es schwer, längere Versuchsstäbe zu recken, ohne daß die Temperatur sich ändert. Ein Ziehen, bei dem das gezogene Material sich auf eine Scheibe auf-

wickelt, ist ebenfalls nicht anwendbar, da durch das Biegen unkontrollierbare zusätzliche Beanspruchungen im Probestab hervorgerufen werden. Beim Ziehen auf der Schleppbank erfordert das Einführen und Befestigen der Stangen eine so lange Zeit, daß eine Temperaturabnahme unvermeidlich ist. Beim Walzen hingegen geht der Arbeitsvorgang genügend rasch vor sich, die Querschnittsabnahmen lassen sich genau einstellen, genügend große Querschnitte bieten in der Verarbeitung keine Schwierigkeiten.

Aus diesen Gründen wurde bei den nachfolgenden Untersuchungen die Formveränderung durch Walzen vorgenommen.

Was ferner das Glühen des Untersuchungsmaterials anbetrifft, so war, um vergleichende Resultate zu erhalten, vor allem erforderlich, daß das gesamte Probematerial die gleiche Wärmebehandlung erfuhr. Unter den zur Verfügung stehenden Glühvorrichtungen erwies sich für die vorliegenden Zwecke eine Topfglühe, wie sie zum Glühen von Drahtingen gebräuchlich ist, am zweckmäßigsten, weil bei diesem Glühverfahren ein gleichmäßiges Erhitzen des gesamten Probematerials (etwa 500 kg) sich leicht bewerkstelligen läßt, gleichzeitig auch eine Oxydation bzw. Entkohlung des Glühgutes unschwer verhindert werden kann.

Auf die Einhaltung einer bestimmten Glüh-temperatur während der ganzen Dauer des Glühvorganges wurde kein Wert gelegt, sondern der Glühprozeß wurde so geführt, daß eine gewisse Zeit Temperaturen von 650 bis 850° eingehalten wurden, da, wie aus den eingangs angeführten Literaturauszügen hervorgeht, die Wirkungen der Rückkristallisation sich innerhalb dieses Temperaturbereiches schon nach kurzer Zeit geltend machen.

Versuchsmaterial. Als Ausgangsmaterial für die Untersuchungen diente Kruppsches Flußeisen Marke „WW“¹⁾ folgender chemischer Zusammensetzung:

Kohlenstoff	0,05 %
Mangan	0,10 %
Silizium	Spuren
Phosphor	0,005 %
Schwefel	0,035 %
Kupfer	0,024 %

Die Gesamtmenge der Verunreinigungen beträgt 0,214%; es handelt sich also um ein sehr reines Eisen. Die makroskopische Untersuchung ergab, daß Kohlenstoff-, Schwefel- und Phosphorergeungen nicht vorhanden waren.

¹⁾ Bisher unveröffentlichte Versuche im Eisenhüttenmännischen Institut der Hochschule zu Aachen, deren Ergebnisse Herr Geheimrat Wüst mir freundlichst zur Verfügung stellte, ergaben, daß die durch die kritische Behandlung in weichem Flußeisen hervorgerufene Gefügeänderung eine recht beträchtliche Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften (Herabsetzung der Streckgrenze und Härte) zur Folge hat.

²⁾ Die nachfolgenden Untersuchungen wurden im Betrieb und in der Untersuchungsanstalt der Felten & Guilleaume Carlswerk Actien-Gesellschaft, Cöln-Mülheim, durchgeführt. Herrn Direktor Zapf spreche ich auch an dieser Stelle für das der Arbeit bewiesene Interesse meinen Dank aus. Desgleichen danke ich dem Betriebsleiter des Kupferwerks, Herrn Dipl.-Ing. Königshausen, für die Ratschläge, mit denen er mich bei der Durchführung der Untersuchungen unterstützt hat.

¹⁾ Das Material war für die Herstellung von Führungsbändern für Artilleriegeschosse benutzt worden, die als Ersatz für Kupferführungsbänder dienen sollten. Die für diesen Zweck geforderten Materialeigenschaften waren: möglichst geringe Härte, möglichst niedrige Fließgrenze und Bruchfestigkeit. Die Eisenführungsbänder sind während des Krieges im großen nicht mehr zur Anwendung gekommen. Versuche im kleinen, insbesondere Beschußproben, ergaben, daß die Abnutzung der Geschützrohre bei Verwendung von eisernen Geschößbändern nicht wesentlich höher war als bei Benutzung von Kupferführungsbändern. Durch das Einstanzen der Eisenführungsbänder in die Geschößnute tritt infolge Kalt-härtung eine erhebliche Härtesteigerung ein. Um den

Das Material lag in Knüppeln von 63 mm \square im Gewicht von je 54 kg vor.

Ausführung der Versuche. Die Knüppel wurden durch $\frac{3}{4}$ stündiges Glühen im Wärmofen auf etwa 1125° erhitzt und in 13 Stichen zu Flacheisen von 30 x 15 mm Querschnitt ausgewalzt. Die Endtemperatur beim Walzen, das in etwa 75 sek je Knüppel vor sich ging, schwankte zwischen 920 und 945°, lag also oberhalb des A_3 -Umwandlungspunktes. Diese Maßnahme hatte den Zweck, jede Kaltbearbeitung des Untersuchungsmaterials von vornherein zu vermeiden. Die Temperaturmessung geschah mit Hilfe eines Wannerypyrometers von der Firma Hase, Hannover. Das Erkalten der etwa 14 m langen Walzstangen ging ohne besondere Vorsichtsmaßregeln an der Luft vor sich.

Die auf 2200 mm Länge geschnittenen Stangen wurden darauf in einem mit Generatorgas geheizten Flammofen auf 1000° erhitzt und $\frac{3}{4}$ Stunden lang auf dieser Temperatur gehalten, um sie so in den normalisierten Zustand überzuführen. Darauf wurden nacheinander sechs Stangen aus dem Ofen herausgezogen und auf einem dicht neben dem Ofen stehenden Kaltwalzwerk¹⁾ von 300 mm Walzendurchmesser und 500 mm Ballenlänge auf 14,5; 14,0; 13,5; 13,0; 12,0 bzw. 10,0 mm Dicke in je einem Stich heruntergewalzt. Der Antrieb des Walzwerks geschah durch einen 48 PS-Motor mit Rädervorgelege. Um ein Verziehen der Walzstäbe zu verhüten, waren einfache Führungen vor den Walzen angebracht.

Durch Abstellen des Gases wurde sodann der Ofen auf 900, 800, 700 und 600° erkalten gelassen; bei jeder dieser Temperaturen wurden wiederum je sechs Stäbe auf die vorstehend genannten Dicken ausgewalzt. Durch Vorversuche war der für jede Walztemperatur erforderliche Walzenabstand ermittelt worden.

Der Rest der Proben wurde in einen dicht neben dem Ofen liegenden zweiten Flammofen, der nur schwach vorgewärmt war, gebracht, in dem sie langsam auf 500, 400 und 300° abkühlten und sodann, wie oben beschrieben, ausgewalzt. Die noch übrig-

dadurch bedingten erhöhten Verschleiß der Geschützrohre zu verhindern, wurden die Eisenbänder zum Ring gebogen und dann erst einer Fertigglühe unterworfen. Die so erhaltenen Geschoßringe wurden dann über den Boden

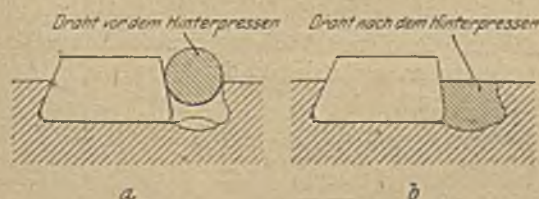


Abbildung 2a und b. Artillerie-Geschoßführungsband aus Eisen.

des Geschosses hinweg in eine schwalbenschwanzförmig ausgestochene Nut gebracht und durch Hinterpressen eines Drahtes festgehalten. Die Bänder erhielten dementsprechend einen trapezförmigen Querschnitt (s. Abb. 2 a und b).

¹⁾ August Schmitz, Düsseldorf, Type G 2 a.

gebliebenen Stäbe wurden darauf aus dem Ofen entfernt und, sobald sie eine Temperatur von 200 bzw. 100 bzw. 10° (Raumtemperatur) erreicht hatten, mit den gleichen Abnahmen wie bei den übrigen Stäben ausgewalzt. Die fertiggewalzten Stäbe kühlten auf dem steinernen Hüttenflur langsam auf Raumtemperatur ab; das völlige Erkalten nahm je nach der Höhe der Walztemperatur bis zu zwei Stunden in Anspruch.

Die Temperaturmessung geschah mit Hilfe eines Le Chatelierschen Thermoelements aus Platin-Platinrhodium in Verbindung mit einem Millivoltmeter von Siemens & Halske. Das Thermoelement war so durch die Decke des Gewölbes in den Ofen eingeführt, daß die Warmlötstelle dicht über der Mitte der Probestäbe lag. Die Temperaturen von 200, 100 und 10° wurden mit einem Quecksilberthermometer gemessen, das durch eine Bohrung in der Mitte der Probestäbe eingeführt wurde. Die Zeit, die zwischen dem Herausziehen eines Stabes aus dem Ofen und dem Beginn des Walzens verstrich, betrug 5 sek. Das Auswalzen eines Stabes nahm 7 sek in Anspruch, entsprechend einer Umfangsgeschwindigkeit der Walzen von 0,31 m in der Sekunde.

Endlich war noch eine Anzahl Stäbe, welche die oben beschriebene Wärmebehandlung durchgemacht hatten, bei 900° aus dem Ofen genommen und ungewalzt der Abkühlung an der Luft überlassen worden. Sie sind im folgenden als „normalisiert“ bezeichnet.

Die durch das Walzen hervorgerufenen Dicken- und Querschnittsverminderungen in Prozenten der ursprünglichen Abmessungen sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt.

Zahlentafel 3. Aenderungen der Dicken- und Querschnittsabmessungen durch Walzen.

Gewalzt an mm	Dickenabnahme		Mittlere prozentuale Querschnittsabnahme unter Berücksichtigung der Breitung in %
	In mm	In % der ursprünglichen Dicke	
15,0	0,0	0,0	0,0
14,5	0,5	3,3	3,1
14,0	1,0	6,7	5,2
13,5	1,5	10,0	8,3
13,0	2,0	13,3	11,4
12,0	3,0	20,0	15,8
10,0	5,0	33,3	24,2

Jede Stange wurde sodann in zwei gleiche Teile geschnitten. Die eine Hälfte wurde für die Ausführung der mechanischen Untersuchung zurückgelegt, die andere Hälfte in einem schmiedeeisernen Topf, wie solche für das Glühen von Draht üblich sind, geglüht, wobei die Temperatur mit Hilfe eines durch den Deckel eingeführten Thermoelements in Abständen von 5 bzw. 10 min notiert wurde. Die Temperatur-Zeit-Kurve ist in Abb. 3 wiedergegeben. Die erreichte Höchsttemperatur beträgt 865°; sie wird nach einer Glühdauer von $1\frac{3}{4}$ st erreicht. Im ganzen verweilte das Glühgut $4\frac{1}{2}$ st lang auf Temperaturen oberhalb 650°. Nach $7\frac{1}{4}$ st war die Temperatur auf 540° gefallen; der Topf wurde sodann aus dem Ofen entfernt und einer langsamen Abkühlung

an der Luft überlassen, was weitere etwa 5 st in Anspruch nahm.

Die so behandelten Proben sind im folgenden mit „geglüht“ bezeichnet zum Unterschied von den Stabhälften, die nach dem Walzen keine Wärmebehandlung mehr erfahren haben und die Bezeichnung „gewalzt“ tragen.

Mit den Proben wurden folgende Prüfungen vorgenommen:

1. Bestimmung der Härte (H) nach der Brinellschen Kugeldruckprobe an der Oberfläche und im Querschnitt.
2. Bestimmung der Fließgrenze (F), Bruchfestigkeit (B), Dehnung (D), Kontraktion (K) und des Verhältnisses $\frac{F}{B} \cdot 100$.
3. Bestimmung der Kerbzähigkeit (A).
4. Mikroskopische Untersuchung und KorngröÙebemessung.

Die Lage der zu den einzelnen Untersuchungen benutzten Proben in den Walzstäben geht aus Abb. 4 hervor.

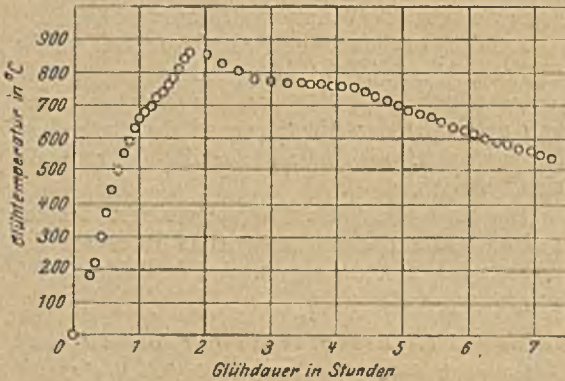


Abbildung 3. Glühkurven.

Die Kugeldruckhärte wurde einmal auf der geschliffenen und polierten Oberfläche der Proben, ein zweites Mal auf einer senkrecht zur Walzrichtung gelegenen Fläche auf einer 5-t-Brinell-Presse ermittelt. Der Kugeldurchmesser (D) betrug 5 mm, der maximal angewandte Druck (P) 1000 kg, die Belastungszeit 30 sek. Unter Brinell-Härte (H) ist der Quotient aus maximal aufgewandtem Druck und erzeugter Kugelalottenfläche (in mm²) verstanden:

$$H = \frac{P}{\pi \cdot \frac{D}{2} \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

worin d den Durchmesser des Kugeleindrucks bedeutet.

Zur Ermittlung der Bruchfestigkeit, Fließgrenze, Dehnung und Kontraktion dienten Normal-Flachstäbe; die Dicke des Probestabes entspricht der Dicke des Walzstabes. Der Errechnung der Dehnung wurde eine Meßlänge von 11,3 \sqrt Querschnitt zugrunde gelegt. Die ZerreiÙversuche wurden auf einer 15-t-Amsler-Maschine mit elektrischem Antrieb ausgeführt. Von jedem ZerreiÙstab wurde das Spannungs-Dehnungs-Diagramm aufgenommen.

Die Stäbe für die Kerbschlagprobe hatten die aus Abb. 5 zu ersehenden Abmessungen. Auch hier entspricht die Dicke der Probe der Dicke des Walzstabes. Der Spitzkerb wurde durch Hobeln mit einem Meißel, der einen Schneidwinkel von 45° hatte, auf 2 mm Tiefe hergestellt. Zur Ermittlung der Kerbzähigkeit diente ein Charpysches Pendelschlagwerk von maximal 75 mkg Schlagarbeit. Die spezifische Schlagarbeit (A) errechnet sich aus dem Hammersgewicht G (kg), der Fallhöhe H (m), der

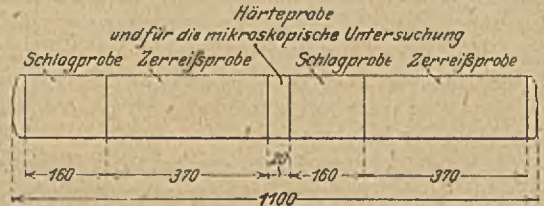


Abbildung 4. Lage der Probestäbe in den Walzstäben.

Steighöhe h (m) und dem Querschnitt F (cm²) der Probe an der Bruchstelle zu

$$A = \frac{G \cdot (H - h)}{F} \text{ mkg/cm}^2.$$

Zur mikroskopischen Untersuchung wurden die für die Härtebestimmung benutzten Proben verwendet. Nach Aetzung mit alkoholischer Salpetersäure wurden Uebersichtsbilder bei schwacher Vergrößerung und nach Aetzung mit Prikrinsäure Mikrophotographien bei 125- bis 500facher Vergrößerung aufgenommen.

Zur Messung der durchschnittlichen Korngröße wurde ein Teil des Schlibbildes auf die Mattscheibe eines mikrophotographischen Apparates projiziert¹⁾, die mit Pauspapier überspannt war. Auf dem Papier wurden darauf die Grenzen der Ferritkristalle nachgezeichnet. Mittels eines Planimeters wurde sodann die aufgezeichnete Fläche F in mm² gemessen und die Zahl der in der Fläche enthaltenen Körner be-

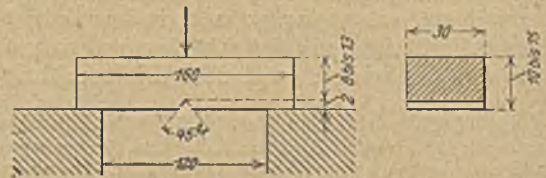


Abbildung 5. Kerbschlagprobe.

stimmt. Bezeichnet V die angewandte lineare Vergrößerung, so ergibt sich die durchschnittliche Korngröße K zu

$$K = \frac{F}{n \cdot V^2} \text{ in mm}^2 \text{ oder} \\ = \frac{F \cdot 10^6}{n \cdot V^2} \text{ in } \mu^2,$$

worin $\mu^2 = 10^{-6} \text{ mm}^2$ als Einheit für die Korngröße gesetzt ist.

Versuchsergebnisse. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Zahlentafeln 4 bis 21, in den Schaubildern Abb. 6 bis 25, 27 bis 29, 31 bis 35,

¹⁾ Heyn: Handbuch der Materialkunde für den Maschinenbau, II, A, S. 211.

39 und 47 und in den Lichtbildern Abb. 26, 30, 36, 37, 38, 40 bis 46 wiedergegeben.

Bemerkt sei noch, daß unter „Abnahme“ oder „Verdrängung“ durchweg die Dickenverminderung in Millimeter oder in Prozenten der ursprünglichen Dicke verstanden ist. Unter Vernachlässigung der

durch das Walzen eingetretenen Breitung decken sich letztere Zahlen mit den Querschnittsabnahmen. An Hand der Zahlentafel 3 läßt sich die tatsächliche Querschnittsabnahme, wie sie unter Berücksichtigung der Breitung erfolgt ist, ohne weiteres errechnen. (Fortsetzung folgt.)

Württembergischer Oelschiefer, ein Brennstoffspeicher Süddeutschlands, und Richtwege zu dessen wirtschaftlicher Auswertung.

Von Dr.-Ing. Robert Mezger in Stuttgart.

(Mitteilung aus dem Laboratorium des Gaswerks Stuttgart.)

Geschichte und geologisches Vorkommen.

Zwischen dem ersten Destillationsversuch, den der Chemiker Mühlisen¹⁾ Ende des 16. Jahrhunderts unter der Regierung des Herzogs Friedrich I. mit dem württembergischen Oelschiefer anstellte, und den ersten größeren industriellen Versuchen zur Ausbeutung, die in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ihren Ausgang nahmen, liegt eine lange Spanne Zeit. Der verdiente Geologe Quenstedt²⁾ hatte zu letzteren schließlich den Anstoß gegeben. Aber schon Anfang der achtziger Jahre hatte der Siegeszug des amerikanischen Petroleum die Hoffnungen, die man in die junge Industrie gesetzt hatte, zertreten, und Dorn³⁾ verheißungsvolle Neuerungen wurden damals leider nicht genügend gewürdigt, um den Zerfall hintanzuhalten. Damals hatte man auf rohe Weise 4% Rohöl aus dem Schiefer gewonnen. Aus der Not unserer Zeit heraus hat man nun erneut wieder die Hände nach diesem, wenn auch brennstoffkargen, so doch reichlich vorhandenen Material ausgestreckt.

Das Öl findet sich in dem Oelschiefer nicht vorgebildet, vielmehr entsteht es aus dem darin enthaltenen Bitumen erst durch eine sachgemäße vorsichtige trockene Destillation. So ist es denn auch nicht möglich, irgendwie nennenswerte Mengen des Bitumens, ebensowenig wie aus der Steinkohle, mit den üblichen organischen Lösungsmitteln herauszuholen. Der Oelschiefer ist wie die Steinkohle eine fossile Bildung, mit dem Unterschied, daß sein Bitumen wohl mehr der Fauna als der Flora der Vorwelt entstammt. Er findet sich in Württemberg in den oberen Horizonten des Schwarzen Jura. Seiner chemischen Zusammensetzung nach (vgl. Zahlentafel 1) ist er ein Steinmergel, der eine ziemliche Menge Tonsubstanz enthält, zudem 25 bis 35% kohlen-sauren Kalk mit wechselnden Mengen Schwefelkies. Der Bitumengehalt mag zu 8 bis 10% angegeben werden. Sein Heizwert beträgt mit 1200 WE im Mittel etwa ein Fünftel desjenigen der Steinkohle. Aus Prof. Sauer⁴⁾ Angaben sei mitgeteilt, daß der Oelschiefer im geologischen Aufbau der Schwäbischen Alb in einem geschlossenen Schichtenkomplex auftritt, der im großen Ganzen von Südwest nach Nordost an

Zahlentafel 1. Analyse des Oelschiefers¹⁾.

Hygroskop. Wasser	2,03 %	Kieselsäure	36,37 %
Eisenoxyd	6,98 %	Kohlensäure	10,30 %
Kalziumoxyd	17,28 %	Phosphorsäure	0,33 %
Tonerde	4,54 %	Kali	1,40 %
Magnesia	1,51 %	Natron	1,80 %
Schwefel	4,28 %	Kohlenstoff	10,95 %
Schwefelsäureanhydrid	0,46 %	Wasserstoff	1,45 %
		Stickstoff	0,32 %
			100,00 %

Grobe Feuchtigkeit	9,64 %
Flüchtige Bestandteile	13,30 %
Nicht flüchtige Bestandteile (bei der Verkokung).	8,72 %
Asche	75,82 %
Salzsäurelösliches im Schiefer	33,21 %
Salzsäureunlösliches	66,79 %
Unterer Heizwert 1269 WE.	

Mächtigkeit abnimmt. In der Balingen Gegend finden sich nach seinen Aufnahmen Schichten bis zu 12 m Mächtigkeit und in der Gegend von Aalen solche von 3 bis 4 m, um schließlich bei Ellwangen nur mehr ½ m zu betragen. Seine Längenausdehnung ist etwa 150 bis 200 km. Die unteren Schichten sind stets ölfreicher als die oberen. Einen besonders hohen Gehalt an Bitumen weisen die Oelschiefer in der Bislinger Gegend und die um Schönberg auf.

Ueber Württemberg hinaus ziehen sich die Oelschieferschichten hinein nach Franken und nach Baden. Die Württembergische Geologische Landesanstalt hat das ganze Vorkommen kartenmäßig aufgenommen, und die Württembergische Bau- und Bergdirektion läßt zurzeit umfangreiche Probebohrungen ausführen.

Ueber die Gesamtmenge des württembergischen Vorkommens läßt sich Bestimmtes nicht sagen. Doch sei hier das an anderer Stelle²⁾ Gesagte wiederholt, daß man bei dem ohne weiteres abbaufähigen zutage liegenden Material allein mit einer Gesamtmächtigkeit von 120 km auf 1 km Breite und 4 m Schichtstärke rechnen kann, so daß sich unter Zugrundelegung eines Oelschieferheizwerts von 1000 WE ein Wärmeäquivalent von 160 Mill. t Kohle ergeben würde, das ohne weiteres greifbar wäre.

Mit dem Gesagten sind nun die Richtlinien für die technische Verwertung gegeben. Diese sind:

¹⁾ Sauer: Vortrag auf der Württ. Technikerwoche, 15. Mai 1920.

²⁾ Quenstedt: Schwäb. Jura, Tübingen, 1858.

³⁾ Dr. Dorn: „Liasschiefer und seine Bewertung als Brennmaterial“. Tübingen 1877.

¹⁾ Verfasser v. „Württ. Oelschiefer“, Journ. f. Gasbel. 1920, S. 133 ff.

²⁾ Sauer a. a. O.

³⁾ Verfasser a. a. O.

I. Nutzbarmachung des Bitumens (bzw. der in diesem enthaltenen Wärme)

- a) durch Entgasung
 1. bei niedriger Temperatur, der sog. Abschmelzung,
 2. bei hoher Temperatur,
- b) durch Vergasung,
- c) durch Verbrennung.

II. Die Verwertung der Oelschieferschlacke

- a) zur Zementfabrikation,
- b) zur Kunststeinfabrikation,
- c) als Düngemittel.

In dieser Reihenfolge sollen die Richtwege der Verwertung besprochen werden.

I. Nutzbarmachung des Bitumens.

a) Entgasung. 1. bei niedriger Temperatur, der sog. Abschmelzung. Erhitzt man den Oelschiefer in geschlossenen Gefäßen unter Luftabschluß bei 460 bis 500°, so entweicht eine gewisse Menge des Bitumens. Von diesen flüchtigen Anteilen ist ein Teil durch Abkühlung kondensierbar, das Schieferöl, ein anderer Teil bleibt unter gewöhnlichen Druck- und Temperaturverhältnissen gasförmig und wird als Schwelgas bezeichnet. Als Rückstand bleibt der sog. Schieferkoks. Nach Versuchen in der Chemischen Anstalt der Zentralstelle¹⁾ sind aus 1 kg Oelschiefer von 1420 WE/kg oberem Heizwert gewonnen worden:

	Heizwert
65 g Schieferöl . . .	9700 WE/kg = 630 WE = 44,4 %
35 g Schwelgas . . .	5000 WE/kg = 175 WE = 12,3 %
820 g Schieferkoks . .	750 WE/kg = 615 WE = 43,3 %
80 g Schwelwasser . .	— — —
Zusammen 1420 WE = 100 %	

Hieraus ist ersichtlich, daß auf diese Weise nur ein Teil des Bitumenheizwertes — praktisch etwa 50 % — nutzbar gemacht werden kann, die andere Hälfte bleibt im Schieferkoks zurück; dieser ist wärmetechnisch zu geringwertig und lohnt daher keine weitere Verarbeitung. Eine Vakuumdestillation würde freilich die Heizwertausbeute der flüchtigen Anteile erhöhen, ist aber praktisch schwierig. Wohl soll man nach Angaben von Grube²⁾ durch ein besonderes Verfahren in der Lage sein, statt bisher etwa 40 % nunmehr 70 % des Bitumens als Rohöl abzutreiben. Wie hoch der Aufwand für Befuerung zur Durchführung der Abschmelzung praktisch ist, dafür stehen der Praxis entnommene Zahlen nicht zur Verfügung, immerhin wird man, nach den vorliegenden Erfahrungen, bei ähnlich gelagerten Verhältnissen mit einem Aufwand von 600 bis 1000 WE, im Mittel also 800 WE, zu rechnen haben. Wenn man das aus 1 kg Schiefer entstehende Schwelgas mit zur Entölung des Schiefers heranzieht, müssen immerhin noch mindestens 800 — 175 = 625 WE neu von außen hinzugeführt werden, um den Schwelvorgang im Gang zu erhalten. Als Wärmelieferant kommt natürlich

wirtschaftlich nur wieder der Oelschiefer in Betracht. Zur Lieferung dieser 625 WE müßten praktisch etwa 0,75 kg aufgewendet werden, so daß man wohl nicht fehlgehen wird, wenn man, sofern der Schiefer sein eigener Wärmelieferant zur Entschmelzung sein soll, auf 100 kg verbrannten und entschmelten Schiefer mit einer Rohölausbeute von rd. 3,5 kg rechnet. Die Hauptschwierigkeit liegt im An- und Abtransport des Materials. Die Schieferschlacke bzw. der Schieferkoks nimmt dasselbe Volumen ein wie der Rohschiefer. Das Gewicht ist etwa 80 % des Rohschiefers.

Je nach dem ursprünglich vorhandenen Gehalt an Schwefelkies sind die Schwelgase reich an Schwefelwasserstoff, und man rechnet, daß man bei der Schwelerei etwa 1 % Schwefel als Nebenzeugnis, auf das Gewicht des Schiefers berechnet, gewinnen könnte.

Die technische Durchführung der Entschmelzung geschieht in ihrer einfachsten Form in feststehenden Horizontal- oder Vertikalretorten aus Eisen oder Schamotte oder einer Kombination der beiden Materialien, wie z. B. in Schottland, wo der obere Teil der gebräuchlichen Vertikalretorte aus Gußeisen, der untere aus Schamotte besteht. Auch der Scheithauersehe Schwelzylinder¹⁾, der einen zylindrischen Schachtlofen aus Schamottmaterial darstellt, in dessen Innerem ein aus einem System von senkrecht übereinanderliegenden, abgeschragten gußeisernen Ringen bestehender konzentrischer Zylinder sich befindet, findet Verwendung. Das Material kommt dabei zwischen die Ofenwand und die Außenseite des gußeisernen Zylinders zu liegen. Die gußeisernen Ringe lassen jalousieartige Öffnungen frei, die den Schwelgasen den Durchtritt nach dem Inneren des gußeisernen Zylinders und so den Abzug gestatten. Auch die Entschmelzung mit hoch überhitztem Wasserdampf hat man neuerdings zur technischen Durchführung in Vorschlag gebracht. In der ersten Schieferölindustrieperiode in Württemberg im verflorbenen Jahrhundert waren gußeiserne Vertikalretorten im Gebrauch, und in der im Jahre 1918 von Zeller & Gmelin in Eislingen mit weitgehender Unterstützung des württembergischen Staates gebauten Versuchsanlage kam ein schmiedeiserner Drehschmelofen²⁾ von etwa 40 m Länge mit einer Generatorgasaußenbeheizung zur Aufstellung. Obwohl diese Anlage an zum Teil schweren Kinderkrankheiten, besonders aber auch unter der Ungunst der Verhältnisse zu leiden hatte, so scheinen doch die Ergebnisse hinreichend ermutigend zu der erst kürzlich erfolgten Gründung der Jura-Oelschieferwerke A.-G. gewesen zu sein, die freilich als Hauptzeugnis Schieferbausteine herstellen will.

2. Entgasung bei hoher Temperatur. Mit dieser Frage hat sich die Württembergische Zentralstelle für Gewerbe und Handel durch Probevergasungen auf dem Gaswerk Thailfingen³⁾ und das Gaswerk Stuttgart durch Eigenversuche eingehend beschäftigt.

¹⁾ E. v. d. Burchard: Entgasung, Vergasung und Verbrennung des Oelschiefers, Vortrag 15. Mai 1920, Württ. Technikerwoche, Gewerbeblatt aus Württemberg 1920, Nr. 23.

²⁾ Grube: „Allgemeine chemische Gesichtspunkte für die Verwertung des Oelschiefers“. Vortrag Württ. Technikerwoche, 15. Mai 1920.

¹⁾ Schmitz: „Die flüssigen Brennstoffe“, 2. Aufl., S. 85.

²⁾ D. R. P. 303 803, Kl. 12b. Kgl. Bau- und Bergdirektion Stuttgart und Zeller, & Gmelin.

³⁾ v. d. Burchard a. a. O.

Die von letzterem Werke erzielten Ergebnisse sind in der ausführlichen Veröffentlichung des Verfassers¹⁾ im Journal für Gasbeleuchtung niedergelegt. Bei der erhöhten Temperatur — bei den Stuttgarter Versuchen etwa 1050° — tritt eine Vergasung des primär gebildeten Schieferöles ein. Die Entgasungen in Thailfingen fanden in kleinen Horizontalretorten von 150 kg Steinkohlenfassungsvermögen, die in Stuttgart in großen Vertikalretorten von 550 kg Kohle Normalfüllung statt. Die Ergebnisse der Versuche waren wie folgt:

	cbm/1 kg Schiefer	Heizwert oberer/1 cbm	Heizwert- zahl/1 kg Schiefer
Thailfingen . . .	0,128	4200	53 ²⁾
Stuttgart	0,093	4750	442

Die Stuttgarter Versuche haben demnach eine niedrigere Heizwertausbeute je 1 kg Schiefer ergeben als die Versuche in Thailfingen, was — die Heizwerte des Rohmaterials waren ungefähr gleich — einmal in der Verschiedenheit der Versuchsapparatur begründet ist, dann aber angeblich auch darin, daß in Thailfingen eine glühende Koksvorlage Verwendung fand, in der gleichzeitig der Oeldampf in Oelgas und die aus dem Schiefer entbundene Kohlensäure zu Kohlenoxyd reduziert wurde²⁾. In Stuttgart wurden weiterhin gewonnen 0,33 kg Teer und 0,133 kg Ammoniak.

Die Analyse des Durchschnittsgases, auf stickstoff- und luftfrei bezogen, zeigt Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Analyse des Durchschnittsgases.

Kohlensäure 19,40 %	Kohlenoxyd 25,20 %
Aethylen 3,30 %	Wasserstoff 28,10 %
Benzol 0,50 %	Methan 23,50 %
Unterer Heizwert bei 0° und 760 mm 4269 WE.	

An Unterfeuerung waren in Stuttgart 19,4% Koks auf 100 kg Schiefer notwendig. Das Bild der Wärmebilanz ist hierbei betrüblich:

Eingeführt auf 100 *kg Schiefer:	
19,4 kg Koks mit 7000 WE	136 000 WE.
Ausgebracht je 100 kg Schiefer:	
Im Gase 9,32 m ³ mit 4269 WE unterem Heizwert	39 800 WE
Im Teer 0,33 kg mit 10309 WE unterem Heizwert	3 400 WE
Zusammen 43 200 WE.	

Mit anderen Worten: man muß mehr als dreimal soviel an Wärmeeinheiten im Unterfeuerungskoks aufwenden, wie man beim Prozeß gewinnt. Schwefelwasserstoff tritt bei der Entgasung bei hoher Temperatur in wesentlich geringeren Mengen als bei der Schwelerei auf, weil dieser von dem gebildeten Kalziumoxyd festgehalten wird. Auch hier wäre also auch nur an eine Schieferretortenbeheizung mit Schiefergeneratorgas zu denken, und es errechnet sich, daß man als Unterfeuerung zur Entgasung von 100 kg Oelschiefer 250 kg Oelschiefer im Gaserzeuger vergasen müßte. Die außerordentlichen Mengen toten Materials (mindestens 76 % des aufgewendeten Schiefers) würden außerdem die Erstellung einer solchen Entgasungsanlage nur am Ort der Gewinnung

des Schiefers in Frage kommen lassen. Aber auch hier kommt man in Werken mit nicht allzugroßer Leistung wegen der umfangreichen Maschinen- und Apparateanlagen schon zu ungeheuerlichen Zahlen. Stuttgart hat z. B. für ein Gaswerk von 50 000 m³ Tagesleistung den Gestehungspreis unter heutigen Verhältnissen schätzungsweise zu 50 Mill. \mathcal{M} errechnet.

b) Vergasung. Die meiste Aussicht auf Erfolg hat die vollkommene Vergasung des Oelschiefers, d. h. die restlose Ueberführung des Schieferbitumens in zum Teil kondensierbare, zum Teil nichtkondensierbare Anteile. Dies geschieht, indem man den Schiefer allmählich in der Temperatur fortschreitend in Drehrost-, Schüttelrost- oder Kammergaserzeugern auf 1000 bis 1200° unter Zublasen von Luft- und Wasserdampf erhitzt. So wird nicht nur ein Entschwelzen, sondern auch eine restlose Vergasung des Schieferkokes herbeigeführt. Der Grundsatz solcher Gaserzeuger mit ihrem oben in den Gaserzeuger eingehängten Schmelzylinder, der von den aus der Gaserzeugerzone kommenden Gasen beheizt wird und bei denen das entschwelte Gut in die Gaserzeugerzone einrutscht, ist ja allgemein bekannt. Burchard¹⁾ gibt auf Grund von Versuchen, die im Auftrag der Württembergischen Bau- und Bergdirektion bei der Generator A.-G. in Velten bei Berlin in einer solchen Anlage angestellt wurden, folgende Zahlen für die Vergasungsprodukte:

Im Mischgas	420 WE/1 kg Schiefer
Im Schieferöl	580 WE/1 kg Schiefer
Zusammen 1000 WE/1 kg Schiefer.	

Legt man 9700 WE/1 kg oberen Heizwert für das Schieferöl und 1000 WE/1 m³ für das Gas zugrunde, so entspräche dies einer Ausbeute von rd. 60 g Oel und 0,4 m³ Mischgas auf 1 kg Schiefer.

Da der diesen Versuchen zugrunde liegende Schiefer einen oberen Heizwert von 1420 WE aufwies, so ist eine Ausbeute an Wärme von 70 % der im Schiefer enthaltenen Wärme zu erwarten. Obwohl also hier ein beschreibbarer Weg zur guten Ausnutzung des Bitumens vorzuliegen scheint, ist doch ein brauchbarer Gaserzeuger bislang von der Industrie noch nicht geschaffen worden. Dies liegt einmal an der großen Menge der Schlacke — es sind 75 % dem Gewichte und 100 % dem Volumen nach —, dann aber auch in ihrer sehr störenden Eigenschaft, bei hoher Temperatur stark zu backen oder gar zu einem zähflüssigen Magma zu werden. Zwar soll es neuerdings der A.-G. für Brennstoffvergasung bzw. Ehrhardt & Sehmer in Saarbrücken gelungen sein, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Es wäre in der Tat zu wünschen, daß damit ein langer Dornenweg auf glattere Pfade zum Segen unserer süddeutschen Industrie geführt hätte.

Sehr beachtenswert erscheint der Vorschlag v. d. Burchards, die Energie des so gewonnenen Gases in Gasturbinen in elektrische Energie zu verwandeln. Nur eines ist zu sagen, daß man hier leider mit zwei unsicheren Umständen zu rechnen hat. Denn weder Schiefergaserzeuger noch Gasturbine sind bis jetzt über das Versuchsstadium hinaus gekommen.

¹⁾ Verfasser a. a. O.

²⁾ v. d. Burchard a. a. O.

¹⁾ v. d. Burchard a. a. O.

Das Gaswerk Stuttgart hat angeregt, die Vergasung mit Sauerstoff an Stelle der Generatorluft zu versuchen, wobei neben Oel hochwertiges Gas zu erwarten wäre. Die Bedenken, die sonst einer Verwendung von Sauerstoff entgegenstehen, sind hier vielleicht schon durch die große Menge Magerungsmittel (75 % steiniges Material bleiben nach der Entgasung zurück) behoben. Eine Wasserdampfzuzugung oder eine Verdünnung des Sauerstoffes durch aufs neue eingeführtes Schiefergas wären wohl auch geeignet, um eine allzu heftige Wirkung des Sauerstoffes zu verhindern. Auf Grund wärmetechnischer Durchrechnung ergibt sich, daß auf diese Weise etwa 67 % der im Rohschiefer enthaltenen Wärme in Gestalt hochwertigen Gases und Oeles nutzbar gemacht werden könnten.

c) **Verbrennung.** Unter Verbrennung ist die unmittelbare Ausnutzung der im Rohschiefer schlummernden Wärme durch vollkommene Verbrennung des gesamten Bitumens gemeint.

Es ist wohl möglich, in einem gewöhnlichen Zimmerofen Schiefer zu brennen, nicht aber zu verbrennen. Uebelriechende Schwelgase treten in den Raum, die Hauptmenge der Schwelzeugnisse entweicht zum Schornstein, ohne nur einigermaßen vollständig zu Kohlendioxyd und Wasser zu verbrennen. Zum Stubenbrand müßte also ein besonderer Ofen entworfen werden, der in seiner ersten Stufe das Material ent- und vergast, und dann weiterhin in einer besonderen Verbrennungskammer unter Zuführung von Sekundärluft die Schwelzeugnisse, das Schwelgas und das Generatorgas vollkommen verbrennt. Aber auch wenn der Bau eines solchen Zimmerofens wirklich einmal gelungen sein sollte, so kommt wieder das Leidige an der Sache. Die Hausfrau muß, da der Wärmeinhalt des Schiefers nur ein Fünftel dessen der Steinkohle ist, fünfmal soviel Brennstoff anfragen, und nicht nur das, sie muß auch gerade so viel Schlacke wie Brennstoff wieder entfernen. Abgesehen davon, daß das Entfernen der Schlacke selbst bei Zimmeröfen wohl immer Schwierigkeiten machen wird, wird unsere in der heutigen Zeit sehr beschäftigte Hausfrau wohl kaum die nötige Zeit für die Unterhaltung einer derartigen Feuerung aufbringen können. Man stelle sich außerdem nur einen Augenblick vor, welche große Mehrbelastung der Müllabfuhr in einem auf Schiefer als Stubenbrand eingestellten Gemeinwesen entstehen würde.

Es ist also nicht möglich, mit diesem minderwertigen Brennstoff durch Verwendung im Hausbrand die hochwertige Kohle für die Industrie frei zu bekommen.

Wie steht es nun mit den Möglichkeiten der unmittelbaren Verbrennung in der Industrie selbst? Auch an solchen Versuchen hat es unsere Wirtschaft, die mit dem Wasser an der Kehle nach allem greift, was nur einigermaßen Aussicht auf Erfolg verspricht, nicht fehlen lassen, leider auch hier bislang mit wenig brauchbaren Ergebnissen. Versuche

auf Planrosten scheiterten hauptsächlich daran, daß mindestens jede halbe Stunde der voluminöse ausgebrannte Schiefer vom Rost entfernt werden mußte; außerdem war es nicht zu vermeiden, daß die Heizer durch entweichende Schwelgase stark belästigt wurden. Das viele Schlacken brachte derartige Störungen, daß ein Dauerbetrieb sich nicht ermöglichen ließ, obwohl es durchaus möglich war, bei hoher Brennstoffschicht und starkem Kaminzug bzw. mit Unterwind den Schiefer anstandslos zu verbrennen.

Bei Versuchen auf Schrägrosten bildete die Schlacke nach kurzer Zeit einen zähen flüssigen Klumpen, der kaum zu entfernen war.

Der einzig gangbare Weg ist auch hier der schon oben für Zimmerbrand angedeutete und zwar erst Ent- und Vergasung und davon gesondert Verbrennung. Viel über die erste Ofenform, die schon Dorn¹⁾ im Jahre 1877 angegeben hat, ist man auch heute noch nicht hinaus gekommen. Der Dornsche Ofen ist ein Schachtofen mit einer Fütterung aus feuerfestem Stoff. Der Schiefer wird durch eine Füllöffnung im oberen Ende des Schachtes aufgegeben, und die ausgebrannten Schlacken werden durch Herausziehen einzelner Roststäbe entfernt. Die Schwelzeugnisse, Schwel- und Gaserzeugergase werden dann gesondert durch Zuführung von Sekundärluft unter den seitlich angeordneten Kesseln verbrannt. Nach diesem Grundsatz arbeiten zwei Steinfabriken in Mössingen seit Jahren. Freilich ist die Leistung dieser Feuerungen mit etwa $\frac{1}{2}$ kg Dampf von 6 at auf 1 kg Brennstoff, also einer Ausnutzung der WE des Brennstoffes von nur 33 % nicht gerade als besonders gut zu bezeichnen. Das fällt aber dort weniger ins Gewicht, weil das Material an Ort und Stelle gewonnen wird. Immerhin sind die Kosten für die Beförderung des Schiefers und die Abbeförderung von Hand keine geringen. Sicher könnte die Leistung einer derartigen Anlage unschwer aufs Doppelte erhöht und durch selbsttätige Beschickung, Zuführung der Rohstoffe und Abführung der Schlacke wesentlich an Kosten gespart werden. Zuversichtliche Mitteilungen hat in dieser Beziehung Dr. Ing. Kühn¹⁾ der Fa. Behr in Wendlingen auf der Württembergischen Technikerwoche gemacht. Aber immer wieder ist auf den großen Schlackenanstall hinzuweisen, der, sofern eine Verwendung dieser nicht möglich ist oder große Flächen zu deren Lagerung nicht zur Verfügung sind, hindernd im Wege steht.

II. Die Verwertung der Oelschieferschlacke.

Nach all dem Gesagten, selbst nach einer restlosen Nutzbarmachung des Bitumens, bleiben immer 75 % des ursprünglichen Schiefergewichtes an Schlacke, auf deren Nutzbarmachung man hingedrängt wird, um die sonstige Ausnutzung des Bitumens überhaupt zu ermöglichen.

Dadurch, daß das Bitumen herausgebrannt und der kohlen saure Kalk in gebrannten Kalk unter Entweichen von Kohlensäure umgewandelt worden ist,

¹⁾ Dorn: „Liaschiefer und seine Bewertung als Brennmaterial“. Tübingen 1877.

¹⁾ Kühn: Aussprache über die Verwertung des Oelschiefers. Würt. Technikerwoche, 15. Mai 1920 zu Stuttgart.

ergibt sich ein blättriges, poriges, spezifisch leichtes Material.

a) Zementfabrikation. Die einleitend geschilderte Zusammensetzung des Oelschiefers und Charakterisierung als Steinmergel, also eine innige Mischung von Kalziumkarbonat und Ton, läßt darauf schließen, daß durch Brennen derselben ein Material entsteht, das ähnlich wie Zement abbindet. Dies ist auch tatsächlich der Fall und seit der Zeit Dorns bekannt. Um aber wirklich an eine Aufarbeitung auf Zement denken zu können, müßte der Gehalt an Kalk wesentlich höher sein. Zur Herstellung richtigen Portlandzementes wäre nur ein inniges Gemenge von Kalk und Schieferschlacke befähigt. Das liegt freilich nicht außer dem Bereich der Möglichkeit, aber nach Schmidt¹⁾ würde der Gehalt des Schiefers an Brennstoff nicht ohne Kohlen ausreichen, um dieses Gemenge bis zur Sinterung zu brennen. Eine solche Verwertungsmöglichkeit besteht auch nach Sauer²⁾ deshalb sehr wohl, weil in einem geologisch etwa 30 m tieferen Horizont die sog. Zementkalle im hochprozentigen weißen Jura anstehen. Allerdings stellt ein anerkannter Fachmann auf diesem Gebiete, Dr. Spohn der Fa. Gebr. Spohn, Zementwerke in Blaubeuren, dieser Verwertungsmöglichkeit keine sehr gute Prognose. Er begründet dies mit dem sehr schwankenden Kalkgehalt, dem nicht unerheblichen Gehalt an Schwefelkies und der ungeeigneten Form, in der die Kieselsäure auftritt. Auch fürchtet er ein Herausschwellen des Bitumens beim Brennen unter Zurücklassung schwer verbrennlichen Kokskohlenstoffes.

b) Kunststeinfabrikation. Seit lange bekannt und geübt ist die Kunststeinfabrikation aus Oelschieferschlacke. Wenn auch in kleinem Umfange, geschieht doch die Kunststeinherstellung seit vielen Jahren in der Oelschiefergegend vor allem in Mössingen (Mündingsche Steinfabrik), dann aber auch in Bad Boll, in Kirchheim u. T. und anderen Orten. Die mit diesen Steinen hergestellten Bauwerke haben ihre Brauchbarkeit erwiesen. Die Häuser um das Uhlanddenkmal in Tübingen sind bereits im Jahre 1873 aus Schiefersteinen gebaut worden. In den angeführten Werken geschieht die Herstellung der Steine unter Zumischung von 10 bis 20 % Romanzement, der aus dem etwas tiefer liegenden Zementmergel, wie schon oben beschrieben, durch Brennen hergestellt werden kann. Dorn hat in seinem mehrfach angeführten Werke bereits im Jahre 1877 deren Herstellung beschrieben. Das wichtigste ist, daß der im Oelschiefer ursprünglich vorhandene Schwefelkies vollkommen entfernt wird. Von dessen geringem oder größerem Vorhandensein wird die Beschaffenheit der Steine außerordentlich beeinflusst. Es ist eine bekannte Tatsache, daß schwefelkieshaltiges Baumaterial (z. B. die gewöhnlichen Schlackensteine) infolge der mit einer Volumzunahme verbundenen Oxydation des Schwefelkieses treibt bzw. wächst.

Aus dem Gesagten geht aber hervor, daß man sich bisher, obwohl man die Steine an der Luft erhärten ließ, doch zum Brennen des Numismalmergels und anderem von der Kohle und vom Zement nicht unabhängig machen konnte.

Von weittragender Bedeutung ist daher, daß es Dr.-Ing. Hähnle, in Fa. Zeller & Gmelin, in Zusammenarbeit mit Prof. Oskar Schmidt gelungen ist, ein Verfahren zur Herstellung von Schieferschlackensteinen ohne Kohle und ohne Zement auszuarbeiten. Nach Schmidts¹⁾ Angaben läßt sich bei den hergestellten Steinen die Druckfestigkeit von Ziegeln, also etwa 115 kg/cm² erreichen. Diese Steine haben ein spezifisches Gewicht von 1,6. Im allgemeinen scheint das Verfahren aber auf leichtere Steine von etwa 40 kg/cm² Druckfestigkeit und einem spezifischen Gewicht von 1,3 eingestellt zu sein. Das Bindemittel im Stein ist aufgeschlossener Kalk und aufgeschlossene Kieselsäure, so daß sich also kieselsaurer Kalk bildet. Als Eigenschaft wird die Wasserbeständigkeit der Steine gerühmt und, da die Schlacke erst bei 1000° schmilzt, sind sie auch feuerbeständig. Weiterhin soll aber auch infolge der hohen Porosität der Steine die Leitfähigkeit für Wärme und Schall sehr gering sein, und man soll sie nageln und mit einer gewöhnlichen Säge schneiden können.

Das Verfahren muß vielversprechend sein, denn der württembergische Staat hat 10 Mill. M für die Beteiligung an einer mit der Firma Zeller & Gmelin in Eisingen zu bildenden Gesellschaft zur Ausbeutung der Schiefervorkommen bewilligt und, wie schon erwähnt, ist im Juni die Gründung dieser Gesellschaft unter dem Namen Jura Oelschiefer A.-G., Stuttgart mit einem Aktienkapital von 16 Mill. M erfolgt. Diese Industrie soll die Steinfabrikation als Hauptsache betreiben. Das als Nebenerzeugnis anfallende Oel soll dem Antrieb der Kraftmaschinen dienen. Außerdem bleibt angeblich noch eine nicht geringe Menge Oel zum Verkauf frei. Die zu erstellenden Werke sollen zunächst 15 bis 20 Mill. Steine im Jahr herstellen.

c) Düngemittel. Die in der Einleitung gegebene Analyse zeigt, daß der Gehalt der Schlacke an Kali, Phosphorsäure und Stickstoff, den Hauptteilen eines Düngemittels, gering ist. Dementsprechend sind auch Düngerversuche, die in der landwirtschaftlichen Hochschule in Hohenheim ausgeführt worden sind, negativ ausgefallen. Immerhin spricht Prof. Sauer²⁾ die Schieferschlacke als gutes Düngemittel für die Albhochfläche an.

Jedenfalls kann der Oelschieferschlacke dort, wo es sich um kalkarme Böden handelt, auch wo eine neutralisierende Wirkung wie bei sauren Böden oder gar eine auflockernde Aufgabe wie bei schweren Lehmböden in Betracht kommt, eine gewisse Fähigkeit zur Bodenverbesserung nicht abgesprochen werden.

Zusammenfassung.

Nach einer kurzen geologischen und chemischen Charakterisierung des württembergischen Oelschie-

¹⁾ Schmidt: „Die Verwertung der Oelschieferschlacke“. Vortrag auf der Technikerwoche am 15. Mai 1920; Süd- und Mitteldeutsche Bauzeitung 1920, S. 59 ff.

²⁾ Sauer a. a. O.

¹⁾ Schmidt a. a. O.

²⁾ Sauer a. a. O.

fers werden die möglichen Wege, die für eine Nutzbarmachung des Oelschiefers in Betracht kommen, mit kurzen Ausführungen über das tatsächlich Erreichte und das möglicherweise Erreichbare besprochen.

Die Möglichkeiten der Verwertung sind: Nutzbarmachung des Bitumens durch Entgasung, Vergasung oder Verbrennung und Verwendung der Oelschieferschlacke zur Zementfabrikation, zur Herstellung von Kunststeinen und als Düngemittel.

Die größte Aussicht auf Erfolg verspricht die Verwertung des Bitumenheizwertes in Großgaserzeugern, wo unter Aufwendung von 30 bis 35 % der im Schiefer

schlummernden Wärme 65 bis 70 % dieser in wertvollen Erzeugnissen Gas und Oel zu erwarten steht unter gleichzeitiger Aufarbeitung der Schieferschlacke zu zementlosen Kunststeinen. Ein brauchbarer Gaserzeuger, der auf Grund längeren Betriebes seine Brauchbarkeit für die Schiefer-Ent- und Vergasung erwiesen hätte, besteht bis heute leider noch nicht. Es steht aber zu erwarten, daß aus der furchtbaren Not unserer Zeit heraus auch hier bald Mittel und Wege gefunden werden, welche Bausteine zum Wiederaufbau unserer gefährdeten Wirtschaft zu schaffen vermögen.

Betriebsstillegungen.

Von Justizrat Dr. R. Schmidt-Ernsthausen, Rechtsanwalt beim Oberlandesgericht Düsseldorf.

Infolge gewaltsamer Ausschreitungen der Arbeiter mußte jüngst die Schließung eines gemischten Werkes der Großeisenindustrie unter sofortiger Entlassung der gesamten Belegschaft von rund 1500 Köpfen erfolgen. Die Einigungsverhandlungen führten zur Wiedereröffnung des Betriebes im wesentlichen nach den diesseits verlangten Bedingungen. Der Fall und die Art seiner Erledigung dürften von allgemeinem Belang sein. Der Verlauf war folgender:

Wegen der Akkordarbeit an Sonntagen hatten die Arbeiter der Schlosserei in der Vormittagspause eine Teilversammlung veranstaltet. Als diese eine Stunde nach der Pause noch nicht zu Ende war, forderte der Betriebsdirektor die Teilnehmer wiederholt zur Arbeit auf, indem er darauf hinwies, daß nach § 46 des Betriebsrätegesetzes die Betriebsversammlungen außerhalb der Arbeitszeit stattzufinden haben, und daß den an der Versammlung beteiligten Arbeitern der Lohn für die Feierstunde verweigert werden müsse. Ein Teil der Belegschaft zog darauf die Roste aus den Feuerungen der Dampfkessel und legte ebenfalls die elektrische Zentrale still. Man mißhandelte den Betriebsdirektor in der rohesten Weise und erpreßte unter Anführung des Vorsitzenden des Arbeiterrats von einem der Generaldirektoren die Zusage, daß die Feierstunde vergütet würde. Dann suchte die Arbeiterschaft den Betrieb wieder in Gang zu bringen, den der Vorstand des Werkes jedoch unter sofortiger Entlassung sämtlicher Arbeiter schloß. Die Entlassung erfolgte durch Anschlag. Der Arbeitgeberverband erließ eine Kundgebung, in der er sich nach den wiederholten Vorfällen auf dem fraglichen Werk, wobei den für den Betrieb verantwortlichen Beamten unter Bedrohung und körperlicher Mißhandlung tarif- und gesetzwidrige Zugeständnisse erpreßt wurden, mit dem Vorstand solidarisch erklärte und unbedingte Sicherheiten dafür verlangte, daß Leben und Gesundheit der Beamten gewährleistet sind.

In den Einigungsverhandlungen, die unter dem Vorsitz des Reichs- und Staatskommissars Mehlich und unter Mitwirkung der Landräte der beiden beteiligten Kreise stattfanden, und bei denen die Hütte durch ihren Vorstand unter Zu-

ziehung des Berichterstatters, der Arbeitgeberverband des Bezirks durch seinen Geschäftsführer, Herrn Dr. Hagenberg, die drei Metallarbeiterverbände durch elf Gewerkschaftsbeamte, darunter den Reichstagsabgeordneten Ziegler und zahlreiche auswärtige Sekretäre vertreten waren, wurde diesseits als unabänderlich daran festgehalten, daß die sämtlichen Arbeiter entlassen seien, und daß die Werksleitung über die Wiedereinstellung zu bestimmen habe. Hieraus folgt ohne weiteres, daß das Amt der sämtlichen Mitglieder des Arbeiterrats erloschen und dieser neu zu wählen war, und ferner, daß die Feierschichten nicht vergütet würden. Die Gewerkschaften forderten, daß die Hütte die Wiedereröffnung des Betriebes erklären sollte, womit sie den Zweck verbanden, daß der Arbeiterrat blieb und die Feierschichten bezahlt würden. Nur bei der Entlassung derjenigen, denen die Teilnahme an den Ausschreitungen gerichtlich nachgewiesen würde, wollten sie es bewenden lassen. Sie gaben jedoch im Laufe der Verhandlungen nach. Zwar erklärte sich die Werksleitung zur Wiedereinstellung bereit, verpflichtete sich aber nicht zur Einstellung aller bei den Ausschreitungen unbeteiligten Arbeiter, sondern sagte nur zu, daß sie hierbei keine Maßregelungen wegen ordnungsmäßiger gewerkschaftlicher oder wirtschaftlicher Betätigung vornehmen würde. Ein paritätisches Schiedsgericht soll auf Anrufen prüfen, ob im einzelnen Falle eine Maßregelung wegen der den Arbeitnehmern zustehenden gewerkschaftlichen oder wirtschaftlichen Betätigung vorliegt. Wird dies verneint¹⁾, so hat das Schiedsgericht nicht darüber zu entscheiden, ob die Entlassung gerechtfertigt ist, sondern hierfür bleibt nur der Rechtsweg offen.

Die Gewerkschaften erklärten, die Ausschreitungen aufs tiefste zu verurteilen, erkannten an, daß im Wiederholungsfalle die Werksleitung zur fristlosen Entlassung aller Werksangehörigen berechtigt ist, und setzten sich für die Fabrikdisziplin ein.

Die Wiedereröffnung erfolgt nach den technischen Möglichkeiten in den einzelnen Betriebs-

¹⁾ Bis jetzt in sämtlichen 11 Fällen einstimmig (!) verneint.

abteilungen, da die Betriebseinstellung naturgemäß eine Reihe von Schäden im Gefolge hatte und sich noch nicht übersehen ließ, wann diese behoben sein würden. Eine Beschäftigung derjenigen Arbeiter, welche die Hütte behalten will, auf ihren sonstigen Werken in der Zwischenzeit ist vorgesehen. Den Wiedereinzustellenden verbleiben ihre Urlaubsrechte nach dem Tarifvertrag; und solange ein Arbeiter nicht an seiner bisherigen Arbeitsstelle beschäftigt werden kann, erhält er den für die neue Arbeit tariflich festgesetzten Lohn.

Die Verhandlungen haben demgemäß mit einer Anerkennung der wesentlichen Bedingungen der Werksleitung geendet. Unter der unparteiischen Leitung des Vorsitzenden befestigte sich bei den Gewerkschaften die Ueberzeugung, daß auf die Wahrung gesetzmäßiger Zustände und der Fabriksdisziplin gehalten werden muß, und daß die Werksleitung, der sie anfänglich unterstellt hatten, als ob ihr die Schließung des Betriebes willkommen gewesen wäre, berechtigt ist, bei solchen Vorkommnissen den Betrieb einzustellen, was sie auch für den Wiederholungsfall ausdrücklich anerkannten.

In rechtlicher Beziehung gibt der Fall zu folgenden Bemerkungen Anlaß:

1. Im Reichswirtschaftsministerium ist der Entwurf einer Verordnung fertiggestellt, die ungerechtfertigten Stilllegungen und Abbrüchen der Betriebe vorbeugen soll. Hierbei ist vornehmlich an die Fälle gedacht, in denen Betriebe stillgelegt werden, um Baumaterial und Maschinen zu veräußern. Sollte die Verordnung davon ausgehen, daß der Unternehmer nicht allgemein zur Stilllegung berechtigt sei, so bleibt abzuwarten, welche Bestimmung des geltenden Rechts als Handhabe hierfür benutzt wird.

2. Die Demobilmachungsverordnung vom 3. September 1919 greift in unserem Falle nicht Platz. Die Wiedereinstellungspflicht der Kriegsteilnehmer (§ 3) fällt fort, weil ein wichtiger Entlassungsgrund vorliegt. Eine Entlassung zur Verminderung der Arbeiterzahl (§ 21) liegt hier ebensowenig vor, wie in dem jüngst vom Landgericht Leipzig entschiedenen Fall, in welchem die Entlassung wegen der Verweigerung üblicher Akkordarbeit erfolgt war.

3. Der § 74 des Betriebsrätegesetzes kommt nicht zur Anwendung, weil eine Anhörung des Arbeiterrates vor der Entlassung unmöglich war und überhaupt, weil diese Bestimmung nicht zivil- oder strafrechtlicher Natur ist, sondern sich in einer öffentlich-rechtlichen Ordnungsvorschrift erschöpft.

4. Der Schlichtungsausschuß ist zu einer Entscheidung nicht berufen. Der Versuch einer vermittelnden Tätigkeit durch den Schlichtungsausschuß ist dadurch nicht ausgeschlossen.

5. Die sofortige Entlassung auch der nicht an den Ausschreitungen beteiligten Arbeiter rechtfertigt sich nach § 323 BGB. Der § 626 BGB. ist nicht anwendbar. (v. Landmann § 124a Anm. 1

und § 123 Anm. 2c.) Die Frage, ob die §§ 323 ff. neben § 626 BGB. anwendbar sind, und die für den Handlungsgehilfen (Staub 10. Aufl. § 70 Anm. 29 im Gegensatz zu den älteren Aufl.) zu verneinen ist, tritt daher bei dem Gewerbegehilfen und gewerblichen Arbeiter nicht auf. Der § 323 BGB. ist die einzige Vorschrift, auf welche die Entlassung der Unbeteiligten zu stützen ist. Ein Entlassungsrecht auf Grund der Bestimmungen der Gewerbeordnung besteht gegenüber den an der Versammlung oder an den Ausschreitungen unbeteiligten Arbeitern nicht, weil das Verzeichnis der Entlassungsgründe in § 123 GO. ein erschöpfendes ist und keiner dieser Fälle vorliegt.

Bei den Teilnehmern der Versammlung ist schon nach § 123 Ziffer 3 GO., bei den an den Ausschreitungen Beteiligten und den Anstiftern nach Ziffer 5 bis 7 daselbst die Entlassung gerechtfertigt.

6. Nur wenn es sich um einen Streitwert von mehr als 1000 \mathcal{M} handelt, ist die Berufung an das Landesgericht zulässig. (Verordnung vom 17. April 1919, Reichsgesetzbl.-S. 394.)

7. Die Einleitung eines Strafverfahrens wegen Erpressung, gefährlicher Körperverletzung und Landfriedensbruch ist beantragt. Die Verletzten sind in der Lage, sich dem Verfahren als Nebenküßler anzuschließen.

Den Wortlaut der Abmachungen geben wir im folgenden wieder.

In Sachen der Betriebsstillegung der . . . hütte wurde heute mit der Werksleitung und den Vertretern der Gewerkschaften folgendes vereinbart:

1. Die Parteien bedauern und verurteilen auf tiefste die Ausschreitungen auf der . . . hütte am 24. August, die zur Schließung des Betriebes geführt haben. Sie erwarten, daß die Arbeiter allen Einfluß aufbieten, um ähnliche Vorfälle zu verhindern.

2. Die Werksleitung erklärt sich bereit, die Entlassenen nach den technischen Möglichkeiten und nach Maßgabe des Punktes 6 wieder einzustellen. Sollten die Betriebsverhältnisse die Wiedereinstellung von Arbeitern hinauszuziehen, so wird die Werksleitung die betreffenden Arbeiter, soweit es möglich ist, zunächst auf ihren anderen Werken beschäftigen.

3. Es wird anerkannt, daß die Werksleitung berechtigt ist, zur fristlosen Entlassung aller Werksangehörigen zu schreiten, wenn erneut versucht werden sollte, Gewalttätigkeiten zu begehen oder einen gesetzwidrigen Druck auf die Werksleitung oder deren Vertreter ausüben.

Für die Folgen einer solchen Maßnahme lehnt die Werksleitung jede Verantwortung ab.

4. Die Vertreter der Gewerkschaften sagen zu, daß sie die Werksleitung mit ihrem ganzen Einfluß unterstützen wollen, um die notwendige Ordnung und Disziplin im Betriebe zu sichern.

5. Die aus dem Tarifvertrag erworbenen Rechte auf Urlaub bleiben den Wiedereingestellten unverkürzt gewahrt. Solange ein Arbeiter nicht an seiner bisherigen Arbeitsstelle beschäftigt wer-

den kann, erhält er den für die neue Arbeit tariflich festgesetzten Lohn.

6. Maßregelungen wegen ordnungsmäßiger Vertretung gewerkschaftlicher und wirtschaftlicher Interessen werden nicht vorgenommen. Sofern Werksangehörige nicht wieder eingestellt werden sollten, haben sie das Recht, binnen acht Tagen einen Schiedsausschuß anzurufen, der aus je drei Arbeitgebern und Arbeitnehmern besteht und einen unparteiischen Vorsitzenden hat; dieser entscheidet darüber, ob eine Maßregelung vorliegt oder nicht.

Von der Arbeiterschaft wird erwartet, daß sie nach Kräften zur Aufhellung der Vorgänge am 24. August beiträgt.

7. Sofort nach der Wiederaufnahme des Betriebes wird der Wahlvorstand zur Vornahme der Betriebsratswahl eingesetzt. Seine Zusammensetzung erfolgt nach den Vorschlägen der drei Metallarbeiterverbände. Die Werksleitung sagt zu, bis zur Neuwahl des Betriebsrates alle zu dessen Zuständigkeit gehörigen Fragen mit dem Wahlvorstand zu besprechen.

8. Die Bezahlung der Feierschichten soll der Erledigung auf dem vorgesehenen Rechtswege vorbehalten sein.

9. Vorbehaltlich der Zustimmung der Arbeiterschaft zu diesen Vereinbarungen ist die Werksleitung bereit, mit der Betriebseröffnung am Montag, den 30. August, zu beginnen.

Zuschriften an die Schriftleitung.

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

Die Beheizung von Martinöfen mit kaltem Koksofengas.

Der obige Aufsatz¹⁾ von Dr.-Ing. F. Springorum gibt mir Veranlassung, meine Ansichten über die Verwendung von Koksofengas zur Beheizung von Martinöfen, die ich in einem Bericht an meine damalige Werksleitung im Juli 1912 niedergelegt hatte, zu veröffentlichen. Ich war zu jener Zeit Betriebsleiter eines Elektrostahlwerkes, stand vor der Aufgabe, ein Martinwerk zu bauen und hatte mich auch mit der Frage der Verwendung des Koksofengases zur Beheizung von Martinöfen befaßt. Der Bericht lautete wie folgt:

Die Versuche, die in der Praxis an verschiedenen Stellen mit der Verwendung von Koksofengas zum Betriebe von Martinöfen gemacht worden sind, haben ergeben, daß Koksofengas für den Martinofenbetrieb gut geeignet ist, ganz besonders wegen seiner hohen Heizkraft; die Bedenken, die dahin gingen, daß infolge des geringen spezifischen Gewichtes des Koksofengases eine mangelhafte Mischung mit der Luft und dadurch eine unvollständige Verbrennung eintreten würde, ferner daß das Arbeiten mit Koksofengas infolge seines hohen Heizwertes für Arbeiter und Ofen gefährlich sei und endlich, daß der hohe Wasserstoffgehalt auf die Beschaffenheit des Stahls ungünstig einwirken würde, sind zerstreut worden. Durch Erhöhung des Luftüberschusses, der beim Generatorgas 20 bis 30 % beträgt, auf 45 % erzielt man eine vollständige Verbrennung. Die zuerst gefürchtete hohe Heizkraft tritt gar nicht in Erscheinung, weil 1 m³ Koksofengas 7 m³ Luft zur Verbrennung benötigt, das Gas also stark verdünnt wird. 1 m³ Koksofengas von 4500 WE mit 7 m³ Luft gibt 8 m³ Gas-Luft-Gemisch, das 562 WE/m³ hat, während 1 m³ Generatorgas von 1100 WE mit 1,2 m³ Luft gleich 2,2 m³ Gas-Luft-Gemisch von 500 WE/m³ ergibt. Ebenfalls ist der Wasserstoffgehalt nicht so sehr zu fürchten, denn ein Gemisch von 1 m³ Generatorgas mit 11 % Wasserstoff mit 1,2 m³ Luft ergibt einen Wasserstoffgehalt von 5 % im Gemisch, während 1 m³ Koksofengas

mit 50 % Wasserstoff mit 7 m³ Luft durchschnittlich 6,25 % Wasserstoff enthält. 1 kg Kohle ergibt 5 m³ Generatorgas von 1100 WE/m³. Bei einem Kohlenverbrauch von 20 % sind f. d. t. Stahl 200 × 5 = 1000 m³ Gas oder 1100 000 WE erforderlich. Will man dieselbe Wärmemenge mit Koksofengas von 4500 WE/m³ erzeugen, so sind dazu 1 100 000 : 4500 = 244 oder rd. 250 m³ erforderlich. Dies deckt sich auch mit den praktischen Ergebnissen. Daraus geht hervor, daß, um das Koksofengas in Wärmespeichern auf dieselbe Temperatur wie Generatorgas zu erhitzen, man Gaskammern nötig hätte, die $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$, so groß wie beim Arbeiten mit letzterem sein müßten.

Betrachtet man die Verhältnisse näher, so kommt man zu dem Schluß, daß ein Vorwärmen des Koksofengases nicht nötig ist. In der Regel wird das Generatorgas auf rd. 1100°, die Luft auf rd. 1200° in den Kammern vorgewärmt. 1 m³ Generatorgas von 1100° und 1,2 m³ Luft von 1200° liefern ein Gemisch von rd. 1155°, 1 m³ Koksofengas von rd. 100° und 7 m³ Luft von 1200° liefern ein Gas-Luft-Gemisch von rd. 1060°. Das ist eine Temperaturerniedrigung des Gas-Luft-Gemisches von rd. 8 %. Bei den praktischen Versuchen hatte man stets beobachtet, daß das Koksofengas beim Vorwärmen in den Kammern zum Teil zerfällt; der Gehalt an Wasserstoff und Methan nimmt ab, und der Heizwert verringert sich dadurch um rd. 10 %. Berücksichtigt man weiter, daß durch den Wegfall der Gaskammern sämtliche Abgase nur die Luftkammern zu erhitzen haben und infolgedessen viel heißer werden, und daß die Luft darin viel höher als auf 1200° vorgewärmt wird, so liegt es klar auf der Hand, daß ein Vorwärmen des Koksofengases ein Nachteil, zum mindesten aber überflüssig ist. Da der theoretische Luftüberschuß beim Arbeiten mit Koksofengas 45 % und bei Verwendung von Generatorgas 20 bis 30 % betragen muß, ist es ratsam, sowohl die Luftkammern als auch die Luftzüge in diesem Verhältnisse größer zu bauen.

Die Gasausströmungsöffnungen würden sehr klein gegenüber solchen beim Arbeiten mit Generatorgas zu wählen sein. In der Zeiteinheit strömt durch die

¹⁾ St. u. E. 1920, 1. Jan., S. 9/13.

selben ein Viertel soviel Koks-Ofengas als Generatorgas. Letzteres ist vorgewärmt auf etwa 1100°; bei dieser Temperatur hat 1 m³ kalten Gases von 0° einen Rauminhalt von 5,0315 m³, während 1 m³ Koks-Ofengas von rd. 100° einen Rauminhalt von 1,3665 m³ hat. Das Verhältnis von 1,3665:5,0315 ist gleich 0,0675. Das Querschnittsverhältnis der Gaseinströmungen bei Oefen gleicher Fassung beim Arbeiten mit Generatorgas bzw. bei der Verwendung von Koks-Ofengas würde sein 1:0,0675. Bei einem Kohlenverbrauch von 20 % sind f. d. t Stahl erforderlich 1000 m³ Generatorgas, zu deren vollständiger Verbrennung 1300 m³ Luft nötig sind, zusammen 2300 m³ Gas-Luft-Gemisch. Da f. d. t Stahl 250 m³ Koks-Ofengas von 4500 WE nötig sind, die 7 × 250 = 1750 m³ Luft zur vollständigen Verbrennung brauchen, so beträgt die Menge Gas-Luft-Gemisch f. d. t Stahl 2000 m³. In diesem Verhältnis 2,3:2 könnte nun der Ofenquerschnitt über dem Bade verringert, also das Gewölbe tiefer gesetzt werden, um gleiche Verhältnisse zu erhalten. Ratsamer dürfte es sein, das Gewölbe ebenso hoch zu setzen wie es bei Generatorgasheizung üblich ist, dafür die Gas- und Lufteinströmung entsprechend, nämlich 1,15mal größer zu machen; als Folge davon dürfte eine größere Wärmezufuhr und eine Verkürzung der Schmelzdauer eintreten. Rauchkanal und Kamin könnten bemessen werden wie bei Oefen mit Generatorgasheizung. Bei den Luftzügen dürfte es angebracht sein, sie viel steiler zu führen, damit das spezifisch leichtere Koks-Ofengas besser auf das Bad gedrückt wird.

Zusammenfassend kann empfohlen werden: Koks-Ofengas nicht vorwärmen, also Gaskammern wegfällen lassen, Gaseinströmungsöffnungen bedeutend kleiner, höchstens $\frac{1}{10}$ so groß, bemessen wie bei Generatorgasheizung. Luftkammern, Luftventile, Luftschächte und Luftzüge entsprechend größer bemessen, letztere steiler führen, Gewölbehöhe über

dem Bade beibehalten, ebenfalls die Abmessungen des Rauchkanals und des Kamins. Daraus geht hervor, daß man beim Bau eines Martinstahlwerkes sich von vornherein klar darüber sein muß, ob man die Oefen mit Generatorgas oder mit Koks-Ofengas betreiben will, da die Oefen, sollen sie richtig arbeiten, ganz verschieden zu bauen sind.

Nach Angabe unserer Kokerei haben wir Anfang 1913 einen Uberschuß an Koks-Ofengas von 65 900 m³ in 24 st. Unser Koks-Ofengas hat nach Entziehung des Benzols nachstehende Analyse: 3,8 % CO₂, 2,4 % C₂H₄, 0,3 % O, 7,9 % CO, 51,3 % H₂, 23,8 % CH₄, 10,3 % M, unterer Heizwert 4246 WE. Von diesem Gas wird man etwa 1,1mal soviel nötig haben wie Gas von 4500 WE. Nimmt man an, daß wir bei unserer Martinstahlerzeugung mit einem Kohlenverbrauch von 25 % arbeiten würden, so entspricht das einem Verbrauch an Koks-Ofengas von 1,1 × 250 × 1,25 = 343,75 oder rd. 350 m³ Gas f. d. t Stahl. Verfügbar haben wir 65 900 m³, entsprechend 65 900:350 = 188 t in 24 st. Wir wären also Anfang 1913 in der Lage, zwei 20-t-Oefen mit Koks-Ofengas zu betreiben. Anfang 1914 sollen uns laut Angabe der Kokerei 83 900 m³ Koks-Ofengas zur Verfügung stehen; wir könnten damit bei gleichem Gasverbrauch 240 t Stahl in 24 st erzeugen oder zwei 30-t-Oefen betreiben. Sollten wir gegebenenfalls dazu übergehen, unsere Oefen auf 30 t zu vergrößern, so stände uns immer noch genügend Koks-Ofengas zur Verfügung. Würden sich diese großen Mengen Gas entschwefeln lassen, so stände uns damit eine vorzügliche Wärmequelle zur Verfügung.

Zu vorstehendem sei bemerkt, daß die Ausführung der geplanten Anlage sich verzögert hat, erst während des Krieges zur Ausführung kam und unter den veränderten Verhältnissen die zwei ausgeführten Martinöfen mit Generatorgas beheizt worden sind.

Unna, im Februar 1920.

Th. Pawelczyk.

Reinigung von Hochofengas ohne Verwendung von Wasser.

Schon vor längerer Zeit ist an dieser Stelle¹⁾ auf Grund eines amerikanischen Aufsatzes von J. C. Barret über einen neuen Trockengasreiniger der Carnegie-Werke berichtet, der, wie der Berichterstatter zum Schluß besonders hervorhebt, eine wichtige Neuerung ist. Scheint es doch mit dieser amerikanischen Erfindung möglich zu sein, 97 000 m³/stdl. Rohgas mit einem Kraftaufwand von 2,58 PS auf 1,6 bis 5,0 mg/m³ Staub zu reinigen, und zwar ohne Kühlung, bei einer beliebigen Rohgastemperatur zwischen 65° und 425° und mittels eines einfachen freistehenden mechanischen Apparates.

Leider hat die Nachprüfung, die mir erst jetzt möglich war, ergeben, daß dem Berichterstatter ein

Grundfehler unterlaufen ist. In dem amerikanischen Aufsatz¹⁾ steht, daß der Reiniger einen Wirkungsgrad von 90 bis 97 % hat und daß das gereinigte Gas 0,10 bis 0,30 grains Staub im Kubikfuß enthält. 1 grain/cbft ist} 2,289 g/m³. Der Staubgehalt beträgt also 0,23 bis 0,69 g/m³. Da der Reiniger angeblich täglich 80 000 000 cbft (2 265 000 m³) Gas reinigt und dabei 63 500 lbs (28 800 kg) Staub abgeschieden werden, entfernt der Apparat 12,7 g/m³ Staub. Ein Wirkungsgrad von 97 % entspricht also einem Staubgehalt des gereinigten Gases von 0,4 g/m³ und ein Wirkungsgrad von 90 % einem solchen von 1,4 g/m³.

Danach kommt der Reiniger für die deutsche Hüttentechnik nicht in Frage.

Otto Johannsen.

¹⁾ St. u. E. 1919, 2. Okt., S. 1181/2.

¹⁾ Chemical and Metallurgical Engineering 1919, 1. April, S. 359/61.

Umschau.

Ueber treibende Kohlen und ein Untersuchungsverfahren zur Feststellung des Treibgrades.

Die für die Koksherstellung verwendete sogenannte Backkohle enthält einen mehr oder weniger hohen Gehalt an Bitumen, das bei einer Temperatur von etwa 500° anfängt zu schmelzen und das ganze in eine teigartige Masse verwandelt. Durch die im Koksofen fortschreitende Temperatur findet eine Aufblähung dieser Masse mit fortschreitender Vergasung unter pyrogener Zersetzung statt. Je höher der Gehalt an Bitumen ist, um so dünnflüssiger wird die Masse und um so stärker ist die Vergasung. Diese dünnflüssige Masse bläht blasenartig auf, wobei sie geringen Widerständen nachgibt und immer wieder in sich zusammenfällt, um nach der Vergasung einen Kuchen von gleichem oder geringerem Volumen zu hinterlassen. Diese Kohlen bezeichnet man mit „nichttreibenden Kohlen“.

Hat dagegen die Kohle einen geringen Gehalt an schmelzbarem Bitumen, so bildet sich eine teigartige Masse, die bei fortschreitender Temperatur nur langsam auseinandergeht. Da in dieser teigartigen Masse verhältnismäßig viel fester Kohlenstoff vorhanden ist, der in der auseinandergehenden Masse gewissermaßen ein Skelett darstellt, so fällt hier der aufgeblähte Kohlenkuchen bei der Entgasung nicht wieder in sich zusammen, sondern bleibt in der veränderten Lage bestehen, wobei die Bitumina infolge ihrer geringen Menge einer stärkeren bzw. schnelleren Zersetzung unterliegen und mit fortschreitender Temperatur das ganze zu einer festen, nicht nachgebenden, graphitartigen Masse verkitten. Kohlen mit derartigen Eigenschaften nennt man „treibende Kohlen“.

Der Druck, den derartige Kohlen bei ihrer Ausdehnung auf das Ofenmaterial ausüben, kann je nach der Treibkraft der Kohlen von sehr erheblicher Art sein. Vielfach treten Ausbauchungen der Ofenwände ein, was bei Inbetriebnahme und Neubeschicken von Ofengruppen, die mit treibenden Kohlen besetzt werden, zu beachten ist, weil durch das Uberspringen der Nachbaröfen bei längerem Leerstehen derselben ein Durchdrücken der Wand besonders leicht eintreten kann. Die Ofenwände müssen bei treibenden Kohlen besonders stark gebaut und die Kammern zum leichteren Loslösen des Kokskuchens mit entsprechender Konizität von 60 bis 120 mm versehen sein. Damit der Verband der Wand durch die äußeren Einwirkungen nicht leidet, ist es zweckmäßig, die Binder nicht durchgehend, sondern geteilt zu gestalten. Besonders ist dies bei Verwendung des spröden und wenig nachgiebigen Silikamaterials zu empfehlen, dessen Binderköpfe an der Einschnürungsstelle sehr leicht abreißen, wodurch der Verband und die Stabilität der Wand stark gelockert werden. Bei treibenden Stampfkohlen, die wegen ihrer dichten Lagerung besonders böseartig wirken können, kann man sich neben einer zweckmäßig nicht unter 60 mm bemessenen Konizität der Kammer durch Schmalhalten des Kohlenkuchens helfen, der so angefertigt wird, daß an der schmalsten Stelle der Kammer zwischen Kohlenkuchen und Wand ein je nach der Breite des Kuchens angemessener Spielraum von 20 bis 30 mm bleibt.

Durch Mischen der treibenden Kohlen mit gas- oder bitumenreichen Kohlen läßt sich eine Verminderung der treibenden Wirkung herbeiführen, und da ferner die Dichtigkeit des Kohlengefüges einen fördernden Einfluß auf die Treibkraft der Kohlen ausübt, so kann durch nicht zu starkes Schleudern der Kohlen einer dichten Lagerung und einer damit zusammenhängenden Steigerung der Treibkraft vorge-

beugt werden. Desgleichen wirken die feinen sogenannten Schlammkohlen, die sich aus wirtschaftlichen Gründen jedoch nicht immer ausschalten lassen, infolge ihres äußerst geringen Bitumengehaltes fördernd auf die Treibkraft der Kohlen.

Auf jeden Fall ist es für den Erbauer von Koksöfen und auch für die weitere Gestaltung des Betriebes wichtig, die Eigenschaften der zur Verfügung stehenden treibenden Kohlen in ihrer Form und in gemischtem oder ungemischtem Zustande zu kennen. Die Prüfung dieser treibenden Eigenschaften läßt sich in der Weise vornehmen, daß man der Kohle während der Verkokung einen bestimmten Widerstand entgegensetzt und die zur Überwindung dieses Widerstandes ausübende Kraft meßbar feststellt. Da die treibende Kraft einer Kohle mit der Dichtigkeit des Volumens zunimmt, so muß man zur Erzielung einheitlicher Werte bei der Prüfung von einem bestimmten Volumen und einer bestimmten Dichtigkeit ausgehen.

Bei der in der Praxis vielfach angewandten Prüfung der Kohle im Eisenrohr oder in Blechgefäßen, welche mit dem Kohlenkuchen im Koksofen eingesetzt werden, kann infolge der schwierigen Anbringung einer Meßapparatur der Treibgrad nur annähernd festgestellt werden. Die Bleche werfen sich im Feuer, bewegliche Apparaturen klemmen sich fest, so daß infolge der vielen Nebenumstände, von denen diese Versuche abhängig sind, keine einwandfreien meßbaren Vergleichswerte erzielt werden können. Es war deshalb erwünscht, für diese Feststellung ein Verfahren an der Hand zu haben, das im Laboratorium ausgeführt werden kann. Ein derartiges Verfahren, das die Feststellung des Treibgrades in einfacher und genauer Weise ermöglicht, hat Verfasser ausgearbeitet. Da bei dieser Untersuchung die Kohle in pulverisiertem Zustande verwendet wird, so läßt sich bei dieser Prüfung auch die Mischung der verschieden gearteten Kohlen inniger durchführen und damit auch das Verhalten dieser Mischungen auf ihre Treibfähigkeit einwandfreier prüfen, als mit den vorher erwähnten Hilfsmitteln.

Bei dem Verfahren wird von dem guten Durchschnitt der pulverisierten Kohle eine Anzahl Brikettchen von je 1 g in zylindrischer Form gepreßt, und zwar mit Hilfe einer Presse, wie sie bei der Herstellung der Briketts für die Verbrennung in der kalorimetrischen Bombe Verwendung findet. Das Brikettchen hat eine Höhe von 8 mm und einen Durchmesser von 12 mm. Zum Verkoken wird ein dünnwandiges, an beiden Enden offenes Röhrchen aus widerstandsfähigem, sich im Feuer nicht veränderndem Material verwendet, für das sich Nickelstahl am besten bewährt hat. Das Röhrchen, mit einem Durchmesser von 12,5 mm und einer Höhe von 35 mm, wird nach Aufnahme des Brikettchens in einen Platintiegel gestellt, der auf einem Dreifuß in einem dauerhaften, zweckmäßig aus starkem Nickeldraht angefertigten Porzellandreieck ruht.

Mittels eines in einer Führung bewegbaren, 150 g schweren, mit Millimeterskala versehenen Eisenstabes von 11 mm Durchmesser wird das Brikettchen beschwert und eine verstellbare Zeigerführung auf den Nullpunkt der Skala eingestellt. Alsdann wird durch Hochziehen und Festklemmen des Stabes das Brikettchen entlastet und der Tiegel mit einem kräftigen Bunsenbrenner erhitzt.

	1	2	3	4	5	6	7
	Treibende Kohle	Nichttreibende Kohle	Treibende Kohle	Nichttreibende Kohle	Mischkohle aus 80% 1 und 20% 2	Mischkohle aus 70% 1 und 30% 2	Abgesiebter Staub unter 1 mm von Kohle 8
Auftrieb in mm	+ 4,6 + 4,8 + 5,0 + 5,0 + 4,8	± 0 ± 0 + 0,5 - 1 + 0	+ 5 + 4,8 + 5,2 + 4,8 + 5,0	± 0 + 0,5 + 1 ± 0	+ 3,2 + 3,5 + 3,0 + 3,5 + 3,2	+ 2,8 + 2,5 + 2,5 + 2,5	+ 5,8 + 6 + 6,5 + 6,2 + 6,5
Durchschnitt	+ 4,84	- 0,1	+ 4,96	+ 0,38	+ 3,2	+ 2,56	+ 6,2

Sobald der Boden des Tiegels glühend und damit die untere Fläche des Brikketehens zusammengefrüht ist, läßt man durch Herunterlassen des Stabes das Gewicht desselben einwirken. Bei nichttreibenden Kohlen stellt sich der Stab nach kurzer Auf- und Abwärtsbewegung auf den Nullpunkt oder auch auf einen halben Strich über oder unter dem Nullpunkt ein, während bei treibenden Kohlen der Stab sich langsam aufwärts bewegt und in dieser Stellung beharrt. Auf diese Weise sind gelegentlich einer Betriebsuntersuchung im Jahre 1919 die in vorstehender Zahlentafel aufgeführten Werte von treibenden und nichttreibenden Kohlen festgestellt.

F. Schreiber in Essen-Ruhr.

Baustoffe für den Flugmotor- und Kraftwagenbau in Amerika.

Herald F. Wood¹⁾ hat in der Society of Automobile Engineers zu Ottawa Beach einen Vortrag über die Zusammensetzung, Wärmebehandlung und mechanische Beschaffenheit der bei dem Liberty-Flugmotor verwendeten Baustoffe gehalten, dessen Inhalt auch für den Kraftwagenbau von Bedeutung sein dürfte.

Bei der Wahl des gewöhnlichen Kohlenstoffstahles für Schraubeneisen ist die Rücksicht auf innere Gleichförmigkeit und leichte Bearbeitbarkeit maßgebend. Gewöhnlicher Bessemer-Schraubenstahl hat sich häufig für Flugmotorenzwecke als unbrauchbar erwiesen, weil er in unregelmäßiger Verteilung stark phosphor- und schwefelhaltige Einschlüsse enthält; man muß daher Siemens-Martin-Stahl verwenden mit 0,15 bis 0,25 % C, 0,5 bis 0,8 % Mn, höchstens 0,045 % P und 0,06 bis 0,09 % S. Dieser Stahl hat kalt gezogen 35 kg/mm² Streckgrenze, 10 % Dehnung auf 50 mm Prüflänge und 35 % Kontraktion.

Von gehärteten Teilen aus Kohlenstoffstahl sind die wichtigsten: die Steuerwelle, die Schwinghebelrolle und der Stößel. Der Stahl für diese Teile enthält 0,15 bis 0,25 % C, 0,3 bis 0,6 % Mn, je höchstens 0,045 % P und 0,05 % S. Diese Teile werden bei 900 bis 930° auf die erforderliche Tiefe zementiert, worauf sie entweder langsam abkühlen oder abgeschreckt werden; hierauf erfolgt Wiedererhitzen auf 750 bis 780° zum Verfeinern des Kornes und Abschrecken in Wasser. Schwinghebelrollen, Stößel und Zahnradboizen können unmittelbar nach dem Zementieren in Wasser getaucht, dann nachgeglüht und bei 750 bis 780° in Wasser abgeschreckt werden. Dieses Verfahren wirkt bezüglich einer günstigen Gefügeausbildung ähnlich wie Abschreckung von 885 bis 900° in Öl. Die Widerstandsfähigkeit des Stahles gegen Stoßbeanspruchung wird dabei wesentlich erhöht. Ein anderer Vorteil des raschen Abkühlens bei Härte-temperatur ist, daß der überschüssige Zementit größtenteils gelöst bleibt, wodurch die Sprödigkeit der gehärteten Schicht vermindert wird. Bei der Steuerwelle ist dieses Verfahren nicht anwendbar, denn sie verzieht sich dabei so stark, daß sie nachher beim Richten häufig bricht. Infolgedessen muß man die Steuerwelle zunächst langsam abkühlen, auf 750 bis 780° wieder erhitzen und dann erst abschrecken.

Schmiedestücke aus Kohlenstoffstahl, die wenig beansprucht sind, z. B. Vergaserhebel und andere Regelgestänge, sind vor Überhitzung oder Verbrennung zu schützen. Ein hierfür geeigneter Stahl enthält 0,25 bis 0,35 % C, 0,5 bis 0,8 % Mn, höchstens 0,045 % P und 0,05 % S. Um gute Bearbeitbarkeit zu erhalten, glüht man sämtliche Schmiedeteile bei 860 bis 885° aus, schreckt in Wasser ab und läßt hernach auf 535 bis 590° an, worauf man sie langsam abkühlt oder abschreckt. Bei so behandelten Schmiedestücken werden harte Stellen vermieden; die Brinellhärte beträgt 177 bis 217. Der Stahl darf nicht weniger als 0,25 % C enthalten, weil es mit sinkendem Kohlenstoffgehalt schwerer wird, harte Stellen zu vermeiden. Am besten schützt man sich, wenn man das Stück bei

hoher Temperatur scharf abschreckt und soweit anläßt, wie es die Bearbeitbarkeit erfordert.

Wichtige Kohlenstoffstahlschmiedestücke, wie Zylinder, Naben, Flanschen für Luftschrauben usw., werden zweckmäßig mit 0,4 bis 0,5 % C, 0,5 bis 0,8 % Mn, sowie höchstens 0,045 % P und 0,05 % S hergestellt. Nach dem Vergüten müssen sie mindestens 49 kg/mm² Streckgrenze, 18 % Dehnung, 45 % Kontraktion und 217 bis 255 Brinellhärte aufweisen. Um diese Eigenschaften zu erzielen, schreckt man die Schmiedestücke bei 815 bis 845° in Wasser ab und erwärmt sie dann auf 625 bis 650°, worauf man sie langsam abkühlt oder abschreckt.

Für Preßteile, wie die Wassermäntel der Zylinder und die Auspuffkrümmer, wird ein Stahl mit 0,05 bis 0,15 % C, 0,3 bis 0,6 % Mn und je höchstens 0,045 % P und S verwendet. Die einzigen Schwierigkeiten bei diesen Teilen waren Ermüdungsbrüche im oberen Teil der Kühlwassermäntel; die Ursachen waren von der Bearbeitung herrührende Kratzer und ungenügendes Ausglühen der Stücke zwischen den einzelnen Preßstufen.

Hochbeanspruchte Teile wie Pleuelstangenschrauben, Hauptlagerbolzen, Keile für Luftschraubennaben usw. werden entweder aus reinem Nickelstahl mit 3,25 bis 3,75 % Ni oder aus Chromnickelstahl mit 1,0 bis 1,5 % Ni und 0,45 bis 0,75 % Cr oder endlich aus Chromvanadiumstahl mit 0,8 bis 1,1 % Cr und mindestens 0,15 % V hergestellt, wobei die Stücke nach dem Vergüten mindestens 70 kg/mm² Streckgrenze, 16 % Dehnung, 45 % Kontraktion und 40 bis 50 Skleroskophärtigkeit aufweisen müssen. Zu diesem Zweck werden sie bei 830 bis 860° in Öl abgeschreckt und auf 495 bis 525° angelassen. Schwierigkeiten bereiten hierbei die sehr geringen Toleranzen für die Gewinde, denen viele Stücke nicht entsprechen, weil sie sich bei dem letzten Vergüten nach der Fertigbearbeitung verziehen und an den Gewinden etwas abbrennen. Vielfach zieht man daher vor, die Bolzen aus fertig vergüteten, kalt gezogenen Stahlstangen herzustellen. Für Teile bis zu 10 mm Φ werden die Stangen unmittelbar nach dem Walzen gleichmäßig bei 830 bis 860° geglüht, an der Luft abgekühlt und dann, wie üblich, kalt gezogen. Stangen über 10 mm Φ werden vor dem Kaltziehen abgeschreckt und wieder angelassen. Dieses Verfahren liefert eine sehr gleichmäßige physikalische Beschaffenheit der fertigen Teile. Von den oben angeführten Stählen läßt sich der Chromvanadiumstahl am leichtesten bearbeiten, an zweiter Stelle steht der reine Nickelstahl. Die Stücke dürfen keine Kratzer aufweisen, die nicht in die Richtung der Beanspruchung fallen, auch ist der Frage der Abrundung der Querschnittübergänge Beachtung zu schenken.

Für Zahnräder kommen entweder Chromnickelstahl mit 3,75 bis 3,25 % Ni und 0,7 bis 0,95 % Cr oder ein Chromvanadiumstahl mit 0,8 bis 1,1 % Cr und mindestens 0,15 % V in Frage, wobei der Kohlenstoffgehalt 0,35 bis 0,45 % beträgt. Sie werden so vergütet, daß sie eine Skleroskophärtigkeit von 55 bis 65 aufweisen; zu diesem Zweck werden sie nach dem Schmieden auf 845 bis 875° erhitzt, in Öl abgeschreckt und hierauf bei 705 bis 735° geglüht. Ihre Brinellhärte beträgt dann 177 bis 217. Man kann aber auch alle Schmiedestücke bei 845 bis 875° glühen und abkühlen lassen, wenn die Abkühlung im Bereich der kritischen Temperaturen nicht über 25°/st beträgt. Bei einfachen Schmiedestücken ist dieses Verfahren dem weniger einfachen gleichwertig, bei größeren oder verwickelteren Stücken zieht man zur Erzielung einer größeren Gleichmäßigkeit der physikalischen Eigenschaften das erste Verfahren vor. Die fertig bearbeiteten Zahnräder aus Chromnickelstahl werden bei 770 bis 780°, die aus Chromvanadiumstahl bei 815 bis 840° abgeschreckt und auf 345 bis 370° angelassen. Daß für diese Zahnräder eine geringe Skleroskophärtigkeit vorgeschrieben wird, kommt daher, daß die Lebensdauer eines Flugmotors, verglichen mit der eines Fahrzeugmotors, sehr

¹⁾ American Machinist 1920, 17. Jan., S. 557/62.

gering ist, und daß es beim Flugmotor in der Hauptsache darauf ankommt, Brüche infolge von Stößen zu vermeiden. Die Skleroskophärte von 55 bis 65 liefert genügende Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung. Scharfe Ecken am Fuß der Zähne sowie an den Keilnuten sind zu vermeiden. An diesen Stellen sind Abrundungen mit mindestens 0,8 mm Halbmesser erforderlich.

Für die Pleuelstangen kann man ebenfalls entweder Chromnickelstahl mit 2,75 bis 3,25 % Ni und 0,7 bis 0,95 % Cr oder einen Chromvanadiumstahl mit 0,8 bis 1,1 % Cr und mindestens 0,15 % V verwenden. Bei beiden Stahllarten ist der Kohlenstoffgehalt zwischen 0,3 und 0,4 % zu halten. Die fertigen Stücke müssen mindestens 73,5 kg/mm² Streckgrenze, 17,5 % Dehnung, 50 % Kontraktion und 241 bis 277 Brinelleinheiten aufweisen. Zu diesem Zweck werden sie nach dem Schmieden zwischen 845 und 875° gegläht und im Ofen oder an der Luft abgekühlt; Chromnickelstahl wird dann bei 770 bis 780°, Chromvanadiumstahl bei 815 bis 830° in Öl abgeschreckt; beide werden auf 580 bis 620° angelassen. Um die Bearbeitung zu erleichtern, kann man die Stücke auch nach dem Glühen bei 845 bis 875° in Öl abschrecken und bis auf 705 bis 730° anlassen. Sie müssen dann nach der Bearbeitung nochmals vergütet werden. Das doppelte Abschrecken eignet sich für den Chromnickelstahl nicht besonders, denn man muß die Stücke noch mit 150 bis 260° aus dem Ölbad herausnehmen, um Ribbildung zu verhindern. Besonders sorgfältig muß man bei der Herstellung von Pleuelstangen auf das Verbrühen und Ueberhitzen der Schmiedestücke achten, namentlich bei den verwickelten Gabelstangen, die während des Schmiedens wiederholt angewärmt werden müssen. An den besonders gefährdeten Stellen, dem Schaft und an den Gabelenden, werden Prüflappen angeschmiedet, die nach dem Schmieden abgebrochen und auf ihr Gefüge hin untersucht werden, so daß man verbrannte Schmiedestücke sofort ausscheiden kann.

Über die Festigkeitseigenschaften einer Flugmotor-Pleuelstange sind die Ansichten geteilt. Soll die Stange möglichst steif sein, so muß man die letzte Vergütung an teilweise bearbeiteten Stangen vornehmen, bei denen das Richten im kalten Zustande erfolgen muß, was sehr bedenklich ist. Da die Pleuelstange vor allem auf Druck beansprucht wird, so muß es genügen, wenn sie so steif ist, daß sie während des Laufens nicht schwingt. Je widerstandsfähiger sie darüber hinaus gegen Stoßbeanspruchung und Ermüdung ist, um so größer ist ihre Lebensdauer. Scharf einspringende Ecken sind zu vermeiden.

Der am höchsten beanspruchte Teil des Flugmotors, die Kurbelwelle, erfordert bei der Herstellung auch die weitestgehenden Vorsichtsmaßnahmen. Ein bewährter Kurbelwellenstahl enthält 0,35 bis 0,45 % C, 0,3 bis 0,6 % Mn, höchstens 0,04 % P und 0,045 % S, ferner 1,75 bis 2,25 % Ni, 0,7 bis 0,9 % Cr. Nach dem Vergüten muß jede Welle mindestens 81,2 kg/mm² Streckgrenze, 16 % Dehnung, 50 % Kontraktion und 266 bis 321 Brinelleinheiten und 4,7 mkg/cm² Kerbzähigkeit aufweisen, doch kann je 0,14 mkg/cm² Kerbzähigkeit durch eine Ueberschreitung der Mindeststreckgrenze um 2,8 kg/mm² ersetzt werden. Die Schmiedestücke werden bei 845 bis 875° gegläht, sodann bei 800 bis 830° in Wasser abgeschreckt und auf 540 bis 590° angelassen. Die Kurbelwelle muß zur Vermeidung von Rissen aus dem Wasser genommen werden, bevor sie sich unter 260° abkühlt, und sofort angelassen werden. An jeder Kurbelwelle ist ein Stück für eine Probeuntersuchung angeschmiedet, aus dem nach dem Vergüten ein Zerreißversuch und eine Kerbschlagprobe vorgenommen wird. Außerdem wird jede Welle zweimal auf Brinellhärte geprüft. Wird die Welle unter 260° gerichtet, so muß man sie wieder auf etwa 110° unter der ursprünglichen Anlaßtemperatur anlassen. Die Gefährlichkeit scharfer Querschnittübergänge oder anderer Verletzungen der Oberflächenschicht hat sich auch bei den Kurbelwellen wiederholt

gezeigt. Bei Ermüdungsbrüchen ging der Riß in jedem Fall von der scharfen Ecke aus.

Besondere Schwierigkeiten bei der Herstellung dieser Kurbelwellen bereiten die Haarrisse. Diese werden anscheinend durch kleine Einschlüsse nichtmetallischer Art (Mangansulfid) verursacht. Ihr Einfluß auf die Betriebssicherheit einer Flugmotorkurbelwelle ist nicht groß, wenn sie in der Richtung der Fasern auftreten und nicht in Abrundungen der Welle liegen. Im allgemeinen treten Haarrisse bei hochlegiertem Chromnickelstahl häufig auf; daher ist der oben angegebene Chromnickelstahl mit niedrigem Gehalt vorzuziehen. Die Haarrisse liegen gewöhnlich nahe an der Oberfläche der Schmiedestücke, so daß sie bei genügender Zugabe für die Bearbeitung weggedreht werden.

Die zahlreichen Kerbschlagproben an den Kurbelwellen liefern wertvolle Unterlagen über die Zweckmäßigkeit dieser Prüfung. Ihre Ergebnisse lassen sich freilich nicht unmittelbar mit Dauerversuchen vergleichen, die Aufschluß über die Widerstandsfähigkeit des Materials gegen Ermüdung geben sollen. So kann eine Kurbelwelle mit einer Kerbzähigkeit von 1,3 bis 2 mkg/cm² bei der Dauerbiegeprobe ebenso gute Ergebnisse liefern wie eine Welle mit 7 mkg/cm² Kerbzähigkeit.

Eine wichtige Eigenschaft des Chromnickelstahles hat die Kerbschlagprobe aber doch zum Vorschein gebracht, die Blaubrüchigkeit. Ihr Auftreten hängt von der Anlaßtemperatur und der Abkühlungsgeschwindigkeit nach dem Anlassen ab. Der Gefahrbereich liegt zwischen 205 und 590°; soweit bis jetzt festgestellt ist, tritt Blaubrüchigkeit nur bei Chromnickelstahl auf, der nach dem Bessemer-Verfahren erzeugt ist, während bei Siemens-Martinstahl kein derartiger Fall bekannt geworden ist. Blaubrüchige Schmiedestücke können wieder brauchbar gemacht werden, wenn man sie bei der Anlaßtemperatur in Wasser abschreckt. Versuche über den Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit nach dem Anlassen bei Kurbelwellen aus Bessemerstahl haben ergeben, daß die im Ofen abgekühlten Stücke eine Kerbzähigkeit von 1,2, die an der Luft abgekühlten 4, die in Öl abgeschreckten 5,9 und die in Wasser abgeschreckten 6,9 mkg/cm² erreichen. Das Ergebnis der Kerbschlagprobe wird beeinflusst durch den Verlauf des Bruches. Verläuft er zwischen den Kristallen, so ist die Kerbschlagfestigkeit gering. Das deutet darauf hin, daß die Blaubrüchigkeit mit dem Zustande des Stoffes zwischen den einzelnen Kristallen zusammenhängt. Ob diese Erscheinungen auch bei anderem als bei Chromnickelstahl auftreten, ist nicht bekannt. Zur Klärung dieser Frage sind eingehende Untersuchungen beabsichtigt.

Für die Kolbenbolzen wird höchste Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung und Ermüdung gefordert. In dieser Beziehung hat sich Nickelstahl mit 0,1 bis 0,2 % C, 0,5 bis 0,8 % Mn, höchstens 0,045 % S und 0,04 % P sowie 3,25 bis 3,75 % Ni bewährt, der nach dem Vergüten an der Oberfläche eine Skleroskophärte von 70, im Kern eine solche von 35 bis 55 aufweist und als frei aufliegender Träger in der Mitte eine Last von 5,9 t aushält. Die Bolzen werden zunächst bei höchstens 910 bis 915° auf eine Tiefe von 0,5 bis 1 mm zementiert, dann langsam abgekühlt, fertig ausgebohrt und auf genaue Längen abgeschnitten. Danach schreckt man sie einmal bei 830 bis 860° in Öl ab, um das Gefüge zu verfeinern, sowie ein zweitesmal bei 725 bis 750°, wobei sie die richtige Härte an der Oberfläche und im Kern erlangen. Alle Bolzen werden schließlich auf 190 bis 205° angelassen. Nach dem letzten Vergüten prüft man jeden Kolbenbolzen an der Oberfläche wie im Kern auf Skleroskophärte.

Als Baustoff für Kurbelgehäuse, Steuerwellengehäuse usw. dient folgende Legierung: 7 bis 8,5 % Cu, 2 % Verunreinigungen, Rest Aluminium. Probestäbe, die mit den Stücken gegossen werden, ergeben mindestens 12,6 kg/mm² Zugfestigkeit und 1,5 % Dehnung. Die verwickelte Bauart des Kurbelgehäuses bereitet vielfach Schwierigkeiten beim Abguß. Bevor

man an solchen Gußstücken Schweißarbeiten ausführt, muß man sie auf etwa 260° anwärmen. Der Schweißdraht soll die gleiche Zusammensetzung wie das Gußstück haben. Risse zu schweißen, die an den Enden nicht abgebohrt sind, ist außerordentlich schwer¹⁾, ebenso sind die Schweißungen an Rippen und Lagerkörpern stets unsicher²⁾. Lötarbeiten an den Aluminiumgehäusen von Flugmotoren sind unter allen Umständen zu vermeiden.

Für Gußstücke, die besonders dicht sein müssen, wie Öl- und Wasserpumpen, ferner für Dauerformguß oder Schalenguß, wie Steuerwellenlager und Kolben, wird der Kupfergehalt der Legierung auf 9,25 bis 10,75% erhöht. Festigkeitsproben haben keinen Zweck, da die Festigkeit innerhalb desselben Abgusses infolge der verschiedenen Abkühlungsverhältnisse stark wechselt. Insbesondere trifft das für Dauerformgußstücke zu, die wohl dichter, aber auch spröder als Kurbelgehäuse sind. Ein höherer Kupfergehalt ist nicht zu empfehlen, wenn die Teile eine wenigstens geringe Dehnung behalten sollen.

Die Lebensdauer jeder Fahrzeugmaschine hängt in erster Linie von der ihrer Lager ab. Die Pleuelstangenlager des Flugmotors stellen gegenüber der Wagenmaschine insofern besondere Anforderungen, als sich infolge der großen Kolbenkräfte und der Unterschiede in der Festigkeit von Lagerschale und Ausguß das Weißmetall von der Schale löst und das Lager unbrauchbar wird. Dabei sind die für Lagerschale und Weißmetall benutzten Legierungen weniger wichtig als das Verhältnis der Dicke der beiden Schichten, die Art des Ausgießens und Abbindens, die Gleichförmigkeit des erzielten Zusammenhanges und die Verteilung der Brücke über die ganze Lagerfläche. Bewährt hat sich Weißmetall aus 85 bis 87% Sn, 6,5 bis 7,5% Sb, 6,5 bis 7,5% Cu und höchstens 0,2% Pb, und Lagerschalensbronze aus 79 bis 81% Cu, 9 bis 11% Sn, 9 bis 11% Pb, 0,1 bis 0,3% P (der Rest sind Verunreinigungen); bei den Lagerschalen war es schwer, die Zusammensetzung gleichmäßig einzuhalten, da die Schalen in Dauerformen nach einem Flichkraftverfahren hergestellt wurden und sich das schwerere Blei in der Regel an der Außenseite ansammelte.

Beim Ausgießen mit Weißmetall muß man darauf achten, daß es überall abbindet und durch die Abkühlung beim Eingießen ein gleichmäßig verfeinertes Gefüge erlangt. Die Gießtemperatur soll 425 bis 455° betragen; Verunreinigung durch Reste von früheren Ausgüssen ist zu vermeiden. Auch die Gießform muß gleichmäßig warm sein, damit sich die Legierung gleichförmig abkühlt.

Von den ungefüllten Büchsen sind diejenigen der Kolbenbolzen sehr wichtig, von denen eine große Widerstandskraft gegen Abnutzung verlangt wird. Sie werden aus Kupfer mit 10 bis 11,5% Sn, 2 bis 3% Zn, höchstens 0,2% Pb und höchstens 0,2% Verunreinigungen hergestellt und müssen mindestens 13,3 kg/mm² Streckgrenze, 24,5 kg/mm² Zerreißfestigkeit und 9% Dehnung aufweisen. Daneben ist auf gleichmäßiges, feines Gefüge zu achten und bei der Auswahl der Bestandteile der Legierung, z. B. in der Zuweisung von Almetall und beim Gießen sorgfältig zu verfahren.

Die vorstehenden Angaben können sinngemäß auch bei der Herstellung von Kraftwagen oder Zugmaschinen Anwendung finden. Für Schrauben empfiehlt sich demgemäß Siemens-Martinstahl mit 0,15 bis

0,25% C, 0,5 bis 0,8% Mn, höchstens 0,045% P und 0,075 bis 0,15% S, der sehr gleichförmig und leicht schneidbar ist und auch für weniger wichtige, gehärtete Teile benutzt werden kann.

Für die Zahnräder muß mit Rücksicht auf die große Abnutzung die Brinellhärte 512 bis 560 betragen, ferner soll der Stahl möglichst gleichförmig und leicht schmiedbar sein, ohne zur Ueberhitzung oder Verbrennung zu neigen, sich leicht bearbeiten und vergüten lassen. Der Abnutzung begegnet man durch Zusatz von Chrom. Nickel erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Stoßbeanspruchung. Daher verwendet man für die Getrieberäder hochwertigen Chromnickelstahl, z. B. mit 0,47 bis 0,52% C, 0,5 bis 0,8% Mn, höchstens 0,04% P und 0,045% S, sowie 2,75 bis 3,25% Ni und 0,7 bis 0,95% Cr. Dieser sogenannte luftharte Stahl neigt zu Blasen- und Lunkerbildung, er läßt sich schwer schmieden und vor dem Verbrennen schützen, neigt zu Rißbildung beim Härten und ist wegen seiner großen Härte schwer zu bearbeiten. Diese Schwierigkeiten werden vermindert, wenn man unter Fortlassung des Nickels den Chromgehalt auf 0,8 bis 1,1% erhöht. Dieser Stahl muß aber mit Ferrovanadium o. dgl. gut desoxydiert werden. Die geschmiedeten Räder werden zunächst bei 845 bis 875° geglüht, dann langsam in dem Ausmaße von rd. 25°/st auf 595° abgekühlt und bei dieser Temperatur an der Luft oder in Wasser abgeschreckt. Sie haben dann eine Brinellhärte von 177 bis 217, so daß man sie leicht bearbeiten kann. Hiernach werden sie bei 815 bis 840° in Öl abgeschreckt und bei 190 bis 220° in Öl angelassen, wobei sie eine Brinellhärte von 512 bis 560 oder eine Skleroskophärte von 72 bis 80 annehmen, die sie vor einem Fressen im Betriebe oder Ermüdung schützt. Bei größerer Härte wächst die Gefahr von Brüchen bei Stößen, während unter 512 die Abnutzung zu groß wird. Für Zahnkränze ohne Nabe oder für Ritzel ist Stahl mit 0,1 bis 0,2% C, 0,35 bis 0,65% Mn, höchstens 0,04% S und 0,045% P sowie 0,55 bis 0,75% Cr und 0,4 bis 0,6% Ni zu empfehlen, der ebenfalls sorgfältig desoxydiert sein muß; er läßt sich leichter vergüten. Die Stücke werden bei 900 bis 925° auf eine Tiefe von 0,8 bis 1,2 mm zementiert, dann unmittelbar in Öl abgeschreckt. Hiernach werden sie nochmals bei 755 bis 795° in Öl abgeschreckt, wobei sie, damit sie sich nicht verziehen, ähnlich wie auf einer Gleason-Presse, aufgespannt werden, und schließlich auf 190 bis 220° angelassen. Obige Zusammensetzung kann unter Umständen auch durch einen Nickelzusatz von 4,75 bis 5,85% verbessert werden; ein solcher Stahl wird bei 870 bis 900° zementiert und zur Verfeinerung des Gefüges bei 815 bis 830° abgeschreckt, dann bei 725 bis 740° zur Härtung der Oberfläche nochmals abgeschreckt. Dieser Stahl weist jedoch häufig Schmiede- und andere innere Fehler auf.

Hinterachsen, Ausgleichwellen, Lenkhebel und ähnliche Teile, deren Hauptfordernis die Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung ist, werden am besten aus Chromnickelstahl mit 1,1 bis 1,5% Ni und 0,45 bis 0,75% Cr oder Chrom-Vanadiumstahl mit 0,8 bis 1,1% Cr und mindestens 0,15% V hergestellt, bei 825 bis 840° in Wasser abgeschreckt und bei 525 bis 550° angelassen. Vor dem Schmieden sollen die Stücke bei 840 bis 870° ausgeglüht werden. Die fertigen Stücke entsprechen dann mit 80,5 kg/mm² Streckgrenze, 16% Dehnung, 50% Kontraktion und 277 bis 321 Brinelleinheiten den Anforderungen, die an den Stahl von Flugmotoren-Kurbelwellen gestellt werden.

Die vorstehenden Mitteilungen zeigen als wichtigstes Ergebnis, daß es zur Erlangung ausreichender Betriebssicherheit nicht notwendig ist, im Kraftwagenbau hochlegierte Stähle zu verwenden. Bei dem gegenwärtigen Umfang der Kraftwagenerzeugung können hierdurch der Industrie große Summen erspart werden.

¹⁾ Sicherer ist es, wenn der Riß nicht zu lang ist, die Stelle ganz auszubohren und durch einen Gewindestift zu verschließen, den man verstemmt. Natürlich darf man das nur an wenig beanspruchten Stellen tun, z. B. in den glatten Seitenwänden des Gehäuses, die oft etwas eingedrückt werden.

²⁾ Da sich, selbst wenn die Schweißung gelingt, das Gehäuse dabei verzieht, so muß man es an der Teilfläche neu abrichten, also große Maschinen dafür besitzen.

Der Einfluß des Anlassens auf den elektrischen Widerstand gehärteter Kohlenstoffstähle.

ist von J. P. Parkhurst¹⁾ zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht worden mit dem Ziele, die Härteabnahme scharf abgeschreckter Stähle bei konstanter Anlaßtemperatur zu ermitteln. Als Maßstab der Härte diente der elektrische Widerstand. Die Versuche wurden mit Stahldrähten verschiedener Härte ausgeführt; der Kohlenstoffgehalt schwankte zwischen 0,05 und 0,45 %. Die Drähte hatten 0,355 bis 0,482 mm ϕ und etwa 500 mm Länge; sie wurden zur bequemeren Vornahme der Wärmebehandlung spiralförmig aufgerollt. Die Proben wurden im Vakuumofen erhitzt und, ohne mit der Außenluft in Berührung zu kommen, in Wasser abgeschreckt. Zum Anlassen der Proben diente bis 175° ein Paraffinbad, darüber hinaus ein Ofen mit konstanter Temperatur. Es wurden vier Versuchsreihen mit Anlaßtemperaturen von 125, 150, 175 und 250° gewählt. Die Aenderung des Widerstandes wurde in gewissen Zeitabständen ermittelt. Zur Widerstandsmessung wurde die Kohlrauschbrücke benutzt; die Versuchsfehler konnten nach dieser Methode im Höchstfalle nur 0,2 bis 0,35 % betragen.

Die Untersuchung ergab kurz folgendes: Der elektrische Widerstand des gehärteten Stahles nimmt mit seinem Kohlenstoffgehalt zu. Mit der Anlaßdauer nimmt der Widerstand anfangs sehr schnell und später langsamer ab, aber selbst nach sehr langer Versuchsdauer ist ein konstanter Grenzwert in keinem Falle erreicht worden. Da der Widerstand des Stahles sich mit seiner Härte ändert, so ist die Widerstand-Zeitkurve vorzüglich dazu geeignet, die wechselnde Zeitdauer zu bestimmen, nach der gehärteter Stahl durch Anlassen bei einer konstanten Temperatur weich wird. Zum größten Teil ist diese Umwandlung schon nach wenigen Stunden beendet, aber vollständig ist sie noch nicht nach 113 Stunden. P. Bardenheuer.

Ein magnetisches Materialprüfverfahren.

L. W. Wild berichtete vor der Faraday Society²⁾ über ein „magnetisches Sklerometer“, dessen Wirkung auf der Bestimmung des in einer bis zur Sättigung magnetisierten Probe zurückbleibenden remanenten Magnetismus beruht. Man erhält so ein Maß für die Härte bzw. für den physikalischen Zustand des untersuchten Werkstoffs.

Ein Probestab von 75 mm Länge und 12½ mm ϕ erhält zunächst die gewünschte Wärmebehandlung, dann wird er in ein Solenoid gebracht, mit einem Weicheisenjoch geschlossen und durch einen starken Strom bis zur Sättigung magnetisiert. Man bringt nun die Probe in eine zweite mit einem Galvanometer verbundene Spule. Bei den oben angegebenen Ausmaßen der Probe ist der Ausschlag des Instrumentes der Koerzitivkraft des Stahles direkt proportional. Das Galvanometer kann dabei direkt in C. G. S.-Einheiten geeicht werden.

Da eine geringe Aenderung in der Warmbehandlung eines Stahles eine verhältnismäßig starke Aenderung der Koerzitivkraft bewirkt, bildet diese einen Maßstab für den physikalischen Zustand des untersuchten Schmiedeeisens. Der kleine Apparat gestattet also, eine ganze Reihe von Aufgaben zu lösen, über die im Original ausführlich berichtet ist. Fr. Heinrich.

Wärmestelle.

Die Wärmestelle hat ihre Mitteilungen Nr. 12, 14 und 15 versandt. Nr. 12 betitelt sich: „Ueber Volummessung mit Düse, Venturirohr und Staurand“ und stellt fest, welche Meßgrundlagen unter der Vielheit der angewendeten Verfahren bisher als zuverlässig betrachtet werden können und gibt insbesondere am Schlusse eine Zahlentafel wieder, in der die einzelnen Meßverfahren nach Zuverlässigkeit, Kosten,

Schwierigkeit der Anbringung, Druckverlust und anderen Gesichtspunkten kritisch zusammengestellt sind. Mitteilung 14 betitelt sich: „Die Regelung der den Verbrauchsstellen zugeführten Gasmenge bei der Hochofengaswirtschaft“ und behandelt das Verhältnis zwischen Gasangebot und Gasbedarf, wie hier ein möglicher Ausgleich stattfindet und welche Mittel zur Verfügung stehen, um den Ueberschuß wirtschaftlich aufzuarbeiten. Zu gleicher Zeit werden die Grundlagen für die Regelung des Gasdruckes und der Luftzufuhr behandelt. Mitteilung Nr. 15 betitelt sich: „Ersparnisse durch ständige Untersuchung von Generatorgas auf Kohlensäure.“ Die Mitteilung behandelt die durch die Untersuchung des Generatorgases mittels Orsatapparat und später mittels eines selbsttätigen CO₂-Schreibers auf einem Martinwerk allmählich erzielte Verbesserung der Zusammensetzung des Generatorgases, nachdem man die Leute auf die Wichtigkeit guten Gases aufmerksam gemacht und ihnen die richtige Art der Generatorbedienung gezeigt hatte.

Aus Fachvereinen.

Hafenbautechnische Gesellschaft.

Die Gesellschaft hält am 23. und 24. September 1920 ihre zweite ordentliche Hauptversammlung in Hamburg ab. Auf der Tagesordnung stehen folgende Vorträge: Geh. Oberreg.-Rat Dr. W. Cuno, Hamburg: „Der Eintritt der Vereinigten Staaten in die Seeschifffahrt.“ Geh. Reg.-Rat Professor F. W. O. Schulze, Danzig: „Danzig und sein Hafen.“ Reg.-Baumeister a. D. Bock, Köln: „Die Hafenneubaupläne Stadt Köln.“ Professor Weihe, Charlottenburg: „Leistung und Wirtschaftlichkeit maschineller Fördermittel in Häfen.“ Außerdem ist eine Rundfahrt durch den Hamburger und Altonaer Hafen, eine Besichtigung der Deutschen Werft und ihrer Neubauten sowie eine Besichtigung des neuen Hafens und der Erweiterungsbauten des Fischerhafens in Kuxhaven vorgesehen.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik.

Die Deutsche Gesellschaft für technische Physik hält ihre diesjährige Tagung in der Zeit vom 20. bis 24. September d. J. in Naheim ab. U. a. sind folgende Vorträge vorgesehen: Dr. Glaser: „Technische Spektralanalyse.“ Dr. Schering: „Ueber ein neues hochempfindliches Photometer.“ Dr. Schröter: „Technische Anwendungen stromleitender Edelgase.“

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen³⁾

9. September 1920.

Kl. 18b, Gr. 10, R 43 487. Verfahren der Desoxydation von Flußeisen und Stahl; Zus. z. Pat. 326 723. Rombacher Hüttenwerke, Koblenz, Jegor Israel Bronn, Charlottenburg, Bismarckstr. 62, und Wilhelm Schemmann, Kirchhörde b. Dortmund.

Kl. 24c, Gr. 9, Sch 58 305. Regenerativflamofen; Zus. z. Pat. 318 669. Adolf Schondorff, Ratibor, O.-S.

13. September 1920.

Kl. 18a, Gr. 6, S 50 185. Vorrichtung zum Anzeigen der Besichtigungshöhe von Hochöfen durch Prüfstangen; Zus. z. Pat. 261 600. Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin.

Kl. 80c, Gr. 13, K 69 562. Austragevorrichtung für Schachtföfen. Josef Kotterba, Görlitz, Jakobstr. 23.

¹⁾ J. Ind. Eng. Chem. 1918, 1. Juli, S. 515/8.

²⁾ Auszug „The Iron and Coal Trades Review“ 1919, 29. Aug., S. 260.

³⁾ Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

13. September 1920.

Kl. 4g, Nr. 750 373. Schweiß-, Schneid- und Löt-brenner mit durch einen federnden und mit Stellschraube versehenen von der den Brennergriff umfassenden Hand regulierbarer Brenngaszuführung. Willy Seyfarth, Altenburg, S.-A.

Kl. 18a, Nr. 750 402. Kühlkasten für metallurgische Oefen, insbesondere Hochofen. Max Puschke u. Eduard Schiegries, Duisburg-Meiderich.

Kl. 31c, Nr. 750 324. Formsandmischmaschine. Hermann Behrens, Hannover, Haasenstr. 4.

Kl. 31c, Nr. 750 325. Sieb- und Mischapparat für Formsand. Hermann Behrens, Hannover, Haasenstr. 4.

Kl. 31c, Nr. 750 326. Sandtrockenofen. Hermann Behrens, Hannover, Haasenstr. 4.

Kl. 80a, Nr. 750 569. Einrichtung an Rüttelformmaschinen zur Herstellung von Zement- oder Betonkörpern u. dgl. aller Art. Oscar Meyer, Köln-Ehrenfeld, Gutenbergstr. 110.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 31 b, Nr. 318 109, vom 6. Dezember 1918. Bernhard Keller in Düsseldorf. Rüttelvorrichtung für Formmaschinen.



Der Rüttler ist fahrbar, so daß er sowohl für eine einzelne Formmaschine, als auch für eine Mehrfachmaschine oder auch für beliebig viele entsprechend eingerichtete ortsfeste Formmaschinen verwendet werden kann.

Kl. 31 a Nr. 316 953, vom 30. Juni 1917. Wilhelm Buessi, Hannover. Schacht-ofen mit Vorherd und mit Oel- oder Gasfeuerung zum Schmelzen leichtflüssiger Metalle.

Der Ofen besteht aus dem fahrbaren Unterofen a mit eingebautem Vorherd b und Heizdüse c. Ueber a ist an Haken d ein Doppelschacht-ofen e f heb- und senkbar aufgehängt, der einen Abzug g besitzt. f dient als Schmelzschacht, ist für sich heb- und senkbar und trägt eine durchlochte Platte h für das flüssige Metall.

Kl. 31 a, Nr. 318 243, vom 20. Juni 1918. Maurice Mathy in Flemalle-Grande, Belgien. Kippvorrichtung für Tiegelöfen.

Der Deckel des Ofens dient, nachdem er abgehoben worden ist, beim Kippen des Ofens als Gegengewicht. Er wirkt mit seinem Gewicht an einem Ende eines Hebels, dessen anderes Ende gelenkig mit dem Ofen verbunden ist.

Kl. 40 a, Nr. 318 304, vom 4. April 1918. Karl Heß in Heilbronn a. N. Verfahren und Einrichtung zur Wiedergewinnung von Leichtmetallen aus Spänen, Rückständen und Aschen.



Die Späne werden nur nach und nach in geringen Mengen in das Salzbad eingebracht, wodurch es gelingt, ihren gesamten Metallgehalt wiederzugewinnen. Dies geschieht in einem zweckmäßig kreisrunden Schmelzofen, in dem der zentral gelegene Einführungsschacht a so tief nach unten geführt ist, daß seine untere Oeffnung zum mindesten die Oberfläche des Salzbad bei normalem Stande desselben berührt.

Die Späne werden nur nach und nach in geringen Mengen in das Salzbad eingebracht, wodurch es gelingt, ihren gesamten Metallgehalt wiederzugewinnen. Dies geschieht in einem zweckmäßig kreisrunden Schmelzofen, in dem der zentral gelegene Einführungsschacht a so tief nach unten geführt ist, daß seine untere Oeffnung zum mindesten die Oberfläche des Salzbad bei normalem Stande desselben berührt.

Kl. 18 b, Nr. 318 147, vom 25. Februar 1916. Zusatz zu Nr. 301 839; vgl. St. u. E. 1918, S. 572. B. Queling in Saarbrücken. Verfahren zur Erzeugung hochprozentiger Phosphatschlacke von hoher Zitrallöslichkeit bei der Flußeisen- oder Stahlgewinnung im basischen Herdofen.

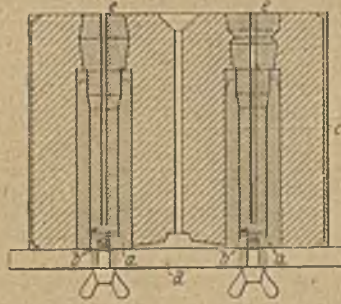
Das Zusatzpatent soll das Hauptverfahren bezüglich der Bildung einer Kalkschlacke verbessern, und zwar soll auf eine leichtflüssige Schlacke hingearbeitet werden, um bei niedriger Temperatur und vor der Verbrennung des Kohlenstoffs entphosphoren zu können. Demgemäß werden Sinterziegel, und zwar bestehend aus gebranntem Kalk, Eisenoxydul, Manganoxydul, geröstetem Erz usw., bei Beginn des Verfahrens dem Eisenbade zugesetzt.



Kl. 10 a, Nr. 318 328, vom 4. Dezember 1917. F. G. Ludwig Meyer i. Bochum. Aschenabdichtung für die ein- oder mehrflügeligen Ofen-, insbesondere Koksofentüren.

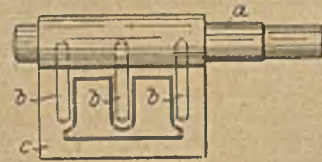
Vor der eigentlichen Tür b ist eine Vorsatztür a angeordnet, die durch Futterstück d in einem genügenden Abstand von der Koksofentür b gehalten wird, um den zwischen beiden Türen entstehenden Zwischenraum c mit Asche auszufüllen.

Kl. 31 c, Nr. 299 754, vom 3. Oktober 1914. A. Borsig, Maschinenfabrik in Tegel b. Berlin. Verfahren zum Formen einseitig offener Hohlkörper.



Die Kerne b werden mit ihrem Schaft in die auf der Modellplatte d befestigten Modelle a eingeschoben und mit diesen und mit ihrem verstärkten und durch seine Gestalt gegen Verschieben nach oben und unten gesicherten Kopf im Formkasten eingestampft. Sodann werden die Modelle aus der Form herausgezogen, wobei der Kern vollkommen zentriert unverrückbar in der Form sitzen bleibt.

Kl. 31 c, Nr. 317 805, vom 16. August 1918. Harzer Werke zu Rübeland und Zorge in Blankenburg, Harz. Verfahren zur Herstellung von Schaufelrädern für Flügel-pumpen aus Schmiedeeisen und Metallguß.



Die schmiedeeiserne Welle a des Schaufelrades wird mit Stangen b o. dgl. versehen, in eine Gußform gelegt und mit dem die Schaufeln bildenden Metall c umgossen.

Die schmiedeeiserne Welle a des Schaufelrades wird mit Stangen b o. dgl. versehen, in eine Gußform gelegt und mit dem die Schaufeln bildenden Metall c umgossen.

Kl. 12e, Nr. 318 432, vom 29. Mai 1918. Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin. Elektrische Reinigungsanlage für Gase.



In der Sammelgrube a für das Niederschlagsgut unterhalb des Strömungsweges b sind leicht entfernbare Schieber oder Klappen c angebracht. Sie haben den Zweck, eine Gasströmung innerhalb der Grube zu verhindern.

Statistisches.

Die Bergwerks- und Eisenindustrie Luxemburgs im Jahre 1919.

Dem Jahresberichte der Luxemburgischen Handelskammer¹⁾ entnehmen wir die nachstehenden Angaben über die Entwicklung der Berg- und Hüttenindustrie des Großherzogtums Luxemburg während des Jahres 1919. Ueber die Verhältnisse im Eisenerzbergbau des Landes gibt folgende Zusammenstellung Aufschluß:

	1919	1918
Anzahl der Arbeiter . . .	3 660	3 500
Gesamteisenerzförderung t	3 112 472	3 131 400
Wert der Förderung . Fr.	25 366 646	14 995 635
Durchschnittspreis für die Tonne Fr.	8,15	4,51
Insgesamt gezahlte Löhne Fr.	16 905 850	13 203 455

Auf die verschiedenen Bergbaubezirke verteilte sich der Eisenerzbergbau des Berichtsjahres wie folgt:

Bezirk	Eisenerzförderung t	Durchschnittsverkaufspreis f. d. t Fr.	Anzahl der Arbeiter
Esch	732 925	9,21	1024
Düdelingen - Rümelingen	1 229 173	8,00	1488
Differdingen	1 150 374	7,24	1148
Insgesamt	3 112 472	8,15	3660

Der seit dem Jahre 1917 beobachtete Förderungsrückgang hat auch im Berichtsjahre angehalten. Die durchschnittliche Jahresleistung eines Arbeiters sank auf 850,4 t, nachdem sie im Vorjahre 894,5 t und im Jahre 1917 noch 1077,2 t betragen hatte. Recht ungünstig wirkte auf die Arbeitsleistung auch der Achtstundentag ein, nach dessen Einführung die tägliche Förderung je Arbeiter auf 2,5 t sank und damit nur etwa die Hälfte der Vorkriegsleistung erreichte. Die ständig zurückgehende Tagesleistung ist auch im laufenden Jahre noch um nichts besser geworden und gibt zu den ernstesten Besorgnissen Anlaß. Im allgemeinen litt der Erzmarkt schwer unter der unsicheren wirtschaftlichen Lage. Die Nachfrage aus Deutschland war äußerst rege, während die einheimischen Verbraucher infolge Stilllegung von Hochöfen ihren Bedarf stark einschränkten. Der Minetteversand ins Ausland stand unter der Ueberwachung des interalliierten Wirtschaftskomitees, das auch die Verteilung der Koksorräte vornahm. Die Löhne gingen im Laufe des Berichtsjahres stark in die Höhe. Dementsprechend stiegen auch wieder die Minettepreise. So erhöhte sich der Durchschnittsverkaufspreis von 4,51 Fr. auf 8,15 Fr. oder um 81 %. Der tatsächlich gezahlte Preis stellte sich zu Anfang 1919 auf 5 bis 6 Fr., erhöhte sich im Laufe des Jahres bis zum Monat August auf 12 Fr. und blieb fest bis zu Ende 1919 auf 15 Fr. In der Ausfuhr an Erzen ist im Berichtsjahre ebenfalls eine Aenderung gegenüber den Vorjahren eingetreten, da sowohl Frankreich als auch Belgien wieder beliefert wurden. Insgesamt wurden 632 061 t mehr ausgeführt als im Jahre 1918. Von der Ausfuhr gingen 784 702 (i. V. 575 450) t nach Deutschland, 328 041 t nach Belgien und 284 769 t nach Frankreich. Eingeführt wurden aus Frankreich 611 139 t.

Die Lage der luxemburgischen Hüttenindustrie war gekennzeichnet durch die Kündigung des Zollvereinsvertrages und durch die damit verbundene teilweise Lostrennung von der deutschen Eisenindustrie.

¹⁾ Rapport Général sur la situation de l'Industrie et du Commerce pendant l'année 1919. — Vgl. St. u. E. 1919, 25. Sept., S. 1154/5.

Mit dem Waffenstillstand hörte die Koksversorgung aus Deutschland vollkommen auf. Die geringen vorhandenen Vorräte waren bald aufgebraucht, die gesamte Eisenindustrie stand vor dem Erliegen. Auch die im Dezember 1918 gegründete Luxemburger Convention, die von Deutschland Koks im Austausch mit Minette bezog, lieferte nur wenig Brennstoffe, da der Hauptteil den französischen Hütten zugeführt wurde. Infolgedessen blieben bis weit ins Frühjahr 1919 hinein die Erzeugung äußerst knapp, die Nachfrage zurückhaltend und die Preise schwankend. Eine Aenderung trat erst mit dem Monat August 1919 ein, als die Nachfrage aus den Wiederaufbaugebieten stärker wurde. Gegen Ende des Jahres hatte sich die Verkaufsfähigkeit soweit belebt, daß die Erzeugung mit dem Abfr nicht mehr gleichen Schritt halten konnte, da die Werke, die in Bezug der benötigten Koxsmengen ganz vom Vielverband abhängig waren und es auch heute noch sind, bei einer monat-

Millionen t

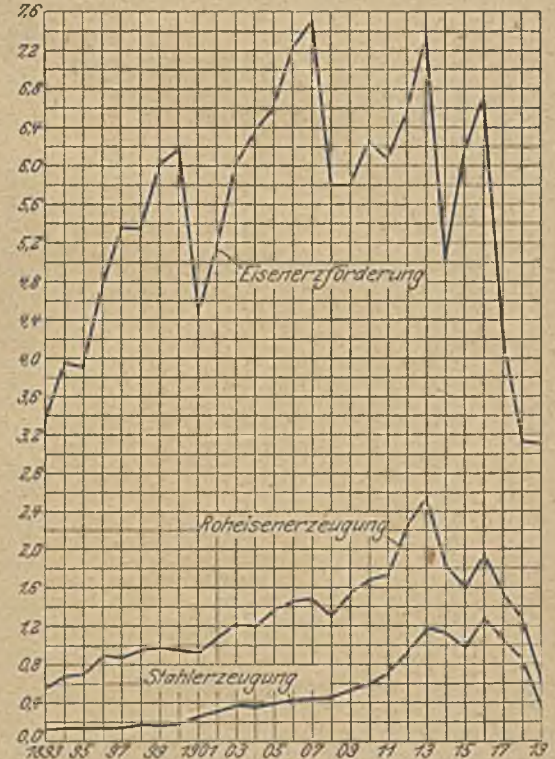


Abbildung 1. Eisenerzförderung, Rohisen- und Stahlerzeugung Luxemburgs in den Jahren 1893 bis 1919.

lichen Belieferung von rd. 50 000 t nicht voll ausgenutzt werden konnten. Die Schwierigkeiten beim Brennstoffbezug wurden durch die wirtschaftliche Abgeschlossenheit Luxemburgs noch vermehrt. Frankreich errichtete seine Zollschranken und erhob 75 Fr. Einfuhrzoll je t Walzzeug. Allerdings wurde dieser Satz später auf 50 Fr. herabgesetzt, blieb aber damit immer noch außerordentlich hoch, namentlich wenn man bedenkt, daß dieser Zoll allein etwa der Hälfte des Vorkriegspreises für Walzeisen entspricht. Auch die französische Kohlenpolitik mit ihren Aufschlägen machte die Lage weiterhin nicht ganz leicht; der Achtstundentag trug das Seinige zur Vermehrung der Betriebsschwierigkeiten bei. Ebenso wie in den äußeren Verhältnissen vollzogen sich auch im inneren Aufbau der gesamten Eisenindustrie einschneidende Veränderungen. An Stelle der früheren großen deutschen Verkaufssyndikate waren die Werke mit der Einrichtung eigener Verkaufsorganisationen beschäftigt, die ständig zum Gegenstand von Reibungen zwischen den einzelnen Werken wurden. Außerdem brachte die Liquidation der deutschen Unternehmungen in Luxem-

burg namentlich hinsichtlich der wirtschaftlichen Neu-einstellung einige Schwierigkeiten mit sich.

Ueber die wirtschaftlichen Ergebnisse entnehmen wir dem Bericht noch folgendes: Von 47 (wie im Jahre 1918) vorhandenen Hochöfen standen insgesamt 20 (38) während 730 (1526) Wochen im Feuer. Verbraucht wurden 2055 651 (3 910 153) t Erze eigener und 62 436 (439 928) t fremder Herkunft, sowie 839 590 (1 808 790) t Koks. Beschäftigt wurden in den Hochofenwerken 4244 (4783) Arbeiter, an die 17 520 941 (19 739 544) Fr. Löhne gezahlt wurden. Ueber die Roheisenerzeugung sowie deren Wert gibt nachstehende Zahlentafel Aufschluß:

Es wurden erzeugt an	im Jahre 1919		im Jahre 1918	
	t	Im Werte von Fr.	t	Im Werte von Fr.
Puddelroheisen	487	113 960	12 760	2 201 100
Thomasroheisen	523 287	133 743 874	1 190 401	241 328 390
Gießereiroheisen	93 048	24 013 448	57 507	11 060 008
Insgesamt	617 422	157 870 782	1 266 671	254 590 806
Im Durchschnittswerte von	255,69 Fr. f. d. t		201,10 Fr. f. d. t	

An Stahlwerken waren sieben (wie im Vorjahre) vorhanden, in denen 1360 (1603) Arbeiter mit einer Gesamtlohnsomme von 5 832 630 (7 240 610) Fr. beschäftigt wurden. Als Einsatz verbrauchten die Stahlwerke 407 458 (982 744) t Roheisen, 11 116 (35 406) t Schrott und 63 875 (163 173) t Kalk und Dolomit. Es wurden hergestellt an:

	1919	Im Werte von Fr.	1918	Im Werte von Fr.
Roßblöcke . . .	366 231	133 882 768	857 937	199 578 806
Stahlguß u. Elektro-stahl . . .	4 564	4 039 703	29 712	11 274 981
Thomas-schlacke . . .	89 850	9 426 817	212 196	5 827 492
anderer Schlacke . . .	7 961	543 608	7 322	102 100

Die Zahl der Walzwerke ist in den letzten beiden Jahren unverändert 5 geblieben. Beschäftigt wurden 4467 (2889) Arbeiter, an die 17 144 967 (13 072 829) Fr. Löhne gezahlt wurden. Geliefert wurden den Walzwerken 361 120 (853 274) t Roßblöcke, aus denen die nachfolgenden Mengen an Halb- und Fertig-erzeugnissen hergestellt wurden:

	1919	Im Werte von Fr.	1918	Im Werte von Fr.
Halbzeug . . .	108 027	44 917 831	225 443	55 366 555
Stabeisen . . .	83 513	43 017 042	289 266	100 542 490
Träger . . .	58 120	30 328 934	59 003	22 858 067
Eisenbahnzeug . . .	31 495	17 399 220	70 405	25 698 740
Drabt . . .	7 834	4 357 670	51 489	17 362 557
Beadeseisen . . .	14 028	8 907 780	18 530	9 949 000
Sonstige Fertig-erzeugnisse . . .	30 299	10 791 645	109 149	14 788 900

Die Anzahl der in Betrieb befindlichen Gießereien bezifferte sich auf 9 (9) mit 738 (680) beschäftigten Personen, an die 2 581 713 (2 220 056) Fr. Löhne gezahlt wurden. Aus 9206 (11 484) t eingesetztem Roheisen und 6974 (8646) t Schrott wurden hergestellt:

	im Jahre 1919		im Jahre 1918	
	t	Im Werte von Fr.	t	Im Werte von Fr.
Topfguß . . .	407		777	
Röhren . . .	56		21	
Maschinen- und sonstigem Guß.	11 506		18 270	
Insgesamt	11 969	9 135 879	19 068	10 670 479
Im Durchschnittswerte von . . .	763,31 Fr. f. d. t		561,50 Fr. f. d. t	

Die Entwicklung der Eisenerzförderung, Roheisen- und Stahlerzeugung Luxemburgs seit dem Jahre 1893 ist aus Schaubild 1 ersichtlich.

Die Ruhrkohlenförderung im August 1920.

Die Kohlenförderung im Ruhrbezirk betrug, in Ergänzung der vorläufigen Ziffern¹⁾, im August 7 484 851 t gegen 7 564 168 t im Vormonat, 6 495 766 t im August 1919 und 9 795 236 t im August 1913. Die arbeitstägliche Förderung betrug im August bei 26 Arbeitstagen 287 879 t gegen 280 154 t im Juli bei 27 Arbeitstagen. Der Kohlenumschlag in den Duisburg-Ruhrorter Häfen betrug im August 798 694 t gegen 751 752 t im Vormonat und der Umschlag der Generalzechen 652 398 t gegen 684 718 t. Die Zahl der Bergarbeiter betrug Ende August 502 426 gegen 491 106 im Vormonat. An Koks wurden 1 819 318 (Juli: 1 790 460) t und an Preßkohle 317 842 (330 950) t hergestellt.

Die Kohlenförderung Oesterreichs im ersten Halbjahr 1920.

In Oesterreich wurden im ersten Halbjahr 1920 an Steinkohlen insgesamt 61 170 t gegen 89 792 t in der gleichen Zeit des Vorjahres und 1 124 516 t Braunkohlen gefördert. Während des ganzen Jahres 1919 belief sich die Förderung auf 89 792 t Stein- und 1 983 759 t Braunkohlen.

Frankreichs Eisenerzförderung im Jahre 1919.

Die Förderung an Eisenerz während des Jahres 1919 betrug in Frankreich²⁾ 9 429 689 t. Von dieser Menge wurden allein in Lothringen 8 606 000 t oder 91,2%, der Rest in der Bretagne, Normandie und in den Pyrenäen gefördert. Recht ungünstig auf die Förderung wirkten die Verkürzung der Arbeitszeit und die Abwanderung von Arbeitern in andere Industriezweige ein; im lothringischen Becken machte sich das Fehlen der ausländischen Arbeiter, die nach dem Kriege nicht mehr zurückgekehrt waren, stark bemerkbar; außerdem war es wegen Wagenmangel nicht immer möglich, das geförderte Erz gleich zu verladen, so daß große Mengen — zeitweise bis zu 4 230 000 t — auf Lager gestürzt werden mußten. Die Einfuhr an Eisenerz während des Berichtsjahres stellte sich auf 303 295 t im Werte von 22 747 000 Fr. Davon lieferten Spanien 214 983 t, Algerien 10 393 t, Italien 9113 t und Belgien 1473 t. Aus anderen Ländern kamen 67 328 t. Ausgeführt wurden 1 697 171 t im Werte von 127 288 000 Fr., wovon der größte Teil an Deutschland geliefert wurde.

In den ersten vier Monaten des Jahres 1920 betrug die Förderung 3 697 143 t, wovon im Januar 990 495 t, Februar 974 847 t, März 1 118 773 t und infolge der vielen Streiks im April nur 613 028 t gefördert wurden. Von der Gesamtförderung entfielen auf die Gruben der Bezirke Metz-Diedenhofen 2 313 832 t, Briey, Longwy, Nancy 1 146 956 t und auf alle übrigen Bergwerke 236 355 t.

Der Außenhandel der Vereinigten Staaten im Rechnungsjahre 1919/20.

Nach den endgültigen Feststellungen des amerikanischen Handelsamtes³⁾ blieb der Wert der in dem am 30. Juni 1920 abgelaufenen Rechnungsjahre 1919/20 ausgeführten Erzeugnisse aus Eisen und Stahl zum ersten Male seit 1916 wieder unter 1 Milliarde Dollars. Insgesamt gingen an solchen Waren für 932 675 866 \$ heraus, gegen 1 065 021 193 \$ im Rechnungsjahre 1919, 1 124 999 211 \$ in 1918, 1 133 746 188 \$ in 1917 und

1) Vgl. St. u. E. 1920, 16. Sept., S. 1248.

2) Board of Trade Journal 1920, 19. Aug., S. 223.

3) Iron Age 1920, 5. Aug., S. 342/3. — Vgl. St. u. E. 1919, 25. Dez., S. 1649.

624 087 940 \$ im Jahre 1916. Die Tonnenzahlen weisen den gleichen Rückgang auf. So betrug die Ausfuhr 1919/20 4 212 732 t (zu 1016 kg), gegen 5 181 931 t im Jahre 1918/19, 6 885 543 t in 1917/18 und 4 862 164 t im Jahre 1916/17. Der Menge nach blieb also die Ausfuhr des Berichtsjahres immer noch wesentlich hinter der des Jahres 1916/17 zurück, dagegen überstieg der Wert die Höchstziffer dieses Jahres um rd. 50 %. Im einzelnen gestaltete sich die Ausfuhr wie folgt:

	Ausfuhr im Rechnungsjahre	
	1918/19	1919/20
	tons zu 1016 kg	
Roheisen	335 279	245 354
Ferromangan	2 184	2 374
Ferrosilizium	4 049	398
Schrott	5 428	81 464
Stabeisen	81 788	30 530
Walzdruht	20 902	111 823
Stahlstäbe	629 717	583 418
Knüppel, Blöcke usw.	911 695	288 766
Schrauben und Muttern	64 252	34 910
Bandeisen	56 553	45 188
Hufeisen	2 468	2 567
Geschliffene Nägel	3 468	4 002
Schiennägcl	20 740	17 190
Drahtstifte	93 898	55 081
Sonstige Nägel	18 400	9 745
Gußferno Röhren und Verbindungsstücke	40 012	46 415
Schweißciserne Röhren und Verbindungsstücke	173 252	221 064
Radiatoren und Kessel aus Gußeisen	3 577	6 745
Stahlschienen	621 728	553 860
Verzakte Eisenbleche	50 113	99 313
Sonstige Eisenbleche	222 547	33 354
Stahl-Grobbleche	740 532	721 828
Stahl-Feinbleche	160 432	151 324
Schiffs- und Behälterbleche	20 598	26 920
Baucisen	340 584	339 908
Weiß- und Mattbleche	244 302	207 296
Stacheldraht	107 392	118 878
Sonstiger Draht	167 086	166 411
Zusammen	6 181 931	4 212 732

Im Gegensatz zur Ausfuhr hatte die Einfuhr an Eisen und Stahl sowohl hinsichtlich des Wertes als auch der Menge nach eine bedeutende Zunahme zu verzeichnen. Der Wert stieg von 24 306 839 \$ im Rechnungsjahre 1918/19 auf 37 423 289 \$ im Berichtsjahre, die Menge der eingeführten Waren von 191 342 t (zu 1016 kg) auf 439 803 t. Im einzelnen wurden eingeführt:

	Einfuhr im Rechnungsjahre	
	1918/19	1919/20
	tons zu 1016 kg	
Ferromangan	24 006	38 973
Ferrosilizium	6 091	11 855
Sonstiges Roheisen	10 036	126 264
Schrott (einschl. Zinnschrott)	101 909	202 062
Stabeisen	1 342	3 030
Baucisen	2 453	1 234
Stahlknüppel	27 147	29 172
Stahlschienen	16 417	23 801
Fein- und Grobbleche	829	1 418
Weiß- und Mattbleche	70	377
Walzdruht	1 012	1 564
Zusammen	191 342	439 803

An bergbaulichen Erzeugnissen wurden die folgenden Mengen ein- bzw. ausgeführt:

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1918/19	1919/20	1918/19	1919/20
	tons zu 1016 kg		tons zu 1016 kg	
Steinkohle	1 070 348	1 125 839	22 438 007	27 893 787
Koks	18 050	29 273	1 063 183	678 870
Eisenerze	600 602	871 203	1 356 602	972 522
Manganerze	323 901	472 452		

Maschinen und Maschinenteile wurden insgesamt für 397 404 999 \$ gegen 346 010 561 \$ im Jahre 1918/19 aus- und für 4 744 550 bzw. 5 543 302 \$ eingeführt.

Wirtschaftliche Rundschau.

Entwurf eines Gesetzes über den Arbeitsnachweis. — Die reichsgesetzliche Regelung des Arbeitsnachweises ist ein von den Volksvertretungen im letzten Jahrzehnt wiederholt geäußertcr Wunsch. Das Reichsarbeitsministerium hat nunmehr vor kurzem den beteiligten

Kreisen einen vorläufigen Entwurf des Arbeitsnachweisgesetzes mit der Bitte um Stellungnahme übersandt. Der Entwurf ist gemeinsam vom „Ausschuß für die Kodifikation des gesamten Arbeitsrechts“ und dem Reichsamt für Arbeitsvermittlung ausgearbeitet worden und bestimmt in seinen Hauptpunkten folgendes: Es soll ein einheitlicher, festgefügtcr Aufbau des Arbeitsnachweises über das ganze Reich geschaffen werden. Die wichtigsten Glieder dieses Aufbaus sind einmal die in der Regel mit dem Bezirk einer unteren Verwaltungsbehörde zusammenfallenden Arbeitsnachweise, über ihnen die Landesämter, deren Grenzen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu ziehen sind, und die grundsätzlich zusammenhängende Wirtschaftsgebiete geschlossen lassen, endlich als oberste Behörde das Reichsamt für Arbeitsvermittlung. Träger des gesamten Arbeitsnachweiswesens sind demnach die öffentlichen allgemeinen Arbeitsnachweise. Die bereits bestehenden Arbeitsnachweise, deren Träger die Arbeitgeber und Arbeitnehmer der in Betracht kommenden Gewerbe sind, sollen innerhalb von zwei Jahren den öffentlichen Arbeitsnachweisen angegliedert werden, ebenso Arbeitsnachweise von gemeinnützigen Vereinen oder Anstalten. Die gewerbmäßige Stellenvermittlung wird ganz beseitigt, jedoch wird aus Billigkeitsgründen den Besitzern derartiger Stellenvermittlungen eine Frist von zehn Jahren gelassen, innerhalb deren sie ihre Betriebe aufzulösen haben, ohne daraus einen Anspruch auf Entschädigung; herleiten zu können. Die Geschäftsführung sämtlicher Arbeitsnachweinstellen soll auf dem Grundsatz der Selbstverwaltung beruhen. Die Vermittlung soll im Grundsatz unentgeltlich erfolgen. Sie soll ferner unparteiisch sein und namentlich keine Rücksicht auf die Zugehörigkeit zu einem Berufsverein nehmen. Einer Einwirkung auf die Lohnhöhe hat sie sich zu enthalten, wobei allerdings die Ausnahme vorgesehen ist, daß der Arbeitsnachweis, soweit ein Tarifvertrag besteht, die Vermittlung beteiligter Arbeitnehmer an beteiligte Arbeitgeber zu ändern als den tariflichen Bedingungen ablehnen soll, desgleichen die Vermittlung von Arbeitsverträgen, die gegen ortsübliche Mindestlöhne erheblich verstoßen würden. — Besondere Schwierigkeit machte die Entscheidung der Frage, wie sich die amtlichen Arbeitsnachweise bei Arbeitskämpfen zu verhalten haben. Vorgesehen ist lediglich ein Weiterarbeiten des Arbeitsnachweises bei sogenannten wilden Streiks und Aussperrungen. Um den Einfluß der von den Schlichtungsausschüssen ergangenen Schiedssprüche zu heben, soll der Partei, die den Schiedsspruch nicht annimmt, die Hilfe des Arbeitsnachweises entzogen werden. Bestimmungen, die eine Benutzung des Arbeitsnachweises den Arbeitgebern und Arbeitnehmern zur Pflicht machen, oder die allgemein den Anmeldezwang für offene Stellen vorsehen, sind in dem Entwurf nicht vorhanden. Ebenso fehlen bestimmte Hinweise darauf, ob und wie eine Regelung oder Einschränkung der durch Anzeigen erfolgenden Arbeitsvermittlung vorgesehen ist. Was endlich die Kosten betrifft, so sollen zwei Drittel den Arbeitgebern und Arbeitnehmern als Zuschlag zu den Beiträgen für die Arbeitslosenversicherung auferlegt werden, das restliche Drittel werden die öffentlichen Körperschaften, welche die Arbeitsnachweisämter verwalten, zu tragen haben.

Siegerländer Eisenstein-Verein, G. m. b. H., Siegen. — Um dem allgemeinen Preisabbaurechnung zu tragen, hat der Siegerländer Eisenstein-Verein trotz steigender Selbstkosten die Verkaufspreise um 5 % herabgesetzt. Es kostet gerösteter Spateisenstein somit 111,50 M je t. Die Preise für Rohspat bleiben unverändert und betragen 277,90 M.

Lothringische Minette für Deutschland. — Nach lothringischen Blättermeldungen hat die französische Regierung die Erlaubnis erteilt, die Ausfuhr lothringischer Minette nach Deutschland wieder aufzunehmen.

Die Bergarbeiterlöhne im Ruhrbezirk. — Vom Zechenverband ist eine Lohnstatistik über die Monate April, Mai und Juni 1920 herausgegeben worden.

Danach betrug im gesamten Ruhrbezirk der reine Schichtverdienst eines Arbeiters der Gesamtbelegschaft einschließlich Kindergeld usw. 44,27 *M.*, der Hauerlohn erreichte eine Höhe von 53,90 *M.* Vom Monat April bis zum Monat Juni ist für den ersten Fall eine Erhöhung des Schichtlohnes um 2,19 *M.* erfolgt, im letzteren Falle eine solche von 3,93 *M.* Zu den hier angegebenen Löhnen kommen für den Monat Juni 4,50 *M.* je Schicht hinzu, die in Form von Lebensmittelzuschüssen vom Reich zur Verfügung gestellt wurden. Dagegen sind die Zuschläge für Ueber- und Nebenschichten nicht berücksichtigt, ebenso sind nicht die Vergünstigungen zahlenmäßig zum Ausdruck gekommen, welche die Bergarbeiter in Form von Deputatkohle, geringerer Miete, Gewährung von billigen Kleidungsstücken, Lebensmitteln usw. genießen.

Aus der österreichischen Eisenindustrie. — Ueber die Lage der Eisenindustrie, insbesondere der Eisengießereien in Deutsch-Oesterreich, entnehmen wir einem Bericht an die Fachgruppe der eisenschaffenden Industrie beim Reichsverband der deutschen Industrie die folgenden Angaben:

Seit April 1920 sind die Sendungen von niederschlesischem Koks (Gießereikoks) nach Deutsch-Oesterreich gänzlich ausgeblieben. Dieser Umstand und das spärliche Anrollen von Koks aus Oberschlesien haben die deutsch-österreichischen Eisengießereien in eine fast verzweifelte Lage gebracht. Der oberschlesische Koks ist überdies allein für die Gießereien nicht verwendbar. Er ist zu weich, zu unrein und zu schwefelreich. Sein Schwefelgehalt schwankt derart, daß täglich große Mengen Guß, die mit ihm allein ohne Beimengung von sogenanntem Qualitätskoks erzeugt werden, völlig mißlingen und dann nicht nur der Guß, sondern auch die Bearbeitungskosten als vergeudet betrachtet werden müssen. Große Werte gehen hierdurch verloren. Eine weitere Folge ist auch die, daß die Abnehmer der Eisengießereien, die Maschinenfabriken, durch Bearbeitung des ihnen gelieferten schlecht gelungenen Gusses häufig ihre Werkzeuge verderben und hierdurch veranlaßt werden, andere Bezugsquellen aufzusuchen. Hierdurch gestaltet sich die Lage der Eisengießereiindustrie noch bedenklicher, zumal da ohnehin eine allgemeine Absatzstörung eingetreten ist und daher versucht werden muß, die Erzeugungskosten herabzumindern und nur erstklassigen Guß zu liefern. Endlich bedroht auch der tschechische Wettbewerb die hiesige Gießereiindustrie; bei den meisten tschechischen Gießereien ist das Geschäft nämlich ebenfalls abgeflaut, und sie sind daher bestrebt, ihre früheren Kunden in Deutsch-Oesterreich wiederzugewinnen. Sie befinden sich außerdem gegenüber den österreichischen Gießereien insofern im Vorteil, als sie von ihrer Regierung brauchbaren Koks zugewiesen erhalten, wogegen die Lieferung von Koks nach Oesterreich von der tschechischen Regierung mit Absicht eingeschränkt wird. Nur in Ausnahmefällen, wie bei der Alpen Montangesellschaft, liefert die Tschechoslowakei ausreichende Mengen. Den österreichischen Gießereien könnte nur dadurch wirksam geholfen werden, wenn ihnen monatlich eine Menge von 5000 t guten Schmelzkokes zur Verfügung gestellt würde. Ueber die Kohlenversorgung der deutsch-österreichischen Industrie wird folgendes berichtet: Der Gesamtbedarf an Kohle und Koks beträgt im Monat 1 164 969 t Kohle und 83 870 t Koks, zusammen also rd. 1 250 000 t, oder arbeitstäglich bei monatlich 25 Arbeitstagen 48 000 t. Demgegenüber stehen Oesterreich folgende Mengen zur Verfügung:

Böhmische Stein- und Braunkohle täglich	5 000 t
Oberschlesische Steinkohle	8 000 t
Polnische Kohle	500 t
Eigenerzeugung	„ etwa 7 000 t
	zusammen 20 500 t

Der Bedarf von 48 000 t ist mithin nur mit rd. 43 % gedeckt. Berücksichtigt man ferner noch, daß dieser Bedarf in der Hauptsache auf hochwertige Steinkohle aufgebaut ist, so wird die Unzulänglichkeit der Deckung noch auffällender. Eine Möglichkeit zu einer besseren Belieferung Oesterreichs kann man sich in der Industrie-

kreisen nur in der Weise vorstellen, daß entweder Frankreich auf einen Teil der ihm von Deutschland zu liefernden Kohlenmengen zugunsten Oesterreichs verzichtet oder England innerhalb der nächsten sechs Monate etwa 1 Million t nach Deutschland liefert gegen dessen Verpflichtung, die gleichen Mengen aus den nahegelegenen schlesischen Bezirken an Oesterreich abzugeben. In diesem Sinne ist man aus österreichischen Industriekreisen heraus auch bereits an den dortigen Wiedergewerkschaftsausschuß herangetreten, scheint aber selbst an dem Erfolg dieser Bemühungen zu zweifeln.

Zur Kohlenversorgung Frankreichs, Belgiens und Deutschlands. — Wie dem „Petit Parisien“ vom Arbeitsminister Le Trocquer mitgeteilt worden ist, hat Frankreich im August 1920 außer den deutschen Kohlenlieferungen in Höhe von 1 600 000 t erhalten: aus England 800 000 t, aus Amerika 280 000 t und aus Belgien 80 000 t. Die Eigenförderung betrug 1 650 000 t, so daß Frankreich für den August über 4 410 000 t verfügte. Im Friedensjahr 1913 hatte Frankreich einen monatlichen Verbrauch von 4,5 bis 5 Mill. t, sein Vorkriegsbedarf ist somit fast ganz gedeckt. Das vergrößerte Frankreich benötigt nach amtlichen französischen Angaben etwa 6,25 Mill. t, und auch dieser Bedarf wird immerhin zu 85 % befriedigt, wenn man nach den bisherigen Ergebnissen die monatliche Durchschnittsförderung Elsaß-Lothringens und des Saargebiets mit rd. 900 000 t in Anrechnung bringt. Dabei ist Voraussetzung, daß die von Le Trocquer mitgeteilten Zahlen der Eigenförderung den Tatsachen entsprechen, was nicht ganz zweifellos erscheint, da die französische Förderung schon im August 1919 1 782 000 t betrug. Inzwischen sind, wie aus französischen Quellen bekannt ist, weitere Gruben in Betrieb genommen; demnach hätte also die französische Eigenförderung trotz der Vermehrung der Betriebe einen erheblichen Rückgang aufzuweisen. Daß das alte Frankreich reichlich mit Kohle versorgt ist, beweisen auch die Zahlen, die der „Petit Parisien“ über die Reservevorräte gibt. Danach beziffert sich der Reservevorrat der französischen Eisenbahnen, der im Januar 1920 nur 180 000 t betrug, jetzt auf 800 000 t, den gewöhnlichen Durchschnittsbestand vor dem Kriege. Der Reservevorrat der Pariser Gasanstalten, der 1919 nie höher als 25 000 t war, übersteigt heute 100 000 t. Der Vorrat der Gasanstalten in der Bannmeile hat sich verdoppelt und der Vorrat der Seine-Präfektur von 60 000 t im Vorjahr auf 150 000 t erhöht. Trotz dieser Auffüllung der Läger wurden noch beinahe 370 000 t der Landwirtschaft zum Dreschen geliefert.

Auch Belgiens Kohlenversorgung bleibt fortgesetzt günstig. Nach dem Bericht des belgischen Kohlenamtes wurden im Juli 1920 von 157 217 Grubenarbeitern, von denen 108 338 unter Tage arbeiteten, 1 911 490 t Kohle gefördert, die gleiche Tonnenzahl wie im gleichen Monat des Jahres 1913. Trotzdem muß Deutschland monatlich seine Pflichtmengen an Belgien abliefern und an Frankreich größere Kohlenleistungen machen, als in Hinsicht auf die tatsächlichen Verhältnisse gerechtfertigt ist. Denn Deutschland kann keine Vorratsbildung an Kohlen vornehmen, muß sich vielmehr von Tag zu Tag stärker einschränken, um nur die wichtigsten Betriebe aufrechtzuerhalten. Schon laufen von allen Seiten Meldungen ein, wonach lebensnotwendige Betriebe, wie Gasanstalten und Elektrizitätswerke, aus Kohlenmangel entweder ganz stillgelegt oder in der Abgabe von Gas und Strom erheblich beschränkt werden müssen, und ebenso steht die Eisenbahn wie im Vorjahre vor der Frage, den Zugverkehr einzuschränken. Das geht aus einem Schreiben des Reichskohlenkommissars an das Reichsverkehrsministerium hervor, in dem es heißt: Wohl bestand bei mir die Absicht, die Eisenbahnen in den Sommermonaten so mit Vorräten zu versehen, daß sie vor Erschütterungen bewahrt blieben, wie sie ihnen der letzte Winter gebracht hat. Das ist mir indessen in Süddeutschland nur zum Teil und in Norddeutschland nicht gelungen; nur mit Mühe kann ich der Eisenbahn im

Augenblick noch die Menge zuführen, die sie tatsächlich verbraucht. Ob dies in Zukunft möglich sein wird, ist eine ernste Frage.

United States Steel Corporation. — Nach dem Ausweise des nordamerikanischen Stahltrastes¹⁾ belief sich dessen unerledigter Auftragsbestand zu Ende Juli 1920 auf 11 296 363 t (zu 1000 kg) gegen 11 154 478 t zu Ende Juni und 5 667 920 t zu Ende Juli 1919. Wie hoch sich die jeweils gebuchten Auftragsmengen am Monatschluß während der drei letzten Jahre bezifferten, ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich.

	1918	1919	1920
31. Januar	9 629 499	6 791 216	9 434 008
28. Februar	9 437 068	6 106 960	9 654 114
31. März	9 135 830	5 517 461	10 050 348
30. April	8 881 752	4 877 496	10 525 503
31. Mai	8 471 025	4 350 827	11 115 512
30. Juni	9 061 568	4 971 141	11 154 478
31. Juli	9 025 942	5 667 920	11 296 363
31. August	8 899 187	6 266 849	—
30. September	8 430 671	6 385 192	—
31. Oktober	8 486 946	6 576 231	—
30. November	8 254 658	7 242 383	—
31. Dezember	7 497 218	8 397 612	—

Eisenwerk Kaiserslautern, Aktiengesellschaft, Kaiserslautern. — Im Geschäftsjahre 1919/20 hatte die Gesellschaft in weit höherem Maße als bisher unter der Schwierigkeit der Beschaffung von Roh-, vor allem aber von Brennstoffen zu leiden. Das Unternehmen war gezwungen, die gesamten Betriebe wegen Kohlen- und Koksman gel für 42 Tage stillzulegen. Das trotzdem befriedigende Ergebnis ist in der Hauptsache auf die Verwendung der Lagerbestände, die zu billigeren Preisen zu Buch standen, zurückzuführen. Die Aussichten für das laufende Geschäftsjahr dürfen als weniger gut anzusprechen sein. Die Beschäftigung ist zwar in einer Abteilung noch befriedigend, wogegen in anderen Abteilungen ein wesentlich vermindelter P l i n g a n g der Aufträge festzustellen ist. Die durch eine außerordentliche Hauptversammlung vom 14. April 1920 beschlossene Erhöhung des Aktienkapitals um 1 800 000 *M* auf 3 600 000 *M* ist zur Hälfte erfolgt. Der Rest wurde, da sich der Kapitalbedarf zeitweise als recht dringend erwies, zum 1. Oktober 1920 zahlbar gestellt. — Die Gewinn- und Verlustrechnung weist neben 43 750,24 *M* Vortrag aus dem Vorjahre einen Betriebs-

gewinn von 2 384 696,78 *M* aus. Nach Abzug von 1 574 464,71 *M* allgemeinen Unkosten, 85 312,40 *M* Abschreibungen und 207 563 *M* Abschreibungen auf zweifelhafte Außenstände verbleibt ein Reingewinn von 561 106,91 *M*. Hiervon werden 50 000 *M* der Rücklage II, 100 000 *M* dem Ruhegehalts- und Unterstützungsbestande, 100 000 *M* der Beamten-Ruhegehaltskasse, 10 000 *M* der Zinsschneibogensteuer-Rücklage und 20 000 *M* einem Ehrengabenbestande zugeführt. 10 000 *M* an Wohltätigkeitsanstalten überwiesen, 225 000 *M* Gewinn (12½ % gegen 15 % i. V.) ausgeteilt und 46 106,91 *M* auf neue Rechnung vorgetragen.

Sondermann & Stier, Aktiengesellschaft, Chemnitz. — In dem am 30. Juni abgelaufenen 48. Geschäftsjahr war es dem Unternehmen dank des flotten Auslandsabsatzes möglich, den sich überstürzenden Mehraufwendungen für Werkstoffe, Gehälter und Löhne gerecht zu werden und zunächst die Betriebe in vollem Umfange aufrechtzuerhalten. Die letzten Monate litten infolge der Valutaverbesserung der Mark an einer Geschäftsstille sowohl im Inlands- als auch im Auslandsabru f. Hand in Hand mit den gesteigerten Ansprüchen ging natürlich auch das Bedürfnis nach weiteren Geldmitteln, was die Gesellschaft veranlaßte, im November 1919 eine Anleihe von 600 000 *M* aufzunehmen sowie das Aktienkapital im Februar 1920 um 1 Mill. *M* und ferner im Juni 1920 um weitere 2 Mill. *M* auf 6 Mill. *M* zu erhöhen. — Die Ertragsrechnung ergibt einen Reingewinn von 1 129 185,16 *M*. Hiervon sollen 60 000 *M* der Rücklage zugeführt, 86 547 *M* Gewinnanteile gezahlt, 900 000 *M* Gewinn (15 % auf 6 Mill. *M* Aktienkapital gegen 6 % auf 3 Mill. *M* i. V.) ausgeteilt und 82 638,16 *M* auf neue Rechnung vorgetragen werden.

Stahlwerk Oeking, Aktiengesellschaft, Düsseldorf. — Das Geschäftsjahr 1919/20 gab sowohl der Abteilung Stahlwerk wie der Abteilung Maschinenfabrik eine durchweg flotte Beschäftigung; besonders im letzten Halbjahr war die Nachfrage nach allen Erzeugnissen sehr reg e. Auch das Auslandsgeschäft brachte reichliche Aufträge. Die Umsatzziffer ist in beiden Abteilungen bedeutend gestiegen. — Der Gesamtrohgewinn einschließlich des letztjährigen Vortrages von 127 667,55 *M* beträgt 1 064 388,83 *M*. Nach Abzug von 46 723,90 *M* Abschreibungen verbleibt ein Reingewinn von 1 017 664,93 *M*. Hiervon sollen nach dem Vorschlage des Aufsichtsrates 53 333,33 *M* zu satzungsmäßigen Vergütungen verwendet, 600 000 *M* Gewinna (20 % gegen 6 % i. V.) ausgeteilt und 364 331,60 *M* auf neue Rechnung vorgetragen werden. Zur Vermehrung der Betriebsmittel soll das Aktienkapital um 3 000 000 *M* auf 6 000 000 *M* erhöht werden.

¹⁾ Iron Age 1920, 19. Aug., S. 456.

Die Eisen- und Stahlindustrie und der Krieg.

Die überaus tiefgreifenden und nachhaltigen Wirkungen, die der Krieg auf die Weltlage in der Eisen- und Stahlindustrie ausgeübt hat, finden ein Gegenstück nur noch im Kohleerwerbe; aber die auf diesem letzteren Gebiet eingetretene Beeinflussung pflanzt sich auf die Eisen- und Stahlindustrie in einer solch offensichtlichen Weise fort, daß man die Gesamtwirkung am handgreiflichsten wiederum in dem letztgenannten Gewerbe erkennt. Der Krieg hat einmal durch die Anforderungen für seine eigenen Zwecke ungeheure Wirkungen auf den Beschäftigungsgrad — mit der entsprechenden Rückwirkung nach dem Waffenstillstand — hervorgerufen; und er hat auch auf die Dauer oder jedenfalls auf Jahrzehnte hinaus eine solch durchgreifende Umstellung der Erzeugungs- und Absatzverhältnisse zuwege gebracht, daß das gesamte zwischenstaatliche Bild gegenüber demjenigen der Vorkriegszeit völlig verändert erscheint. Dabei stehen die beiden Folgeerscheinungen — unmittelbare Kriegseinwirkungen auf die Beschäftigung und dauernde Beeinflussung dieses Teiles des Wirtschaftslebens — in innigem Zusammenhang, wie beispielsweise daran erkannt werden kann, daß der ungemein große und drängende Kriegsbedarf die Ausbeute der besten Erzlager forderte,

so daß für die Nachkriegszeit auf viele Lager mit geringwertigem Erz zurückgegriffen werden muß.

Was zunächst die unmittelbaren Kriegsfolgen auf den Gang der eisen- und stahlindustriellen Beschäftigung angeht, so hatte das Völkerringen nach einer kurzen und ganz natürlichen Lähmung jeder Unternehmungslust und freien Betätigungsmöglichkeit eine gewaltige Anspannung aller zur Verfügung stehenden Kräfte zur Folge. Der Krieg beanspruchte ungeheure Mengen an Eisen- und Stahlerzeugnissen, und diese Wirkung setzte sich bis zum Jahre 1917 in gesteigertem Maße fort. In den am Krieg unmittelbar beteiligten Ländern arbeitete die Eisen- und Stahlindustrie fast ausschließlich für die Befriedigung der Kriegsbedürfnisse, und es waren in der Hauptsache nur die Vereinigten Staaten von Amerika, denen zunächst dadurch ein großer Schaden entstand, daß die Störung der zwischenstaatlichen Wirtschaftsbeziehungen und der transatlantischen Beförderungsverhältnisse ihren Absatz an Eisen- und Stahlerzeugnissen in Europa erheblich beeinträchtigte. Aber schon im Jahre 1915 wurde diese Schädigung durch die dringlichen Bestellungen Englands und Frankreichs mehr als ausgeglichen, so daß die Erzeugung eine starke Zunahme erfuhr. Bezeichnend

sind folgende Zahlen für die Roheisenerzeugung in den Vereinigten Staaten:

1913: 31,5 Millionen t	1917: 39,3 Millionen t
1914: 23,7 „ t	1918: 39 7 „ t
1915: 30,4 „ t	1919: 31,5 „ t
1916: 40,1 „ t.	

Die Ausfuhrzahlen für Eisen- und Stahlerzeugnisse (außer Maschinen) waren folgende:

1914: 1,6 Millionen t	1917: 6,5 Millionen t
1915: 3,6 „ t	1918: 5,5 „ t
1916: 6,2 „ t	1919: 4,5 „ t

Die amerikanischen Ziffern sind um so bemerkenswerter, als dieses Land schon vor dem Kriege an erster Stelle in der Welt-Eisen- und Stahlerzeugung gestanden hat. Während hier im Jahre 1913 an Roheisen 31 Millionen t hervorgebracht worden sind, betrug die Erzeugung Deutschlands, das an zweiter Stelle folgte, nur 19 Millionen, Englands nur 11 und Frankreichs nur 5 Millionen t.

Diese amerikanische Entwicklung spiegelt die Verhältnisse in den wichtigsten europäischen Ländern wieder. In England und Frankreich sehen wir eine fieberhafte Steigerung der Eisen- und Stahlerzeugung und -verarbeitung und sehen, wie ebenso die Mittelmächte, unter ihnen an erster Stelle Deutschland, in einer bis aufs äußerste gehenden Ausnutzung aller vorhandenen Bodenschätze und Arbeitskräfte zur Hervorbringung von Kriegsgerät begriffen sind. Die Vereinigten Staaten aber hatten, als sie selbst noch nicht am Kriege beteiligt waren, für die ungeheuren Mengen an Kriegsbedarf aufzukommen, die die Verbandsländer trotz aller Anstrengung nicht zustande bringen konnten, wie auch die eigene Kriegsbeteiligung Amerikas in der Hauptsache in der Lieferung von Material bestand.

Einen Rückschlag, der zunächst krisenhaft Formen annahm, mußte natürlich der Waffenstillstand auslösen. Das Aufhören der Kriegsbestellungen und die erforderliche Umstellung der Betriebe machte sich hier naturgemäß in überaus starker Weise geltend, und auch hier deuten die mitgeteilten amerikanischen Ziffern die allgemeine Entwicklung an. Außerordentlich stark war auch der Rückschlag in England, dessen Roheisenerzeugung im Jahre 1919 die niedrigste Ziffer der letzten zwanzig Jahre aufwies und dessen Gesamtausfuhr in Eisen und Stahl im Jahre 1919 nur 2,2 Millionen t gegenüber 4,9 Millionen t im Jahre 1913 betrug. Frankreichs Eisenindustrie hatte ja schon im Nordosten durch den Krieg unmittelbar schwer gelitten, und in Deutschland sah man sich nach Eintreten der Waffenruhe vor einem Zustande, der kaum einen Lichtblick ließ.

Nun aber, und das ist wohl das Wichtigste, zu den dauernden Einwirkungen des Krieges auf die zwischenstaatlichen Verhältnisse. Man hat oft und mit Recht gesagt, daß die Stärke eines Staates im Weltwirtschaftskampf maßgeblich durch die Entwicklung beeinflusst wird, die seine Kräfte auf dem Gebiet von Eisen und Stahl genommen haben. Das zwischenstaatliche Kräfteverhältnis hat sich nun durch den Krieg, jedenfalls für Deutschland, völlig verschoben. Aus der in anderem Zusammenhang schon angeführten Reihenfolge: Amerika-Deutschland-England-Frankreich ist Deutschland zurzeit ausgeschaltet. Die wirtschaftsvernichtenden unmittelbaren Wirkungen des Krieges haben sich bei uns in erschreckendem Maße gezeigt, und was der Krieg uns noch gelassen hatte, haben Versailles und Spa uns genommen. Deutschland standen vor dem Kriege jährlich etwa 33 Millionen t eigene Erze und 14 Millionen t schwedische, französische und spanische zur Verfügung. Drei Viertel der eigenen Erze haben wir durch den Friedensvertrag verloren, und was die gerade hier so überaus wichtige Kohlenfrage angeht, so ist ja nicht nur die Erzeugung erheblich zurückgegangen, sondern wir müssen noch mindestens 24 Millionen t jährlich an den Verband abliefern. Die bekannten Währungsschwierigkeiten machen eine erhöhte Einfuhr ausländischen Erzes fast unausführbar. In der Erzeugung von Roheisen und schwerem Halbzeug wird Deutschland also noch auf lange Zeit hinaus in einen äußerst schweren Kampf auf dem Welt-

markt zu bestehen haben, und es wird seine Tätigkeit vorwiegend auf die Veredelungsindustrie vereinigen müssen. Daß die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands durch die Entwicklung der Arbeiterlöhne noch weiter erschwert wird, braucht nur andgedeutet zu werden.

Der hervorragende Anteil in der Weltversorgung mit Eisen- und Stahlerzeugnissen, den Deutschland bisher hatte, wird nun für eine lange Reihe von Jahren den anderen Weltmächten zufallen. Die daraus sich ergebende wirtschaftliche Stärkung dieser Staaten wird aber zunächst nicht in dem Maße erfolgen, wie es dem Ausscheiden des deutschen Anteils entsprechen müßte. Vielfach ist der Meinung Ausdruck gegeben worden, daß nach dem ungeheuren Kriegsverbrauch eine gewaltige Nachfrage nach Eisen- und Stahlerzeugnissen einsetzen werde, aber die bekannte, in der ganzen Welt auftretende Zurückhaltung der Käufer, verursacht durch die ungeheure Preissteigerung, hat ein völlig verändertes Bild ergeben. Aus diesen Schwierigkeiten scheint, soweit man bis jetzt sehen kann, England noch am leichtesten herauszukommen. Jedenfalls sind seine Lohnverhältnisse immer noch wesentlich günstiger als diejenigen in den Vereinigten Staaten, aus denen überdies die billigen polnischen und italienischen Arbeitskräfte mit ihren großen Ersparnissen in die Heimat zurückgekehrt sind; für Amerika bedeutet außerdem der hohe Stand der Dollarbewertung eine Erschwerung der Ausfuhr. Jedenfalls hat die englische Eisen- und Stahlerzeugung in der ersten Hälfte des Jahres 1920 einen sehr bemerkenswerten Aufschwung genommen, und es scheint, daß bis zum Ende des Jahres die Zahlen von 1917 wieder erreicht werden. Es kommt hinzu, daß England mit Kohlen reichlich versorgt ist.

Besonderer Anstrengungen bedarf es in Frankreich, um das Ziel zu erreichen, das man sich dort gesteckt hat. Nach der Einverleibung von Elsaß-Lothringen trägt man sich dort mit großen Hoffnungen auf die Entwicklung der eigenen Eisen- und Stahlindustrie, und die überaus hartnäckigen Bestrebungen, Deutschland zur Einhaltung der Kohlenlieferungen zu zwingen, zeigen ja den Gang der bevorstehenden Entwicklung. Die Erzeugungsfähigkeit Frankreichs in Roheisen, die zuletzt vor dem Kriege 5,3 Millionen t betrug, wird nunmehr schon auf 10 Millionen t geschätzt, und damit würde Frankreich, sobald es diese Leistungsfähigkeit ausnutzen kann, fast die Stellung erobert haben, die England vor dem Kriege innehatte. Bezeichnend ist jedenfalls, daß die französische Ausfuhr in Eisen und Stahl in der ersten Hälfte des laufenden Jahres eine erhebliche Zunahme gegenüber demselben Zeitraum im Jahre 1919 aufweist, und daß Lothringen schon seit mehreren Monaten in Deutschland mit Halbzeug und in der Schweiz mit Fertigerzeugnissen als Wettbewerber auftritt.

Einen erheblichen Anteil an der Weltversorgung mit Eisen und Stahl scheint sich nun auch Belgien sichern zu wollen. Seine Industrie hat sich, wie überhaupt sein ganzes Wirtschaftsleben, verhältnismäßig rasch erholt, und man sieht von Belgien einen sehr scharfen Wettbewerb auf dem Eisen- und Stahlmarkt, besonders auch in Deutschland, ausgehen.

Eine ganz neue Note in das Gesamtbild bringen nun die überseeischen Gebiete. Die Märkte in Ostasien, Südafrika, Australien und namentlich in Südamerika haben sich, nachdem die Kaufkraft der dortigen Bevölkerung durch den Krieg erheblich gestiegen ist, als äußerst aufnahmefähig auch für Eisen- und Stahlerzeugnisse erwiesen. Auf der anderen Seite droht gerade auch von dort her der europäischen Industrie eine ernste Gefahr. In Brasilien hat man Erzlager von einer Ergiebigkeit festgestellt, die alle früheren Erwartungen weit übertrifft hat. Nach übereinstimmender Meinung von Fachleuten reichen die brasilianischen Erzvorkommen zu einer Versorgung der ganzen Welt auf mehrere Jahrhunderte aus und sind außerdem in ihrer Beschaffenheit den besten schwedischen Erzen gleichwertig, so daß man sich in Schweden um die Zukunft der eigenen Erzindustrie ernstliche Sorgen zu machen beginnt. Die Frage der Verhüttung der brasilianischen Erze an Ort und Stelle ist ja zunächst noch eine Aufgabe, die der Lösung harret und die

zumal mit Rücksicht auf die Kohlenfrage noch große Schwierigkeiten in sich birgt; aber die Möglichkeit der Benutzung elektrischer Kraft weist auch hier schon jetzt einen Weg, und ein großzügiger Ausbau einer eigenen Industrie bedeutet für Europa eine Lage, der man seine größte Aufmerksamkeit widmen muß. Auch das ist zum großen Teil jedenfalls eine Wirkung des Krieges, der Europa nach der überaus eifrigen Ausbeute der eigenen Erzlager auf die Suche nach neuen Funden jenseits des Ozeans ausgehen ließ, und es ist so weit gekommen, daß große europäische Unternehmungen, darunter auch deutsche, sich Erzfelder in Brasilien gesichert haben.

Alle diese zwischenstaatlichen Verschiebungen werden starke Bewegungen in die früheren, in einem gewissen Gleichgewichtszustand befindlichen Verhältnisse bringen, und die Industrie manchen Staates wird diese Kriegsfolge noch lange verspüren. Aber an Beschäftigung wird es im großen und ganzen — von den derzeitigen Schwankungen abgesehen — noch auf lange Zeit hinaus nicht fehlen. Die Wertvernichtung des Krieges hat gerade auf dem Gebiete von Eisen und Stahl einen solch ungeheuren Umfang angenommen, daß von großen Vorräten überhaupt keine Rede sein kann. Die jetzige Zurückhaltung der Käufer ist ja nur durch die Hoffnung auf eine Preissenkung hervorgerufen, und die schließlich unausbleibliche Befriedigung des notwendigen Bedarfs wird, wenigstens auf eine Reihe von Jahren, eine ausreichende Beschäftigung vermitteln, an der auch Deutschland seinen Anteil haben wird.

Diplom-Kaufmann *Fritz Runkel*.

Bücherschau.

Treptow, Emil, Kgl. Sächsischer Geheimer Bergrat, Professor der Bergbaukunde an der Bergakademie Freiberg: *Grundzüge der Bergbaukunde einschließlich Aufbereitung und Brikettieren*. 5., verm. u. vollst. umgearb. Aufl. Bd. 1/2. Wien: Waldheim-Eberle, A.-G. — Leipzig: Otto Klemm. 8°.

Bd. 1. Bergbaukunde. (Mit 846 Textabb.) 1917. (X, 579 S.) 12 *M.*, geb. 14,50 *M.*

Bd. 2. Aufbereitung und Brikettieren. (Mit 289 in den Text gedr. Abb. u. 12 Taf.) 1918 (X, 263 S.) 15,80 *M.* oder 19 *K.*, geb. 20 *M.* oder 24 *K.*

Bei dieser Neuauflage seines Werkes ist der Verfasser einem vielfach geäußerten Wunsche gefolgt, indem er den umfangreichen Stoff in zwei getrennten Bänden, von denen der erste die Bergbaukunde und der zweite die Aufbereitung und das Brikettieren umfaßt, verarbeitet hat.

Der erste Band behandelt wie bisher das gesamte Gebiet der Bergbaukunde und zerfällt in nachstehende, ihrerseits wieder mehrfach gegliederte, Hauptabschnitte: I. Die Lagerstätten. — II. Das Aufsuchen der Lagerstätten. — III. Die Gesteinsarbeiten. — IV. Die Grubenbaue. — V. Der Grubenbau. — VI. Förderung. — VII. Fahrung. — VIII. Die Wasserhaltung. — IX. Wetterlehre. — X. Betrieb und Verwaltung der Gruben.

Gegenüber den früheren Auflagen sind die einzelnen Hauptabschnitte teilweise dadurch wesentlich erweitert worden, daß sie den neueren Fortschritten im Bergbau sowohl durch zahlreiche neue Abbildungen als auch durch Vermehrung des Textes Rechnung tragen. So hat der Verfasser z. B. beim Aufsuchen der Lagerstätten das Tiefbohren, bei den Gesteinsarbeiten die Maschinen für Braunkohlengewinnung, die Stangenschrämmaschinen und die Abbauhämmer, bei den Grubenbauen das Spülverfahren und bei der Förderung den Schüttelrutschenbetrieb eingehender behandelt.

Da die Bergbaukunde nicht eine festbegrenzte in sich vollständig abgeschlossene Wissenschaft ist, sondern in andere Wissensgebiete wie die Geologie, Chemie, Maschinenlehre usw. hinübergreift, oder diese auf die besonderen Ver-

hältnisse des Bergbaues anwendet, so ist es schwierig, ein Lehrbuch der Bergbaukunde so abzufassen, daß es eine vollständige Bearbeitung der den Bergbau berührenden Fragen gibt und deren gründliches Studium ermöglicht, ohne sich zu weit in die angrenzenden Gebiete zu verlieren. Die Auffassung darüber, wieweit jene Wissensgebiete in einer Bergbaukunde behandelt werden müssen und wieweit, wenn sie besprochen werden, auf die besondere Fachliteratur zu verweisen ist, dürfte verschieden sein. Treptow hat jedenfalls versucht, den Begriff Bergbaukunde möglichst weit zu fassen und sein Werk so auszubauen, daß es einen Ueberblick über den gesamten Bergbau gibt, auch ohne daß andere Werke in Anspruch genommen zu werden brauchen. Diese Art der Bearbeitung bedingt naturgemäß, daß in einzelnen Punkten sehr weit ausgeholt werden muß, und daß infolgedessen stellenweise kein Raum für eine bis ins kleinste gehende Behandlung bergmännischer Fragen bleibt. Die Nachteile, die aus einer derartig großzügigen Bearbeitung leicht entstehen könnten, sind dadurch vermieden worden, daß das Werk in weitestgehendem Maße Hinweise auf die einschlägigen Sonderabhandlungen enthält. Das ermöglicht dem Leser fast immer ohne Schwierigkeiten, sich auch in den nur kurz behandelten Fragen durch das Studium der Fachliteratur genau zu unterrichten. Die ganze Art der Darstellung dürfte daher u. E., im ganzen betrachtet, glücklich zu nennen sein, wenn auch vielleicht in einigen Punkten eine etwas ausführlichere Behandlung wünschenswert erscheinen könnte. So hätten beispielsweise in dem Abschnitt „Aufsuchen der Lagerstätten“ das Schnellschlagbohren nach Raky und das Horizontalbohren eine eingehendere Besprechung verdient. Dagegen dürfte es erforderlich sein, bei der unter Gesteinsarbeiten behandelten Kraftübertragung neben den Kolben- und Turbokompressoren auch die Rotationskompressoren zu erwähnen, die sich bei kleineren Leistungen in unmittelbarer Kupplung mit Elektromotoren sehr gut bewährt haben. Daß die sehr kurze, ablehnende Erwähnung des Schießens mit flüssiger Luft den heutigen z. T. recht guten Erfahrungen nicht gerecht wird, ist wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Bearbeitung des Abschnittes über die Sprengstoffe bereits vor mehreren Jahren abgeschlossen worden ist. Aus dem gleichen Grunde trifft die Angabe, daß die Bohrhämmer 2,5 bis 5 cm Luft benötigen, bei neueren Bauarten nicht mehr zu.

Mit Rücksicht auf die unerwartete und vollständig unüberschaubare Entwicklung der Preise sämtlicher Baustoffe und Löhne dürfte es sich auch empfehlen, bei einer Neuauflage die Kosten für Schachtabteufen, Gesteinsarbeiten, Ausbau u. dergl. nicht mehr wie bisher einfach als Gesamtbetrag f. d. lfd. m oder cbm, sondern auch die im Einzelfalle gezahlten Löhne (Durchschnittshauerlohn oder Schichtlohn) und die jeweiligen Preise der Hauptbaustoffe anzugeben, da die Zahlen letzten Endes doch nicht nur ein Bild der jeweils entstandenen Ausgaben, sondern auch dem Betriebsbeamten die Möglichkeit bieten sollen, auf Grund einwandfreier Unterlagen richtige Vorschläge aufzustellen. Die genaue Berechnung und Nachprüfung der Selbstkosten und Leistungen sowohl bei den Arbeitern wie bei den Maschinen, namentlich auch die Ermittlung von Vergleichswerten bei verschiedenen Maschinenbauarten, müßte u. E. in einer Bergbaukunde eingehender erörtert werden, zumal da in dieser äußerst wichtigen Frage beim Bergbau gegenüber anderen Industrien größtenteils eine bedauernde Rückständigkeit und Unklarheit herrscht.

Ob Ausführungen über die zweckmäßigste Art der Organisation des Betriebes und der Verwaltung einer Grube überhaupt in eine Bergbaukunde, die in erster Linie die technische Seite des Betriebes behandelt, gehören, könnte nach dem oben Gesagten zweifelhaft erscheinen. Wenn dieser Gegenstand aber einmal in einem besonderen Abschnitte besprochen wird, so darf dies u. E. nicht nur in so allgemein gehaltenen Angaben, wie es hier der Fall ist, geschehen, sondern zweckmäßigerweise wären dann auch wohl, ohne zu sehr ins Einzelne zu gehen, in zusammengedrängter Form bestimmtere Richtlinien für eine gute Organisation und genaue Ueberwachung eines Grubenbetriebes zu geben.

Zusammenfassend läßt sich indessen jedenfalls sagen, daß der Band den an ein Lehrbuch der Bergbaukunde zu stellenden Anforderungen gerecht wird und allen Studierenden, namentlich solchen, die nicht eine Ausbildung für besondere Zwecke verfolgen, sondern zunächst einen Gesamtüberblick über bergbauliche Fragen anstreben, nur empfohlen werden kann. G.

Der zweite Band des Werkes behandelt die Weiterverarbeitung der im Bergbau gewonnenen Erzeugnisse, also die Zerkleinerung und die Aufbereitung mit ihren Hilfseinrichtungen, sowie die Brikettierung der Braunkohle und Steinkohle und die Brikottierung und Sinterung der Erze. So umfangreich dieses Gebiet ist, so versteht es der Verfasser doch, den Leser unter Hervorhebung der verbreitetsten und wichtigsten Arbeitsweisen und durch Beschreibung der maschinellen Einrichtungen in knapper Form hierin gut einzuführen. Dies ist besonders für die Studierenden des Bergfaches wichtig. Die Darstellung benutzt neben der theoretischen Behandlung des Stoffes sehr wertvolles, anschauliches und umfangreiches aus der Praxis stammendes Material über Leistungen, Kraftbedarf, Wirtschaftlichkeit und Ausbuto, dessen Nutzen sowohl für Studierende als auch für Praktiker durch Abbildungen der Maschinen in Ansicht und im Schnitt, durch Tabellen und Stammbäume noch erhöht wird. Empfehlenswert wäre es, einige veraltete Abbildungen durch neue zu ersetzen. Die Darstellungsweise der einzelnen Arbeitsvorgänge und die Beschreibungen der Konstruktionen von Maschinen und ganzen Anlagen sind klar und leicht faßlich. Eine erschöpfende Behandlung der gestellten Aufgabe ist selbstverständlich in dem Rahmen des Werkes nicht möglich, wozu es ja auch nicht bestimmt ist. Um so wertvoller sind deshalb die zahlreichen Hinweise auf die vorhandene ausführlichere Literatur der einzelnen Sondergebiete.

Die Einteilung des Werkes ist folgende: Nach einleitenden Erläuterungen über das Wesen der Aufbereitung werden die verschiedenen Verfahren erklärt und beschrieben. Es folgen die Zerkleinerungsmaschinen in der Reihenfolge des Zerkleinerungsgrades, den sie erzielen, also eine Besprechung der Brecher, Sechroter und Mühlen. Der Verfasser erklärt sodann recht deutlich das Gesetz der Gleichfälligkeit und der darauf beruhenden Arbeitsvorgänge und bringt anschließend eine Zusammenstellung der häufigsten Mineralien mit den spezifischen Gewichten, der chemischen Zusammensetzung, Härte, Spaltbarkeit usw. Es reiht sich hieran Erläuterungen über Siebe, Setzmaschinen, Stromapparate, Flach- und Rundherde und die Beschreibungen der verschiedenen Konstruktionen. Hierauf folgt die theoretische Behandlung der heute so wichtigen magnetischen Scheidung und daran anschließend das neueste Gebiet der Erzscheidung, nämlich die Scheidung nach dem Schwimmverfahren. Bei der Erzknappheit der Welt und besonders unseres Vaterlandes sind diese Verfahren von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung, weil Erze, die man bisher gar nicht oder nur unwirtschaftlich aufbereiten konnte, nunmehr nutzbringend verarbeitet werden können. Nach Beschreibung der hauptsächlichsten Hilfseinrichtungen folgt dann die für die Aufbereitung so wichtige Behandlung der Wasserschiffahrt und Wasserklämung. Den Uebergang zur Brikettierung bildet der Abschnitt über die Behandlung der Feinkohle durch die Siebung, Entschlammung, Entwässerung und Stapelung. Bei dem Abschnitt Brikettierung wird zuerst die Stückigmachung der Braunkohle und dann diejenige der Steinkohle nebst allen Nebeneinrichtungen, wie Zerkleinerungs-, Trocknungs-, Entstaubungsvorrichtungen usw. besprochen. Dann folgt der nach meiner Ansicht etwas dürftig ausgefallene Abschnitt über Erzsinterung und -brikettierung. Es wäre zu empfehlen, die Bearbeitung dieses besonders heute für uns wichtigen Gebietes durch genauere Beschreibungen in Wort und Bild der älteren und Hinzufügung neuer Verfahren zu vervollkommen. Den Schluß des Bandes bildet die Beschreibung von ganzen Anlagen der wichtigsten Einrichtungen, die durch schematische Pläne dar-

gestellt werden. Bei einer Neuauflage sollte der Verfasser auch noch einige neuzeitlichere Anlagen berücksichtigen.

Cöln-Deutz.

H. Lucke.

Ferner sind der Schriftleitung zugegangen:

- Monographien zur Torfindustrie. Fachwissenschaftliche Abhandlungen über Gewinnung, Lagerung und Verwertung des Torfs aus der neueren Zeitschriftenliteratur des In- und Auslandes. Mit 24 Abb. (u. e. Begleitwort von Albert Seydel). Berlin: Albert Seydel 1920. (77 S.) 8^o.
- Moral, Felix, Dr., Zivilingenieur und beidseitiger Sachverständiger: Die Abschätzung des Wertes industrieller Unternehmungen. Berlin: Julius Springer 1920. (VIII, 149 S.) 8^o. 12 M., geb. 14,40 M.
- Moses, Siegfried, Dr., Rechtsanwalt beim Kammergericht: Die Kohlenwirtschaftsgesetzgebung des Deutschen Reichs. Ein Kommentar zum Kohlenwirtschaftsgesetz vom 23. März 1919 und seinen Ausführungsbestimmungen. Zugleich Textausg. des Sozialisierungsgesetzes, der Bekanntmachung über Einfuhr ausländischer Kohle auf dem Wasserwege und ihre Verteilung sowie der Kriegs- und Uebergangsverordnungen über Regelung des Verkehrs mit Kohle. Hannover: Helwing'sche Verlagsbuchhandlung 1920. (VIII, 223 S.) 8^o. 8 M.
- Müller, Georg, Dr.-Ing., Regierungsbaumeister a. D., Referent in der Außenhandelsstelle des Auswärtigen Amtes: Ueber zeichnerische Auswertung wirtschaftsstatistischen Nachrichten-Stoffes. Mit 86 Abb. im Text. Berlin (W 15): Hans Robert Engelmann 1919. (95 S.) 8^o. 9,60 M.
- Oberhoffer, Paul, Dr.-Ing., o. Professor der Eisenhüttenkunde, Vorsteher des Eisenhüttenmännischen Instituts an der Technischen Hochschule Breslau: Das schmiedbare Eisen. Konstitution und Eigenschaften. Mit 345 Textfig. und einer Taf. Berlin: Julius Springer 1920. (X, 344 S.) 4^o (8^o). 40 M.
- Pockrandt, W., Dr.-Ing.: Schmieden im Geseck und Herstellung der Schmiedegesenke. Zugleich 2, völlig selbständig und neu bearb. Ausg. des gleichnamigen Werkes von Joseph V. Woodworth. Mit 160 Abb. Leipzig: Otto Spamer 1920. (VII, 215 S.) 8^o. 22,40 M., geb. 28 M.
- Practorius, K. R. II., Ingenieur: Die Schmierung leichter Verbrennungsmotoren. Mit 186 Fig. im Text. Berlin (W): M. Krayn 1920. (VIII, 229 S.) 4^o. 16,50 M.; geb. 20,90 M.
- (Automobiltechnische Bibliothek. Bd. 9.)
- Reiser, F(ridolin), Oberbergrat: Das Härten des Stahles in Theorie und Praxis. Mit 28 Abb. 7., verm. Aufl., durchgesehen von Bergrat J. Preiner, Direktor der Gußstahlfabrik Kapfenberg der Gebr. Böhrler & Co., Aktiengesellschaft. Leipzig: Arthur Felix 1919. (IX, 167 S.) 8^o. Geb. 14 M.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Behrends, Otto, Direktor der Kaltwalz.-A.-G., Villingen i. Ba.
- Biren, Jules, Dr.-Ing., Assistent an der Vers.-Anstalt der Verein. Hüttenw. Burbach-Eich-Düdelingen, A.-G., Luxemburg-Dommeldingen.
- Brandenburg, Heinrich, Ingenieur der Wärmeabt. der Gutehoffnungshütte, Oberhausen i. Rheinl., Essener Str. 128.
- Dornhecker, Karl, Dr.-Ing., Stahlwerk Oehler, Aarau, Schweiz.
- Eienkel, Armin, Dipl.-Ing., Vorstand des Labor. u. der Materialpr.-Anstalt d. Fa. Henschel & Sohn, Kassel, Möncheberg-Str. 1.
- Fellinger, Eduard, Ing., techn. Leiter des Berg. Preß- u. Hammerw. Berg-Gladbach, Reiferbusch 8.

- Fürstenau, Karl*, Oberingenieur im Reichsw. Spandau, Spandau-Wohngebiet, Pulverfabrik, Wohngebäude 8.
- Grunewald, Fritz*, Prof., Direktor der Staatl.-Verein.-Maschinenbauschulen, Köln, Ubierring 48.
- Handorff, Franz von*, Dr.-Zug., Direktor der Frankf. Maschinenbau-A.-G. vorm. Pokorny & Wittekind, Frankfurt a. M.-West, Kreuznacher Str. 54.
- Harnickell, Wilhelm*, Dr.-Zug., Düsseldorf, Elisabeth-Str. 75.
- Hinniger, Wilhelm*, Dr., Direktor der Rota Waggon- u. Maschinenbau-G. m. b. H., Berlin-Borsigwalde, Breitenbach-Str.
- Hoff, Hubert*, Oberdirektor u. Vorst.-Mitglied der Bismarckhütte A.-G., Bismarckhütte O.-S.
- Holzweiler, Mathieu*, Oberingenieur der Glockenstahlw. A.-G., vorm. Rich. Lindenberg, Remscheid-Hasten, Hohenbirker Str. 52.
- Langenbach, Hugo*, Zivilingenieur, Düsseldorf, Aders-Str. 83.
- Laue, Oskar*, Dr.-Zug., Messingw. Schwarzwald, G. m. b. H., Villingen i. Ba.
- Maerkert, Otto*, Direktor, Berlin N 4, Chaussee-Str. 24.
- Münstermann, Ernst*, Dipl.-Zug., Obering. u. Gießereileiter der Mühlenbauanstalt u. Maschinenf. vorm. Gebr. Sock, Abt. Eisenw. Schmiedeberg, Schmiedeberg, Bez. Dresden, Rote Villa.
- Pistorius, Otto*, Dr., Dortmund, Kronprinzen-Str. 107.
- Prieger, Heinrich*, Direktor der Stock Motorpflug-A.-G., Berlin S O 16, Cöpenicker Str. 48.
- Ramin, Walther*, Dr., Düsseldorf, Bleich-Str. 17.
- Rümer, Erich*, Ingenieur der A.-G. der Dillinger Hüttenw., Dillingen a. d. Saar, Bismarck-Str. 1.
- Schmülhener, A.*, Hüttendirektor a. D., Weidenau a. d. Sieg, Stockweg 10.
- Schneider, Carl*, Oberingenieur der Concordiahütte, A.-G., Engers a. Rhein.
- Sippell, Wilhelm*, Dipl.-Zug., Scheveningen, Holland, Leuvenseche Straat 58.
- Westermann, Heinrich*, Dr., Dr.-Zug., Generaldirektor des Eschweiler Bergw.-Vereins, Kohlscheid i. Rheinl.
- Witscher, Hermann*, Direktor der Deutschen Bank, Frankfurt a. M.
- Dünner, Johannes*, Dr., Rechtsanwalt, Justitiar d. Fa. Theodor Wuppermann, G. m. b. H., in Schlebusch-Manfort, Köln-Mülheim, Merkerhof-Str. 8.
- Duesing, Fritz*, Dipl.-Zug., Leiter der Versuchs- u. Prüf.-Anst. der Berg. Stahl-Ind., Komm.-Ges., Remscheid, Loborner-Str. 25.
- Engelhardt, Alfred*, Dr. phil., Chemiker, Wiesdorf u. Niederrh., Kaiser-Str. 19.
- Haniel, Karl*, Landrat a. D., Geschäftsf. d. Fa. Haniel & Lueg, G. m. b. H., Düsseldorf-Grafenberg.
- Hanzlovsky, Kamillo*, Ingenieur der A.-G. vorm. Skodaw., Pilsen, Tschecho-Slovakci.
- Heidemann, Fritz*, Ing., Betriebsassistent im Thomasw. der Deutsch-Luxemb. Bergw.- u. Hütten-A.-G., Abt. Dortmund Union, Dortmund, Holzhof-Str. 17.
- Herlinger, Hugo*, Betriebschemiker des Baroper Walzw., Barop i. W., Bismarck-Str. 11.
- Klapdor, Georg*, Reg.-Baumeister a. D., Obering. der Gutehoffnungshütte, Sterkrade i. Rheinl., Dorsten-Str. 9.
- Morawietz, Fritz*, Ing., Betriebsführer, Rothehütte i. Harz.
- Natorp, Gerhard*, Ingenieur des Eisen- u. Stahlw. Hoesch, A.-G., Dortmund, Stauffen-Str. 44.
- Neugebauer, Otto*, Ing., Betriebsassistent der Eisenind.-A.-G. Zenica, Zenica, Bosnien.
- Paulicek, Julijan*, Dr., Generalsekretär der Krain. Ind. Ges., Asslinghütte, Jesenice-Fuzine, Jugoslavien.
- Potuschnik, Eduard*, Dipl.-Zug., Betriebsing. der A.-G. vorm. Skodaw., Pilsen, Tschecho-Slovakci, Borygasse 35.
- Riegger, Hanns*, Dipl.-Zug., Maschinening. der Eisenw.-Ges. Maximilianshütte, Zwickau i. Sa.
- Schreiber, Ewald*, Obering. u. Betriebschef der Rhein. Stahlw., Duisburg-Ruhrort, Neumarkt 12.
- Schroeder, Nicolas*, Dipl.-Zug., Clerf, Luxemburg.
- Schülen, Theodor*, Ing., Betriebsassistent im Martinw. der Deutsch-Luxemb. Bergw.- u. Hütten-A.-G., Abt. Dortmund Union, Dortmund, Ostwall 4½.
- Stahl, Rudolf*, Assessor, Syndikus der Deutschen Maschinenf., A.-G., Duisburg, Prinzen-Str. 29.
- Walzel, Richard*, Ingenieur der Oesterr. Alpenen-Montanges., Donawitz bei Leoben, Steiermark.
- Wittelsbürger, Karl*, Gießereibesitzer, Haan i. Rheinl., Düsseldorf Str. 95.

Neue Mitglieder.

- Blu, Max*, Dipl.-Zug., Bergwerksdirektor der Mannesmannröhren-Werke, Betzdorf a. d. Sieg, Wilhelm-Str. 50.
- Blezniger, Helmuth*, Dipl.-Zug., Walzw.-Assistent der Ges. für Stahlind. m. b. H., Bochum, Düppel-Str. 1 a.

Gestorben.

- Böcking, Gustav*, Direktor, Köln-Mülheim. 14. 9. 1920.
- Hoesch, Hans Erich*, Fabrikant, Düren. 8. 2. 1920.
- Schnulbach, Berthold*, Stahlwerkschef, Weitmar. 11. 9. 1920.

Zum fünfzigjährigen Bestehen der Technischen Hochschule zu Aachen.

Groß ist die Not der deutschen Hochschulen und Universitäten! Die Mittel, die der Staat für die Ausbildung unserer jungen Akademiker, unserer besten Hoffnung für Deutschlands Wiederaufstieg, gewährt, reichen in keiner Weise aus, um den gesteigerten Anforderungen gerecht zu werden.

In dieser Zeit des Entbehrens begeht die Technische Hochschule zu Aachen am 24. Oktober 1920 die Feier ihres 50jährigen Bestehens. Ihr an diesem Tage eine Gabe zu überreichen, die es ihr ermöglicht, ihren Schülern eine den Forderungen der Jetztzeit entsprechende vollwertige Ausbildung zuteil werden zu lassen, vereinen sich zahlreiche industrielle Unternehmungen und führende Männer unseres Geistes- und Wirtschaftslebens in der

Gesellschaft von Freunden der Aachener Hochschule.

Die Gesellschaft wendet sich jetzt an die alten und jungen Studenten, die sich von der Aachener Hochschule ihr wissenschaftliches Rüstzeug für das Leben geholt haben, und an alle, denen das Gedeihen von Wissenschaft und Technik am Herzen liegt, mit der Bitte, Mitglied zu werden, um dadurch die Bestrebungen der Gesellschaft zu unterstützen.

Im besetzten Gebiet, an des Reiches Westmark gelegen, bedarf die Aachener Hochschule in besonderer Weise der Förderung. Es geht um Deutschlands Jugend, Deutschlands Zukunft! Daher darf keiner zurückbleiben, alle müssen helfen, indem sie Mitglied der Gesellschaft werden.

Anfragen und Anmeldungen sind zu richten an die „Gesellschaft von Freunden der Aachener Hochschule“ (Geschäftsstelle des Vereins deutscher Eisenhüttenleute), Düsseldorf, Ludendorffstraße 27.

Viele Fachgenossen sind noch stellungslos!
Beachtet die 70. Liste der Stellung Suchenden am Schlusse des Anzeigenteiles.