

## Ueber den Einfluß des Warmwalzens auf die mechanischen Eigenschaften und das Gefüge des kohlenstoffarmen Flußeisens.

Von F. Wüst und W. C. Huntington.

(110. Mitteilung aus dem Eisenhüttenmännischen Institut der Königl. Technischen Hochschule zu Aachen.)

(Hierzu Tafel 13, 14 und 15.)

### Einleitung.

Zweck der vorliegenden Untersuchungen war es, zu ermitteln, in welcher Weise sich die mechanischen Eigenschaften und das Gefüge von kohlenstoffarmem Flußeisen ändern, wenn es durch Warmwalzen Formveränderungen erfährt.

Ausführliche Untersuchungen über die Wirkung des Warmwalzens unter genauer Beobachtung aller bei den Versuchen auftretenden Veränderlichen sind bisher noch nicht angestellt worden; wohl haben einzelne Forscher, meist vom Betriebsstandpunkt aus, den Einfluß von Temperatur und Druck auf die Festigkeit und Dehnung des Walzgutes zu ermitteln versucht.

Als erster stellte Sattmann<sup>1)</sup> im Jahre 1884 Versuche in größerem Maßstabe an, die für die damalige Zeit zu äußerst wertvollen Schlußfolgerungen führten. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

a) Jede Querschnittsverringerung erhöht die Festigkeit und Zähigkeit des Walzgutes.

b) Von großem Einfluß auf die Qualität des Walzproduktes ist die Endtemperatur; die günstigsten Ergebnisse werden erzielt, wenn das Material die Walzen „rotwarm“, d. h. bei etwa 900°, verläßt.

Als Prüfmethode diente ausschließlich der Zerreißeversuch, und zwar ohne Ermittlung der Fließgrenze. Leider ist die Zahl der Versuche Sattmanns nur gering und damit die Möglichkeit der Mitwirkung unkontrollierbarer Einflüsse groß.

Acht Jahre später veröffentlichte derselbe Forscher<sup>2)</sup> weitere ausführliche Versuche auf diesem Gebiete. Als Versuchsmaterial dienten gewalzte Bleche aus saurem bzw. basischem Flußeisen von 10 mm Dicke, die auf 9 mm heruntergeschmiedet

wurden. Die Untersuchungen ergaben, daß mit sinkender Bearbeitungstemperatur die Festigkeit im allgemeinen zunimmt, Dehnung und Kontraktion dagegen abnehmen.

H. M. Howe<sup>3)</sup> schließt aus sehr vielen, teils von ihm selbst, teils von andern gesammelten Untersuchungsergebnissen, daß eine Verminderung der Dicke des Flußeisens (es kommen hier in der Hauptsache Bleche und dünnere Stäbe in Betracht) gewöhnlich, doch nicht in allen Fällen, die Zerreiße-festigkeit, Fließgrenze und Dehnung erhöht. Ausnahmen kommen bei der Dehnung und Kontraktion häufiger als bei den andern beiden Eigenschaften vor; sie treten bei ganz dünn gewalztem Material öfter auf als bei dickerem. Howe nimmt an, daß es keine „spezielle Wirkung“ der Walzarbeit gibt, sondern daß die Endtemperatur beim Walzvorgang die Hauptrolle spielt.

Sauveur<sup>2)</sup> wies nach, daß die Zerreiße-festigkeit, besonders aber die Dehnung und Kontraktion, von der durchschnittlichen Korngröße abhängig sind. Er fand, daß letztere nicht allein durch die aufgewendete Arbeit, sondern auch durch die Endtemperatur des Bearbeitungsvorgangs bestimmt wird.

Außerordentlich interessant sind die zahlreichen, vom praktischen Betriebsstandpunkt ausgeführten Versuche von H. H. Campbell<sup>3)</sup>, die sich auf Stäbe, Formeisen und Bleche erstreckten. Bleche durchaus guter Qualität aus derselben Charge wiesen bei verschiedenen Stärken verschiedene Festigkeiten auf, so daß es manchmal unmöglich war, die für alle Stärken geltenden vorgeschriebenen Grenzen einzuhalten. Die Walztemperaturen wurden durch Schätzung ermittelt. Seine Versuche ergaben, daß mit zunehmender Querschnittsverringerung bei

<sup>1)</sup> H. M. Howe: The Metallurgy of Steel (Ausgabe von 1890), Abschnitte 295/3.

<sup>2)</sup> Albert Sauveur: The Microstructure of Steel. — Vgl. Trans. Am. Inst. Min. Engineers 1893, Bd. 22, S. 546.

<sup>3)</sup> H. H. Campbell: The Manufacture and Properties of Iron and Steel (4. Ausgabe 1907), Kapitel XIV.

<sup>1)</sup> Alexander Sattmann: Ueber die Veränderungen der Eigenschaften des Flußeisens und Flußstahles, welche durch physikalische Ursachen bedingt sind. (St. u. E. 1884, Mai, S. 266/71).

<sup>2)</sup> Ders.: (St. u. E. 1892, Juni, S. 550/8.)



Blechen und Formeisen eine stete Zunahme der Fließgrenze erfolgt, die besonders ausgesprochen bei niedrigen Endtemperaturen zu beobachten ist. Die Zerreißfestigkeit bleibt im allgemeinen konstant, ebenfalls die Dehnung, mit Ausnahme bei sehr dünnen Blechen und niedrigen Endtemperaturen.

Bemerkenswert ist auch eine Reihe von Schmiederversuchen, bei denen Proben, die alle demselben Stab von 150 mm □ entstammten, unter einem Dampfhammer auf verschiedene Querschnitte heruntergeschmiedet wurden. Die Endtemperatur, Dunkelgelbglut, war für alle Proben konstant. Bis 58 % Querschnittsverminderung stieg die Fließgrenze stark, um bei weiterer Bearbeitung bis zu 80 % zu sinken, während die Zerreißfestigkeit keine Aenderung erfuhr. Dehnung und Kontraktion wurden nur sehr wenig und unregelmäßig beeinflusst. Eine Probe mit

Die einzige Arbeit, die sich eingehender mit dieser Frage befaßt, ist die von Oberhoffer<sup>1)</sup>. Er schmiedete mittels eines Blattfederhammers eine Reihe von Stahlguproben von dem Anfangsquerschnitt 60×40 mm auf den konstanten Endquerschnitt 25×25 mm herunter, was einer Querschnittsverminderung von 74 % entspricht. Die Anfangs- und Endtemperatur wurde bei den einzelnen Versuchen verändert. Die Erhitzung der Proben fand in einer reduzierenden Atmosphäre statt. Nachdem das Material eine Stunde lang bei der betreffenden Temperatur verblieben war, wurde es rasch ausgeschmiedet. Die Messung der Endtemperatur geschah mit Hilfe eines optischen Pyrometers. Die Dauer des Schmiedintervalls sowie die Anzahl der Hammererschlge wurden gleichfalls vermerkt, letztere, um einen ungefahren Anhalt für das Maß der aufgewendeten Arbeit zu gewinnen.

Die auf diese Weise erhaltene Formgebung erfordert also ein Zeitintervall, während dessen die Temperatur der Probe erheblich sinkt; es müssen daher zwei Temperaturen berücksichtigt werden: Anfangs- und Endtemperatur des Intervalls.

Die Ergebnisse seiner Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Fließgrenze, die bei dem gewalzten Material wesentlich höher liegt als bei dem gegossenen, steigt bei konstanter

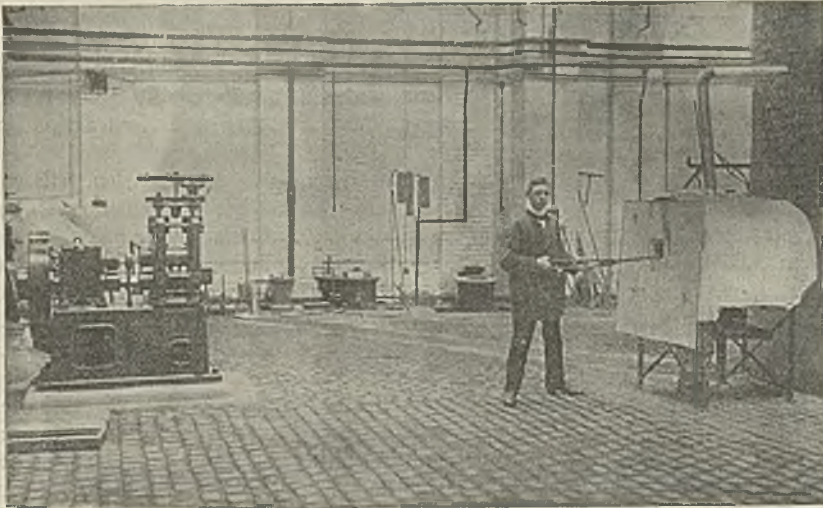


Abbildung 7. Gesamtansicht der Versuchsanlage.

90 % Querschnittsverminderung, die bei Kirschtrotglut fertiggeschmiedet wurde, zeigte eine starke Erhöhung der Fließgrenze und eine deutliche Zunahme der Zerreißfestigkeit.

Die obigen Schmiedeproben sind besonders deshalb interessant, weil es sich dabei um verhältnismäßig dicke Stücke handelt und nicht um dünne Bleche oder Formeisen, bei denen die Wirkung der Bearbeitung und der Temperaturverteilung ganz anders in Erscheinung tritt.

Campbell bespricht ferner die zur Erzielung einer guten Qualität aufzuwendende Arbeit durch Vorwalzen, ehe die eigentliche formgebende Bearbeitung einsetzt. Die Erfahrung habe gezeigt, daß für ein und dieselbe Blechstärke Herunterarbeiten von einem großen Anfangsquerschnitt bessere Qualität erziele.

Aus den oben angefuhrten Arbeiten geht hervor, daß außer der Feststellung einer Verbesserung des Gefüges durch Walzen und einer Erhöhung der Fließgrenze usw. durch Fertigwalzen bei niedriger Temperatur der Einfluß des Walzens noch nicht weiter untersucht worden ist.

Anfangstemperatur mit sinkender Endtemperatur, während sie sich bei konstanter Endtemperatur und veränderter Anfangstemperatur nicht ändert. Besonders erheblich steigt die Fließgrenze bei Endtemperaturen unterhalb  $A_1$ . Die Bruchfestigkeit bleibt, nachdem durch die erste Walzarbeit eine erhebliche Verbesserung des im Guzustande vorhandenen Materials stattgefunden hat, bis auf Temperaturen unterhalb  $A_1$  herunter ungefähr konstant, ebenso die Dehnung. Die Härte nach Brinell folgt fast genau der Bruchfestigkeit; gewisse Abweichungen in diesem Verhältnis glaubt Oberhoffer Unterschieden in der Behandlung zuschreiben zu müssen.

Die Korngröße sinkt durch das Schmieden erheblich, und zwar um so mehr, je tiefer die Anfangstemperatur liegt.

Die mechanischen Untersuchungen Oberhoffers werden durch Löslichkeitsbestimmungen ergänzt, die sich sowohl auf unbearbeitetes als auch auf bearbei-

<sup>1)</sup> Oberhoffer: Ueber den Einfluß des Schmiedens auf die Eigenschaften eines weichen Flußeisens. (St. u. E. 1913, Sept., S. 1507/13; 1564/8).



tetes Material erstrecken. Bei ersteren nimmt der Gewichtsverlust in 1 %iger Schwefelsäure mit fallender Glühtemperatur zu, was besonders deutlich bei Versuchen mit drei- bis fünftägiger Dauer in die Erscheinung tritt. Bei dem geschmiedeten Material steigt der Gewichtsverlust bis 1000° mit sinkender Schmiedetemperatur. Zwischen 900 und 800° sind die Gewichtsabnahmen geringer, während unterhalb 800° die Lösungsgeschwindigkeit wiederum stark steigt, besonders bei den mehrtägigen Versuchen. Auch diesen Untersuchungen haftet der Fehler an, daß Anfangs- und Endtemperatur gleichzeitig sich ändern, wodurch es schwer fällt, sich ein klares Bild von dem relativen Einfluß je eines dieser beiden wichtigen Faktoren zu machen.

### 1. Versuchsmaterial.

Als Untersuchungsmaterial dienten zwei in der Zusammensetzung nahezu gleiche Materialien aus Martinflußeisen, die in Form von Stabeisen 20 × 30 mm bzw. 10 × 30 mm vorlagen. Ihre Zusammensetzung war folgende (siehe nachstehende Zahlentafel).

Beide Materialien waren aus einem größeren Block durch einen langen Walzprozeß heruntergearbeitet worden. Nr. 1 zeigte nur unerhebliche Seigerungen, dagegen ziemlich viel Schlackeneinschlüsse, die in Form von breiten Streifen sich durch den Stab in der Walzrichtung hinzogen.

Material Nr.	Querschnitt mm	C %	Si %	Mn %	P %	S %
1	20 × 30	0,08	0,13	0,38	0,063	0,039
2	10 × 30	0,08	0,16	0,38	0,072	0,046

Nr. 2 wies wenig Schlacke, aber eine deutliche, wenn auch schwache Seigerungszone auf. In beiden Materialien war der Rand sehr arm an Kohlenstoff. Abb. 1 bis 4 (Tafel 13) stellen Schlißbilder des Materials im Anlieferungszustande dar.

Sämtliche Versuchsstäbe wurden zunächst während einer Stunde auf 950° erhitzt und darauf in Wasser abgeschreckt in der Absicht, ein möglichst feines und für alle Stäbe gleichmäßiges Gefüge zu erzeugen. Tatsächlich ist aber, wie aus Abb. 5 und 6 (Tafel 13) zu ersehen ist, eine verworrene Struktur eingetreten, wobei gleichzeitig die Härte, Fließgrenze und Bruchfestigkeit erhöht wurden.

### 2. Versuchsanordnung.

Die Versuchsanlage ist aus Abb. 7 und 8 ersichtlich. Sie besteht aus einem Gasmuffelofen, der mit

Geblasewind betrieben wird, und einem dem Ofen gegenüberliegenden Bandeisenwalzwerk.

Die Muffel war mit feuerfesten Steinen ausgekleidet und vorn durch eine dicke Mauer, in der sich eine durch einen Stein verschließbare, Öffnung befand, abgeschlossen. Beheizt wurde der Ofen durch drei Brenner, deren Gaszufuhr zwecks gleichmäßiger Erhitzung des Ofenraumes geregelt wurde. Die Erhitzung erfolgte durchschnittlich in einer Stunde. Da wegen der starken Ausmauerung der Muffel und des dadurch verursachten engen Raumes höchstens 7 Stäbe zugleich erhitzt werden konnten, war mit einer gleichmäßigen Erhitzung des ganzen Probequerschnitts sicher zu rechnen, um so mehr, als wäh-

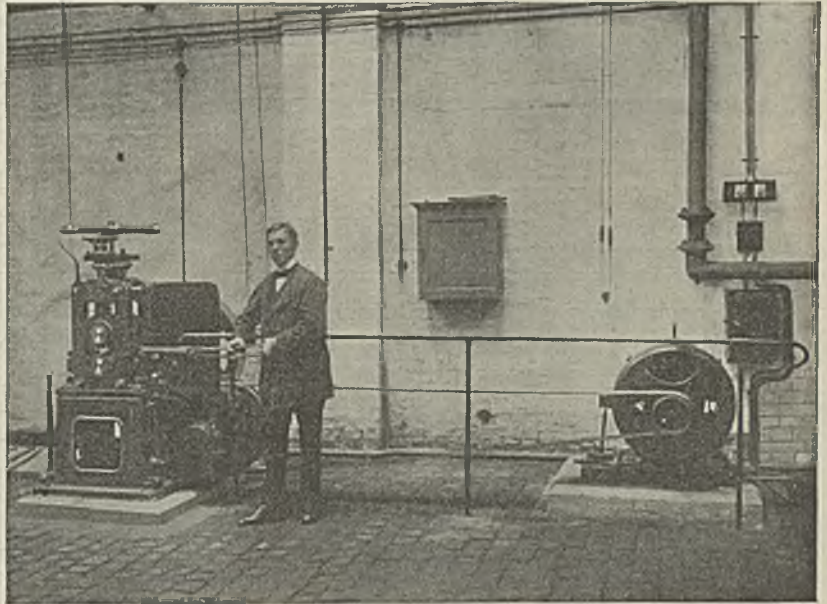


Abbildung 8. Bandeisenwalzwerk mit elektr. Antrieb.

rend der letzten Viertelstunde der Erhitzung das Gas abgestellt wurde, welcher Umstand noch weiter zum Ausgleich der Temperaturen diente. Sodann wurden die Proben rasch hintereinander ausgewalzt. Durch Vorversuche war ermittelt worden, daß die Temperatur des Ofens während der kurzen Walzzeit (3 bis höchstens 5 Minuten) sich praktisch nicht veränderte.

Zum Auswalzen der Proben diente ein von der Firma Fried. Krupp A. G., Grusonwerk, gebautes, elektrisch angetriebenes 150-mm-Bandeisenwalzwerk (Abb. 7 und 8). Es wurde mit einfachen glatten Walzen, d. h. offenem Kaliber gearbeitet. Die Walzen waren in vertikaler Richtung nach Angaben einer Skala beliebig verstellbar. Durch Anbringung einfacher Führungen ließ sich ein Verziehen der Walzstäbe zum größten Teil vermeiden.

Als Antrieb diente ein 12-PS-Elektromotor; die Kraftübertragung erfolgte durch Riemen und Zahnradgetriebe. Der Riemen war maßgebend für die Höchstverdrängung, indem er bei zu großem Walzdruck von der Scheibe abließ, was eine zu hohe Beanspruchung der Maschinenteile verhinderte.



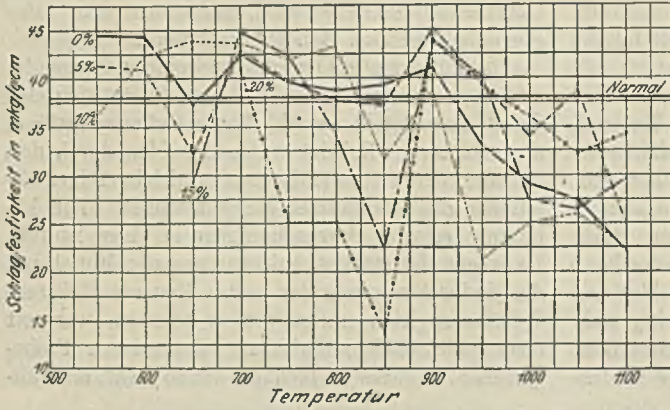


Abbildung 9.

Material 1. Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedener Verdrängung.

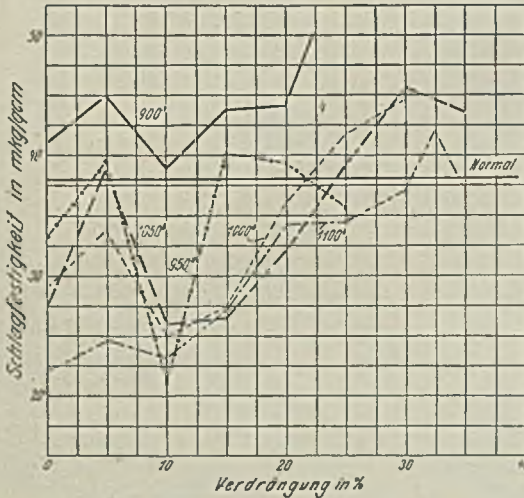


Abbildung 10.

Material 1. Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen zwischen 900 und 1100°.

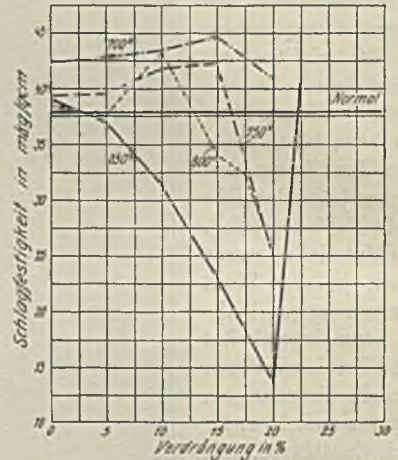


Abbildung 11.

Material 1. Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen unter 700°.

Die Geschwindigkeit der Walzen betrug 30 Umdrehungen je Minute, entsprechend einer linearen Geschwindigkeit von etwa 12 m/min, entsprechend 0,2 m/sek.

Nach beendigtem Auswalzen konnten die Stäbe auf einer Unterlage aus trockenen Backsteinen (Abb. 7, vorn links) an der Luft langsam abkühlen.

3. Versuchsergebnisse.

A. Schlagfestigkeit.

Von jedem Walzstab wurde zunächst als Schlagprobe ein Stück von 160 mm Länge abgesägt. Die Querschnittsabmessungen der Probe entsprechen den Abmessungen des gewalzten Stabes, wobei die Breite bei den sehr starken Verdrängungen (35 %) teilweise von 30 mm bis auf 34 mm stieg, meist jedoch 32 mm nicht überschritt.

Der Abstand des 4-mm-Bohrloches von der Schlagseite der Probe betrug für Material Nr. 1

der Temperatur für verschiedene Verdrängungen aufgezeichnet. Auffallend bei sämtlichen Kurven sind die Maxima bei 700° (A<sub>1</sub>) bzw. 900° (A<sub>3</sub>) sowie die Minima bei 850°. Ferner weisen zwei der Kurven bei 650° ein Minimum auf. Der allgemeine Verlauf der Kurven ist etwa folgender: Die

Schlagfestigkeit sinkt — mit Ausnahme der Kurve mit 10 % Verdrän-



Abbildung 12.

Material 1. Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen unter 700°.

10 mm und für Material Nr. 2 15 mm. Vorversuche hatten diese Abmessungen als zweckmäßig erwiesen.

Die Ergebnisse der Schlagversuche — sämtliche Einzelwerte sowohl als die Mittelwerte — sind in Tafel 14 und 15 zusammengestellt und in Abb. 9 bis 16 graphisch aufgetragen. Da die Wirkung der Walzarbeit bei den dickeren Stäben des Materials Nr. 1 (20×30 mm) qualitativ sowohl als quantitativ sich anders verhält als bei den dünneren Stäben des Materials Nr. 2 (10×30 mm), so soll im folgenden die Besprechung der Versuchsergebnisse getrennt vorgenommen werden.

Material Nr. 1. In Abb. 9 ist die Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von



F. Wüst und W. C. Huntington: Ueber den Einfluß des Warmwalzens auf die mechanischen Eigenschaften und das Gefüge des kohlenstoffarmen Flußeisens.

x 55

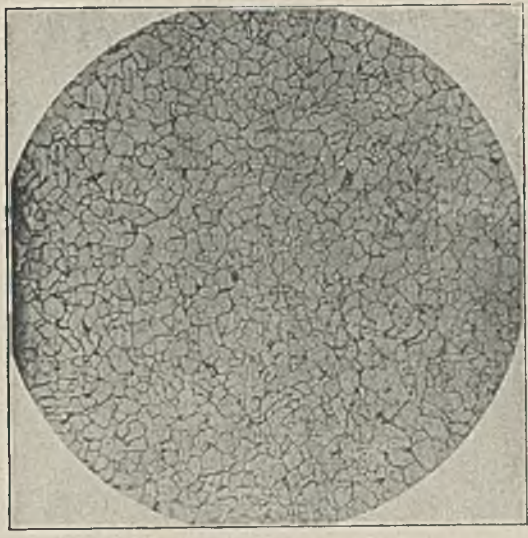


Abbildung 1. Material 1. Anlieferungszustand Rand.

x 55

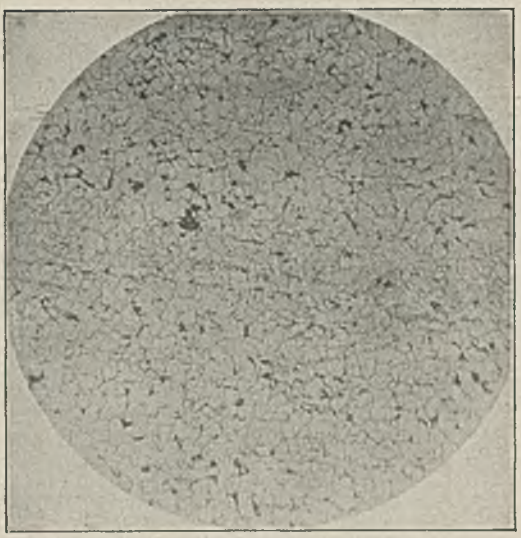


Abbildung 2. Material 1. Anlieferungszustand Mitte.

x 55

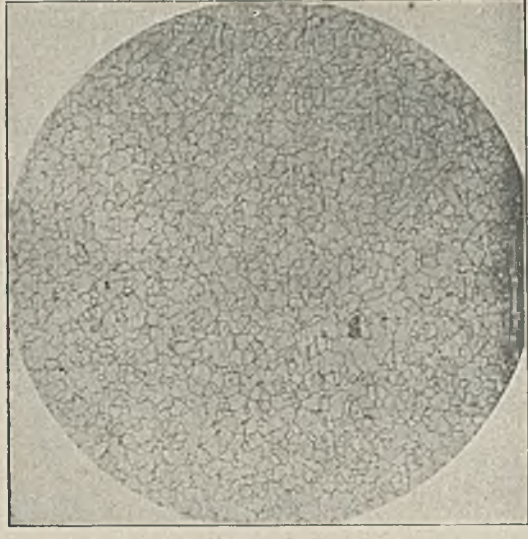


Abbildung 3. Material 2. Anlieferungszustand Rand.

x 55

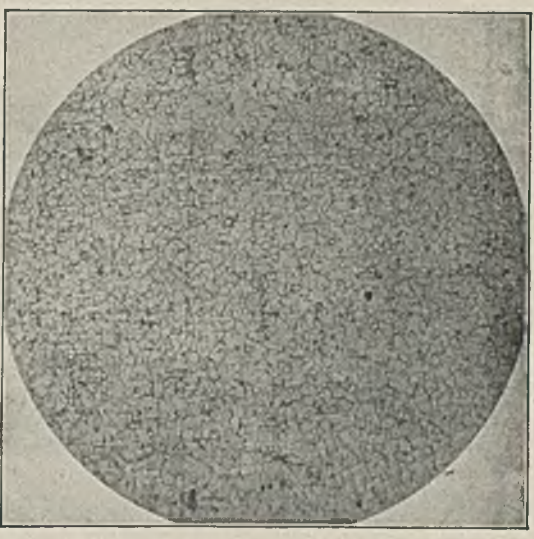
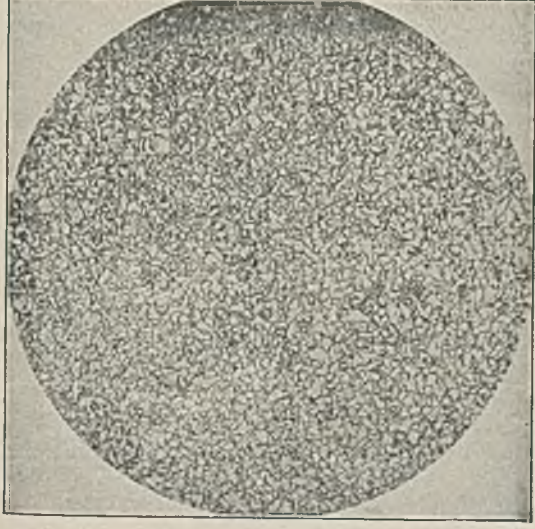
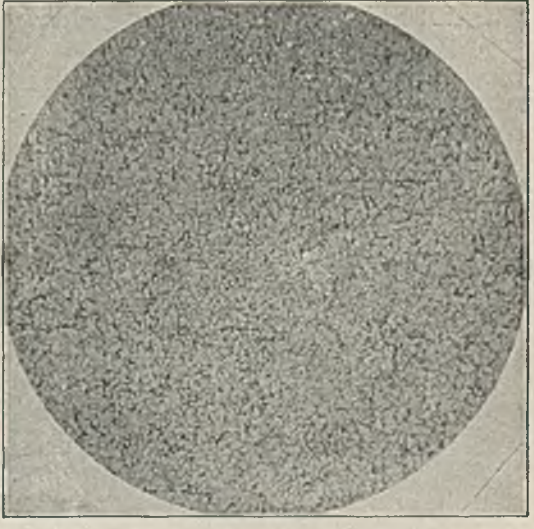


Abbildung 4. Material 2. Anlieferungszustand Mitte.

x 55



x 55







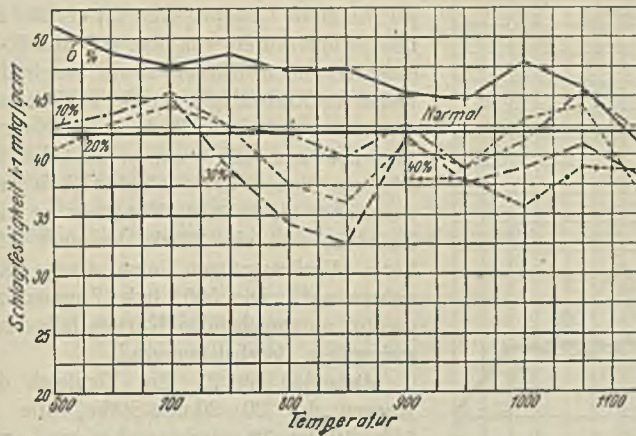


Abbildung 13.

Material 2. Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedener Verdrängung.

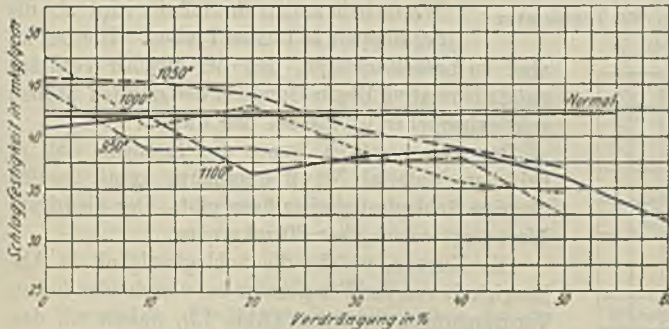


Abbildung 14.

Material 2. Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen zwischen 900 und 1100°.

— von 550°, wo sie sehr hohe Werte aufweist, zunächst bis 650°. Bei 700° hat die Kerbzähigkeit wieder ihre ursprüngliche Höhe erreicht, fällt aber

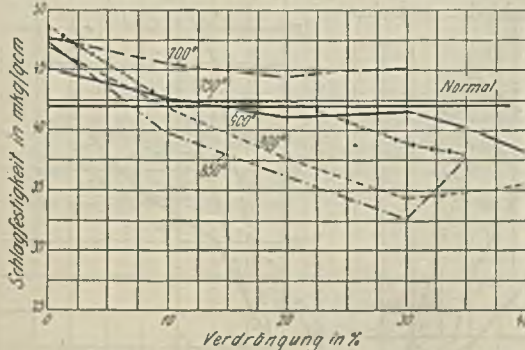


Abbildung 15.

Material 2. Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen zwischen 700 und 900°.

dann mehr oder weniger rasch, etwa proportional dem Bearbeitungsgrad, bis 850°. Bei dieser Temperatur tritt, vor allem bei höherer Verdrängung, eine außerordentliche Sprödigkeit ein.

Oberhalb 850° steigt die Schlagfestigkeit mit der Temperatur bis auf 900°, sinkt dann aber rasch bei den höheren Temperaturen.

Besonders bemerkenswert ist der Einfluß des Bearbeitungsgrades, der stark erniedrigend auf das bei 800 bzw. 850° liegende Minimum einwirkt. Im übrigen weisen die Kurven keinen gesetzmäßigen Unterschied unter sich auf, doch scheinen gewisse Verdrängungsgrade günstiger, andere ungünstiger zu wirken. Merkwürdig ist das bei 650° und bei einer Verdrängung von 10% auftretende Maximum. Dieser Punkt kann kaum unkontrollierbaren Nebeneinflüssen seine Entstehung verdanken, da er sich auf drei annähernd gleiche Einzelwerte stützt.

Die Kurven in Abb. 10 bis 12 stellen die Abhängigkeit der Schlagfestigkeit bei verschiedenen Temperaturen dar. Sie lassen sich zwanglos in drei deutlich voneinander verschiedene Gruppen einteilen:

Gruppe 1 (Abb. 10) umfaßt die Temperaturen von 900° an aufwärts.

Gruppe 2 (Abb. 11) bezieht sich auf das Temperaturgebiet von 700 bis 900°.

Gruppe 3 (Abb. 12) umfaßt die Temperaturen unterhalb 700°.

Die Werte für die Schlagfestigkeit der Gruppe 1 (Abb. 10) bei 0% Verdrängung stehen im umgekehrten Verhältnis zur Temperatur; sie weisen bei 900° sehr hohe, bei 1100° sehr niedrige Werte für die Kerbzähigkeit auf. Bei 5% Verdrängung erreichen alle Kurven ein Maximum, bei 10% Verdrängung dagegen ein ausgeprägtes Minimum. Mit zunehmendem Bearbeitungsgrad steigen die Kurven im großen und ganzen an. Die Kurve für 900° verläuft beträchtlich oberhalb der andern, die bei einer

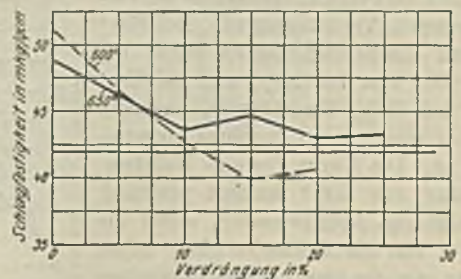


Abbildung 16.

Material 2. Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen unter 700°.

Verdrängung von 10% und darüber praktisch zusammenfallen. Hieraus geht hervor, wie einschneidend das Walzen die schädlichen Wirkungen der Ueberhitzung aufhebt.



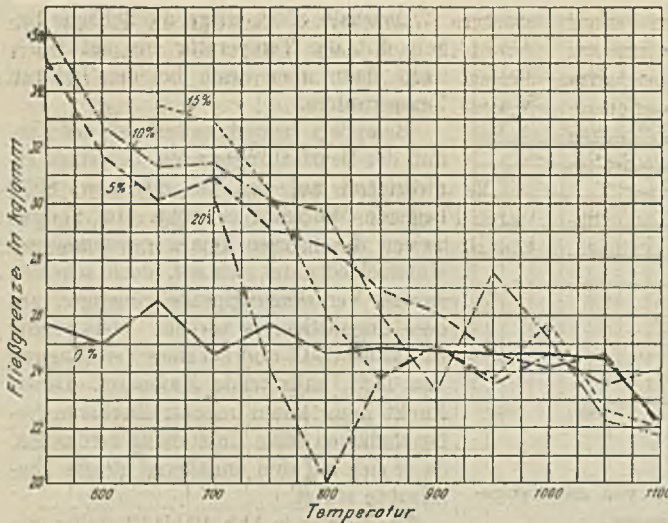


Abbildung 17.

Material 1. Fließgrenze in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedener Verdrängung.

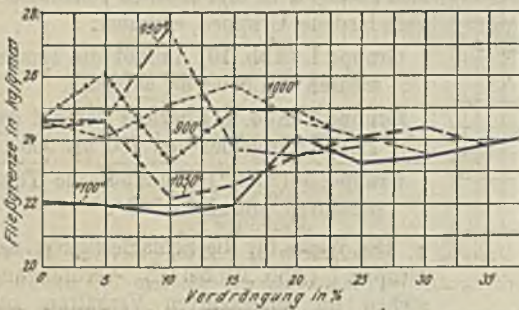


Abbildung 18.

Material 1. Fließgrenze in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen zwischen 900 und 1100°.

Die zweite Kurvengruppe (Abb. 11) wird dadurch gekennzeichnet, daß bei ihr die Schlagfestigkeit mit steigendem Bearbeitungsgrad stark abnimmt. Je nach der Höhe der Walztemperatur beginnt die Festigkeitsabnahme bei verschiedenen Verdrängungen. Bei 850° nimmt die Schlagfestigkeit sofort ab, bei 800° erst bei 10% und bei 750° erst bei 15% Verdrängung, nachdem vorher eine geringe Zunahme eingetreten ist. Die Kurve für eine Walztemperatur von 700° verläuft praktisch parallel zur Abszissenachse, wobei die Werte für die Schlagfestigkeit höher liegen als die der übrigen Linienzüge dieser Gruppe.

Bemerkenswert ist der starke Anstieg der einer Temperatur von 850° entsprechenden Kurve von 20% Verdrängung ab. Ob auch die übrigen Kurven einen gleichen Verlauf aufweisen, ließ sich nicht ermitteln, da der Antrieb des Walzwerks bei den betreffenden Temperaturen bzw. Verdrängungen versagte.



Abbildung 19.

Material 1. Fließgrenze in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen zwischen 700 und 900°.

Die dritte Gruppe (Abb. 12) enthält die den Temperaturen von 650, 600 und 550° entsprechenden Kurven sowie vergleichshalber die Kerbzahigkeiten der bei Zimmertemperatur gewalzten Proben. Die Kurven von 650 und 600° weisen zunächst bis 5% ein Sinken der Schlagfestigkeit, sodann aber bis zu 10% Verdrängung eine Zunahme und schließlich, bei noch stärkeren Verdrängungen, eine starke Abnahme auf. Die 550° bzw. Zimmertemperatur entsprechenden Kurven fallen mit steigendem Bearbeitungsgrad.

Material Nr. 2. Ein Vergleich der Kurven der 20x30-mm-Stäbe, die in Abb. 10 bis 12 wiedergegeben sind, mit den entsprechenden der 10x30-mm-Stäbe in Abb. 14 bis 16 zeigt, daß die Schlagfestigkeit der dünnen Stäbe durch die Walzarbeit anders beeinflusst wird als die der doppelt so dicken Proben. Hierbei ist

aber zu berücksichtigen, daß bei gleicher Verdrängung die relative Bearbeitung bei den dünnen Stäben weit erheblicher ist als bei den dicken.

Bemerkenswert ist ferner die Tatsache, daß es bei dem Material Nr. 2 überhaupt keine absolut niedrige Schlagfestigkeitsziffern gibt. Der niedrigste Wert liegt schon über 30 mkg/qcm.

Die Kurven, welche die Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedenen hohen Verdrängungen darstellen (Abb. 13), weisen mit den entsprechenden Kurven des Materials Nr. 1 (Abb. 9) insoweit eine Ähnlichkeit auf, als auch sie — mit Ausnahme der Kurve mit 0% Verdrängung — bei 700° (A<sub>1</sub>) und 900° (A<sub>2</sub>) ausgesprochene Maxima besitzen, bei 850° aber Minima. Ein erheblicher Unterschied zwischen

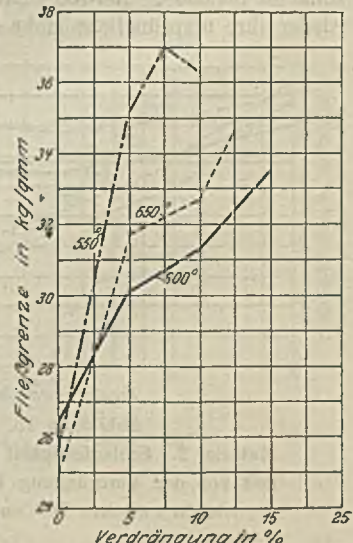


Abbildung 20.

Material 1. Fließgrenze in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen unter 700°.



beiden Materialien macht sich aber in dem Verlauf der Kurven oberhalb 900° bemerkbar. Bei Material Nr. 2 treten im Gegensatz zu Material Nr. 1 bei hohen Temperaturen noch höhere Werte für die Schlagfestigkeit auf als bei 900°, wo bei den dicken Stäben bereits eine starke Abnahme der Schlagfestigkeit zu beobachten war.

Bei denjenigen Kurven, welche die Schlagfestigkeit in Abhängigkeit von der Verdrängung darstellen,

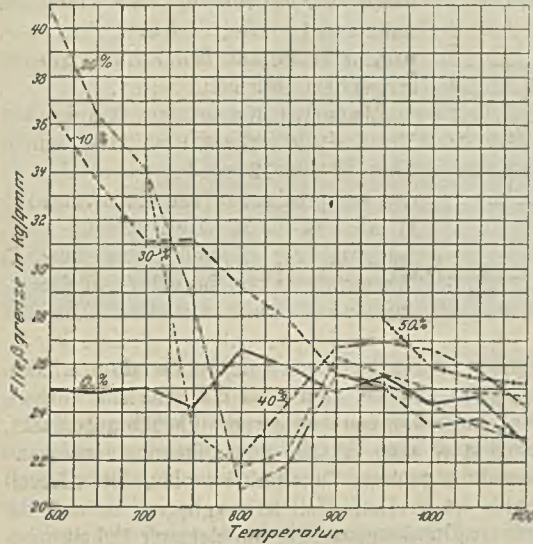


Abbildung 21.

Material 2. Fließgrenze in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedener Verdrängung.

ist eine ähnliche Gruppeneinteilung wie bei Material Nr. 1 nicht möglich. Für sämtliche Kurven, mit Ausnahme derjenigen bei 700° (A<sub>1</sub>) und 900° (A<sub>3</sub>), gilt der Satz, daß durch Bearbeitung (Druck) eine Abnahme der Festigkeit erfolgt. Nur diejenigen Proben,

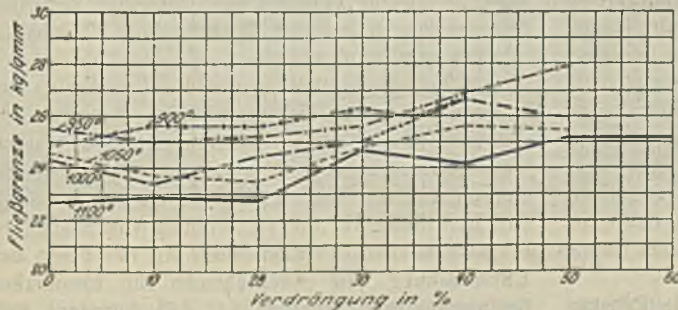


Abbildung 22.

Material 2. Fließgrenze in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen zwischen 900 und 1100°.

welche bei den Umwandlungstemperaturen gewalzt wurden, erleiden durch Druck nahezu keine Änderung der Schlagfestigkeit, eine Beobachtung, die auch für Material Nr. 1 zutrifft.

In dem Abschnitt „Gefügeuntersuchung“ wird auf das unterschiedliche Verhalten der beiden Materialien bezüglich ihrer Kerbzähigkeit noch näher eingegangen werden; hier sei nur erwähnt, daß der

raschere Wärmeverlust der dünnen Proben beim Abkühlen nach dem Walzen sowie das bei diesen Proben mögliche intensivere Durchkneten beim Walzen jenem Unterschied zugrunde liegt.

B. Zerreißfestigkeit.

Die zu den Zerreißversuchen verwendeten Proben waren Flachstäbe, welche in der Längsrichtung auf eine Breite von 20 mm ausgefräst worden waren und

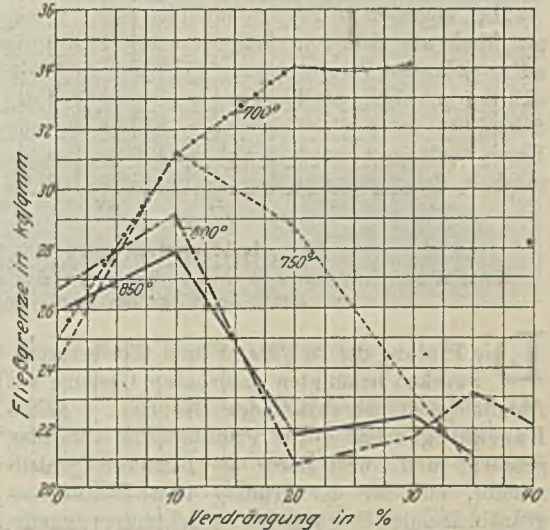


Abbildung 23.

Material 2. Fließgrenze in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen zwischen 700 und 900°.

deren Dicke der jeweiligen Dicke des Walzstabes entsprach. Die Meßlänge betrug 200mm.

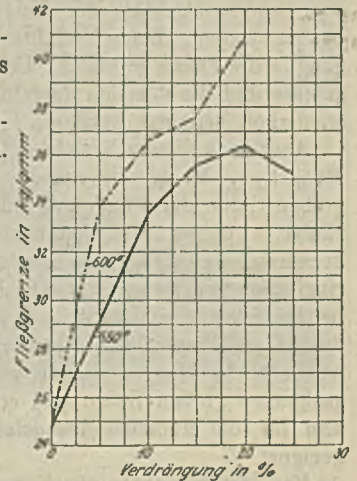


Abbildung 24.

Material 2. Fließgrenze in Abhängigkeit von der Verdrängung bei Temperaturen unter 700°.

Eine Schwierigkeit trat bei denjenigen Stäben auf, die bei 1100° gewalzt wurden. Sie waren mit einer ziemlich dicken Zunderschicht überzogen, welche vor dem Stich in die Walzen nicht entfernt werden konnte. Der Zunder war daher zum Teil in das Material hineingepreßt worden und hatte so eine raue Oberfläche erzeugt, wodurch die Dehnung dieser Proben naturgemäß beeinträchtigt wurde.



Durch den Zerreiversuch wurden folgende Werte ermittelt: Proportionalitätsgrenze (angenäherte), Fließgrenze, Bruchgrenze, Dehnung und Kontraktion. Die Kontraktion schwankt im allgemeinen zwischen 70 und 75 %. Ausnahmen treten bei einigen bei sehr niedriger Temperatur gewalzten Stäben auf, bei denen durch Kaltbearbeitung im eigentlichen Sinne des Wortes eine große Versteifung des Materials eingetreten war und infolgedessen ein Sinken der Kontraktion bis auf 60 % stattgefunden hatte.

Die angenäherte Proportionalitätsgrenze wurde graphisch aus den vom Schreibapparat selbsttätig aufgezeichneten Diagrammen in der Weise ermittelt, daß der unterhalb der Fließgrenze gelegene Teil der Schaulinie unter gleichbleibender Krümmung der Kurve verlängert wurde. Auf diese Weise war es möglich, den Punkt, in dem die Schaulinie infolge

wachsender Dehnung den Bogen des Zeigerradius verlat, ziemlich scharf zu bestimmen. Die angenäherte Proportionalitätsgrenze lag meist dicht unterhalb der Fließgrenze, doch trat bisweilen der Fall ein, daß der Abstand zwischen beiden beträchtlich war; ein gesetzmäßiges Verhalten ließ sich jedoch nicht feststellen.

Die Fließgrenze (Bachs obere Fließgrenze) wurde durch unmittelbare Ablesungen am Manometer ermittelt. Sie erwies sich als eine für den Zustand des Materials charakteristische Eigenschaft.

Bruchgrenze, Dehnung und Kontraktion wurden in der üblichen Weise ermittelt.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in den Tafeln 14 und 15 wiedergegeben und graphisch in den Abb. 17 bis 24 aufgetragen.

(Fortsetzung folgt.)

## Hochofenschlacke als Eisenbahnschotter.<sup>1)</sup>

Von Geh. Regierungsrat Prof. M. Gary.

Die Prüfung der zu Pflaster- und Gleisbettungszwecken benötigten natürlicher Gesteine auf Abnutzbarkeit ist dringendes Bedürfnis. Schon Bauschinger hat solche Prüfungen in Vorschlag gebracht und konstruierte die bekannte Schleifscheibe, auf der der Prüfling unter bestimmten gleichbleibenden Bedingungen mit gekörntem Schmirgel abgeschliffen wird. Der Wunsch, das schleifende Korn nur einmal zur Wirkung gelangen zu lassen und dann zu entfernen, veranlaßte den Verfasser, das Sandstrahlgebläse der Materialprüfung dienstbar zu machen. Beide Verfahren haben längst Eingang in die Praxis gefunden. Ueber das Sandstrahlgebläse und die mit ihm ausgeführten Versuche ist wiederholt berichtet worden<sup>2)</sup>.

Aber auch diesem Verfahren haften noch gewisse Mängel an. Es laßt die auf das Pflaster wirkenden groben Stöße der Pferdehufe und der aufrrollenden Rder vermissen. Um diese nachzuahmen, hat man in Schweden eine Maschine konstruiert, die auf einem ringförmig angelegten Stück Probepflaster rollt und heftige Schläge und Stöße wie ein Pferdefuhrwerk ausübt. Dieses Prüfungsverfahren fordert aber beträchtliche Mengen des zu prüfenden Gesteines, geeigneter großen Raum und erhebliche Kraft, ist also für die üblichen Versuchslaboratorien wenig geeignet.

Von Amerika kam ein Vorschlag, die Pflastersteine in eine Trommel einzusetzen und in dieser schwere Eisenkugeln laufen zu lassen. Ein ähnliches Verfahren hat auch in Frankreich Eingang gefunden. Dort benutzt man eine an schräger Achse aufgehängte Trommel, in welche die Prüflinge lose eingefüllt

werden. Da nach einem ähnlichen Verfahren wiederholt gefragt wurde, sind auch in Lichterfelde vorhandene Einrichtungen dem Zwecke dienstbar gemacht, es ist auch eine Anzahl von „Trommelversuchen“ ausgeführt worden. Der Mantel der benutzten Kugelmühle ist in fünf Wellen eingebogen, so daß ihr größter Durchmesser 250, ihr kleinster 187 mm beträgt bei 600 mm Achslänge der Trommel. Sie macht etwa 45 Umdrehungen in der Minute. Die Versuchskörper werden ohne Kugeln in die Mühle gegeben. Der wellenförmig gestaltete Mantel veranlaßt die Versuchsstücke, sich zu überstürzen und aufeinander sowie auf das Trommelblech heftig aufzuschlagen. Da sich das Verfahren zur Auffindung von Unterscheidungsmerkmalen zwischen Pflastersteinmaterial sehr gut bewährt hat<sup>1)</sup>, lag der Gedanke nahe, die gleiche Trommel auch für einen Zertrmmerversuch bei der Prüfung von Eisenbahnschotter anzuwenden.

Am 25. Januar 1917 hat sich die Kommission zur Untersuchung der Hochofenschlacke, die von dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten in Preußen eingesetzt worden ist, um der Verwertung der Hochofenschlacke die Wege zu ebnen, nach Aufstellung von Richtlinien für die Verwendung von Hochofenschlacke zu Betonzwecken auch mit der Frage der Untersuchung von Stckschlacke für Eisenbahnbettungsmaterial beschäftigt. Auf Anregung von Herrn Geheimrat Rudeloff wurde beschlossen, dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten in Vorschlag zu bringen, neben der Erprobung der Schlacke unter dem Eisenbahngleis (bei Verwendung von hölzernen und eisernen Schwellen) auch Laboratoriumsversuche auszuführen, um im Vergleich mit den Betriebsversuchen festzustellen, welches der be-

<sup>1)</sup> Nach den Mitteilungen des Königl. Materialprüfungsamtes Berlin-Lichterfelde-West 1915, S. 386/7; 1916, S. 464/7.

<sup>2)</sup> Mitteilungen des Königl. Materialprüfungsamtes 1904, S. 103; 1910, S. 183.

<sup>1)</sup> Gary: Abnutzbarkeit natürlicher Gesteine. Mitteilungen des Königlichen Material-Prüfungsamtes 1915, S. 386.



kannten Laboratoriumsverfahren am besten geeignet ist, Schlacken in kürzester Frist auf ihre Verwendbarkeit zu Eisenbahnschotter zu erproben.

Einige Versuche mit den im Amt vorhandenen Schlacken nach dem eingangs erwähnten Trommelverfahren liegen bereits vor. Ueber ihre Ergebnisse soll nachstehend kurz berichtet werden.

einen Ring von 40 mm Weite hindurchgingen und auf einem Ring von 25 mm Weite liegen blieben.

Die Schlacker sind bezeichnet: A, Pz, Bz, B, G, R, J, F. Ihre chemische Zusammensetzung ist aus St. u. E. 1917, S. 650, Zahlentafel 7, ersichtlich.

Pz und Bz sind Schlacken, die nach Angabe der Werkleitung bei der Entnahme Neigung zum Zer-

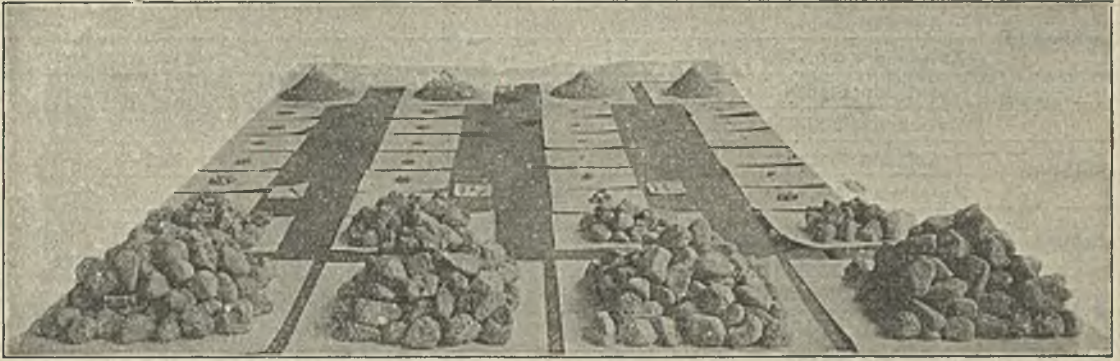


Abbildung 1. Hochofenschlacken A, Pz, Bz, B in der Trommel zerkleinert.

Für die Versuche benutzt wurden acht Hochofenschlacken, und zwar dieselben, die als Zuschlag für Betonmaterial von dem Ausschuß bereits erprobt worden sind<sup>1)</sup>.

Sämtliche Schlacken sind Roheisenschlacken. Sie sind seinerzeit durch eine besondere Kommission auf

fall hatten. Da indessen die Schlackenstücke bereits seit Herbst 1913 auf dem Grundstücke des Amtes im Freien lagerten und zu den Trommelversuchen nur gesunde Stücke herangezogen wurden, darf angenommen werden, daß, wenn eine solche Neigung bei der Entnahme im Sommer 1913 vorhanden war, sie

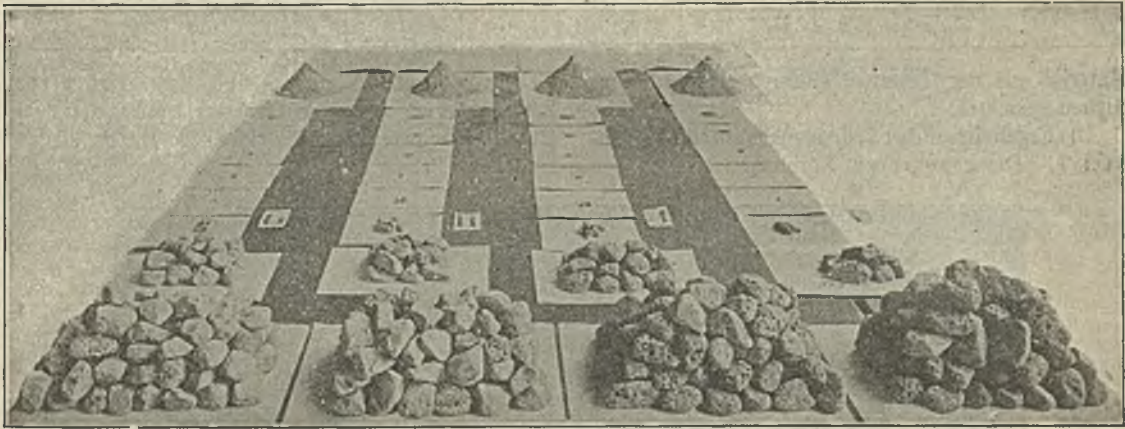


Abbildung 2. Hochofenschlacken G, R, J, F in der Trommel zerkleinert.

den Hütten selbst in denjenigen Körnungen entnommen worden, in denen sie von den einzelnen Werken auf dem Wege der üblichen Aufbereitung gewonnen wurden. Zu den Versuchen in der Trommel sind die größten Stücke verwendet worden, die durch

inzwischen in den so lange gelagerten Stücken erloschen ist.

Zum Vergleich mit den Schlacken wurden drei Hartgesteine:

- I, bayerischer Basalt,
  - II, schlesischer Granit,
  - III, sächsischer Syenit
- in gleicher Größe erprobt.

Von jedem der drei Probematerialien wurden nacheinander 5 kg in die Trommel gebracht und eine halbe Stunde lang gekollert. Darauf wurde das gesamte

<sup>1)</sup> Burchartz und Bauer: Versuche mit Hochofenschlacke, ausgeführt im Königl. Materialprüfungsamt zu Berlin-Lichterfelde-West in den Jahren 1911—1916, Mitteilungen aus dem Königl. Materialprüfungsamt 1917. St. u. E. 1917. 5. Juli, S. 626/33; 12. Juli, S. 646/55; 19. Juli, S. 670/8; 2. Aug., S. 714/19; 9. Aug., S. 734/8.



Zahlentafel 1. Korngröße von acht Schlacken- und drei Bruchsteinsorten.

Material	Siebnummer	0 1 2 3 4 5 6 7									Rückstand unter 5 mm %	
		Rückstand in %	Siebe mit									
			Maschen von cm-Weite			Maschen auf 1 qcm						
			2,5	1,5	0,7	4	9	16	60	120		
Schlacke A	Auf den Sieben	70,6	86,9	88,2	88,5	88,5	88,6	88,6	89,5	11,8		
	Zwischen je 2 Sieben	70,6	16,3	1,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,9		10,5	
Schlacke Pz	Auf den Sieben	68,9	88,1	88,9	89,0	89,1	89,1	89,2	89,2	11,1		
	Zwischen je 2 Sieben	68,9	19,2	0,8	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0		10,8	
Schlacke Bz	Auf den Sieben	78,9	90,3	90,6	90,7	90,7	90,7	90,8	90,8	9,4		
	Zwischen je 2 Sieben	78,9	11,4	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0		9,2	
Schlacke B	Auf den Sieben	83,6	94,1	94,2	94,3	94,3	94,3	94,3	94,3	5,8		
	Zwischen je 2 Sieben	83,6	10,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		5,7	
Schlacke G	Auf den Sieben	81,0	93,4	93,8	93,8	93,8	93,8	93,9	93,9	6,2		
	Zwischen je 2 Sieben	81,0	12,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0		6,1	
Schlacke R	Auf den Sieben	79,6	90,6	91,3	91,4	91,4	91,4	91,5	91,5	8,7		
	Zwischen je 2 Sieben	79,6	11,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0		8,5	
Schlacke J	Auf den Sieben	73,1	85,0	85,3	85,4	85,4	85,4	85,4	85,5	14,7		
	Zwischen je 2 Sieben	73,1	11,9	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1		14,5	
Schlacke F	Auf den Sieben	81,6	87,0	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,4	12,7		
	Zwischen je 2 Sieben	81,6	5,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1		12,6	
Basalt	Auf den Sieben	85,2	92,8	93,8	94,1	94,2	94,3	94,4	94,5	6,2		
	Zwischen je 2 Sieben	85,2	7,6	1,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1		5,5	
Granit	Auf den Sieben	72,3	87,1	88,7	88,8	88,8	88,9	88,9	88,9	11,3		
	Zwischen je 2 Sieben	72,3	14,8	1,6	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0		11,1	
Syenit	Auf den Sieben	75,6	87,8	89,1	89,2	89,2	89,2	89,3	89,3	10,9		
	Zwischen je 2 Sieben	75,6	11,7	1,8	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0		10,7	

Material aus der Trommel entfernt und auf acht Sieben gesichtet.

Die Ergebnisse dieser Siebversuche enthält Zahlentafel 1. Die gewonnenen Körnungen sind in den

Die Schlacken B und G sind, was Neigung zur Zertrümmerung in der Trommel anlangt, dem Basalt gleichwertig, die Schlacken R, Bz liegen zwischen Basalt und Granit sowie Syenit, die

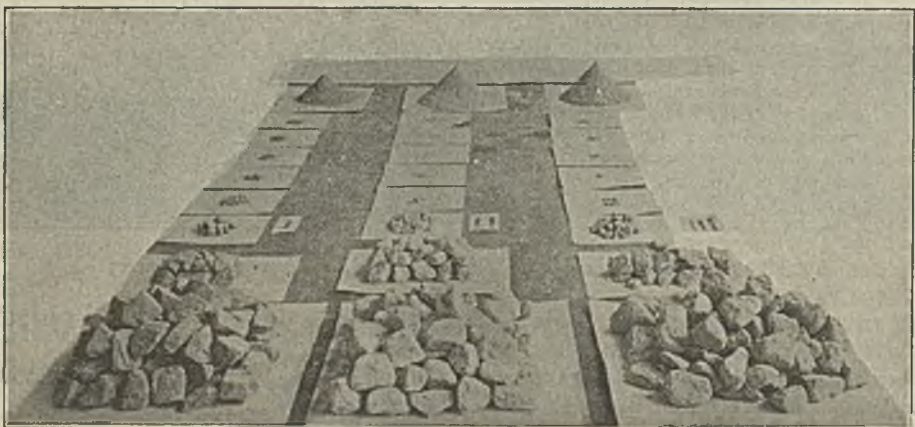


Abbildung 3. I Basalt, II Granit, III Syenit in der Trommel zerkleinert.

Abb. 1, 2 und 3 photographisch dargestellt. Es ist leicht zu übersehen, daß sämtliche geprüften Schlacken bei der angewendeten Probe Unterschiede zeigen, die gegenüber den zum Vergleich herangezogenen Hartgesteinen nur gering sind.

Schlacken Pz und A sind Granit und Syenit ungefähr gleichwertig, und nur F und J haben eine etwas stärkere Zertrümmerung ergeben als der Granit. Namentlich ist bei den beiden letztgenannten Schlacken die Menge des feinsten Mehles besonders



groß, was dazu Veranlassung gegeben hat, zu untersuchen, ob vielleicht durch dieses Mehl infolge Zementierung eine Verstopfung der Hohlräume zwischen den Schlackenstücken eintreten und damit der Eisenbahnoberbau eine unerwünschte Undurchlässigkeit gegen Wasser erhalten könnte.

Zu diesem Zwecke wurde das Mehl der Schlacke J und des Granits auf je einem Dachziegel etwa 1 cm dick ausgebreitet und durch eine feine Brause mit Wasser überbraust.

Nach dem Trocknen bildete sich eine Kruste, die sich leicht von der Unterlage abbröckeln ließ. Die Schlackemehlkruste war nur wenig härter als die

Granitmehlkruste, so daß nicht angenommen werden kann, daß mit Bezug auf das gefürchtete „Zementieren“ beide Materialien, Hochofenschlacke der geprüften Art und Granit, in der Praxis nennenswerte Unterschiede zeigen würden.

Die im Gange befindlichen umfangreichen Untersuchungen mit verschiedenen Stückschlacken unter dem Glied und im Laboratorium werden Aufschluß darüber geben, ob das vorgeschlagene Verfahren ausreicht, zu Eisenbahnschotter in Vorschlag gebrachtes Material nach seiner größeren oder geringeren Eignung zu unterscheiden, oder ob andere Versuchsverfahren aufgesucht werden müssen.

## Umschau.

### Der Einfluß der Geschwindigkeit bei Ermüdungsversuchen.

Die Frage, ob bei den sogenannten Dauerversuchen bei Eisen und Stahl die Geschwindigkeit, mit der die Umkehrungen bei zyklischen Belastungen vor sich gehen, einen bestimmbareren Einfluß auf die Resultate ausübt, ob höhere oder geringere Geschwindigkeiten das Wachsen der Ermüdung begünstigen, gibt W. C. Popplewell<sup>1)</sup> Anlaß zu ausführlichen Erörterungen. Die bisherigen Erfahrungen stützen sich entweder auf zufällig gemachte Beobachtungen an einem Stahlbarren, der einer Reihe von langsamen Belastungsumkehrungen unterworfen war, oder Erfahrungen, die von Ergebnissen tatsächlich bis zur Zerstörung der Probe durchgeführter Versuche abgeleitet worden sind.

Eine Periode bei langsamen Belastungsumkehrungen beginnt mit einer allmählich anwachsenden Belastung auf Zug, die von Null ausgeht und einen gewissen Höchstwert erreicht, worauf eine entsprechende Reduktion der Belastung bis zum Nullpunkt erfolgt. Darauf folgt eine gleiche Belastung auf Druck in der gleichen Weise wie vorher. Die Formveränderungen des Materials sind teils elastisch, teils mehr oder minder plastisch. In dem in Abb. 1 dargestellten Schaubilde a sind die Belastungen als Ordinaten, und zwar der Zug nach oben und der Druck nach unten, aufgetragen, während die Dehnungen als Abszissen, vom Punkte A ausgehend, aufgezeichnet sind. Das entstehende Schaubild ist bekannt unter dem Namen Hysteresisschleife. Beginnt in dem Ruhepunkte A die Belastung auf Zug, so ist dieselbe begleitet von einer elastischen Dehnung; der Kurvenzug verläuft bis B, der Proportionalitätsgrenze, als Gerade. Oberhalb B besteht keine Proportionalität mehr zwischen Spannung und Dehnung, die Dehnung wächst stärker als die Spannung; die Formveränderung ist zugleich nicht mehr vollkommen elastisch. Die Kurve biegt von der Geraden allmählich ab bis zum Maximum C. Der horizontale Abstand dieses Maximums C von der Verlängerung der Geraden AB, der Elastizitätslinie C<sub>e</sub> stellt die nicht-elastische Dehnung dar. Bei abnehmender Belastung fällt die Kurve parallel zu AB bis D ab, und damit wäre eine halbe Periode beendet. Die andere Hälfte der Belastung auf Druck ist eine Wiederholung der Kurve ABCD, und dargestellt durch DEFA, womit die Hysteresisschleife für langsame Geschwindigkeiten grundlegend festgelegt sein soll. Die beiden Schaubilder b und c unterscheiden sich von dem ersteren nur durch die Lage des Maximums und lassen erkennen, daß mit fallendem Maximum die Proportionalitätsgrenzen

ist nun festgestellt worden, daß, wenn ein Stahlbarren auf Zug belastet wurde bis zu einem Punkte, der etwas über seine Proportionalitätsgrenze hinausging und dann auf Druck zurückbelastet wurde, die Druckgrenze tiefer liegt als die Zuggrenze. Wahrscheinlich würde die ursprüngliche Druckgrenze die gleiche gewesen sein wie die ursprüngliche Zuggrenze, die Erniedrigung ist aber jedenfalls auf die umgekehrte Art der Belastung zurückzuführen. Wird nun bis zu demselben Maximum beständig auf Zug und Druck belastet, so wird eine auf- und abgehende Bewegung der Grenzen stattfinden, bis bei 6 bis 7 Umkehrungen die Grenzen einen gleichen Wert für Zug und Druck erreicht haben. Die Punkte, bei denen dieses der Fall ist, bezeichnet Popplewell als künstliche Grenzen für die Belastungsbedingungen. Die Kurve der Abb. 1 entspringt Beobachtungen, die gemacht wurden, als man eine der künstlichen Grenzen nach zehn Umkehrungen gefunden hatte. Dabei hat man festgestellt, daß, je höher das

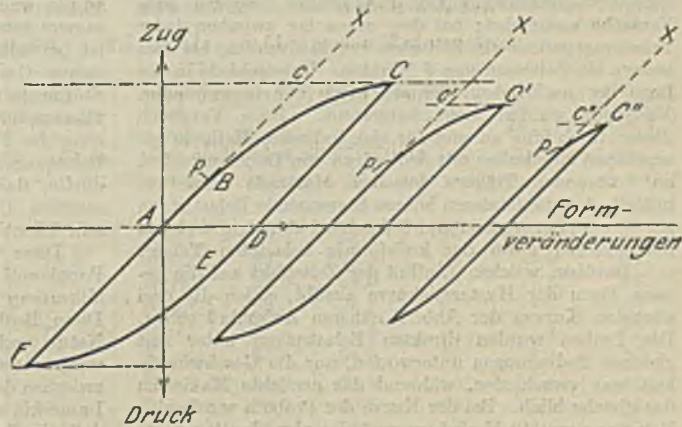


Abbildung 1 a, b, c.

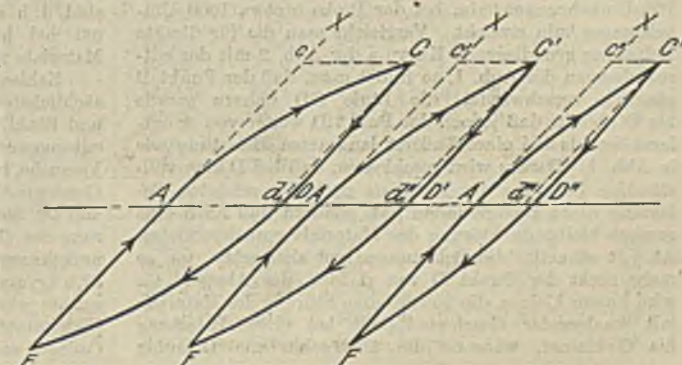


Abbildung 2 a, b, c.

<sup>1)</sup> Engineer 1916, 20. Okt., S. 339/40.



Zahlentafel 1. Ergebnisse der Ermüdungsversuche an Eisen und Stahl.

Forscher	Art des Versuchs	Material	Anzahl der Spannungswechsel
Wöhler	Rotierender Sparrenkopf	Phönix-Eisen	60 bis 80
		Reines Eisen	60 „ 80
		Vickers Achsenstahl	60 „ 80
		Firths Werkzeugstahl	60 „ 80
Baker	Rotierender Sparrenkopf	Weicher Stahl Federstahl	50 bis 60 50 „ 60
Rogers	Rotierender Sparrenkopf	0,32 % C-Stahl 0,32 % C-Stahl (ausgeglüht)	400 400
Stanton & Bairstow	Direkter Zug und Druck Abwechselnd wirkende Belastung	Schweißeisen Kolbenstangenstahl	800 800
Reynolds & Smith	Direkter Zug und Druck Abwechselnd wirkende Belastung	Weicher Stahl (ausgeglüht)	1337 bis 1917 (37,6 bis 22,3 kg/qmm)
		Stahlguß (ausgeglüht)	1320 bis 1990 (36,2 bis 23,6 kg/qmm)
University College (Eden, Rode, Cunningham)	Rotierender Träger	Schweißeisen (gezogen)	250
			620
			1300
		Weicher Stahl (gezogen)	250 620 1300
Hopkinson	Elektrische Resonanz	Weicher Stahl	Bis zu 7000
Popplewell	Langsam rotierender Träger Versuchsmaschine Direkte Belastung	Weicher Stahl Kohlenstoffstahl (Werkzeugstahl)	1 Periode in 24 Stunden bis 350 Perioden/min

erreichte Maximum war, um so niedriger die künstlichen Grenzen lagen. Um die Einwirkung einer veränderten Umkehrungsgeschwindigkeit festzustellen, wurden zwei Versuche ausgeführt; bei dem einen lag zwischen jeder Belastungsperiode ein Zeitraum von 24 Stunden, bei dem andern ein Zeitraum von 5 Minuten. Unterschiede in der Lage der natürlichen Grenzen sowie der begrenzenden Belastung wurden nicht festgestellt. Beim Vergleich dieser durch eine an und für sich indirekte Methode gewonnenen Ergebnisse mit denjenigen von Dauerversuchen an rotierenden Trägern desselben Materials wurde ermittelt, daß die letzteren höhere begrenzende Belastungen als die ersteren ergeben und weitgehend abhängig sind von der genauen Form der kreisförmig belasteten Träger.

Darüber, welchen Einfluß der Zeiteffekt auf die genaue Form der Hysteresiskurve ausübt, sollen die drei nächsten Kurven der Abb. 2 näheren Aufschluß geben. Die Proben wurden direkten Belastungen unter fast gleichen Bedingungen unterworfen, nur die Geschwindigkeit war verschieden, während das erreichte Maximum das gleiche blieb. Bei der Kurve der Probe a wurde eine Belastung von 10 Umkehrungen/min, also eine langsame Belastung, angewendet, bei der Probe b wurden etwa 100 Umkehrungen/min, bei der Probe c etwa 1000 Umkehrungen/min erreicht. Vergleicht man die für direkte Belastung grundlegende Kurve a der Abb. 2 mit der entsprechenden der Abb. 1, so findet man, daß der Punkt B gänzlich verschwindet, die Linie CD nahezu gerade bis D abfällt, daß jedoch der Punkt D weiter von A entfernt ist als bei einer äußerst langsamen Belastung wie in Abb. 1. Daraus wird geschlossen, daß bei D eine vollständige Erholung des Materials nach der erfolgten Belastung nicht stattgefunden hat, sondern daß noch eine gewisse bleibende Störung des Materials zurückgeblieben ist. Je schneller die Belastungen vor sich gehen, um so mehr rückt der Punkt D von d fort, der Abstand Cc wird immer kleiner, die vollständige Störung des Materials mit wachsender Geschwindigkeit bei einer Belastung bis C kleiner, während die übriggebliebene Dehnung

nach C größer wird. Die in dem Material hervorgerufene Störung ist nur soweit geschwunden, als sie es getan haben würde, wenn die Geschwindigkeit eine entsprechend langsamere gewesen wäre. Aber der Nettoeffekt der Störung ist bei hohen Geschwindigkeiten niedriger als bei langsamen Geschwindigkeiten, die algebraische Summe der Störungen und Erholungen ist in gleicher Weise geringer. Hieraus folgt, daß jedenfalls, je größer die bleibende Störung des Materials am Ende jeder oftmals wiederholten Belastungsperiode ist, um so früher die Probe brechen dürfte, daß ferner, da die größere Störung bei langsameren Umkehrungen eintritt, die Ermüdung größer sein könnte, wenn die Geschwindigkeit eine höhere ist.

Diese vorliegenden wahrscheinlichen Vorgänge will Popplewell bei langsamen Umkehrungen durch das Mikroskop eines Ausdehnungsmessers beobachtet haben. Diese Beobachtungen waren natürlich nur allgemeiner Natur, und es wurden Geschwindigkeitsmessungen nicht vorgenommen, da es an Apparaten fehlte, die die Beziehung zwischen der Zeit und der Dehnung wiedergeben konnten. Immerhin spricht sich der Verfasser für die Theorie aus, daß die Ermüdung des Stahls größer ist, wenn die Umkehrungsgeschwindigkeiten hoch sind als wenn sie klein sind, d. h. es wird eine größere Belastung erforderlich sein, um bei höheren Geschwindigkeiten einen Bruch des Materials zu erzielen.

Zahlentafel 1 gibt eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten Dauerversuche zur Ermüdung von Eisen und Stahl, die den Mitteilungen der University College entnommen sind. Daraus geht hervor, daß die einzigen Versuche, bei denen eine langsamere Ermüdung bei höheren Geschwindigkeiten eintritt, von Prof. Osborne Reynolds und Dr. Smith angestellt worden sind, die bei einer Steigerung der Geschwindigkeit von 1337 auf 1917 Bewegungsumkehrungen/min eine Reduktion der Ermüdung von 37,6 kg/qmm auf 22,3 kg/qmm erreichten. Ähnliche Resultate wie für einen weichen Stahl wurden für Stahlguß (Zahlentafel 1) erzielt. Die Versuche der University College ergaben das Fehlen irgendeines Geschwindig-



keitseffektes zwischen 250 und 300 Umkehrungen/min, während Dr. Stanton trotz beträchtlicher Geschwindigkeitsabweichungen keine wesentliche Einwirkung auf die Ermüdung feststellen konnte. Weitere Versuche wurden von Prof. Hopkinson ausgeführt, der eine von ihm entworfene Maschine verwendete, in der die Probe eine Last tragen mußte, die vermittelt Wechselstrom und eines Magneten in einen Vibrationszustand versetzt wurde. Das ganze System konnte derartig eingestellt werden, daß eine bestimmte Anzahl von Vibrationen/min erreicht wurde, wodurch die Probe abwechselnd ausgedehnt und zusammengedrückt wurde. Es wurden bis zu 7000 Umkehrungen/min erzielt; dabei wurde gefunden, daß bei dieser Geschwindigkeit die Widerstandsfähigkeit des Materials viel höher war als bei niedrigeren Geschwindigkeiten.

Zusammenfassend sei nochmals festgestellt, daß höhere Geschwindigkeiten einen geringeren Bestand an tatsächlicher Ermüdung des Materials ergeben haben als geringere Geschwindigkeiten. Ebenso wird durch die ersteren die zurückbleibende Dehnung erhöht. In der gleichen Weise wie die theoretischen Ueberlegungen haben die Versuche ergeben, daß höhere Geschwindigkeiten zu einer größeren Ermüdung führen, obwohl die Versuche von Reynolds und Smith dieser Ansicht entgegenlaufen. Diese Abweichungen werden auf Fehler der verwendeten Maschine oder bei den Berechnungen zurückgeführt. Jedenfalls aber lassen die vorliegenden Erörterungen erkennen, daß die Frage der Einwirkung der Geschwindigkeit bei den Dauerversuchen nicht vollkommen gelöst ist, und daß es noch der Konstruktion von besonderen Maschinen bedarf, die nur der Klärung dieser Frage dienen und jeglichen Einfluß als den der Geschwindigkeit so weit als möglich ausschalten müßten.

Dipl.-Ing. C. Sutor.

**Bericht über die Tätigkeit des Königlichen Materialprüfungsamtes im Jahre 1915.**

(Schluß von Seite 824.)

In der Abteilung 4 für Metallographie wurden 109 Anträge gegen 160, 166, 143 in den drei Vorjahren erledigt. Die weitere Einberufung von Personal zum Heeresdienst erschwerte die Durchführung der Arbeiten in hohem Maße, besonders litten darunter die im wissenschaftlichen Interesse auszuführenden Untersuchungen. Zum Abschluß wurden u. a. folgende Arbeiten gebracht:

1. „Versuche über das Rosten von Eisen in nach dem Permutit-Verfahren enthärtetem Wasser, sowie über Mittel zur Verhinderung des Rostgriffs“ von O. Bauer und E. Wetzels, sowie
2. „Beitrag zur Kenntnis der Aluminium-Zink-Legierungen“ von O. Bauer unter Mitwirkung von O. Vogel.
3. „Einige Versuche mit kaltgezogenem und wieder angelassenem Flußeisen“ von O. Bauer. Nach den durchgeführten Festigkeitsversuchen hat die Kaltreckung das Material im Innern der Rundstange weniger stark beeinflußt als mehr nach dem Rande zu.

4. Eine größere Arbeit über „Zersetzungserscheinungen beim Gußeisen“ wird demnächst abgeschlossen.

Mehrfach wurden im Betriebe gebrochene Wellen auf etwaige Materialfehler, die den Bruch begünstigt haben konnten, untersucht. In Zahlentafel 1 sind einige Angaben über chemische Zusammensetzung, Festigkeit (Zahlentafel 2) und Kleingefüge gemacht. Die mitgeteilten Festigkeitszahlen beziehen sich auf Material im Zustand der Einlieferung ins Amt.

In allen Fällen lagen sogenannte Dauerbrüche vor. Stets hatte der Bruch an scharf einspringenden Kanten oder Ecken eingesetzt. Die zahlreichen Seigerungsstellen und nichtmetallischen Einschlüsse in Welle II haben zweifellos die Entstehung des Dauerbruchs begünstigt.

Die Bruchflächen eines Automobil-Achsschenkels zeigten das kennzeichnende Aussehen eines Dauerbruchs, wie er entsteht, wenn ein Rundstab dauernd abwechselnd auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten durch Schläge oder Stöße beansprucht wird. Materialfehler, die den Bruch begünstigt haben könnten, waren nicht vorhanden, der Bruch war aber an einer Stelle eingetreten, an der der Querschnitt des Schenkels eine ziemlich schroffe Verringerung aufwies. Eine Achse eines Automobil-Lastwagens war als Folge der Verwendung ungeeigneten Materials gebrochen. Nach den Ergebnissen der ausgeführten Zugversuche wies das Material nicht einmal die Festigkeitseigenschaften handelsüblichen Flußeisens auf.

Radreifen für Kohlen-Transportwagen hatten sich bei gleicher Betriebsbeanspruchung verschieden verhalten, der eine war schneller abgenutzt als der andere. Die vergleichenden metallographischen, chemischen und Festigkeits-Untersuchungen ergaben, daß der weniger stark abgenutzte Reifen aus etwas härterem Material hergestellt war als der andere.

Durch metallographische Untersuchungen und Festigkeitsversuche sollte festgestellt werden, ob ein Zahnrad-schmiedestück im Vergleich mit dem ursprünglichen Material durch das Ausschmieden schädliche Verände-

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Ergebnisse.

Material	Abmessungen des Probestückes mm	Lage des Stabes im Querschnitt	Spannungen kg/qmm			Bruchdehnung $\delta_{11,3}$ %	Querschnittsverminderung q %
			Streckgrenze $\sigma_s$	Bruch $\sigma_B$	Verhältnis % $\frac{\sigma_s}{\sigma_B} \cdot 100$		
Rundstahl	72 $\Phi$	Rand	35,4	62,7	56	21,1	47
		Mitte	33,7	63,6	53	21,9	44
		Kern	34,5	64,9	53	19,3	34
Rundstahl	72 „	Rand	35,0	68,2	51	17,4	34
		Mitte	35,5	68,6	52	13,4	22
		Kern	35,6	68,8	52	9,0	12
Schmiedestück	490 „	Rand	31,3	62,9	50	17,8	46
		Rand	26,6	55,8	48	21,7	51
		Mitte	21,8	51,3	43	22,1	47
Rundstahl	104 „	Rand	38,2	74,0	52	14,2	23
		Kern	37,9	70,0	54	5,2	6
Rundstahl	42 „	Rand	44,6	60,2	64	24,7	46
		Kern	42,5	67,2	63	23,5	36
Rundstahl	51 „	Rand	39,1	67,5	58	24,1	46
		Kern	38,0	65,7	58	—	45
Flachstahl	40 $\times$ 52	Rand	38,1	67,2	57	27,8	47
		Kern	39,8	68,5	58	25,8	45
Quadrat-Eisen	36 $\times$ 36	Rand	22,2	35,1	63	31,6	—
		Kern	22,5	35,8	63	27,6	—
Wagenachse	100 $\Phi$	Rand	29,8	51,7	58	22,8	49
		Mitte	29,2	53,1	55	23,1	46
		Kern	27,0	51,8	52	21,3	39
Welle	38 „	Rand	30,6	55,6	55	21,7	56
		Kern	28,7	52,6	55	—	53



Zahlentafel 2. Einige Angaben über gebrochene Wellen aus Sonderstahl.

Nr. der Welle	Chemische Zusammensetzung					Schlagarbeit 10 mkg Pendelschlagwerk		Zugfestigkeit $\delta_B$		Dehnung $\delta$ $l = 11,8 \sqrt{f}$		Bruchaussehen, Gefügefehler usw.
	%					Zapfen	Wange	Zapfen	Wange	Zapfen	Wange	
	C	Ni	Cr	Mn	Si							
I	0,48 (0,006 % P, 0,021 % S)	3,09	0,56	0,45	0,44	7,1	4,0	9 390	9490	15,2	11,5	Dauerbruch. Material- oder Gefügefehler, Anzeichen fehlerhafter Wärmebehandlung usw. nicht vorhanden.
II	0,45 (0,042 % P, 0,057 % S)	3,99	1,10	0,56	0,23	1,4	1,3	10165	9405	11,1	3,8	Dauerbruch. Zahlreiche Seigerungsstellen und nichtmetallische Einschlüsse.
III	0,31 (0,01 % P 0,014 % S)	4,25	1,19	0,47	0,24	8,4	—	9 320	—	6,6	—	Dauerbruch. Größere Seigerungen nicht vorhanden, jedoch zahlreiche, oftmals ziemlich grobe nichtmetallische Einschlüsse.
IV	0,43 (0,028 % P, 0,048 % S)	0,09	2,24	0,40	0,17	9,0	5,9	5 940	5840	21,6	21,4	Dauerbruch. Material- oder Gefügefehler, Anzeichen fehlerhafter Wärmebehandlung usw. nicht vorhanden.

rungen hinsichtlich seines Gefüges und der Festigkeitseigenschaften erfahren hatte, da der Verdacht bestand, daß Ueberhitzung eingetreten war. Die Untersuchung ergab, daß das Durchschmieden die Materialeigenschaften nicht verschlechtert, sondern in erheblichem Maße günstig beeinflußt hatte. Wenn vorher Ueberhitzung eingetreten war, so war sie durch die Schmiedebehandlung wieder vollständig herausgebracht worden.

In mehreren Fällen konnte der Nachweis erbracht werden, daß durch fehlerhafte Glühbehandlung oberflächliche Entkohlung eingetreten war. Namentlich bei gehärteten Feilen macht sich die Verbrennung des Kohlenstoffs sehr unangenehm bemerkbar, da die entkohlten Stellen beim Abschrecken keine Härte annehmen.

Bei einem großen geschweißten Behälter aus Flußeisenblech war es stellenweise nicht gelungen, die bei der Schweißung unvermeidliche Ueberhitzung des Materials wieder vollständig herauszubringen. Das Gefüge war grobkristallinisch und das Material spröde geblieben. Durch geeignetes Ausglühen ( $\frac{1}{2}$  st bei 900° mit nachfolgender Luftabkühlung) konnten die ursprünglichen guten Materialeigenschaften wiederhergestellt werden.

Kettenglieder wurden wiederholt auf Art und Güte der Schweißung untersucht, dsgl. Beschlagstücke für Fahrzeuge. Bei einer Lieferung von Beschlagstücken lagen grobe Unregelmäßigkeiten bezüglich der Herstellung und Güte der Schweißungen vor.

An einem Kesselblech traten von der einen Blechoberfläche ausgehende, die Blechdicke jedoch nicht völlig durchsetzende Risse auf. Material- oder Gefügefehler sowie Kennzeichen fehlerhafter Wärmebehandlung fehlten, jedoch konnten starke Spannungen nachgewiesen werden. Ein anderes Kesselblech wies im Zustand der Einlieferung ins Amt hohe Sprödigkeit auf. Das Material war arm an Phosphor und Schwefel. Kerbschlagversuche im Anlieferungszustand und nach dem Ausglühen zeigten, daß die Sprödigkeit nicht dem Material als solchem eigentümlich, sondern durch ungünstige Wärmebehandlung bedingt war.

Siederöhre einer stark beanspruchten Kesselanlage wiesen auf den Robrinnenwandungen Stellen auf, an denen das Eisen in ein Gemenge von Eisenoxydoxydul umgewandelt war, das Kleingefüge war sehr grobkristallinisch,

die Kerbzähigkeit nur gering. Durch geeignetes Ausglühen ( $\frac{1}{2}$  st bei 900° mit nachfolgender Luftabkühlung) konnte die Kerbzähigkeit erheblich gesteigert werden. Es lagen somit alle Kennzeichen von Ueberhitzung vor. Ob die Ueberhitzung im Betriebe oder schon vor Einbau der Robre stattgefunden hatte, ließ sich nicht mehr mit Sicherheit nachweisen.

Bei einem gußeisernen Ventilgehäuse war bei 3 at Betriebsdruck plötzlich ein Stück herausgesprungen. Die Untersuchung ergab, daß vermutlich ein Herstellungsfehler (Gußfehler) vorgelegen hatte, da an der gesprungener Stelle der Querschnitt des Gehäuses eine unvermittelte Schwächung aufwies. Die Wandstärke betrug hier nur etwa 2 mm gegen 10 bis 13 mm an anderen Stellen.

Wiederholt kamen gußeiserne Wasserleitungsröhren, die auf den Außenwandungen starke Zersetzungen aufwiesen („Graphitierung“, „Eisenkrebs“) zur Untersuchung. Im Anschluß an die auf Antrag ausgeführten Untersuchungen wurden umfangreiche Versuche durchgeführt, um Aufklärung über die Entstehungsbedingungen, die zur Zersetzung führen, zu erlangen. Ueber das Ergebnis wird in den Mitteilungen des Amtes berichtet werden.

Mit zahlreichen Legierungen und legierten Stählen wurden vergleichende Angriffsversuche gegenüber dem Angriff von Seewasser ausgeführt. Genauere Angaben konnten zurzeit hierüber nicht gemacht werden.

Entscheidungen über die Art des Materials. Wiederholt wurde Entscheidung darüber beantragt, ob bei Lieferungen von eisernen Gegenständen das vereinbarte Material geliefert war, z. B.:

Temperguß	an Stelle von	Stahlguß,
Schweißeisen	„ „ „	Flußeisen,
Eisen	„ „ „	Stahl (mehr als 50 kg/qmm Festigkeit),

halbirtes Eisen „ „ „ Grauguß.

Verzinkte Bleche wurden nach dem Verfahren von O. Bauer wiederholt auf Art und Stärke der Verzinkung untersucht. Die Dicke der Zinkschicht ist je nach der Art der Herstellung des Zinküberzuges (feuerverzinkt oder elektrolytisch verzinkt) sehr verschieden. Als Durchschnitt von zahlreichen Einzelbestimmungen wurden folgende Werte gefunden.



## Verzinkte Bleche.

	Feuer- verzinkt	Elektro- lytisch verzinkt
Durchschnittliche Zinkmenge auf 1 qm Oberfläche . .	0,039 <sub>5</sub>	0,014 <sub>7</sub>
Berechnete Dicke der Zink- schicht in mm . . . . .	0,055	0,020 <sub>5</sub>

In der Abteilung 5 für allgemeine Chemie wurden 395 Anträge mit 1842 Untersuchungen erledigt. Von den Anträgen entfielen 105 mit 1335 Untersuchungen auf Behörden, 290 mit 507 Untersuchungen auf Private. Von den 395 Anträgen gingen 390 aus dem Inlande, 5 aus dem Auslande ein. Die Zahl der Untersuchungen von Eisen, Stahl und sonstigen Eisenlegierungen war im Berichtsjahre besonders groß. Außer den gewöhnlichen Stahlproben kamen wieder zahlreiche Nickel, Chrom, Wolfram, Molybdän und Vanadin enthaltende Materialien zur Untersuchung.

Die Abgabe von Normalstahlproben erfuhr gegenüber dem vorhergehenden Berichtsjahre eine wesentliche Steigerung. Wiederholt wurden auch Normalstahlproben mit einem Phosphorgehalt von 0,1 % und mehr verlangt; von der Herstellung solcher Normalproben wurde jedoch Abstand genommen, da Stahl mit so hohem Phosphorgehalt zur Seigerung neigt, so daß für die Gleich-

mäßigkeit des Materials keine Gewähr übernommen werden könnte.

Bei der chemischen Prüfung der Metalle handelte es sich vorzugsweise um die Ermittlung der fremden Bestandteile in Kupfer, Zinn, Zink, Blei, Aluminium, sowie um die Ermittlung der Zusammensetzung von Legierungen, ferner um die Prüfung von Metallüberzügen auf Zusammensetzung und Stärke der Metallaufgabe.

In dem vorjährigen Bericht sind die Mitteilungen über „emaillierte Gegenstände“ dahin zu ergänzen, daß die untersuchten emaillierten eisernen Kochgeschirre vom Hersteller eingesandt waren, also nicht seitens des Amtes aus dem Handel bezogen wurden und nach Mitteilung des Einsenders auch nicht in den Verkehr gekommen sind.

Heizmaterialien wurden auch im laufenden Jahre in größerer Anzahl untersucht. Erwähnt sei die Bestimmung des Heizwertes eines Rohnaphtalins, der sich zu 9470 WE ergab.

In der Abteilung für Oelprüfung wurden 485 Proben zu 325 Anträgen untersucht (gegenüber 447 Proben zu 300 Anträgen im Vorjahr).

In diese Anträge ist ein gemeinsamer Antrag des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten, des Herrn Ministers für Handel und Gewerbe und des Reichsmarineamts, der sich auf die Prüfung des chemischen Aufbaues der Mineralöle erstreckt, einbegriffen. Von den übrigen Anträgen entfielen 51 mit 92 Proben auf Behörden und 276 mit 398 Proben auf Private.

## Aus Fachvereinen.

## The Institution of Mechanical Engineers.

Eine Generalversammlung des Vereines fand am 16. März 1917 in London unter Leitung des Präsidenten Michael Longridge statt. Nach Erledigung der geschäftlichen Angelegenheiten wurden zwei Vorträge über die Wärmebehandlung von Schmiedestücken gehalten, die in Anbetracht der Wichtigkeit des behandelten Gegenstandes nachstehend ausführlich wiedergegeben werden.

William Beardmore, Glasgow, sprach über die

## Wärmebehandlung großer Schmiedestücke.

Grobkörnigkeit macht spröde, Feinkörnigkeit zähe. Zweck der Wärmebehandlung ist es, letztere Eigenschaft den Schmiedestücken zu verleihen, bevor sie die Stahlwerke verlassen. Es ist wohlbekannt, daß die Zeitdauer, die das Material auf einer bestimmten Temperatur gehalten wird, und die Zeitdauer, die das Material gebraucht, um wieder auf Zimmertemperatur abzukühlen, die Korngröße sehr beeinflusst. Aus diesem Grunde stößt die Wärmebehandlung von großen Schmiedestücken auf große Schwierigkeiten. Nach Ansicht Beardmores wird schließlich in der Größe der Schmiedestücke eine Grenze erreicht, worüber hinaus ein einfacher Kohlenstoffstahl mit Sicherheit nicht mehr gebraucht werden kann und die Verwendung eines Sonderstahles Pflicht wird.

Die Langsamkeit, mit der schwere Stahlmassen abkühlen, ruft in der Mitte der Masse große Kristallkörner hervor. Um dieses zu vermeiden, hat man zum Abschrecken in Oel gegriffen, um auf diese Weise die Abkühlung zu beschleunigen und die Korngröße zu verringern. Hierbei ist aber im allgemeinen eine nachfolgende Erhitzung notwendig, um die durch das Abschrecken hervorgerufene Härte zu entfernen. Bei kleinen Schmiedestücken wird ein einfaches Ausglühen das Material in den Zustand bringen, der zufriedenstellende und sichere Ergebnisse zeitigt, bei großen Schmiedestücken bedingt aber die Erlangung bester Ergebnisse diese oder jene Art der Wärmebehandlung.

Es ist eine in der Praxis noch wenig gewürdigte Tatsache, daß in einfachem Kohlenstoffstahl die Wirkung der Oelabschreckung nicht gleichmäßig über den ganzen

Querschnitt einsetzt, sondern daß dieselbe abnimmt, je mehr man von den Oberflächen nach dem Inneren hin abrückt. Bei sehr großen Schmiedestücken wird daher eine Phase erreicht, bei der, infolge der Größe des Schmiedestückes, die Abschreckwirkung in der Mitte so gering wird, daß dadurch dem Material keine Verbesserung erteilt und es unmöglich wird, für die geforderte Gleichmäßigkeit der Ergebnisse Gewähr zu leisten. Daß diese verschiedene Wirkung wirklich der Fall sein kann, zeigen nachstehende, an einer großen ölbehandelten Welle angestellte Untersuchungen. Es handelt sich um eine Welle von 450 mm Durchmesser und folgender Zusammensetzung: 0,18 % O, 0,65 % Mn, 0,10 % Si, 0,048 % S, 0,037 % P. Die Welle war auf 820° erhitzt, 2 st bei dieser Temperatur belassen und in Oel abgekühlt worden. Die aus Kern- und Randzone entnommenen Proben zeitigten nachstehende Ergebnisse:

	Elastizitäts- grenze kg/qmm	Bruchfestig- keit kg/qmm	Dehnung auf 50 mm %	Querschnitts- verminde- rung. %
Randzone	27,6	52,1	27,0	53,1
Kernzone	23,6	45,7	31,0	46,0

Das Gefügeaussehen der verschiedenen Zonen ist aus den Abb. 1 und 2 zu ersehen. In der Kernzone (Abb. 2) ist die Abschreckung weniger kräftig gewesen, und darum hat die aus dieser Materialschicht entnommene Probe auch geringere Festigkeit. Bei einem höhergekühlten Stahl würde der Unterschied selbstverständlich größer sein.

Der Einfluß der Bearbeitung ist sehr wichtig, und es besteht in der Praxis eine nahe Beziehung zwischen der Kornbeschaffenheit eines Schmiedestückes und dem Bearbeitungsgrad des Stückes während des Schmiedens. Zur Erzielung bester Ergebnisse sollte das Verhältnis zwischen Blockquerschnitt und dem größten Querschnitt des Schmiedestückes einen Mindestwert haben, der ratsam nicht unter 3 sein sollte. Nach Möglichkeit sollte er groß gehalten werden, was aber bei sehr großen Stücken wegen der Begrenzung in der Blockgröße und der Arbeitspressen und Schmieden nicht immer möglich ist.



Ogleich es sich bei dem nachstehenden Beispiel streng genommen nicht um ein Schmiedestück handelt, erläutert es doch sehr gut, was oben hinsichtlich der Wärmebehandlung schwerer Schmiedestücke gesagt wor-

hierfür gibt es zwei Gründe: zunächst ist der Kohlenstoffgehalt des verwendeten Materials zu niedrig, und weiterhin ist die Dicke der Bramme zu groß, so daß die Oelabschreckung nicht wirksam genug durchgreifen konnte.

× 100

× 100

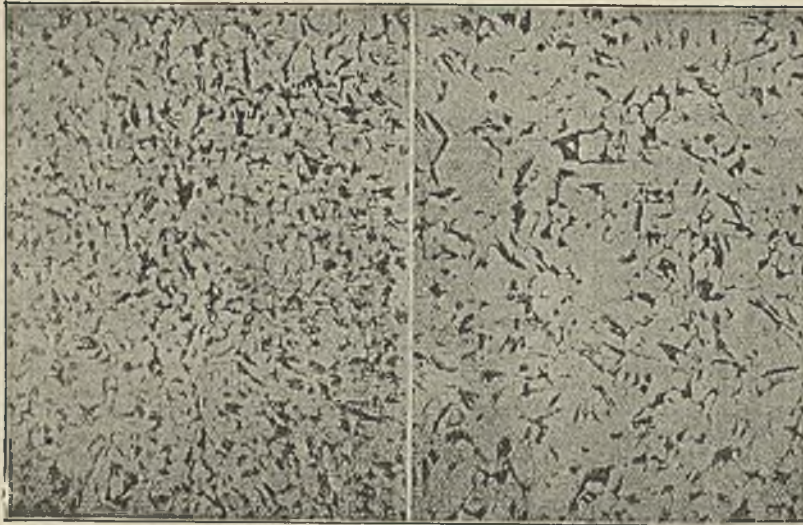


Abbildung 1 und 2.

Abbildung 1. Außenzone einer in Oel gehärteten Welle von 450 mm  $\Phi$ .

Abbildung 2. Kernzone einer in Oel gehärteten Welle von 450 mm  $\Phi$ .

Es wurde daher ein anderer Block aus höhergekohltem Material mit 0,62 bis 0,63 % C, 0,25 % Si, 0,70 % Mn, 0,024 % P und 0,023 % S gegossen, geschmiedet und auf 140 mm Dicke zu den in Abb. 3 wiedergegebenen Abmessungen ausgewalzt. Die Platte wurde folgender Wärmebehandlung unterworfen: sie wurde zunächst 1 st lang auf 900° erhitzt und in Oel abgeschreckt, dann 1 st auf 760° erhitzt und in Oel abgeschreckt und schließlich 8 st lang auf 640° angelassen und an der Luft abgekühlt. Die an den in Abb. 3 bezeichneten Stellen A bis E entnommenen Proben ergaben nachstehende Werte (siehe untenstehende Zahlen-tafel).

Diese Versuchszahlen liegen in den geforderten Grenzen und lassen die durch unbedeutende Veränderungen in dem Herstellungsverfahren bewirkte Verbesserung erken-

den ist. Der dem Beispiel zugrunde liegende Auftrag verzeichnete die Fortigung von Stahlscheiben von 1450 mm Durchmesser und 280 mm Dicke bei 36 kg/qmm Streckgrenze, 71 kg/qmm Bruchfestigkeit und 20 % Dehnung.

Aus magnetischen Ursachen mußte ein Kohlenstoffstahl verwendet werden. Die Blöcke wurden geschmiedet, auf Maß aus Material mit 0,53 bis 0,54 % C, 0,18 % Si, 0,50 % Mn, 0,040 % P und 0,029 % S heruntergewalzt und dann warm behandelt.

Stelle in Abb. 3.	Fließgrenze kg/qmm	Bruchfestigkeit kg/qmm	Dehnung auf 50 mm %	Querschnittsverminderung %
A	44,3	72,8	23,0	52,4
B	43,9	72,5	27,0	44,4
C	42,8	73,4	25,0	47,2
D	41,6	72,5	26,0	42,0
E	42,2	72,8	27,0	44,4

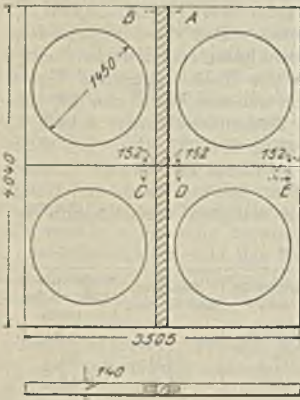


Abbildung 3. Ausgeschmiedete und gewalzte, für Versuche verwendete Stahlplatte.

Die Wärmebehandlung bestand in einem zweistündigen Erhitzen auf 780° und Abschrecken in Oel und in einem vierstündigen Anlassen auf 550° und Abkühlen an der Luft. Aus der Kernzone der Bramme entnommene Proben ergaben:

	Fließgrenze kg/qmm	Bruchfestigkeit kg/qmm	Dehnung (Zerreißlänge Durchmesser = 10) %	Querschnittsverminderung %
Querprobe	37,2	66,6	14,0	39,3

Diese Zahlen, die besten, die erlangt werden konnten, liegen unterhalb der verlangten Werte. Zur Erklärung

nen. Um die allein auf Walzen auf geringere Dicken zurückzuführende Verbesserung zu zeigen, wurden noch einige Versuche an dem ersten Material mit 0,53 bis 0,54% C ausgeführt. Dasselbe wurde von 280 mm auf 140 mm heruntergewalzt und dann in gleicher Weise neubehandelt.

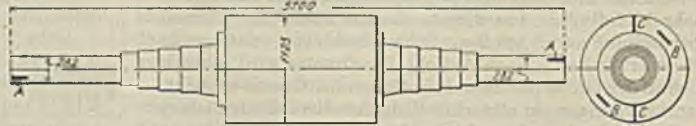


Abbildung 4.

Für Versuche verwendete große Rotorwelle.

Nach dieser Nachbehandlung ergab das Material folgende Zahlen:

	Dicke der Bramme mm	Streckgrenze kg/qmm	Bruchfestigkeit kg/qmm	Dehnung (Zerreißlänge Durchmesser = 10) %
Längsprobe	140	41,4	70,7	15,8
Querprobe	140	40,5	69,6	16,5
..	280	37,2	66,6	14,0

Weitere Verminderung der Dicke auf 70 bis 75 mm hätte eine noch weitere Verbesserung der Ergebnisse hervorgebracht.



Für hochbeanspruchtes Material, d. i. Material mit über 60 kg/qmm Festigkeit, geht man allgemein sicherer, wenn man einen Sonderstahl verwendet, da letzterer bei gleicher Festigkeit viel zäher als Kohlenstoffstahl ist. Für Material mit weniger als 60 kg/qmm Festigkeit besteht diese Notwendigkeit nicht, und es können sehr gute Ergebnisse mit einem öbelbehandelten, niedriggekohlten Kohlenstoffstahl erzielt werden.

Abb. 4 gibt den Umriss einer großen Rotorwelle wieder, für die nachstehende Qualitätswerte vorgeschrieben waren:

Streckgrenze . . . . .	31,5 kg/qmm
Bruchfestigkeit . . . . .	50,7 „
Dehnung auf 50 mm . . . . .	24,0 %

Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß der größte Durchmesser dieser Welle 1125 mm und der kleinste Durchmesser nur 282 mm beträgt. Zur Herstellung der Welle wurde ein Block von 1525 mm Durchmesser benutzt. Der Bearbeitungsgrad bei solch großen Durchmessern läßt mithin zu wünschens übrig, kann aber aus metallurgischen und wirtschaftlichen Gründen nicht gesteigert werden. Das verwendete Material hatte folgende Zusammensetzung: 0,38 % C, 0,39 % Mn, 0,21 % Si, 0,044 % P und 0,029 % S. Bei der Wärmebehandlung dieses Schmiedestückes und bei Stücken ähnlicher Gestalt dauert die Erwärmung des mittleren schweren Teiles viel länger als die Erwärmung der dünneren Endabschnitte. Beispielsweise konnten die Endstücke des vorliegenden Arbeitsstückes mit 282 mm Durchmesser in ungefähr 4 st auf Temperatur erwärmt werden, während die Mitte zur Erreichung der gleichen Hitze ungefähr 20 st gebrauchte. Bevor das ganze Arbeitsstück gleichmäßig warm sein würde, würden mithin die Endstücke bereits 16 st auf Temperatur stehen und folglich ein solches Kristallkorn aufweisen, daß jede gute Wirkung der Öelbehandlung in Frage gestellt würde. Um dieses zu vermeiden, wurden die Enden der Welle mit Asbest bedeckt, während die Mitte frei blieb. Nachdem das Stück dann 15½ st im Wärmofen war, wurde die Isolierung entfernt und das Stück erreichte als Ganzes gleichmäßig seine Hitze. Das Kristallkorn war infolgedessen durch und durch gleich. Die auf diese Weise erlangten Versuchsergebnisse waren sehr gut und sind unten

angegeben. Die in der Zusammenstellung mit A bezeichneten Proben sind an jedem Ende des Schmiedestückes entnommene Längsproben. Die Proben B wurden auf den Umfang eines aus dem mittleren Teile herrührenden Ringes und die Proben C in Richtung des Durchmessers aus dem gleichen Ring entnommen. Von den B- und C-Proben wurden je zwei Stück, um 180° gegeneinander versetzt, herausgeschnitten:

Stelle in Abb. 4.	Fließgrenze	Bruch- festigkeit	Dehnung auf 60 mm
	kg/qmm	kg/qmm	%
A . . . {	35,6	61,1	27
	35,9	61,7	27
B . . . {	35,9	61,7	28
	35,3	61,1	28
C . . . {	35,3	61,1	30
	35,3	56,4	24

Die Wärmebehandlung, die dieser Rotor erfahren hatte, bestand in einem zweistündigen Erhitzen auf 800° und Abschrecken in Öel. Der mittlere Teil erreichte seine Hitze in 19 st 30 min, und die Enden wurden nach 15 st 30 min entblößt, so daß sie ihre Hitze gleichzeitig mit dem mittleren Teile erreichte. Beim Anlassen wurde der Rotor innerhalb 11 st 30 min auf 550° erhitzt und 2 st bei dieser Temperatur belassen.

Sehr verdrießlich ist bei warmbehandelten großen Schmiedestücken das infolge innerer, vermutlich bei dem Abschrecken eintretender Spannungen auftretende Verziehen. Beim Bearbeiten des Schmiedestückes, und besonders beim Wegnehmen der äußeren Oberfläche, werden diese Spannungen teilweise ausgelöst, und die Folge ist, daß das Schmiedestück sich verzieht und unter dem Einfluß der in dem Material noch verbliebenen Kräfte eine neue Gestalt annimmt. Das Stück verliert also seine Geradheit, und außerdem geht dadurch viel Zeit bei der Bearbeitung der Stücke verloren. Beardmore hält es angesichts dessen für ratsam, das Schmiedestück nach der Behandlung zunächst roh zu bearbeiten und es dann vor der Fertigbehandlung nochmals auszuglühen.

## Patentbericht.

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

3. September 1917.

Kl. 7 a, Gr. 18, R 42 167. Vorschubvorrichtung für Pilgerschrittwalzwerke; Zus. z. Pat. 296 673. Ewald Röber, Weidenau, Sieg.

Kl. 18 a, Gr. 2, D 32 380. Verfahren zur Nutzbarmachung von Eisen- und Stahlabfällen. Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Bochum.

Kl. 26 a, Gr. 1, G 45 063. Verfahren zur Anreicherung der durch Destillation fester Brennstoffe erhaltenen Gase an Kohlenwasserstoffen. Th. Goldschmidt, A.-G., Essen, und Dr.-Ing. Kurt P. Sachs, Essen, Salkenbergschweg 18.

Kl. 31 c, Gr. 29, H 72 155. Verfahren zum ununterbrochenen Gießen. Hubert Hermanns, Berlin-Pankow, Kissingenstr. 2.

Kl. 48 c, Gr. 3, Sch 49 230. Vorrichtung zum Wolkieren von Emailgeschirr u. dgl. Edmund Schröder, Berlin, Bellealliancestr. 88.

6. September 1917.

Kl. 40 a, Gr. 5, K 64 248. Drehrohrofen. Fried. Krupp Akt.-Ges., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau.

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

### Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

3. September 1917.

Kl. 24 e, Nr. 667 562. Brenner für Gasfeuerung. Emil Opperbeck, Esch, Luxemburg.

Kl. 24 f, Nr. 667 517. Vorrichtung zur zwangsweisen Zuführung von frischer Luft durch düsenartige Öffnungen an den Roststäben. Heinrich Thänhardt, Berlin-Friedenau, Lefevrestr. 26.

Kl. 40 a, Nr. 667 208. Umschmelzofen zur Granalienherzeugung und -trocknung. Rombacher Hüttenwerke, Aot.-Ges., Rombach.

Kl. 81 c, Nr. 667 435. Kasten zum Aufbewahren und Befördern von Metallspänen. Alfred Mehlhorn, Euskirchen.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 10 a, Nr. 297 737, vom 27. Mai 1916. A. Beien, Maschinenfabrik und Eisengießerei in Hernei, W. Windwerk mit Motor- und Handbetrieb zum Heben und Senken von Koksofenüren.

Im Gegensatz zu den bekannten Winden, bei denen die Handkurbel und der Motor auf das gleiche Triebwerk wirken, sind bei der neuen Winde zwei Triebwerke vorgesehen, von denen das eine für den Motor-, das andere für den Handbetrieb entsprechend eingerichtet ist.



## Statistisches.

### Stahlerzeugung Südafrikas im Jahre 1916.

Nach Mitteilungen, die der „Iron, Steel and Allied Trades Federation“ von der „United Steel Corporation of South Africa“ zugegangen sind, belief sich die Stahlerzeugung Südafrikas im Jahre 1916 wie folgt<sup>1)</sup>:

Rohstahl . . . 4724 t      Baueisen . . . 457 t  
Leichte Schienen 1661 t      Handelseisen . 2456 t

### Stahlerzeugung Indiens in den Jahren 1915 und 1916.

Den kürzlich mitgeteilten Ziffern der Roheisen-erzeugung British-Indiens während der letzten Jahre<sup>2)</sup> lassen wir nachstehend nach dem Berichte der „Iron, Steel and Allied Trades Federation“ die Ergebnisse der indischen Stahlerzeugung für 1915 und 1916 folgen<sup>3)</sup>:

Gegenstand	1915 t	1916 t
Vorgewalzte Blöcke, Knüppel . .	—	2 190
Schienen . . . . .	10 032	35 659
Leichte Schienen . . . . .	968	1 522
Schwellen und Laschen . . . . .	439	2 252
Winkel-, T- und U-Eisen . . . .	5 975	12 883
Träger . . . . .	28 937	25 651
Handelseisen . . . . .	—	14 375
Sonstiges . . . . .	17 381	432
Insgesamt	69 732	94 964

### Großbritanniens Hochofen Ende Juni 1917<sup>4)</sup>.

Hochofen im Bezirke	Vorhanden am 30. Juni 1917	Im Betriebe						
		durchschnittlich April—Juni		am 30. Juni 1917	davon gingen am 30. Juni 1917 auf			
		1916	1917		Hämatit- Robeisen	Puddel- und Gießerei- robeisen	Basisches Robeisen	Ferro- mangan usw.
		1916	1917	1917				
Schottland . . . . .	102	72 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	86	86	62	17	6	1
Durham und Northumberland . .	42	29	29	29	15	4	6	4
Cleveland . . . . .	73	45	49	49	13	24	9	3
Northamptonshire . . . . .	21	10 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	11	11	—	9	2	—
Lincolnshire . . . . .	20	16	15	15	—	2	13	—
Derbyshire . . . . .	44	24	29 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	30	—	25	5	—
Nottingham u. Leicestershire . .	8	5	5	5	—	5	—	—
Süd-Staffordshire u. Worcester- shire . . . . .	31	18	16	17	—	10	7	—
Nord-Staffordshire . . . . .	23	12	13	13	—	9	4	—
West-Cumberland . . . . .	35	17 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	20	20	18	—	—	2
Lancashire . . . . .	34	17	17	17	10	—	4	3
Süd-Wales . . . . .	30	13	14	14	11	—	3	—
Süd- und West-Yorkshire . . . .	22	11	13	13	—	4	9	—
Shropshire . . . . .	6	2	2	2	—	1	1	—
Nord-Wales . . . . .	4	3	3	3	—	—	1	2
Gloucester, Somerset, Wilts . .	2	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	497	291 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	322 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	324	129	110	70	15

Am 30. Juni 1917 befanden sich in Großbritannien acht neue Hochofen im Bau, und zwar je einer in Cleve-

land, Yorkshire und Lancashire, zwei in Lincolnshire, drei in Süd-Wales.

<sup>1)</sup> The Iron and Coal Trades Review 1917, 10. Aug., S. 147.

<sup>2)</sup> St. u. E. 1917, 9. Aug., S. 745.

<sup>3)</sup> The Iron and Coal Trades Review 1917, 10. Aug., S. 147.

<sup>4)</sup> Nach „The Iron and Coal Trades Review“ 1917, 10. Aug., S. 150. — Die dort abgedruckte Zusammenstellung führt die sämtlichen britischen Hochofenwerke namentlich auf. — Vgl. St. u. E. 1917, 5. Juli, S. 642.

## Wirtschaftliche Rundschau.

Zur Lage der Eisengießereien. — Nach dem „Reichs-Arbeitsblatt“<sup>1)</sup> waren die Eisengießereien Westdeutschlands im Juli 1917 ebenso gut wie im Vormonate beschäftigt. Fast überall mußte mit Ueberstunden und auch Sonntags gearbeitet werden, damit das Angebot mit der überaus großen Nachfrage Schritt halten konnte. Es wird über eine weitere Steigerung der Löhne berichtet. Die Nachrichten aus Mittel- und Nordwestdeutschland über den Geschäftsgang lauten nicht einheitlich; teils wird er als ebenso gut wie im Vormonate und Vorjahre, teils als ungenügend und geringer als im vergangenen Jahre bezeichnet. Aus vielen Bezirken werden Lohn-erhöhungen gemeldet. Aus Sachsen wird über eine teils gute oder befriedigende, teils unbefriedigende Geschäftslage berichtet. Bei den stark beschäftigten Betrieben blieb

das Angebot vielfach hinter der Nachfrage zurück. Die Lage in Schlesien und Süddeutschland war ebenso gut wie im Juni; verglichen mit der des Vorjahres, war eine nicht unwesentliche Besserung zu vermerken. Vielfach wird hier von Ueberstunden berichtet. In fast allen Bezirken werden zum Teil nicht unwesentliche Lohnerhöhungen gemeldet.

Deutsches Elektro-Stahlwerk, A.-G., Berlin. — Wie verlautet, soll in Franken bei Chemnitz unter Führung des Geh. Kommerzienrates Schieck ein Elektro-stahlwerk errichtet werden. Die Errichtung erfolgt durch die Fa. Deutsches Elektro-Stahlwerk, A.-G. in Berlin, die ihren Sitz nach Frankenberg verlegt. Das Baugelände hat eine Größe von 20 000 qm; geplant ist der Bau zweier Siemens-Martin-Oefen und eines Elektrostahl-ofens. Die Aktien werden zu 105 % ausgegeben. Die

<sup>1)</sup> 1917, 22. Aug., S. 601.



A.-G. Deutsches Elektro-Stahlwerk in Berlin wurde im ersten Halbjahre 1916 mit einem Aktienkapital von 5000  $\mathcal{M}$  gegründet, erhöhte dieses schon im Juli 1916 auf 250 000  $\mathcal{M}$  und will nunmehr eine weitere Erhöhung auf 1 Million — nach anderer Meldung auf 2 Millionen — Mark vornehmen, um den erwähnten Plan verwirklichen zu können.

Hasper Eisen- und Stahlwerk, Haspe i. W. — Nach dem Berichte des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1916/17 stand dieses ebenso wie das vorhergegangene ganz im Zeichen steigender Anforderungen der Heeres- und Marineverwaltung. Alle Betriebe des Unternehmens wurden dadurch außerordentlich stark in Anspruch genommen, so daß die Leistungen mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln gesteigert werden mußten. Diesem Bestreben stellten sich zwar empfindliche Hindernisse in den Weg, doch gelang es, sie, abgesehen von den Monaten Februar und März, zu überwinden und einen ordnungsmäßigen Betrieb durchzuführen. Die Selbstkosten erfuhren weiter recht erhebliche Erhöhungen, und zwar hauptsächlich durch die beständig steigenden Löhne, durch die Steigerungen der Preise für Koks, Kohlen, Erze, Kalk, feuerfeste Steine und sonstige Betriebsstoffe, Lebeschmittel usw. Unter diesen Umständen ließen sich Preiserhöhungen der Erzeugnisse des Unternehmens nicht vermeiden, die denn auch von den Aufsichtsstellen genehmigt wurden. — Ueber das geldliche Ergebnis des Berichtsjahres unterrichtet in den wesentlichsten Ziffern die folgende Zusammenstellung:

In $\mathcal{M}$	1913/14	1914/15	1915/16	1916/17
Aktienkapital . . .	13 000 000	13 000 000	13 000 000	13 000 000
Anleihen und Hypotheken . . . . .	4 010 000	3 830 000	3 097 000	3 834 000
Vortrag . . . . .	299 818	689 656	258 504	377 840
Betriebsüberschuß . .	3 834 644	2 670 431	7 732 681	11 125 814
Sonstige Einnahmen . .	7 118	5 956	5 050	8 069
Allg. Unk., Zins. usw.	1 145 280	1 238 487	1 189 673	1 016 418
Abschreibungen . . .	1 365 066	1 202 053	2 943 982	4 501 610
Reingewinn . . . . .	1 331 416	235 847	3 604 076	5 615 854
Reingewinn einschl. Vortrag .	1 631 235	925 504	3 862 580	5 993 694
Hochofen-Erneuerungsschatz . . .	50 000	—	60 282	100 000
Zinsbogensteuer-rücklage . . . . .	13 000	13 000	13 000	13 000
Kriegssteuer-rücklage	—	—	—	1 700 000
Gewinnanteile . . . .	168 578	79 000	395 124	483 400
Belohnungen an Werksangehörige . .	40 000	35 000	125 000	150 000
Unterstützungs- und Ruhegehaltskassen	—	—	208 382	300 000
Gemeinn. Zwecke u. z. Verfüg. d. Vorst.	2 000	20 000	210 000	250 000
Gewinnanteile . . . .	650 000	520 000	2 080 000	2 080 000
„ % . . . . .	5	4	16	10
Vortrag . . . . .	689 656	258 504	377 840	917 295

Vereinigte Stahlwerke van der Zypen und Wissener Eisenhütten, Aktien-Gesellschaft, Köln-Deutz. — Wie der Bericht des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1916/17 einleitend hervorhebt, diente die Erzeugung sämtlicher Abteilungen des Unternehmens während der Berichtszeit fast ausschließlich den Bedürfnissen der Landesverteidigung. Die Anforderungen der Heeresverwaltung waren außerordentlich stark und konnten nur durch die aufopfernde Tätigkeit jedes einzelnen im großen und ganzen befriedigt werden. Wohl häuften sich Schwierigkeiten auf Schwierigkeiten; aber immer wieder fand die deutsche Technik Mittel, sie zu beheben. Der Bericht geht dann auf die gemeinsamen Anordnungen näher ein, die der Krieg für die Eisen- und Stahlindustrie herbeigeführt hat, und schildert weiter die um die Jahreswende eingetretenen Verkehrsstockungen, die sich besonders im Gruben- und Hochofenbetriebe empfindlich bemerkbar machten, zugleich aber auch den Betrieb des Stahlwerkes in Deutz beeinflussten. Trotzdem gelang es, die Rohstahlerzeugung zu steigern. In allen Abteilungen des Unternehmens zwang der Mangel an Facharbeitern immer mehr dazu, ungeübte Arbeitskräfte anzulernen und in stärkerem

Maße weibliche Kräfte zu beschäftigen. Vornehmlich infolge von Lohnerhöhungen stiegen die Selbstkosten ganz erheblich, doch wurde andererseits durch mannigfache Um- und Verbesserungsarbeiten ein Ausgleich hauptsächlich durch Steigerung in der Herstellung der Sondererzeugnisse geschaffen, so daß das Gewinnergebnis gegenüber dem Vorjahre nicht vermindert wurde. Ueber die einzelnen Abteilungen entnehmen wir dem Berichte nachstehende Angaben:

Im Grubenbetriebe wurden auf den Gruben Vereinigung und Wingertshardt, St. Andreas und Petersbach während der Berichtszeit durchschnittlich 1787 Arbeiter unter Einschluß der Gefangenen beschäftigt. Der Besitz an Eisensteinfeldern wurde, ebenso wie im Vorjahre, ausgedehnt.

Der Hochofenbetrieb war beeinflusst durch gesteigerte Nachfrage nach dem Qualitätsrohisen der Gesellschaft. Am 20. September 1916 wurde der Ofen II, mit dessen Bau man im Jahre 1913 begonnen hatte, angeblasen; Ofen III stand acht Monate im Feuer, während der übrigen vier Monate mußte er gedämpft werden; Ofen IV stand das ganze Jahr hindurch im Feuer; Ofen V (Heinrichshütte) mußte Anfang November außer Betrieb gesetzt werden. Die Zahl der Arbeiter auf den Hochofenwerken belief sich auf durchschnittlich 622 einschl. der Gefangenen.

Im Stahlwerksbetriebe gelang es, dem außerordentlich dringenden Bedarf an rollendem Eisenbahnmateriale durch verstärkte Herstellung einigermaßen zu entsprechen. Der im Jahre zuvor begonnene Ersatzbau der Raderschmiede wurde im großen und ganzen fertiggestellt. Der Bau einer zweiten Umformeranlage wurde begonnen. Einige alte Dampfkessel wurden durch neue ersetzt und außerdem verschiedene maschinelle Verbesserungen vorgenommen. Zum großen Teil beendet wurde auch der vor Jahresfrist begonnene Bau einer ausgedehnten Entwässerungsanlage. Unter Einschluß des Weißblechwerkes waren im Stahlwerksbetriebe durchschnittlich 3280 Arbeiter, die Gefangenen mitgerechnet, beschäftigt.

Für das Blechwalzwerk in Wissen verzeichnet der Bericht wieder eine Steigerung der Erzeugung; von der zweiten Hälfte des Geschäftsjahres an waren die sämtlichen Walzenstraßen fast ununterbrochen im Betrieb. Dagegen konnte die Zinnerei mangels genügender Facharbeiter nicht im gleichen Umfange arbeiten. Den Bau von vier neuen Straßen hofft man noch in diesem Jahre beenden zu können. Umgebaut werden die Beize und Glüherei, während eine neue Klaranlage für die Spülwasser der Beize schon in Betrieb genommen wurde.

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

in $\mathcal{M}$	1913/14	1914/15	1915/16	1916/17
Aktienkapital . . .	17 000 000	17 000 000	17 000 000	17 000 000
Anleihen . . . . .	2 800 000	2 603 060	2 402 040	2 203 060
Rücklage . . . . .	4 367 296	4 367 206	4 367 296	4 367 296
Grundbesitz und Anlagen . . . . .	20 331 410	21 377 116	19 409 163	15 786 200
Lagerbestände . . .	5 065 324	5 451 163	6 021 241	4 542 975
Wertpapiere . . . . .	445 394	417 367	7 806 393	18 297 081
Bankguthaben . . .	1 694 155	2 075 629	5 740 932	6 163 840
Sonstige Guthaben . .	3 926 555	3 845 643	7 152 260	10 351 567
Gläubiger . . . . .	3 633 220	4 671 013	6 284 215	9 092 792
Vortrag aus voriger Rechnung . . . . .	1 162 191	1 163 137	1 163 789	1 163 789
Gewinn aus dem Geschäftsbetriebe . .	3 710 293	5 225 016	17 322 622	17 394 076
Abschreibungen . . .	1 394 491	1 654 257	3 763 745	5 332 861
Zuweisung z. Hochofen-Erneuerungsschatz . . . . .	50 000	50 000	100 000	100 000
Rückstellung für Kriegsgeinnstener	—	—	5 000 000	5 000 000
Reingewinn einschl. Vortrag .	3 111 993	4 575 897	8 122 667	8 125 004
Gewinnanteile . . . .	153 857	327 108	1 010 377	961 216
Gewinnanteile . . . .	1 360 000	2 040 000	4 250 000	4 250 000
„ % . . . . .	8	12	26	25



Aus dem somit nach Abzug der Abschreibungen, der Zuweisung zum Hochofenerneuerungsschatz und der Rückstellung für Kriegsgewinnsteuer verbleibenden Reingewinn (einschl. Vortrag) von 8 125 004,19  $\mathcal{M}$  sollen 1 000 000  $\mathcal{M}$  zwecks Kriegsfürsorge für Werksangehörige, 250 000  $\mathcal{M}$  für Arbeiterfürsorge, 100 000  $\mathcal{M}$  für den Beamten-Ruhegehaltsschatz zurückgestellt, 150 000  $\mathcal{M}$  als

Belohnungen an Angestellte vergütet sowie 250 000  $\mathcal{M}$  für Wohlfahrts- und gemeinnützige Zwecke verwendet werden; an Gewinnanteilen sind außerdem, wie die Zahlentafel schon angibt, 961 214,95  $\mathcal{M}$  zu zahlen, während als Gewinnausteil 4 250 000  $\mathcal{M}$  (25 %) ausgeschüttet werden sollen. Es bleiben dann wieder 1 163 789,24  $\mathcal{M}$  auf neue Rechnung vorzutragen.

## Bücherschau.

Steuer, Dr.-Ing. Charles, Kgl. Oberlehrer an der höheren Maschinenbauschule in Posen: Die Wärmekraftmaschinen. Ein Lehrbuch über Kolbendampfmaschinen, Dampfturbinen und Verbrennungskraftmaschinen für technische Schulen und den Selbstunterricht. Mit 288 Abb. u. 7 Taf. Leipzig: Oskar Leiner 1914. (VIII, 256 S.) 8°. 9,50  $\mathcal{M}$ , geb. 11  $\mathcal{M}$ .

Der Verfasser bezeichnet seine Arbeit selbst als ein Lehrbuch für angehende Ingenieure und Techniker zur Einführung in das große Gebiet der Wärmekraftmaschinen. Irgendwelche Sonderkenntnisse werden nicht vorausgesetzt und zur Einleitung sogar ein kurzer Abriss von wichtigen Sätzen aus Mechanik und Wärmelehre gegeben. Offenbar von dem Gesichtspunkte ausgehend, daß die Dampfmaschine noch immer das geeignetste und dankbarste Feld für die Bildung maschinen-technischen Denkens hergibt, soweit es sich um Kraftmaschinen handelt, werden in der üblichen Art und in einer für den Lernenden geschickten Weise Diagramme, Berechnung der Dampfmaschine, Steuerungen — verhältnismäßig sehr ausführlich —, Regelung und Kondensation behandelt. Für spätere Auflagen wäre ein näheres Eingehen auf die bauliche Ausführung dringend erwünscht, da diese Fragen für den Anfänger gerade nicht minder wichtig sind als die mehr rechnerisch-theoretischen.

Die Behandlung der Dampfmaschine nimmt an Umfang weit mehr als die Hälfte des Buches ein. Die folgenden Teile über Dampfturbinen und besonders der über Verbrennungskraftmaschinen verdienen eigentlich nicht mehr die Bezeichnung Lehrbuch, da sie eben gerade einen kurzen Ueberblick über diese Zweige des Wärmekraftmaschinenbaues geben. In diesem Sinne betrachtet, stellen sie eine ganz zweckmäßige Zusammenfassung dar.

In der zeichnerischen Ausstattung ist das Buch noch außerordentlich ungleichmäßig, sowohl was Ausführung der Zeichnungen an und für sich als auch Verkleinerung betrifft. Es hat den Anschein, als ob der Verfasser die Unterlagen in dem Zustande, wie sie gerade in seinem Besitz waren, verwendet hat. Man kann den Nutzen von Büchern, wie das vorliegende, für bestimmte beschränkte Zwecke gewiß zugeben, ohne sie damit aber als eine eigentliche Bereicherung unserer technischen Literatur anzuerkennen.

B. Weißenberg.

Koppe, Dr. jur. Fritz, Rechtsanwalt und Syndikus, und Dr. rer. pol. Paul Varnhagen, Berlin: Die preußische Kriegs-Einkommensteuer und -Ergänzungssteuer mit den neuen Kriegsgesetzen und Tarifen. Auf Grund des Gesetzes betr. die Ergänzung zum Einkommensteuergesetz vom 30. Dez. 1916 und des Gesetzes betr. die Erhöhung der Zuschläge zur Einkommensteuer und zur Ergänzungssteuer vom 8. Juli 1916 nebst Ausführungsbestimmungen. Mit Einleitung, Anmerkungen, Tabellen und Sachregister. Berlin (C. 2): Industrieverlag, Spaeth & Linde, 1917. (64 S.) 8°. 1,50  $\mathcal{M}$ .

Das preußische Einkommensteuergesetz hat eine bedeutsame Aenderung erfahren, nicht so sehr durch die erhöhten Tarife zur Einkommen- und Vermögenssteuer, sondern durch Aufgabe des Grundsatzes der preußischen Einkommensteuer, daß eine Einkommensquelle, die vor Beginn des Steuerjahres weggefallen ist oder sich wesentlich geändert hat, der Einkommensteuer nicht unterliegt. Nur so können die vielfach bisher steuerfrei gebliebenen Kriegsgewinne, die allerdings das Reich schon in diesem Umfange als Vermögenszuwachs durch die Kriegsgewinnsteuer trifft, und zwar nach ausdrücklicher Bestimmung des Gesetzes rückwirkend von Beginn des Krieges an, auch als Einkommen besteuert werden.

Die ebenfalls in dem Ergänzungsgesetze vom 30. Dezember 1916 geänderte Besteuerung neugegründeter oder umgewandelter Gesellschaften, die nicht nur wie bisher von dem Vorliegen eines Geschäftsabschlusses an und dann von dem Monat, der auf das Ende des ersten Geschäftsjahres folgt, sondern von dem Zeitpunkt ihres Bestehens an besteuert werden, wird wie die vorerwähnte Bestimmung des Gesetzes in dem kleinen Kommentar übersichtlich und erschöpfend auseinandergesetzt. Gestreift werden mit dem Ergänzungsgesetze in Zusammenhang stehende Fragen, wie die Steuerpflicht der Militäreinkommen, die Kriegsunterstützung und die Teuerungszulage. Am Schlusse des Werkes sind die unter Berücksichtigung der erhöhten Zuschläge berechneten Tarife so dargestellt, daß jeder die von ihm zu zahlende Steuer leicht ablesen kann.

F.

Das Gesetz über den vaterländischen Hilfsdienst vom 5. Dezember 1916. Erl. von Max von Schulz, Magistratsrat, Erstem Vorsitzenden des Gewerbe- und Kaufmannsgerichts Berlin. Nebst Ausführungsbestimmungen des Bundesrats und Preußens sowie Anweisungen des Kriegsamts. Berlin (W. 9, Linkstraße 16): Franz Vahlen 1917. (VI, 169 S.) 8° (16°). Geb. 2,40  $\mathcal{M}$ .

Übersichtlich und erschöpfend, soweit das für den Verfasser in seinem alsbald nach Erlaß des Gesetzes erschienenen Kommentar überhaupt möglich war, wird neben der zum Verständnis nötigen Vorgeschichte des Gesetzes jede einzelne Bestimmung eingehend erörtert. Auch sind sämtliche seinerzeit zum Gesetz ergangenen Ausführungsbestimmungen und Bekanntmachungen des Bundesrates sowie Anweisungen des Reichskanzlers in einem Anhang, diese allerdings nur durch Abdruck des Textes, wiedergegeben. Der Kommentar eignet sich zur schnellen Belehrung nicht nur für Behörden, sondern auch für gewerbliche Betriebe.

F.

Ferner sind der Schriftleitung zugegangen:

Andes, Louis Edgar: Praktisches Rezeptbuch für die gesamte Fett-, Oel-, Seifen- und Schmiermittel-Industrie. 2., verb. u. verm. Aufl. Wien u. Leipzig: A. Hartleben's Verlag 1916. (IV, 355 S.) 8°. 6  $\mathcal{M}$  (8,60 K), geb. 6,80  $\mathcal{M}$  (7,50 K).

(Chemisch-technische Bibliothek. Bd. 272.)

Moritz, Karl, Ingenieur und Dozent: Die elektrischen Spielzeug- und Kleinmaschinen für Gleich- und Wechselstrom. 2., Neubearb. Aufl. Mit 103 Abb. u. 2 Konstruktionstaf. Leipzig: Hachmeister & Thal 1917. (2 Bl., 98 S.) 8°. Kart. 2,60  $\mathcal{M}$ .







Temperatur	Eigenschaften	Verdrängung																																											
		Hingelegt = 0%				1/2 mm = 5%				1 mm = 10%				1 1/2 mm = 15%				2 mm = 20%				2 1/2 mm = 25%				3 mm = 30%				3 1/2 mm = 35%				4 mm = 40%				5 mm = 60%				6 mm = 60%			
	Probe-Nr.	35	48	64	Mw.	—	—	—	—	46	54	31	Mw.	—	—	—	—	47	55	32	Mw.	—	—	—	—	49	33	57	Mw.	—	—	—	—	50	58	34	Mw.	51	60	65	Mw.	52	61	66	Mw.
1100°	Proportionalitätsgrenze	23,9	21,7	23,9	21,7	—	—	—	—	20,2	17,7	22,6	20,2	—	—	—	—	21,9	21,3	20,7	21,3	—	—	—	—	23,2	25,3	23,4	23,4	—	—	—	—	21,4	22,0	19,4	22,3	22,0	22,2	22,5	22,5				
	Fließgrenze	24,0	21,7	24,9	22,7	—	—	—	—	22,5	22,8	23,3	22,9	—	—	—	—	23,5	21,8	23,2	22,8	—	—	—	—	24,4	25,7	24,8	24,7	—	—	—	—	23,1	24,0	24,6	24,2	24,8	26,0	24,8	25,2				
	Bruchgrenze	35,3	33,0	36,7	34,3	—	—	—	—	34,8	35,3	34,4	34,8	—	—	—	—	34,9	33,0	35,4	34,4	—	—	—	—	36,1	36,5	35,5	35,9	—	—	—	—	34,0	35,0	36,1	35,0	35,0	35,3	35,0	35,3				
	Dehnung	27,4	21,7	23,6	25,9	—	—	—	—	24,0	22,0	20,6	22,2	—	—	—	—	20,8	23,7	24,1	23,9	—	—	—	—	18,4	28,2	29,2	24,8	—	—	—	—	30,5	31,0	26,7	28,8	28,8	29,0	19,6	22,5				
	Schlagfestigkeit	42,5	37,0	39,3	40,8	—	—	—	—	32,4	51,5	—	41,9	—	—	—	—	33,6	36,5	39,3	36,5	—	—	—	—	34,6	38,9	40,8	38,2	—	—	—	—	37,4	47,1	33,7	38,7	34,1	36,0	38,2	36,1				
1050°	Probe-Nr.	67	80	86	Mw.	—	—	—	—	68	74	81	Mw.	—	—	—	—	69	76	82	Mw.	—	—	—	—	70	77	83	Mw.	—	—	—	—	71	78	84	Mw.	73	79	85	Mw.	—	—	—	—
	Proportionalitätsgrenze	23,2	22,1	24,5	23,7	—	—	—	—	20,7	23,5	22,8	22,3	—	—	—	—	18,6	22,9	22,6	21,4	—	—	—	—	22,7	23,4	14,0	20,0	—	—	—	—	23,8	23,9	24,4	24,0	19,8	22,8	25,1	22,6				
	Fließgrenze	23,2	23,4	25,4	24,6	—	—	—	—	23,4	23,8	23,8	23,7	—	—	—	—	23,8	23,6	23,2	23,5	—	—	—	—	24,8	25,4	24,1	24,8	—	—	—	—	25,0	26,0	26,1	25,7	25,4	24,8	25,9	25,4				
	Bruchgrenze	33,3	35,4	35,2	35,0	—	—	—	—	35,0	36,1	35,0	35,4	—	—	—	—	35,3	36,0	35,0	35,4	—	—	—	—	35,1	35,9	34,8	35,3	—	—	—	—	34,7	36,6	35,5	35,6	35,5	35,4	35,1	35,3				
	Dehnung	28,9	25,1	31,7	28,5	—	—	—	—	22,2	29,0	26,6	25,9	—	—	—	—	24,3	26,8	27,4	26,2	—	—	—	—	20,9	24,8	26,3	24,0	—	—	—	—	23,3	28,6	26,6	26,2	28,1	25,7	27,0	26,9				
Schlagfestigkeit	45,6	41,4	51,5	45,8	—	—	—	—	39,1	45,3	51,8	45,4	—	—	—	—	41,3	43,4	47,6	44,1	—	—	—	—	38,2	43,1	41,1	40,8	—	—	—	—	40,4	40,4	36,3	39,0	41,8	32,0	36,8	37,1					
1000°	Probe-Nr.	138	143	148	Mw.	—	—	—	—	137	144	150	Mw.	—	—	—	—	139	145	151	Mw.	—	—	—	—	140	146	152	Mw.	—	—	—	—	141	147	153	Mw.	142	149	154	Mw.	—	—	—	—
	Proportionalitätsgrenze	23,2	24,6	23,2	23,7	—	—	—	—	22,3	18,2	22,2	20,9	—	—	—	—	22,1	22,2	22,9	22,4	—	—	—	—	19,0	19,9	19,9	19,6	—	—	—	—	26,9	23,8	23,8	24,8	25,4	23,9	18,9	22,7				
	Fließgrenze	23,2	25,0	24,8	24,3	—	—	—	—	23,9	22,9	23,5	23,4	—	—	—	—	23,5	24,5	25,3	24,4	—	—	—	—	24,2	26,2	24,6	25,0	—	—	—	—	26,3	27,0	26,4	25,9	25,4	25,9	25,9	25,9				
	Bruchgrenze	34,9	35,2	35,0	35,0	—	—	—	—	35,3	35,2	34,8	35,1	—	—	—	—	35,0	35,8	36,2	35,7	—	—	—	—	35,2	36,8	34,9	35,6	—	—	—	—	35,2	36,3	36,8	36,1	34,4	35,5	34,8	34,9				
	Dehnung	29,7	28,8	26,9	28,5	—	—	—	—	29,1	29,7	24,9	27,9	—	—	—	—	30,2	27,6	26,7	28,2	—	—	—	—	29,7	24,9	30,9	28,5	—	—	—	—	29,9	23,4	23,8	25,7	25,8	29,7	27,0	27,1				
Schlagfestigkeit	51,5	44,1	47,8	47,8	—	—	—	—	45,0	38,6	39,7	41,1	—	—	—	—	49,3	41,8	37,9	43,0	—	—	—	—	42,1	36,4	38,1	38,9	—	—	—	—	35,3	37,4	34,1	35,6	37,5	32,8	33,2	34,6					
950°	Probe-Nr.	176	182	188	Mw.	—	—	—	—	174	180	185	Mw.	—	—	—	—	175	181	186	Mw.	—	—	—	—	177	183	187	Mw.	—	—	—	—	178	184	189	Mw.	179	190	191	Mw.	—	—	—	—
	Proportionalitätsgrenze	24,8	24,2	24,0	24,3	—	—	—	—	23,2	21,7	21,2	22,0	—	—	—	—	25,0	22,0	23,9	23,6	—	—	—	—	23,9	23,0	24,3	23,7	—	—	—	—	25,0	22,4	24,0	23,8	20,4	23,8	20,0	23,4				
	Fließgrenze	25,4	25,6	25,4	25,5	—	—	—	—	24,4	25,0	25,0	25,0	—	—	—	—	26,3	24,0	25,3	25,2	—	—	—	—	25,0	25,4	26,4	25,6	—	—	—	—	26,0	25,8	28,8	26,9	28,0	28,8	27,0	27,9				
	Bruchgrenze	35,8	36,8	36,6	36,4	—	—	—	—	35,8	36,8	36,2	36,3	—	—	—	—	36,9	35,2	36,8	36,3	—	—	—	—	35,4	36,2	36,9	36,2	—	—	—	—	36,8	36,0	38,5	37,1	37,5	38,7	36,7	37,6				
	Dehnung	29,2	30,2	29,4	29,6	—	—	—	—	29,8	28,0	26,4	28,1	—	—	—	—	27,3	29,1	24,8	27,1	—	—	—	—	27,7	28,0	25,5	27,1	—	—	—	—	27,0	27,3	26,5	26,9	23,2	26,0	30,1	26,4				
Schlagfestigkeit	41,8	43,2	49,2	44,7	—	—	—	—	39,1	37,7	39,8	38,9	—	—	—	—	40,8	37,5	38,9	39,1	—	—	—	—	43,1	36,6	33,1	37,6	—	—	—	—	40,1	37,8	36,1	38,0	33,4	33,0	33,3	33,2					
900°	Probe-Nr.	212	215	221	Mw.	—	—	—	—	210	216	222	Mw.	—	—	—	—	211	217	223	Mw.	—	—	—	—	213	218	224	Mw.	219	225	226	Mw.	214	220	227	Mw.	—	—	—	—				
	Proportionalitätsgrenze	23,4	23,8	25,2	23,1	—	—	—	—	24,8	23,2	23,2	23,7	—	—	—	—	25,7	22,5	21,8	23,3	—	—	—	—	25,4	16,3	25,3	22,3	22,4	25,3	21,5	23,1	25,2	24,0	25,4	24,9								
	Fließgrenze	24,4	24,1	26,5	24,8	—	—	—	—	26,0	25,3	25,6	25,6	—	—	—	—	27,4	24,8	24,7	25,6	—	—	—	—	27,0	25,6	26,4	26,3	25,2	27,1	25,6	26,0	27,0	26,5	26,6	26,7								
	Bruchgrenze	35,0	35,2	37,0	35,7	—	—	—	—	36,8	35,4	35,6	35,9	—	—	—	—	37,6	35,6	36,4	36,5	—	—	—	—	35,4	35,2	36,9	35,8	35,4	35,7	35,8	35,6	36,7	36,2	36,5	36,5								
	Dehnung	30,3	30,8	31,1	30,9	—	—	—	—	25,4	24,6	26,9	25,6	—	—	—	—	26,1	28,7	28,0	27,6	—	—	—	—	24,2	31,8	30,3	28,8	25,6	29,1	30,7	28,5	26,2	25,3	27,5	26,3								
Schlagfestigkeit	47,5	46,6	39,7	45,2	—	—	—	—	41,5	41,1	45,4	42,7	—	—	—	—	38,1	45,5	40,1	41,2	—	—	—	—	41,7	43,8	39,1	41,5	41,9	38,5	40,0	40,1	38,0	39,5	36,5	38,0									
850°	Probe-Nr.	250	255	260	Mw.	—	—	—	—	248	253	258	Mw.	—	—	—	—	249	254	259	Mw.	—	—	—	—	251	256	261	Mw.	252	257	262	Mw.	—	—	—	—								
	Proportionalitätsgrenze	23,5	20,6	16,8	20,3	—	—	—	—	27,7	25,1	18,2	23,7	—	—	—	—	20,2	20,8	19,4	20,1	—	—	—	—	16,2	21,8	19,8	19,3	19,0	16,2	18,1	17,8	—	—	—	—								
	Fließgrenze	26,7	24,7	26,2	25,9	—	—	—	—	29,0	26,6	28,2	27,9	—	—	—	—	21,6	22,2	21,5	21,8	—	—	—	—	21,6	24,6	21,1	22,4	22,6	20,6	20,2	21,1	—	—	—	—								
	Bruchgrenze	36,6	34,9	38,9	36,8	—	—	—	—	37,9	35,9	37,1	37,0	—	—	—	—	34,5	34,6	34,3	34,5	—	—	—	—	34,4	36,4	34,4	35,1	34,0	34,1	33,8	34,0	—	—	—	—								
	Dehnung	28,0	26,1	25,2	26,4	—	—	—	—	28,0	23,0	24,0	25,0	—	—	—	—	27,6	28,1	27,2	27,6	—	—	—	—	25,1	23,4	26,6	25,0	24,9	23,8	26,9	25,2	—	—	—	—								
Schlagfestigkeit	49,0	50,0	42,8	47,3	—	—	—	—	39,7	38,6	41,1	39,8	—	—	—	—	38,7	31,9	37,9	36,2	—	—	—	—	31,0	33,0	33,7	32,6	37,6	37,1	38,0	37,6	—	—	—	—									
800°	Probe-Nr.	283	287	295	Mw.	—	—	—	—	288	293	281	Mw.	—																															