

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

Geleitet von Dr.-Ing. Dr. mont. E. h. O. Petersen

unter verantwortlicher Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. W. Steinberg für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 20

14. MAI 1936

56. JAHRGANG

Schweißrißempfindlichkeit von Stählen höherer Zugfestigkeit.

Von Franz Bollenrath und Heinrich Cornelius in Berlin.

[Bericht der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof.]

(Einfluß von inneren Spannungen des Werkstoffes, von Schweiß- und Bauspannungen, der Erschmelzungsart des Stahles, des Zusatzwerkstoffes, von Verunreinigungen des Acetylgases und der Schweißbedingungen auf die Entstehung von Rissen in dünnwandigen Stahlteilen bei der Gasschmelzschweißung. Verfahren zur Prüfung sowie Wege zur Beseitigung der Schweißrissigkeit.)

Unter Schweißempfindlichkeit, Schweißrissigkeit und Wärmeempfindlichkeit versteht man die Neigung metallischer Werkstoffe, während oder nach dem Schweißen unmittelbar neben der Schweißnaht, seltener in einiger Entfernung von ihr aufzureißen. Da die Schweißempfindlichkeit mit abnehmender Wandstärke der zu verschweißenden Teile größer wird, ist sie vor allem eine Störungsquelle für die Industriezweige, die Teile von weniger als 3 mm Wandstärke verschweißen (z. B. Flugzeugbau).

übergang; die chemische Zusammensetzung der Grund- und Zusatzwerkstoffe ist in *Zahlentafel 1* angegeben. Für diesen Verwendungszweck ist der Stahl auf Grund seiner guten Kalt- und Warmverformbarkeit, seiner ausgezeichneten Festigkeitseigenschaften in allen Behandlungszuständen, seiner hohen Schweißfestigkeit (untere Schweißfestigkeit stets über 60 kg/mm²), die durch Abkühlung nach dem Schweißen an ruhiger Luft ohne unzulässige Sprödigkeit und zu starke Verringerung der Dehnung erreicht wird, be-

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung des Chrom-Molybdän-Stahles für dünnwandige Rohre und Bleche sowie des zugehörigen Schweißdrahtes nach den Vorschriften für Luftfahrt und Marine der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %
Rohre	0,25 bis 0,35	—	0,40 bis 0,60	bis 0,040	bis 0,045	0,8 bis 1,1	0,15 bis 0,25
Bleche	0,25 bis 0,33	—	0,40 bis 0,60	bis 0,040	bis 0,045	0,8 bis 1,1	0,15 bis 0,25
Schweißdraht	bis 0,06	bis 0,08	bis 0,15	bis 0,040	bis 0,040	—	—

Weicher Stahl mit weniger als 0,2% C ist auch in Form sehr dünner Bleche und Rohre schweißunempfindlich. Störungen durch Schweißrissigkeit traten daher erst ein, als man zum Verschweißen dünnwandiger Teile aus Stählen höherer Festigkeit übergang. Hierbei zeigte es sich, daß die für größere Wandstärken als zulässig erachtete obere Grenze von 0,35% C in unlegierten Stählen¹⁾ für Wandstärken unter 3 mm sowohl mit Rücksicht auf Schweißrissigkeit als auch auf zu hohe Härte und Sprödigkeit der Schweißnaht bei den rasch abkühlenden, dünnwandigen Teilen nicht mehr zugelassen werden kann. Die Erkenntnis, daß es außerdem allein durch Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes nicht möglich ist, die Mindestschweißfestigkeit dünnwandiger Bauteile hinreichend zu erhöhen²⁾, war ein weiterer Grund dafür, daß man auch in Deutschland vor einer Reihe von Jahren³⁾ zur Anwendung des in Amerika schon seit langer Zeit gebräuchlichen Chrom-Molybdän-Stahles⁴⁾ für zu verschweißende dünne Bleche und Rohre

sonders gut geeignet²⁾. Gegenüber den statischen Festigkeitswerten ist die Wechselfestigkeit²⁾⁵⁾ im ungeschweißten und geschweißten Zustande nicht wesentlich verbessert, und unter gewissen Umständen ist als schwerwiegender Nachteil eine Neigung zur Schweißrissigkeit zu beachten.

Die Ursachen der Schweißrissigkeit dünnwandiger Teile — es handelt sich im wesentlichen um Bleche, Rund- und Formrohre — aus Stählen hoher Festigkeit sind noch keineswegs geklärt. Jedoch hat die Forschung auf diesem wichtigen Gebiet in den letzten Jahren zu einer Reihe von Erkenntnissen geführt, die im folgenden durch eine zusammenfassende Darstellung unter Benutzung von bisher unveröffentlichten Untersuchungsergebnissen behandelt werden sollen.

Einflußgrößen für die Schweißempfindlichkeit.

Die unmittelbare Ursache für das Auftreten von Rissen sind Spannungen innerhalb des Werkstoffes, die man in drei Gruppen⁶⁾ unterteilen kann.

1. Innere Spannungen, die vor dem Schweißen bereits im Werkstoff vorliegen. Sie rühren von Kaltverformung, zu rascher und ungleichmäßiger Abkühlung nach dem Warmwalzen bzw. nach einer Wärmebehandlung, oder von einer bereits vorhandenen Schweißnaht in der Nähe der zu

¹⁾ K. L. Zeyen: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 901/06; Techn. Mitt. Krupp 3 (1935) S. 176/88.

²⁾ J. Müller: Dr.-Ing.-Dissertation Techn. Hochsch. Berlin (1931).

³⁾ A. Rechtlich: Dr.-Ing.-Dissertation Techn. Hochsch. Berlin (1930).

⁴⁾ Nach H. L. Whittemore und C. Bruggemann: N. A. C. A. Rep. Nr. 348 (1930) S. 323/59; wegen Rohrwerkstoffe siehe auch U.S.A. Army Spec. Nr. 57-180-2 C vom 17. April 1933.

⁵⁾ H. Sutton: Aircraft Engng. 1935, Nr. 6, S. 178/80.

⁶⁾ H. S. George: Mech. Engng. 53 (1931) S. 433/39.

schweißenden Naht her und kommen durch die Erwärmung beim Schweißen zur Auswirkung.

2. Nahtspannungen, die durch die Ausdehnung des Werkstoffes infolge der Erwärmung beim Schweißen und die Zusammenziehung bei der Abkühlung nach dem Schweißen entstehen.

3. Bauspannungen, die durch unsachgemäße Durchbildung der Schweißverbindung (Behinderung der Schrumpfung durch starre Einspannung) oder durch unsachgemäße Behandlung der soeben geschweißten, noch auf hoher Temperatur befindlichen Stücke hervorgerufen werden.

Der Spannungsausgleich durch bildsame Formänderung ist um so leichter möglich, je geringer die Streckgrenze des geschweißten Werkstoffes ist. Demnach könnte man versucht sein, die verstärkte Neigung zur Rißbildung bei Stählen höherer Festigkeit damit zu erklären, daß der Stahl Spannungen ohne Rißbildung nur schwer auszugleichen vermag.

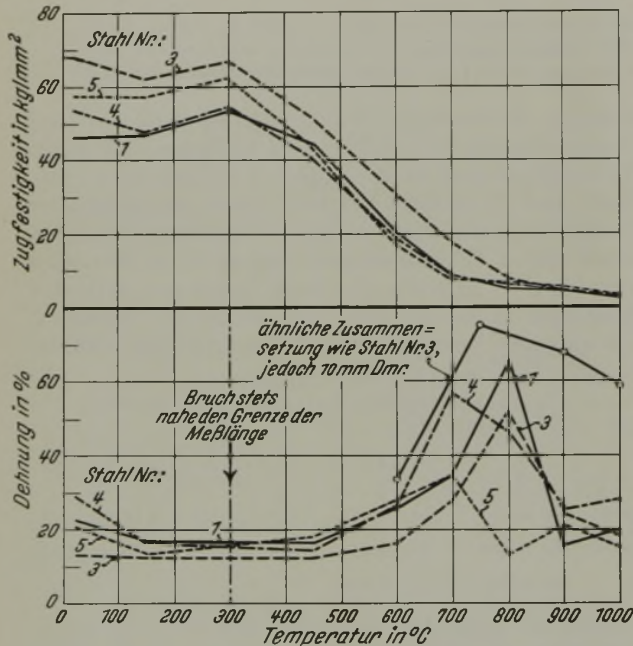


Abbildung 1. Zugfestigkeit und Dehnung 1 mm dicker Stahlbleche in Abhängigkeit von der Temperatur nach 1/2 h Glühen bei 650° und Abkühlen in Luft.

Die von J. Müller⁷⁾ beobachtete Rißbildung nach dem Schweißen trat in dem Temperaturgebiet zwischen 1000 und 800° auf. Aus Warmzugversuchen ist bekannt, daß der Stahl bei diesen Temperaturen eine verminderte Dehnbarkeit besitzt. Die einzelnen Kristallite sind zwar bildsam, aber ihr Zusammenhalt ist gering. Unter der Einwirkung von Zugspannungen erfolgt daher Aufreißen entlang den Korngrenzen und Oxydation der Rißflächen. Der Dehnungsabfall bei hohen Temperaturen⁸⁾, dessen Temperaturlage von der Stahlzusammensetzung abhängt, ist bei Warmzugversuchen an dünnen Blechen besonders ausgeprägt. Dies zeigt Abb. 1 für die in Zahlentafel 2 aufgeführten Stähle Nr. 1, 3, 4 und 5. Zum Vergleich sind Dehnungswerte für einen Stahl ähnlicher Zusammensetzung wie Stahl Nr. 3, die jedoch an Rundstäben mit 10 mm Dmr. bei 100 mm Meßlänge ermittelt wurden, in Abb. 1 eingetragen. Die Blechproben hatten einen Querschnitt von

⁷⁾ Luftf.-Forsch. 11 (1934) S. 93/103.

⁸⁾ Die Versuche wurden für die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt im Eisenhüttenmännischen Institut der Technischen Hochschule Aachen von Professor Dr.-Ing. e. h. W. Eilender ausgeführt.

Zahlentafel 2. Chemische Zusammensetzung der im Warmzugversuch untersuchten etwa 1 mm dicken Bleche.

Stahl Nr.	C %	Si %	Mn %	Ni %	Cr %	Mo %
1	0,12	0,23	1,42	—	0,07	0,02
2	0,13	0,53	2,26	—	0,08	0,02
3	0,25	0,30	0,57	—	0,71	0,20
4	0,15	0,08	0,69	2,9	0,08	0,01
5	0,56	0,01	0,53	—	—	—

1 × 20 mm² und ebenfalls eine Meßlänge von 100 mm. Sie wurden an Luft rasch erhitzt und mit einer Dehngeschwindigkeit von etwa 1 mm/min zerrissen. Abb. 2 zeigt für Stahl Nr. 2, daß der Dehnungsabfall bei hohen Temperaturen

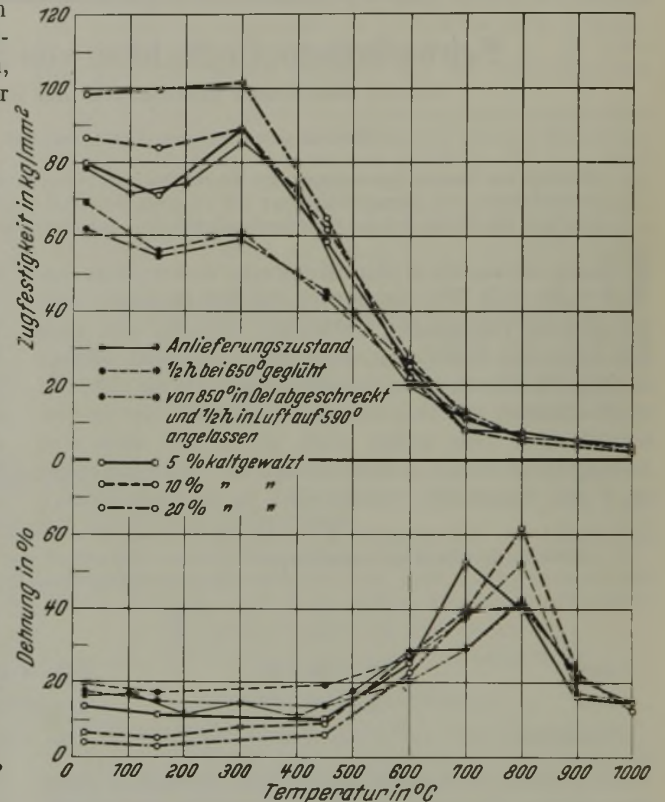


Abbildung 2. Ergebnisse von Warmzugversuchen an Manganstahlblech in verschiedenen Behandlungszuständen.

unabhängig von der vorausgegangenen Behandlung des Bleches ist. Ähnliche Ergebnisse wie an Stahl Nr. 2 wurden auch an den vier übrigen Stählen erhalten. Da der Dehnungsabfall in einem Temperaturgebiet liegt, in dem die Festigkeit der zur Herstellung von Feinblechen und dünnwandigen Rohren für Schweißzwecke verwendeten perlitischen Stähle nahezu gleichmäßig gering ist, ist es verständlich, daß besonders in Blechen Risse unter der Einwirkung von Zugspannungen entstehen können. Jedoch erklären die Dehnungs- und Zugfestigkeitswerte bei 800 bis 1000° nicht, daß Schweißrisse bei Stählen mit einer bei Raumtemperatur höheren Festigkeit häufiger auftreten als bei solchen geringerer Festigkeit. Die Feststellung weiterhin, daß auch die schweißunempfindlichen Stähle Nr. 1 und 2 bei hohen Temperaturen Mindestwerte der Dehnung zeigen, spricht gegen eine grundsätzliche Bedeutung der verringerten Dehnbarkeit bei hohen Temperaturen für das Auftreten von Schweißrisseigkeit.

Das Aussehen der Rißverästelungen ist für Schweißrisse und für Risse, die beim Warmzugversuch bei 800 bis 1000° an zahlreichen Stellen des Probestabes auf-

treten, gleich⁹⁾ (Abb. 3). Die Risse folgen den Korngrenzen. Beide Rißarten werden also bei etwa gleicher Temperatur entstehen.

George⁹⁾ hat versucht, am Beispiel der Kantenrisse die Mitwirkung des Dehnungsabfalles bei hohen Temperaturen zu erklären. Kantenrisse liegen gewöhnlich im Grundmetall und folgen, ausgehend von einer Kante, dem Rand der Schweißnaht. Wird mit der Schweißung beispielsweise beim Aneinanderschweißen zweier Bleche am Rande begonnen, so wirken beim weiteren Verlauf des Schweißens zwei Kräfte, die versuchen, den Werkstoff an dem Punkt, an dem mit dem Schweißen begonnen wurde, zu strecken. Daher ist es richtig, zum Rand hin zu schweißen, was heute auch geschieht. Im andern Falle entsteht durch die Zusammenziehung des sich abkühlenden Metalls eine Kraft und eine zweite dadurch, daß der Ausgangspunkt der Schweißung langsamer abkühlt als die anschließend geschweißte Strecke, die besser Wärme an die Bleche abgeben

× 200

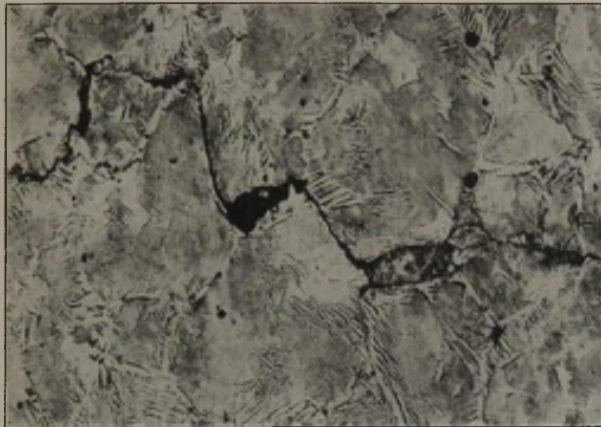


Abbildung 3. Verlauf eines Schweißrisses in sorbitisch-ferritischem Gefüge. Schliff in der Nähe der Schweißnaht gleichlaufend zur Blechoberfläche.

(Aetzung mit Salpetersäure.)

kann. So kann der Ausgangspunkt noch im Temperaturgebiet verminderter, der anschließende Teil der Schweißnaht aber schon im Temperaturgebiet hoher Dehnbarkeit liegen. Hier können sich die Spannungen ohne Rißgefahr durch Formänderung ausgleichen. Dabei entsteht der Unterstützungspunkt einer Schere, die sich an dem noch im spröden Zustande befindlichen Ausgangspunkt der Schweißung zu öffnen versucht. Nach der Abkühlung der ganzen Schweißnaht auf Raumtemperatur kann trotzdem ein ganz anderer Spannungszustand vorliegen⁹⁾.

Nach noch nicht veröffentlichten Untersuchungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf, die im Jahre 1935 für die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt ausgeführt wurden, sind in den Schweißnähten an dünnwandigen Rohrbauteilen (Wandstärke etwa 1 mm) aus Chrom-Molybdän-Stahl und unlegiertem Stahl außerordentlich hohe Schweißspannungen röntgenographisch nachgewiesen worden. In den Schweißnähten bei den Chrom-Molybdän-Stahlrohren ergaben sich für die Summe der Hauptspannungen Werte von -8 bis $+36$ kg/mm² und -27 bis $+48$ kg/mm² neben den Nähten; bei dem unlegierten Stahl betragen die Spannungen auf den Schweißnähten -27 bis $+6$ kg/mm²,

⁹⁾ F. Bollenrath: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 630/34 u. 873/78 (Werkstoffaussch. 276); Abhandlungen Aerodyn. Inst. Techn. Hochsch. Aachen, Heft 14 (Berlin: J. Springer 1934) S. 27/54; Arch. Eisenhüttenwes. 9 (1935/36) S. 203/07, dort Angabe weiteren Schrifttums.

neben den Schweißnähten etwa $+4$ bis -21 kg/mm². Diese Werte sind als vorläufig anzusehen. Bei derartigen hohen Eigenspannungen ist es sehr wahrscheinlich, daß verdeckte Risse auch dann noch oder vielmehr gerade dann auftreten, wenn die Abkühlung bereits sehr weit fortgeschritten ist. Diese Risse werden nicht immer eine bemerkenswerte Ausdehnung erlangen, sondern wahrscheinlich nur von molekularer Größenordnung sein. Aber auch Risse

× 4

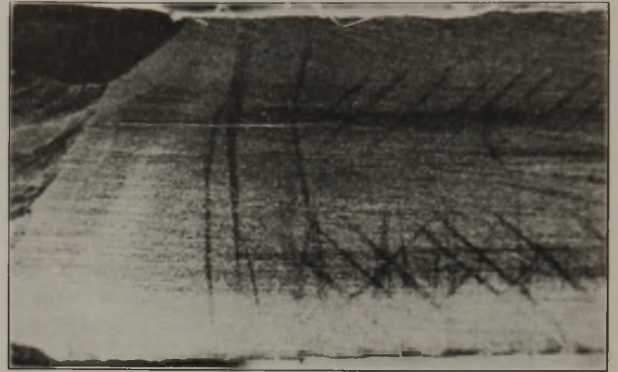


Abbildung 4. Kraftwirkungsfiguren neben der Schweißnaht eines Kesselbleches aus unberuhigtem Stahl.

(Aetzung nach Fry.)



× 1

Abbildung 5. Fließen infolge Schrumpfspannungen in einem Kesselblech aus unberuhigtem Stahl. (Die Bohrung im unteren Bild rührt von der Spannungsmessung her.)

(Aetzung nach Fry.)

von dieser Größe erklären die niedrige Wechselfestigkeit, die z. B. bei geschweißten Chrom-Molybdän-Stahlrohren festgestellt worden ist. Durch technologische Prüfungen können diese Risse nicht festgestellt werden. Daher findet sich bis jetzt nichts über sie im Schrifttum.

Beispiele für die Größe der in der Nähe von Schweißnähten auftretenden Spannungen und weiterhin dafür, daß auch in dem niedrigen Temperaturgebiet zwischen etwa 250° und Raumtemperatur bleibende Formänderungen als Folge dieser Spannungen auftreten, geben Abb. 4 und 5.

In Abb. 6 ist die Lage der Schweißrisse an einigen Beispielen von Schweißverbindungen nach Müller⁷⁾ dargestellt. Die Risse liegen in dem Übergang von der Schweiß-

raupe zum Grundwerkstoff, also an Stellen, an denen geringe Werkstoffstärke und Kerbwirkung das Auftreten von Rissen begünstigen. Während bei der Entstehung der bisher besprochenen Schweißrisse Naht- oder Bauspannungen maßgebend beteiligt sein dürften, gehen Risse der in *Abb. 7* wiedergegebenen Art, die in einiger Entfernung von der Schweißnaht liegen, nach George auf innere Spannungen zurück. Wird ein Teil des beispielsweise kaltverformten Bleches durch die Schweißwärme ausgeglüht und liegt außerdem ein Teil des erweichten Bleches noch im Temperaturgebiet verminderter Dehnbarkeit, so wird er durch die Spannungen im benachbarten Blech gereckt. Die Folge können Risse sein.

In den Fällen, in denen Schweißrisse auftreten, ohne daß eine unmittelbare Ursache dafür erkennbar ist, wird häufig die Schuld dem Werkstoff zugeschrieben. Aus der Erfahrung, daß besonders zur Zeit der Einführung des Chrom-Molybdän-Stahles in Deutschland für die Verschweißung dünnwandiger Teile der in Schweden hergestellte Stahl als weniger schweißempfindlich galt als der in Deutschland erschmolzene, wurde ein Einfluß der Art des Einsatzes auf das Verhalten der Stähle bei

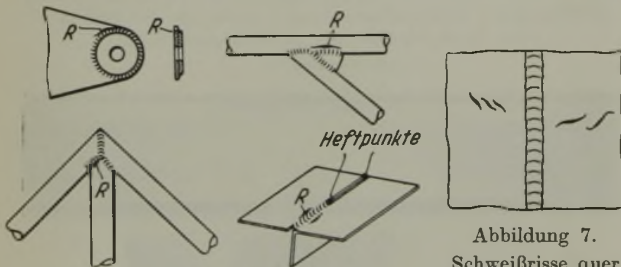


Abbildung 6. Schweißverbindungen mit Schweißrisen R. (Nach J. Müller.)

Abbildung 7. Schweißrisse quer zur Schweißnaht; nach H. S. George.

der Schweißung abgeleitet. Dadurch, daß aus jungfräulichem Einsatz (Eisenschwamm und durch Reduktion aus Erzen hergestelltem Roheisen) erschmolzener Stahl gegenüber Stahl gleicher chemischer Zusammensetzung, der unter Verwendung eines größeren Anteiles von Altschrott erschmolzen wurde, Abweichungen in seinen Eigenschaften aufweisen kann, wird die Auffassung über den Einfluß des Einsatzes unterstützt. Versuche hierüber liegen indessen nicht vor, so daß sich noch keine sicheren Angaben über den Einfluß des Einsatzes und die Bedeutung der Vererbung machen lassen.

Auch über den Einfluß des Herstellungsverfahrens fehlen einwandfreie Versuchsunterlagen. Es ist verschiedentlich eine Ueberlegenheit des Elektrostahles über den Siemens-Martin-Stahl festgestellt worden, ohne daß die zugrunde liegenden Versuchsergebnisse Zweifel vollkommen ausschließen. Immerhin ist festzustellen, daß zur Zeit beispielsweise der Chrom-Molybdän-Stahl in Deutschland fast ausschließlich im Elektrofen erschmolzen wird. Versuche zur Klärung des Einflusses des Einsatzes und des Herstellungsverfahrens laufen noch, wobei auch der Einfluß der Schmelzföhrung, der Desoxydation und Beruhigung, sowie der Gase im Stahl berücksichtigt werden. Alle diese Einflußgrößen sind bisher nicht oder ungenügend beachtet worden.

Nach Müller⁷⁾ kommt der Reinheit des Stahles eine wesentliche Bedeutung zu. An unlegierten Stählen fand Müller die in *Abb. 8* wiedergegebene Beziehung zwischen Kohlenstoff-, Phosphor- und Schwefelgehalt einerseits und der Schweißrissigkeit andererseits. Diese Beziehungen waren auf legierte Stähle nicht übertragbar. Weiter zeigte sich an mehreren Stahlarten ein besserer Zusammenhang der

Schweißrissigkeit mit dem Gehalt an Schlackeneinschlüssen als an Phosphor und Schwefel zusammen. Es ist anzunehmen, daß in der Summe von Phosphor und Schwefel dem Schwefel der größere Einfluß zukommt; während sich der Phosphor in unlegierten und niedriglegierten Stählen bei den Temperaturen der Schweißrißbildung in fester Lösung befindet, kann der Schwefel auf den Korngrenzen als Sulfid vorliegen und so die Korngrenzenfestigkeit vermindern. Da von Müller selbst die Möglichkeit der Mitwirkung auch anderer Werkstoffbeimengungen auf die Schweißempfindlichkeit offengelassen wird, ist die Forderung nach Phosphor- und Schwefelgehalten von weniger als 0,035 %, die für die Stahlerzeugung eine Belastung darstellt, vielleicht nur bis zur weiteren Klärung der Ursachen der Schweißrissigkeit als

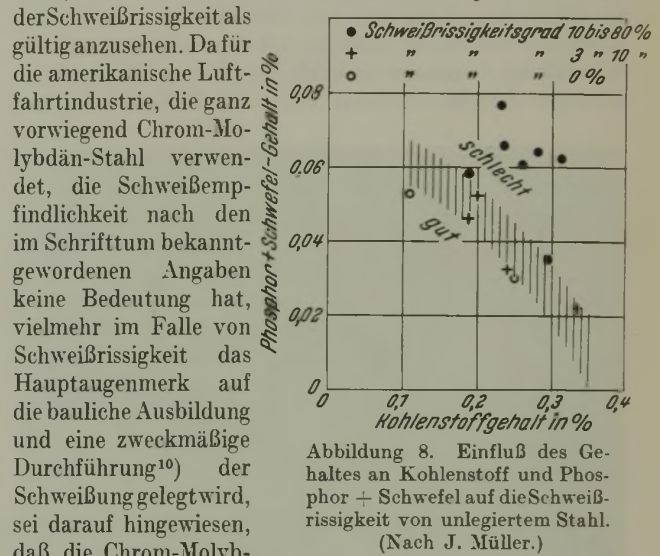


Abbildung 8. Einfluß des Gehaltes an Kohlenstoff und Phosphor + Schwefel auf die Schweißrissigkeit von unlegiertem Stahl. (Nach J. Müller.)

dän-Stähle nach den Marine- und Heeresvorschriften der Vereinigten Staaten⁴⁾ bis zu 0,04 % P und 0,045 % S bei 0,25 bis 0,35 % C für Rohre enthalten dürfen. Auch hier nach erscheint daher die Forderung nach höchstens 0,035 % Phosphor und Schwefel zusammen nur als vorübergehende Notlösung denkbar.

Ueber die Ursachen der von Müller festgestellten Abhängigkeit der Schweißempfindlichkeit vom Phosphor-Schwefel-Gehalt ist nichts bekannt. Rotbrüchigkeit durch Schwefel kann nicht vorliegen, da auch die stark schweißrissigen Stähle, soweit man feststellen kann, einwandfrei warm verarbeitbar sind, und überhaupt die in technischen Stählen üblichen Reinheitsgrades vorliegenden Schwefelgehalte weit unter der Grenze liegen, oberhalb der mit Rotbruch zu rechnen ist. Außerdem tritt Rotbruch durch Schwefel nur dann ein, wenn dieser als Eisensulfid in Stahl vorliegt. In den hier behandelten Stählen höherer Festigkeit stehen aber die Mangan- und Schwefelgehalte in einem solchen Verhältnis, daß nach dem Zustandsschaubild des Systems Eisen-Eisensulfid-Mangansulfid-Mangan¹¹⁾ kein Eisensulfid, sondern nur der Mischkristall Mangansulfid-Eisensulfid gebildet werden kann. Dieser ruft selbst bei Anwesenheit von 0,7 % S bei gleichzeitig genügend hohem Manganengehalt keinen Rotbruch hervor, da er im Gegensatz zu Eisensulfid bei den Warmverformungstemperaturen bildsam ist¹²⁾.

Bei geeigneter Wahl dürfte der Zusatzwerkstoff beim Schweißen keine Schwierigkeiten bereiten. Nach

¹⁰⁾ J. B. Johnson: Weld. J. 14 (1935) S. 14/18. Vgl. auch J. Rosenschon: Symposium on the welding of iron and steel (London: Iron and Steel Institute 1935) Bd. I, S. 443/48.

¹¹⁾ R. Vogel und H. Baur: Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 495/500 (Werkstoffaussch. 209).

¹²⁾ R. Vogel: Z. Metallkde. 26 (1934) S. 244/47.

Müller²⁾ steht die Schweißung mit unlegiertem, weichem Draht bei Chrom-Molybdän-Stahl der Schweißung mit Zusatzdraht der gleichen Zusammensetzung wie der Grundwerkstoff nicht nach. Für Bleche über 4 mm Dicke ergibt der unlegierte Schweißdraht allerdings zu niedrige Festigkeitswerte. Lediglich für Bauteile, die nach der Schweißung vergütet werden, ist legierter Zusatzdraht zu verwenden, um in der Schweißung eine dem Grundwerkstoff entsprechende Festigkeit zu erzielen. Sutton stellte beim Schweißen von Chrom-Molybdän-Stahl mit den genannten Zusatzwerkstoffen keinerlei Schwierigkeiten, offenbar also auch keine Schweißempfindlichkeit, fest. Bei den Angaben von Sutton ist zu berücksichtigen, daß der Chrom-Molybdän-Stahl für dünne Bleche und Rohre bisher in England nur sehr selten verwendet wird.

Dünnwandige Teile werden fast ausschließlich in der Azetylen-Sauerstoff-Flamme zusammengeschweißt. Die Gründe, die gegen die Anwendung der elektrischen Schweißung sprechen, sind von Rechtlich ausführlich dargelegt worden. Ueber den Einfluß der Reinheit des Azetylgases auf die Schweißbrissigkeit gehen die Meinungen stark auseinander. K. Daeves vermutet, daß Flaschengas, das vor dem Abfüllen gereinigt wird, zu ungünstigeren Ergebnissen führe als die Verwendung von ungereinigtem — Entwicklergas, oder daß sich durch Zusatz geringer Mengen Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff zu gereinigtem Gas gegebenenfalls die Gefahr der Schweißrißbildung vermindern ließe. Versuche, die daraufhin im Forschungsinstitut der Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., an Blechen aus unlegiertem und aus Chrom-Molybdän-Stahl durchgeführt wurden, ergaben eine starke Verminderung der Schweißbrissigkeit durch Zusätze von 0,025 bis 0,25 % PH_3 oder 0,1 bis 0,25 % H_2S zum Flaschengas. Bei 0,25 % PH_3 bzw. 0,25 % H_2S im Flaschengas war die bei Verwendung von gereinigtem Flaschengas starke Schweißbrissigkeit entweder beträchtlich vermindert, oder sie trat nicht mehr auf. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff im Schweißgas lag die geringste Schweißbrissigkeit bei je 0,02 % PH_3 und H_2S vor. Ein Zusatz von je 0,01 oder auch je 0,03 % PH_3 und H_2S zum Flaschengas führte zu weniger guten und bei je 0,01 % außerdem stark schwankenden Ergebnissen.

Die Tatsache, daß Schweißbrissigkeit sowohl in Betrieben, die mit Entwicklergas, als auch in Betrieben, die mit Flaschengas arbeiten, auftritt, kann nicht zur völligen Widerlegung des angeführten günstigen Einflusses eines Phosphor- und Schwefelgehaltes im Schweißgas ausreichen; denn selbstverständlich ist es nicht der Reinheitsgrad des Schweißgases allein, der die Schweißbrissigkeit bedingt. Bei Verwendung von Flaschengas kann bei Schweißung mit dem letzten Rest des Gases, der mit Azeton angereichert ist, auch Aufkohlung der Schweißnaht erfolgen. Daher ist es zu empfehlen, wichtige Nähte nur mit den bei höherem Druck entnommenen Flaschengas zu schweißen.

Bei Schweißversuchen der Focke-Wulf-Flugzeugbau-A.-G. sowie der Heinkel-Flugzeugwerke, G. m. b. H., mit gereinigtem und ungereinigtem Gas wurde kein über die üblichen Streugrenzen hinausgehender Unterschied beobachtet. Bei den von Focke-Wulf ausgeführten Versuchen mit gereinigtem Gas (0,01 % H_2S) und absichtlich mit Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff verunreinigtem Gas ergab sich bei unlegiertem und bei Chrom-Molybdän-Stahl bis zu Gehalten von 0,8 % H_2S und 0,8 % $\text{H}_2\text{S} + \text{PH}_3$ kein Einfluß auf die Schweißempfindlichkeit, während bei noch weiter erhöhten Gehalten eine eindeutige Verschlechterung beobachtet wurde. Der Schwe-

felwasserstoffgehalt des Schweißgases fiel während der Schweißversuche ab; die niedrigsten Gehalte waren gleichbleibend 0,03 %, gleichbleibend 0,2 %, 0,33 % bis 0,13 % und 0,44 bis 0,02 % H_2S . Der niedrigste Phosphorwasserstoffzusatz betrug 0,1 %; bei gleichzeitiger Anwesenheit von Schwefelwasserstoff war er 0,18 %, wobei diese 0,23 %, 0,40 bis 0,11 % und 0,59 bis 0,24 % betrug. Da also die Verunreinigungsgehalte in den meisten Fällen weit höher als bei den im Forschungsinstitut der Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., durchgeführten Versuchsreihen gewählt worden sind, und somit keine befriedigende Übereinstimmung in den wichtigsten Grundlagen der Untersuchungen mit ihren widersprechenden Ergebnissen vorliegt, muß die Entscheidung über die Bedeutung der Gasreinheit weiteren Versuchen vorbehalten bleiben. Es ist aber nicht zu erwarten, daß sich hierbei ein eindeutiger Einfluß der Gasreinheit ergibt.

Eine Stütze für die Annahme einer günstigen Auswirkung eines geringen Phosphorwasserstoff- und Schwefelwasserstoffgehaltes im Schweißgas sieht K. Daeves in Glüh- und Warmbiegeversuchen, bei denen die Probestücke, die bei 1200° in gereinigtem Gas geglüht worden waren, beim anschließenden Biegen bei 850 bis 1200° zahlreiche Oberflächenrisse auf der Zugseite zeigten. In Brenngas mit Schwefelzusatz geglühte und auf gleiche Art geprüfte Proben hingegen waren rißfrei. Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß die Größe der Glühdauer nicht mit der Zeitdauer der Erwärmung beim Schweißen vergleichbar ist.

Von größter Bedeutung für die Vermeidung der Schweißbrissigkeit ist eine sorgfältige Durchführung der Schweißung. Bei der Schweißung dünnwandiger Teile aus Stählen hoher Festigkeit ist die Tüchtigkeit und Zuverlässigkeit des Schweißers, die die Güte jeder Schweißung bestimmen, besonders wichtig. Bei der Schweißung von kohlenstoffreichen und von Chrom-Molybdän-Stählen ist auf sorgfältige Brenneinstellung zu achten. Azetylenüberschuß führt zur Aufkohlung, damit zu verstärkter Lufthärtung und Sprödigkeit sowie vermehrter Gefahr der Rißbildung, nicht nur an, sondern auch in der Schweißnaht. Sauerstoffüberschuß ruft starkes Spritzen, Sprühen und blasige Erstarrung hervor. Eine neutrale Brenneinstellung, die häufig empfohlen wird, läßt sich nur schwer einhalten. Günstiger ist es, mit einem möglichst geringen Sauerstoffüberschuß⁶⁾ zu arbeiten. Die Flammengröße wird zweckmäßig kleiner als beim Schweißen weicher, unlegierter Stähle gewählt. Die Brennergröße muß an der untersten Grenze für die gegebene Blechstärke liegen. Die Schweißgeschwindigkeit ist dementsprechend gering. Beim Aneinanderschweißen von Blechen, wie beim Ein- bzw. Anschweißen von Teilen an Rohrenden, muß zur Vermeidung von Kantenrissen die Schweißrichtung von innen nach außen eingehalten werden. Beim Verschweißen mehrerer Teile soll die Reihenfolge der Schweißung so gewählt werden, daß die Teile zuletzt geschweißt werden, die andernfalls den Bauteil schon bei Beginn der Schweißung starr machen würden. Auf die Möglichkeit hierzu ist beim Entwurf von Schweißverbindungen vor allem zu achten. Die Heftung ist so vorzunehmen, daß durch sie keine Verstärkung der Schweißspannungen hervorgerufen wird¹²⁾. Allgemeingültige Angaben lassen sich hierzu nicht machen. Da bei den Stählen höherer Festigkeit und geringer Wandstärke schon geringfügige Erhöhungen der Abkühlungsgeschwindigkeit zu starker Lufthärtung führen können, sind die geschweißten Teile vor Zugluft zu schützen. Dagegen ist das Ablegen der Schweißverbindungen auf gut

¹³⁾ J. Biernacki: Spawanie i Ciecie Met. 7 (1934) S. 125/28.

wärmeleitende Unterlagen zu vermeiden. Nach gleichen Gesichtspunkten soll auch die Ausbildung und Benutzung der Vorrichtungen erfolgen.

Prüfung auf Schweißrissigkeit.

Für die Prüfung von Blechen oder Rohren auf Schweißrissigkeit sind eine Reihe von Verfahren angegeben worden. Der Schweißrissigkeitsgrad wird nach dem Erkalten in der durch Hin- und Herbiegen freigelegten Schweißfuge als Anteil der oxydierten Bruchfläche in Hundertteilen der gesamten Bruchfläche ermittelt. Hierbei werden allerdings Risse, die auch bei den Temperaturen noch entstehen, bei denen kein Anlaufen mehr stattfindet, nicht erfaßt.

Es würde zu weit gehen, sämtliche Verfahren, die zur Beurteilung der Schweißempfindlichkeit allein im Flugzeugbau angewandt werden, hier zu behandeln. Ein kennzeichnender Mangel der üblichen Schweißrissigkeitsprüfungen im Flugzeugbau liegt darin, daß sie für den gleichen Werkstoff stark abweichende Ergebnisse bringen können. Ein Stahl, der sich bei der Kreuzschweißprobe — zwei kreuzweise übereinandergelegte Blechstreifen werden durch ununterbrochene Kehlnähte verschweißt — oder bei der Winkelschweißprobe (ein rechtwinklig gebogenes Blech wird an der Biegekante mit einem ebenen Blech nach Heftung in der Mitte und an einem Ende am anderen Ende beginnend verschweißt) als stark schweißrissig erweist, kann sich bei der Dreiecksprobe (drei Rohre werden zu einem gleichschenkligen Dreieck verschweißt) völlig rißfrei verschweißen lassen. Schweißt man aber nun in das Dreieck ein weiteres Rohr als Höhe auf der Grundlinie ein, so kann wiederum Schweißrissigkeit eintreten. In derartigen Fällen kann das Versagen nicht auf ungeeigneten oder fehlerhaften Werkstoff zurückgeführt werden, sondern es ist eine Folge der zu starren Einspannung des geprüften Teiles. Dieser Einwand gilt auch für die von Müller⁷⁾ entwickelte Einspannprobe, bei der zwei Bleche fest eingespannt sind, so daß die Schrumpfung beim Erkalten nach dem Schweißen vollständig von dem geschweißten Blech als Dehnung hergegeben werden muß. Die durch die Befestigungsvorrichtung in die Bleche eingedrückten näpfchenförmigen Vertiefungen erzeugen zudem im Blech einen schwer übersehbaren Spannungszustand, der das Ergebnis der Prüfung möglicherweise beeinflußt. In gleichem Maße wie durch die Prüfvorrichtungen kann die Schweißrissigkeit durch bauliche Maßnahmen und die Schweißführung bestimmt sein.

Für die einheitliche Prüfung der Schweißempfindlichkeit ist zweifellos eine Einspann-Schweißvorrichtung am besten geeignet. Es ist jedoch vor allem zu fordern, daß die Einspannung nachgiebig statt völlig starr erfolgt, und daß durch die Befestigungsvorrichtung keine unübersehbare Spannungsverteilung in die Proben hineingebracht wird. Der Einwand, daß auch im Betriebe Bauteile nach der Schweißung starr eingespannt sein können, ist insofern nicht stichhaltig, als ein mögliches Versagen durch die Starrheit der Einspannung nur einem nicht werkstoff- und schweißgerechten Zusammenbau zuzuschreiben ist. Zweifellos ist das Auftreten von Schweißrissigkeit trotz üblicher Werkstoffbeschaffenheit und sorgfältiger Ausführung der Schweißung häufig eine Folge der ungenügenden Berücksichtigung der Eigenarten des Werkstoffes und der Ursachen von Schweißspannungen.

Wege zur Verhütung der Schweißrissigkeit.

Außer durch die schon behandelten Schweißvorschriften läßt sich die Gefahr der Schweißrissigkeit durch einige besondere schweißtechnische Maßnahmen herabsetzen¹³⁾. Die Hauptursache der Schweißrissigkeit sind Schrumpfspannungen. Diese lassen sich vermindern durch Erwärmen der zu verschweißenden Teile beiderseits der Schweißnaht

im gleichen Schritt mit dem Fortgang der Schweißung. Ist aus baulichen Gründen mit verstärktem Auftreten von Zugspannungen infolge von starrer Einspannung zu rechnen, so ist eine Verminderung der Schweißspannungen durch Schweißungsabschnitte¹⁴⁾¹⁵⁾ vor allem bei langen Nähten und kurzer Einspannung möglich.

Zur Vermeidung von Rissen in einiger Entfernung von der Schweißnaht im Metall, das durch eine dem Schweißen vorausgegangene Behandlung bereits mit Spannungen behaftet ist, ist eine Erhitzung der Umgebung der zu legenden Schweißnaht auf dunkle Rotglut geeignet. Die Erhitzung beseitigt Spannungen, die von einer vorausgegangenen Wärmebehandlung oder Kaltverformung herrühren, ohne daß Rekristallisation oder Lufthärtung eintritt. Eine Entfestigung wird nur in der Nähe der Schweißnaht hervorgerufen, wo sie beim Schweißen ohnehin eingetreten wäre. Wesentlich ist, daß bei der Glühung die kritischen Temperaturen und das Temperaturgebiet verminderter Dehnbarkeit nicht erreicht werden. Die Erwärmung beiderseits der Schweißnaht kann aus den oben genannten Gründen auch während des Schweißvorganges beibehalten werden. Die beschriebene Erhitzung der Umgebung der noch zu schweißenden Naht empfiehlt sich auch dann, wenn in ihrer Nähe bereits geschweißt wurde, da hierdurch eine Begünstigung der Rißbildung durch die von der bereits vorgenommenen Schweißung herrührenden Schrumpfung und Lufthärtungsspannungen vermieden wird.

Durch geeignete Wärmebehandlung vor dem Schweißen läßt sich die Gefahr der Schweißrissigkeit vermindern. Stark kalt nachgezogene Rohre zeigen oft bei Beanspruchung auf Druck infolge der über die Wandstärke ungleichmäßig verteilten Eigenspannungen trotz hoher mittlerer Verfestigung keine entsprechend erhöhte Streckgrenze; hierfür ist sicherlich auch noch die Bauschinger-Erscheinung verantwortlich. So behandelte Rohre zeigen kein kesseres Knickverhalten als weich geglühte. Die Spannungen bedingen gleichzeitig eine erhöhte Gefahr der Schweißrißbildung im Grundmetall. Rohre und Bleche für Bauteile, bei denen auf die hohe Festigkeit des kaltverformten Stahles nicht verzichtet werden kann, bei denen ein Ausglühen oberhalb der Entfestigungs- oder der Umwandlungstemperatur vor dem Schweißen daher nicht in Betracht kommt, werden zweckmäßig unterhalb der Temperatur der beginnenden Entfestigung spannungsfrei geglüht. Johnson¹⁰⁾ empfiehlt zur Beseitigung der Schweißrißgefahr bei Rohren aus Chrom-Molybdän-Stahl eine Glühung unter oder über der kritischen Temperatur mit anschließender Luftabkühlung. Anlassen nach dem Normalglühen dürfte sich besonders auf die Schweißempfindlichkeit des schwach lufthärtenden Chrom-Molybdän-Stahles günstig auswirken.

Es hat sich gezeigt, daß bei bisherigen Versuchen über die Schweißempfindlichkeit die Schmelzgeschichte und die Vorbehandlung des Werkstoffes ungenügend berücksichtigt worden sind. Die Ergebnisse sind daher kaum vergleichbar und zur Klärung der Ursachen der Schweißrissigkeit ungeeignet. Aus diesem Grunde und zur Vermeidung weiterer Schwierigkeiten beim Schweißen ist zu fordern, daß auch über die thermische und mechanische Vorbehandlung von dünnwandigen Rohren u. dgl. für Schweißzwecke verbindliche Richtlinien aufgestellt werden.

Wärmebehandlung nach dem Schweißen kann nur an nicht zu großen Bauteilen vorgenommen werden. Sie wirkt sich vor allem für die Schwingungsfestigkeit und

¹⁴⁾ F. Bollenrath: Arch. Eisenhüttenwes. 9 (1935/36) S. 203/07.

¹⁵⁾ G. Bierett: Richtlinien für die konstruktive Durchführung geschweißter Maschinenteile. Noch nicht veröffentlichter Entwurf.

in Richtung einer Vergleichmäßigung der Eigenschaften günstig aus¹⁶⁾.

Nach Zeyen¹⁾ ist es durch geeignete Wahl der Schweißbedingungen und des Zusatzwerkstoffes und bei Durchführung der Schweißarbeit durch sehr geübte Schweißer — durch weniger geübte Schweißer dann, wenn die Bleche vor dem Schweißen auf etwa 100 bis 200° erwärmt wurden — möglich, dünnwandige Teile höherer Festigkeit auch in schwierigen Bauteilen rißfrei zu verschweißen. Es zeigte sich aber weiter, daß beispielsweise ein unlegierter Stahl mit etwa 0,3 % C in geringen Wandstärken auch nach Abstimmung der Kohlenstoff-, Phosphor- und Schwefelgehalte aufeinander nicht mit völliger Sicherheit bei der Gasschmelzschweißung rißfrei bleibt. Es wurde daher versucht, schweißunempfindliche Stähle zu entwickeln, die in ihren Festigkeitseigenschaften dem Flußstahl der Festigkeitsstufe IV entsprechen, ihm in der Schweißunempfindlichkeit jedoch überlegen sein sollten. Dieses Ziel scheint mit zwei niedriggekohlten Stählen erreicht worden zu sein, denen zur Erreichung der geforderten Festigkeitseigenschaften höhere Manganzusätze gegeben wurden. Die Zugfestigkeit dieser Stähle liegt bei 50 bis 55 kg/mm² (Nr. 1 in *Zahlentafel 2*) bzw. bei mindestens 70 kg/mm² (Nr. 2 in *Zahlentafel 2*). Auch bei scharfer Prüfung (Kreuz-, Winkel-, Einspannschweißprobe) erwiesen sich diese Stähle als schweißunempfindlich¹⁷⁾. Die Aussichten auch auf praktische Bewährung sind demnach gegeben. In diesem Zu-

sammenhang sei darauf hingewiesen, daß in England dünnwandige Teile höherer Festigkeit für geschweißte Teile, die nachträglich nicht mehr vergütet werden, im Flugzeugbau vorwiegend aus Stählen mit höheren Mangangehalten⁵⁾ (D.T.D. 124 und D.T.D. 126) hergestellt werden, die sich von den genannten deutschen Stählen dadurch unterscheiden können, daß höhere Kohlenstoffgehalte zulässig sind. Aus dem Schrifttum sind keine Klagen über Schweißempfindlichkeit der in England verwendeten Manganstähle bekannt geworden. Neben den Versuchen, durch Aenderung der Stahlzusammensetzung schweißunempfindliche Stähle zu schaffen, ist sicherlich eine geeignete Schmelzföhrung bei der Herstellung von Stählen bisher üblicher Zusammensetzung von größter Bedeutung.

Zusammenfassung.

Ausgehend von der Feststellung, daß die Naht- und Bauspannungen für das Auftreten der Schweißrisigkeit von grundsätzlicher Bedeutung sind, wird die Auswirkung des Einsatzes und der Rohstoffe, des Arbeitsverfahrens beim Erschmelzen des Stahles, der Reinheit des Grund- und des Zusatzwerkstoffes sowie die Reinheit des Gases beim Schweißen und der Einfluß des Schweißvorganges behandelt. Es wird gezeigt, daß die Beachtung von schweißtechnischen und baulichen Maßnahmen, die geeignet sind, die Naht- und Bauspannungen sowie Spannungen durch die Vorbehandlung herabzusetzen, die Schweißempfindlichkeit günstig beeinflussen. Die Forderung nach Schwefel- und Phosphorgehalten von höchstens 0,035 % im Grundwerkstoff dürfte zu weit gehen. Es wird auf die Möglichkeit der Entstehung von Rissen nach dem Schweißen auch noch bei Temperaturen unterhalb 250° hingewiesen.

¹⁶⁾ N. F. Ward: Trans. Amer. Soc. Mech. Engr. 57 (1935) AER-57-2, S. 389/94.

¹⁷⁾ W. Gatzek: Bericht der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt; erscheint demnächst.

Ein neues Streifen- und Bandstahl-Walzwerk.

Von G. B. Lobkowitz in Düsseldorf.

(Walzplan. Gründe für die Wahl der Anordnung. Beschreibung der Anlage und der Arbeitsweise.)

Die bei der Firma Arthur Lee & Sons, Ltd., in Sheffield errichtete neue Streifen- und Bandstahl-Walzwerksanlage ist der Hauptsache nach für die Versorgung der umfangreichen Weiterverarbeitungsbetriebe des Werkes bestimmt. Der Walzplan umfaßt sämtliche Sorten Band- und Flachstahl von 15 bis 400 mm Breite bei Dicken von 0,8 bis 2,75 mm und Längen bis zu 120 m. Außer Stahl von üblicher Handelsgüte werden auch legierte und Sonderstähle verarbeitet, wobei die Walzerzeugnisse aus Sonder-

stählen in Rundbunden fertiggestellt werden. Die schmalen Bandstähle werden aus Knüppeln von 57 bis 80 mm □ erzeugt, die breiteren aus vorgewalzten Platinen oder Brammen von 76 bis 406 mm Breite und 51 mm Dicke.

Anhaben über Motoren.		
	Dauerleistung in kW	U/min
a	480	360-720
b	480	360-720
c	735	280-560
d	7700	340
e	32	360-720

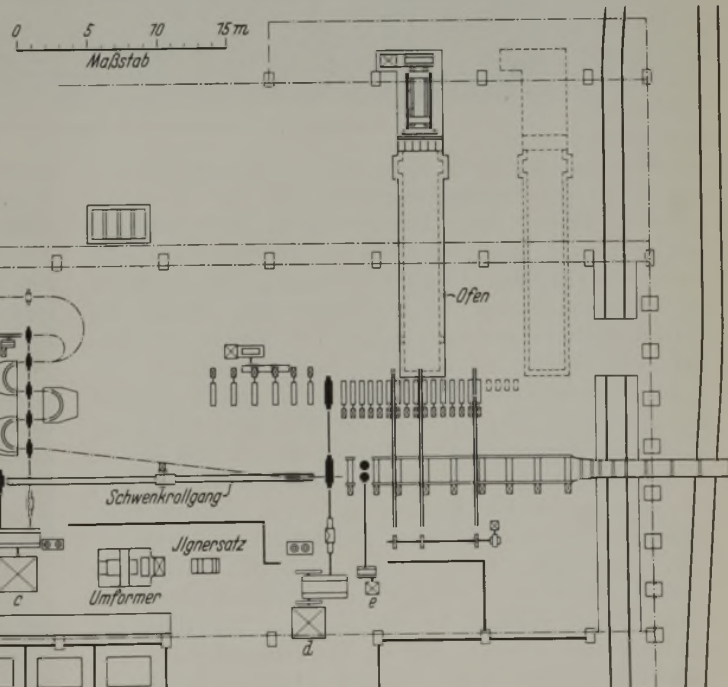


Abbildung 1. Bandstahl-Walzwerk der Firma Arthur Lee & Sons.

Bestimmend für die gewählte Ausbildung des Walzwerkes war die Forderung, den sehr umfangreichen Erzeugungsplan in einer Anlage zu bewältigen, die in kürzester Zeit eine Umstellung zuläßt, den Bedingungen der Werkstückgüte und Abmaßvorschriften in jeder Weise gewachsen ist, weitestgehend menschliche Hilfskräfte vermeidet, einen beschränkten Raum einnimmt und baulich so durchgebildet ist, daß nicht nur in der Zeiteinheit hohe Leistungen bei niedrigen Verarbeitungskosten erreichbar sind, sondern auch bei verhältnismäßig schwacher Beschäftigung die Herstellungskosten der Erzeugnisse nicht durch übermäßige Abschreibungen belastet werden. Darüber hinaus mußte die Möglichkeit gewahrt bleiben, auf der gleichen Anlage auch die Erzeugung von einfachen Stabstahl-sorten, wie Rund-, Vierkant- und Sechskantstählen bis etwa 38 mm Stärke, aufzunehmen.

In den letzten Jahren sind Forderungen dieser Art gerade für den Um- oder Neubau von Band- und Streifenwalzwerken häufig gestellt worden, und zwar hauptsächlich geboren

einerseits aus der stetig zunehmenden Markterweiterung von Band- und Streifen-erzeugnissen aller Art in immer größeren Breiten und Bundgewichten, andererseits aus den in Europa meist beschränkten, uneinheitlichen oder stark schwankenden Absatzverhältnissen. Wie in kaum einem zweiten Gebiet des Walzwerkswesens zwingen die Marktbedürfnisse der europäischen Verbraucher von Bändern und Streifen die Hersteller dieser Erzeugnisse, ihre hierzu erforderlichen Einrichtungen mit größter Sorgfalt auszugestalten. Hier ist weder der Weg der Entwicklung sowohl des Warmwalzens von Streifen als auch ihrer Weiterverarbeitung in kaltem Zustande so eindeutig vorgezeichnet, wie etwa in den Vereinigten Staaten von Amerika, noch liegen die dort schon jetzt bestehenden Absatzverhältnisse vor. Diese ergaben sich aus der in den letzten zehn Jahren nahezu vollzogenen Umstellung der amerikanischen Hersteller sowohl gewöhnlicher Handelsbleche und Weißband als auch aller gebeizten Sorten, Sondertiefziehbleche und Kraftwagenbleche auf das Kaltwalzverfahren sowie die damit erzwungene ständige Erweiterung der Einrichtungen für die erforderlichen warmgewalzten Vorerzeugnisse.

Unter diesen Umständen sowie mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse stellt die in der *Abb. 1* im Grundriß gezeichnete Streifenwalzwerksanlage eine Lösung dar, die den gestellten Forderungen weitestgehend gerecht wird. Von vornherein zwangen der Umfang des Walzplanes sowie die sonstigen Vorschriften dazu, zwei getrennte Fertigungsstraßen vorzusehen. Ihnen ist eine gemeinsame Vorstraße vorgelagert, die aus zwei nebeneinander liegenden und gemeinsam betriebenen Triogerüsten von 550 mm Dmr. und 1600 mm Ballenlänge besteht und über ein Schwungradvorgelege von einem Drehstrommotor betrieben

wird. Vor dem zweiten Gerüst dieser Vorstraße ist ein Stahwalzenstauchgerüst Schloemannscher Bauart angeordnet, das von einem besonderen regelbaren Gleichstrommotor selbstständig betrieben wird und auf seiner Sohlplatte so verschoben werden kann, daß der Rollgang, falls die Arbeitsweise dies erfordert, in seiner ganzen Breite frei wird. Die Fertigungsstraßen bestehen einmal aus einer drei-gerüstigen

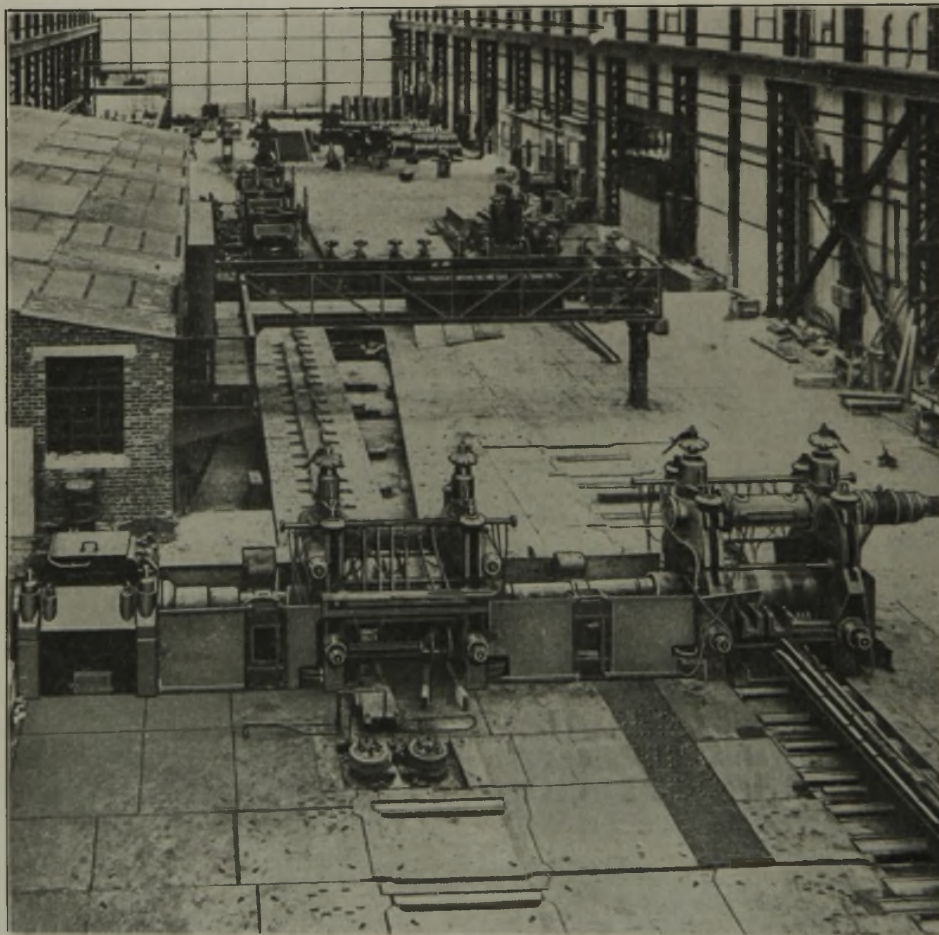


Abbildung 2. Vorstraße mit Stauchgerüst vor dem zweiten Gerüst.

kontinuierlichen Triostaffel mit Walzen von 480/300/480 mm Dmr. und 700 mm Ballenlänge, zum andernmal aus einer fünfgerüstigen einachsigen Triostraße mit Walzen von 330 mm Dmr. und 762 mm Ballenlänge nebst zwei hinter dem letzten Gerüst kontinuierlich angeordneten Triopoliergerüsten mit Walzen von 360/220/360 mm Dmr. und 508 mm Ballenlänge.

Der vorgesehene Walzplan ist so aufgestellt, daß sämtliche Streifensorten über 127 mm Breite auf den beiden Gerüsten der Vorstraße und der kontinuierlichen 480er Straße gewalzt werden, alle Sorten geringerer Breite gleichfalls auf den beiden Gerüsten der Vorstraße und hernach in der 330er Triofertigungsstraße einschließlich der kontinuierlichen Poliergerüste.

Die Streifensorten von 127 mm Breite aufwärts werden vollständig selbsttätig gewalzt. Die aus einem Durchstoßen auf den Zufuhrrollgang zum ersten Vorgerüst gleitenden Werkstücke durchlaufen hintereinander die beiden Gerüste der Vorstraße und erhalten in ihnen ganz selbsttätig eine Anzahl Stiche (*Abb. 2*). Mit Hilfe von Kantwänden und Führungsrinnen, der Wippe hinter dem ersten Gerüst mit

einer besonderen elektrisch betätigten Kant- und Verschickvorrichtung, ferner mit zwei Umführungen sowie dem Stauchgerüst wird es möglich, die zweckmäßigste Anzahl und Aufeinanderfolge von Flach- und Stauchstichen durchzuführen. Hierbei ist man nicht an eine starre Arbeitsweise gebunden, da die bauliche Ausbildung dieser Hilfseinrichtungen eine beliebige Wechselfolge der Stiche zuläßt.

Diese Ausbildung und die vollständig mechanisierte Arbeitsweise der Vorstraße gewährleisten die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage. Das erreichte sehr günstige Verhältnis des Anlagewertes zum Nutzausbringen dieser Vorstraße wird besonders klar, wenn man vergleichsweise hierzu

Anlage mit überaus einfachen Mitteln. Im Gegensatz hierzu kann ein kontinuierliches Vorwalzwerk des gleichen Aufgabenbereiches nicht diese Arbeitsbedingungen erfüllen, es sei denn, daß besondere Vorkehrungen mit Hilfseinrichtungen getroffen werden, die selbstverständlich wiederum eine wesentliche Verteuerung der Anlage nach sich ziehen und keinesfalls zu einer Vereinfachung der Betriebsweise beitragen.

Schon auf Grund der verhältnismäßig kurzfristigen Betriebserfahrungen mit dieser sowie einer zweiten grundsätzlich ähnlichen Anlage ist der Schluß zulässig, daß diese Bauart einer Streifenvorstraße im Verein mit einer rein kontinuierlichen Fertigbearbeitung zweifelsohne für die

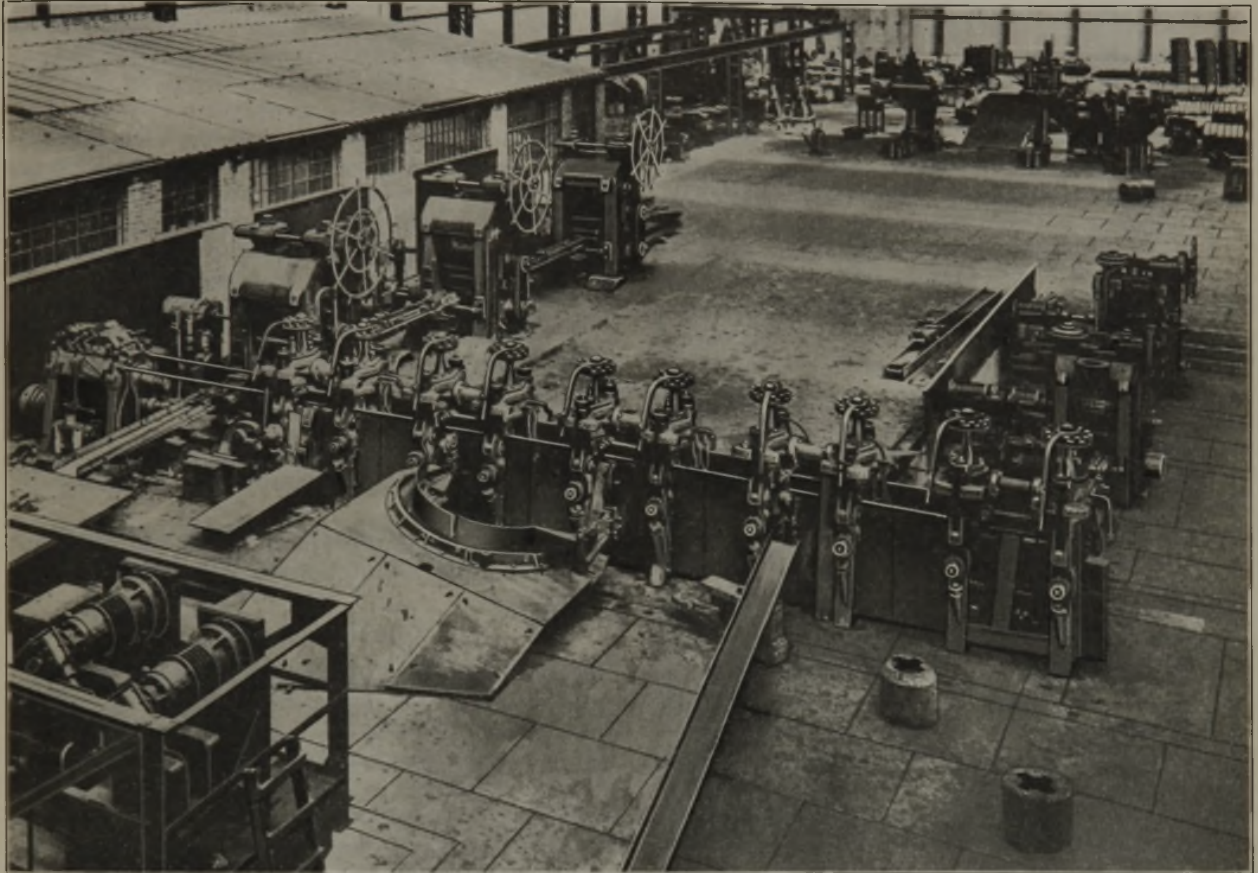


Abbildung 3. Links: Kontinuierliche Fertigstraße für breite Bänder. In der Mitte und rechts: Offene Straße mit kontinuierlichen Poliergerüsten für schmale Bänder.

eine kontinuierliche Vorstraße des gleichen Aufgabenbereiches gegenüberstellt; diese erfordert mindestens sieben Gerüste, deren Anlagekosten sich auf ein Mehrfaches der gewählten Bauart belaufen und im Betrieb wegen der beschränkten Erzeugung wesentlich höhere Verarbeitungskosten bedingen würde. Die Art der zweigerüstigen Triovorstraße ist im Zusammenhang mit gestaffelten Band- und Streifenfertigstraßen wohl seit langem bekannt, in der beschriebenen Form jedoch unter Berücksichtigung der großen Anpassungsfähigkeit an den besonderen Aufgabenbereich der angeschlossenen kontinuierlichen und offenen Fertigstraßen noch nicht ausgeführt worden. Der Wert dieser Bauart kann erst richtig ermesst werden, wenn man die heute besonders schwerwiegenden Forderungen an die Beschaffenheit der Erzeugnisse von Streifenwalzwerken berücksichtigt. Namentlich bei amerikanischen Anlagen dieses Walzbereiches wird für saubere und von Zunderschäden freie Oberflächen vielfach gefordert, das Werkstück vor allem in den ersten Stichen oft und möglichst stehend zu stauchen sowie zu wenden, um den besonders schädlichen Ofenzunder zu entfernen; dieser Bedingung entspricht die beschriebene

Mehrzahl aller Anlagen des gleichen oder ähnlichen Aufgabenbereiches als am zweckmäßigsten erscheint.

Der die Vorstraße verlassende Streifen läuft geradlinig in einer Führungsrinne, die mit einer Treibvorrichtung ausgerüstet ist, zur dreigerüstigen kontinuierlichen 480er Triofertigstraße, deren erstes Gerüst gemeinsam mit der offenen 330er Triofertigstraße, die beiden andern Gerüste einzeln von regelbaren Gleichstrommotoren über Stirnradvorgelege betrieben werden (Abb. 3). Der Hauptantrieb wird auf die Unterwalze geleitet, während die Oberwalze einen elektromotorischen Schleppantrieb hat. Zwischen den drei kontinuierlichen Gerüsten sind zwei Schlingenheber angeordnet, deren Klappen elektrisch betrieben werden, um eine ganz genaue Stellung müheelos einhalten zu können. Eine Druckluftbetätigung der Klappen, wie sie vielfach angewendet wird, wurde mit Vorbedacht vermieden, da diese Bauart den Nachteil hat, nicht genügend sicher die Ausdehnung der Luft zu beherrschen und damit die Feineinstellung nur mit großem Geschick zu ermöglichen. Für die breiten Bändererzeugnisse sind demnach gewöhnlich zehn vollständig selbsttätig durchgeführte Stiche üblich, von

denen mindestens drei Staucher sind. Die Aufteilung und Art der Durchführung der Stiche und die damit gegebene zeitliche Belastung der einzelnen Gerüste sowie der gesamten Walzzeit und Werkstückfolge ermöglichen nicht nur die gleichzeitige Verarbeitung von zwei Werkstücken und das Fertigwalzen mit genügend hoher Temperatur, sondern bieten auch dem Walzwerker die oft sehr willkommene Möglichkeit eines vielartigen Spiels der Stichverteilung.

Das rein kontinuierliche Fertig- und Polierwalzen von Streifen und Bändern hat sich endgültig als die geeignetste Fertigbearbeitung für diese Walzerzeugnisse durchgesetzt, da eine wirksame Fertigbearbeitung und ein wirtschaftlicher Kraft- und Walzenverbrauch einen hohen Bildungsgrad des Werkstoffes und mithin die kürzeste Bearbeitungszeit erfordert. Die Voraussetzung für eine vollwertige Ausnutzung dieser Arbeitsweise ist jedoch der regelbare Einzelantrieb dieser Gerüste, für die in neuerer Zeit meist Triogerüste mit schwächerer Mittelwalze und angetriebener Unterwalze gewählt werden. Die Oberwalzen der Poliergerüste werden von je einem Hilfsmotor betrieben, der so bemessen ist, daß die Walze mit Sicherheit sowohl bei der Belastung als auch im Leerlauf mitläuft. Die Glättwirkung zweier Walzen, von denen nur eine angetrieben wird und deren Durchmesser unterschiedlich sind, wird in den neuzeitlichen Triopoliergerüsten in weit vollendeterer Weise erreicht, und zwar vor allem infolge der Möglichkeit, kurze, kräftige und in Rollenlagern gelagerte Walzen in besonders starren Ständern mit einer sicheren Feineinstellung unterzubringen. Die durch die Tiefenwirkung der dünneren, im Schlepp laufenden Mittelwalze zustande kommende Glättwirkung ist stets auch mit der Aufgabe der Erzielung unbedingt maßhaltiger Erzeugnisse verknüpft. Die bei älteren Anlagen im Strang mit den anderen Gerüsten angeordneten Duopoliergerüste sind diesen Aufgaben bei weitem nicht so gewachsen. Sie erfordern eine sorgfältigere Ueberwachung der vorangehenden Stiche, da Anstellungen im Polierstich nur im Bereich der üblichen Stichabnahmen bis etwa 12% zulässig sind, ferner ein häufigeres Wechseln der Polierkaliberbahnen und einen wesentlich höheren Walzenverschleiß und Walzenverbrauch. Die größeren Anschaffungskosten der gekennzeichneten neuzeitlichen Poliergerüste werden durch die hiermit sich ergebenden betriebswirtschaftlichen Vorteile bald aufgewogen.

Das für die zweite Fertigstraße bestimmte Walzgerüst erfährt grundsätzlich eine ähnliche Bearbeitung in der Vorstraße und bedingt keinen Wechsel der Walzen. Bandsorten unter 54 mm Breite erhalten in der Vorstraße keinen Stauchstich. Der das zweite Gerüst der Vorstraße verlassende Streifen tritt in der gleichen, jedoch zum ersten Gerüst der 330er Fertigstraße geschwenkten Rinne aus und durchläuft selbsttätig mit Hilfe von Umführungen hintereinander die ersten vier Triogerüste. Im ersten oder dritten Gerüst sind in der Regel Staucher vorgesehen. Vor dem ersten und letzten Gerüst der offenen Straße kann das Werkstück, falls es, wie bei Feinstahl, erforderlich ist, mit Hilfe von Maulscheren geschöpft werden. Sämtliche Gerüste der 330er Staffel sind mit Wechselrahmen ausgerüstet, deren bekannte Vorzüge vor allem in dem überaus kurzfristigen und einfachen Umbau bestehen. Die im Anschluß an das fünfte Gerüst der offenen Staffel vorgesehenen beiden 360er Triopoliergerüste erhalten ihren Antrieb durch die Antriebsmotoren der beiden letzten Gerüste der 480er Staffel, denen sie in baulicher Hinsicht gleichen. Ebenfalls sind auch hier zwischen den letzten drei kontinuierlich betriebenen Gerüsten elektrisch betätigte Schlingenheber angeordnet. Diese Fertigstaffel wurde so gebaut, daß künftig noch eine zweite aus drei Gerüsten bestehende Staffel gleichgerichtet hierzu angeordnet werden kann. Für den späteren Ausbau ist durch Hinzufügen eines Kühlbettes mit einer vorgelagerten umlaufenden Teilschere die Erzeugung von Feinstahlsorten leicht durchführbar.

Sämtliche Band- und Streifenzeugnisse beider Fertigstraßen werden in zwei stehenden Haspeln zu Rundbunden verarbeitet.

Die Anlage wurde im Frühjahr 1935 von der Firma Schloemann, A.-G., in Düsseldorf errichtet und in Betrieb gesetzt.

Zusammenfassung.

Die Anlage stellt sämtliche Arten von Band- und Flachstahl von 15 bis 400 mm Breite bei Dicken von 2,75 bis 0,8 mm und Längen bis zu 120 m her. Sie besteht aus zwei getrennten Fertigstraßen, denen eine gemeinsame Vorstraße vorgelagert ist. Die Gründe für die Wahl dieser Anordnung werden angegeben und sowohl die Anlage als auch ihre Arbeitsweise beschrieben.

Umschau.

Studentische Gemeinschaftsarbeit im Rahmen des Reichsleistungskampfes 1936.

Die Studenten der Technischen Hochschule zu Breslau kamen überein, ein von ihnen selbst gewähltes Thema zu bearbeiten, das mit den wirtschafts- und grenzpolitischen Verhältnissen ihrer Heimatprovinz in engster Beziehung steht, nämlich die Zusammenfassung und Verlegung der ober-schlesischen Hüttenbetriebe derart, daß eine einheitliche nach neuzeitlichen Gesichtspunkten entwickelte Anlage geplant wurde, und daß durch die Verlegung bestehender Betriebe die unter denselben liegenden Kohlenfelder für den Abbau hergerichtet werden können. Es lag nahe, heutige Werksanlagen, soweit sie geeignet sind, bei dem Neuaufbau zu verwerten und die im Entstehen begriffene große ober-schlesische Wasserstraße — Adolf-Hitler-Kanal — in vollem Umfange auszunutzen.

Wenn auch von vornherein feststand, daß ein solch vielseitiger Plan von den Studierenden nicht in allen Einzelheiten und mit endgültiger Zuverlässigkeit ausgearbeitet werden konnte, so bot das Thema den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß sich so gut wie alle Fachrichtungen an der Bearbeitung des Planes beteiligen konnten. Träger der Arbeit war die Studentenschaft, die ihrerseits die Aufgaben auf die Fachschaften verteilte.

Im einzelnen sind folgende Arbeiten entstanden:

Die Bergleute bearbeiteten die Erschließung der freiwertenden Grubenfelder in technischer, wirtschaftlicher und nationalpolitischer Hinsicht. Die Fachschaft der Hüttenleute

hatte die grundlegende Arbeit der Planung in Verbindung mit dem Entwurf sämtlicher Einzelanlagen — Kokerei, Hochofenanlage, Stahlwerk, Walzwerke —, wobei die Größe der Betriebe durch eine Jahreserzeugung von 500 000 t Rohstahl zum Ausdruck gebracht wird. Die Chemiker bearbeiteten die Nebengewinnungsanlagen der Kokerei. Die Maschinen- und Elektroingenieure fertigten den Entwurf für die Kraftzentralen, Kesselhäuser und elektrischen Anlagen an. Die Unterabteilung Schwachstrom entwarf eine Fernsprechanlage für das gesamte Werk und eine solche für den Luftschutz. Die Fachschaft der Bauingenieure schuf den Verkehrsplan, die Gruppe Stahlhochbau die Hallen für das Stahlwerk und Walzwerk. Die Abteilung Tiefbau bildete das Lösch- und Ladeufer im Kanal aus, entwarf einen Rammplan für die Einzelanlagen und führte besonders die Gründung für einen Hochofen und einen Stahlofen konstruktiv durch. Die Abteilung für Betonbau bildete den Koks- und Erzbunker in allen Einzelheiten. Auch der Physiker konnte sich beteiligen, indem er einen Bericht über den Entwurf einer Hauptversuchs- und Forschungsanstalt machte. Die Architekten entwarfen die zum Werk gehörige Siedlungsanlage, die — dem Gelände angepaßt — für 1500 Familien vorgesehen werden mußte. Schließlich wurde auf Grund sämtlicher Einzelzeichnungen der Hüttenleute von den Architekten eine Gesamtansicht des Werkes gezeichnet (vgl. Abb. 1).

Die gesamten Arbeiten umfassen 93 Zeichnungen mit allen zugehörigen Beschreibungen, Berechnungen und Einzelskizzen. Die Beteiligung aller Fachschaften war trotz der gleichzeitigen

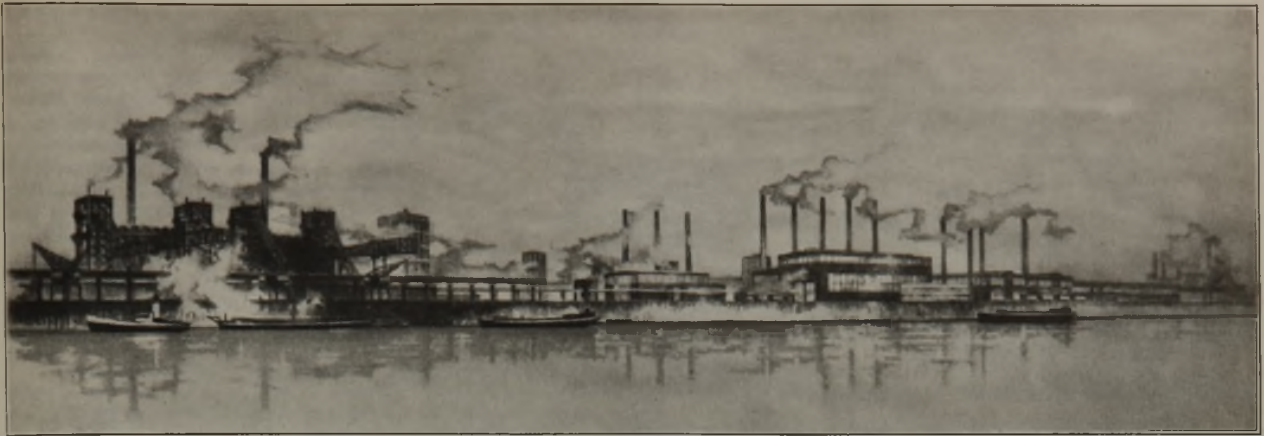


Abbildung 1. Gesamtansicht des Werkes (Entwurfsbild).

Hochschularbeit äußerst rege; natürlich mußte die Hauptarbeit von den fortgeschrittenen Studenten geleistet werden.

Es hat sich hier zum ersten Male ein neuer Arbeitsgrundsatz an der Hochschule herausgebildet, nämlich der der Gemeinschaftsarbeit, der sich für alle Beteiligten als außerordentlich förderlich erwies und daher mit großem Eifer aufgegriffen wurde. Die Studenten hatten Gelegenheit, zu erkennen, welche wertvolle Einzelarbeit in den verschiedenen Fachrichtungen geleistet wird und wie sich Möglichkeiten ergeben, diese Erkenntnisse zum Fortschritt und allgemeinen Wohl auszunutzen.

Erfreulich ist, daß diesem gemeinsamen Bemühen auch ein äußerlicher Erfolg beschieden war. Durch den Spruch des Reichsbewertungsausschusses für den Reichsleistungskampf der Deutschen Studentenschaft in Berlin ist die Technische Hochschule Breslau zum Reichssieger erklärt worden.

Ernst Diepschlag.

Verhalten des Stahles bei erhöhten Temperaturen.

Uebersicht über das Schrifttum des Jahres 1935.

[Schluß von Seite 552.]

R. Scherer und H. Geipel¹⁷⁾ führten Dauerstandversuche nach dem Rohnschen Verfahren aus. Aus der Temperaturabfallkurve berechneten sie mit Hilfe des Ausdehnungsbeiwertes des untersuchten Werkstoffes die wirkliche Dehngeschwindigkeit und nahmen als Vergleichswert für die Dauerstandfestigkeit die Temperatur, bei der unter der gleichbleibenden Belastung die errechnete Dehngeschwindigkeit $2 \cdot 10^{-4} \%$ /h betrug.

Für die Berechnung der wirklichen Dehngeschwindigkeit aus der beim Rohnschen Versuch aufgenommenen Temperaturkurve gibt H. Krainer¹⁸⁾ ein verfeinertes Verfahren an. Bei diesem werden neben dem Ausdehnungsbeiwert des Probenwerkstoffes noch die infolge der Temperaturungleichheit längs des Probestabes unterschiedliche Kriechgeschwindigkeit und Wärmedehnung sowie die temperaturabhängige Veränderung der Temperaturverteilung über die Probestablänge berücksichtigt.

C. Appaly¹⁹⁾ untersuchte die Dauerstandfestigkeit einer Schweißverbindung von Flußstahl I (35 bis 44 kg/mm² Zugfestigkeit) mit 0,085 % C, Spur Si, 0,47 % Mn, 0,017 % P und 0,036 % S. Die Elektroschweißung wurde mit einem stark umhüllten Schweißdraht annähernd gleicher chemischer Zusammensetzung von einem geübten Schweißer ausgeführt. Den Dauerstandversuchen bei 400° wurden das reine Kesselblech, Stäbe mit 6 über die Meßlänge gleichmäßig verteilten X-Schweißnähten, sowie der Schweißdrahtwerkstoff im Anlieferungszustand und nach dem Niederschmelzen unterworfen. Der niedergeschmolzene Schweißdrahtwerkstoff zeigte geringeren Widerstand gegen das Fließen als das ungeschweißte Flußstahlblech. Die geschweißten Proben hatten einen etwas höheren Fließwiderstand als der ungeschweißte Werkstoff. Appaly vermutete, daß dieses Verhalten durch Schweißspannungen und durch Besonderheiten im Gefüge begründet sei.

In einer weiteren Veröffentlichung berichten C. Appaly und F. Sauerwald²⁰⁾ über Versuche zur Aufklärung dieses Verhaltens. Sie untersuchten Probestäbe aus dem Kesselblech und geschweißte Proben nach drei verschiedenen Glühungen, und zwar

nach Normalglühen bei 930°, nach einhalbstündigem Glühen bei 650°, um die Schweißspannungen zu beseitigen, und den ungeschweißten Werkstoff nach einstündiger Glühung bei 1100°, um den Einfluß einer Kornvergrößerung zu bestimmen. Nach dem Normalglühen zeigten die geschweißten Stäbe ungefähr den gleichen Widerstand gegen Fließen wie die Vergleichsstäbe aus Vollblech, d. h. der durch das Normalglühen erfolgte Spannungsausgleich und die eingetretenen Gefügeänderungen brachten die Dauerstandfestigkeit der geschweißten Stäbe ungefähr auf den Wert, der aus den Versuchen an ungeschweißten Blechstäben und dem reinen Schweißgut zu erwarten wäre. Aus den Versuchen nach dem Spannungsfrei-glühen, durch das das Gefüge unbeeinflusst blieb, ergab sich, daß die Schweißspannungen ungefähr die Hälfte der Dauerstandfestigkeitssteigerung verursacht hatten. Die durch das Normalglühen bewirkte Gefügeänderung erwies sich bei der metallographischen Prüfung als eine Angleichung der vorher sehr viel kleineren Korngröße im Schweißgut und den Uebergangszonen an die Korngröße des ursprünglichen Kesselblechs. An dem bei 1100° grobgeglühten Kesselblech konnten Appaly und Sauerwald eine Verringerung der Dauerstandfestigkeit mit der Korngröße feststellen.

Mit dieser Feststellung glauben die Verfasser sich im Widerspruch zu den Ergebnissen der Arbeit von W. Enders²¹⁾, der an zwei unlegierten Stählen bei 500° eine Erhöhung der Dauerstandfestigkeit mit zunehmender Korngröße feststellte, und versuchen, dies durch die Unterschiede im Kohlenstoffgehalt der untersuchten Stähle zu erklären. Dazu ist zu bemerken, daß Enders seine Versuche bei 500° durchführte und Appaly und Sauerwald bei 400°. Aus den Arbeiten von White und Clark²²⁾ ist aber bekannt, daß unterhalb einer vom Werkstoff abhängigen Temperatur die feinkörnigen, darüber die grobkörnigen Proben größeren Fließwiderstand zeigen. Wie aus Versuchen der Berichterstatter hervorgeht, ist bei unlegiertem Stahl anscheinend unabhängig vom Kohlenstoffgehalt unterhalb 500° die Dauerstandfestigkeit des feinkörnigen Werkstoffes größer als die des grobkörnigen. Erst von 500° an scheint der grobkörnige Werkstoff höhere Dauerstandfestigkeiten zu zeigen als der feinkörnige.

Die Anwendbarkeit des von H. Juretzek und F. Sauerwald²²⁾ vorgeschlagenen Abkürzungsverfahrens, bei dem die Lage des Knickpunktes der Dehngeschwindigkeits-Belastungs-Kurve im doppeltlogarithmischen Koordinatensystem die Dauerstandfestigkeit kennzeichnen soll, konnte durch die vorliegenden Versuche, die teilweise bis über 700 h ausgedehnt wurden, bestätigt werden. Die Versuche ergaben, daß die Schweißung bei unlegierten Stählen bei guter Ausführung keine nennenswert geringere Dauerstandfestigkeit bei 400° als der ursprüngliche Blechwerkstoff aufweist.

A. E. White, C. L. Clark und R. L. Wilson²³⁾ berichten über Untersuchungen an fünf legierten Stählen, deren chemische Zusammensetzung, Wärmebehandlung und Härte in *Zahlentafel 1* zusammen mit denen eines zum Vergleich mituntersuchten unlegierten Stahles angegeben sind. Es handelt sich um Stähle, die zwischen 480 und 650°, einem Temperaturgebiet, in dem unlegierte Stähle nicht mehr verwendbar sind, die teureren hochlegierten, zunderfesten Stähle ersetzen sollen. Wie aus *Zahlentafel 2* hervorgeht, ist die Dauerstandfestigkeit der

¹⁷⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 9 (1935/36) S. 99/102 (Werkstoff-aussch. 345).

¹⁸⁾ Meßtechn. 11 (1935) S. 43/48.

¹⁹⁾ Metallwirtsch. 13 (1934) S. 320/22.

²⁰⁾ Metallwirtsch. 14 (1935) S. 858/61.

²¹⁾ Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 16 (1934) S. 159/67; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1232/33.

²²⁾ Z. Physik 83 (1933) S. 483/91; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 112.

²³⁾ Iron Age 134 (1934) Nr. 22, S. 14/17 u. 74.

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung, Wärmebehandlung und Brinellhärte der von A. E. White, C. L. Clark und R. L. Wilson untersuchten Stähle.

Bezeichnung	Chemische Zusammensetzung								Wärmebehandlung	Brinellhärte
	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %	Cr %	Mo %		
DM	0,07	0,72	0,42	0,014	0,015	—	1,24	0,54	geglüht bei 840°	123
4—6 Cr-Mo	0,10	0,18	0,45	0,017	0,015	—	5,09	0,55	geglüht bei 840°	128
C-Mo	0,16	0,23	0,47	0,016	0,015	—	—	0,42	geglüht bei 840°	126
MM 9	0,15	0,19	1,25	0,026	0,018	—	—	0,25	normalgeglüht bei 940° angelassen bei 650°	140
4615	0,14	0,28	0,53	0,019	0,016	1,85	—	0,25	normalgeglüht bei 940° angelassen bei 650°	149
C	0,15	0,23	0,50	0,025	0,029	—	—	—	geglüht bei 840°	126

Stähle recht unterschiedlich. Der Stahl DM ist oberhalb 510° den übrigen untersuchten Stählen weit überlegen, während unterhalb dieser Temperatur der Stahl MM 9 sich am besten verhält. Der unlegierte Stahl ist bis 480° den legierten Stählen gleichwertig.

Zahlentafel 2. Dauerstandfestigkeit der von A. E. White, C. L. Clark und R. L. Wilson untersuchten Stähle.

Stahl	Temperatur ° C	Belastung entsprechend einer Dehnung von		
		1 %/100 000 h kg/mm ²	1 %/10 000 h kg/mm ²	1 %/1000 h kg/mm ²
DM	427	14,0	20,4	29,9
DM	538	10,6	16,9	26,4
DM	593	3,0	4,8	7,6
DM	649	1,4	2,8	5,7
DM ¹⁾	704	0,5	1,3	2,7
4—6 Cr-Mo	427	10,0	15,5	23,9
4—6 Cr-Mo	538	4,9	7,2	9,1
4—6 Cr-Mo	649	0,6	1,8	3,7
C-Mo	427	10,9	18,3	31,3
C-Mo	538	7,5	12,5	20,5
C-Mo ¹⁾	593	1,9	4,9	10,6
C-Mo	649	0,3	1,4	2,9
C-Mo ¹⁾	704	0,2	0,6	1,3
MM 9	427	19,0	27,1	38,7
MM 9	482	14,8	22,1	32,7
MM 9	538	5,2	9,8	12,8
MM 9	649	0,3	0,8	1,8
4615	538	3,2	5,4	9,1
C	427	13,0	18,8	27,1
C	482	9,0	11,9	15,5
C	538	1,9	4,0	8,5
C	593	0,6	1,3	2,7
C	649	0,2	0,4	0,9

¹⁾ Kalorisiert.

Der Einfluß der Glühdauer auf die bei der Glühtemperatur festgestellte Kerbschlagzähigkeit erwies sich als unbedeutend. Nach den Dauerstandversuchen wurden an denselben Probestäben bei Raumtemperatur Zug- und Kerbschlagversuche sowie Gefügeuntersuchungen vorgenommen. Bei den Stählen, die bei Temperaturen bis zu 540° im Dauerversuch geprüft worden waren, zeigte sich keine Aenderung der mechanischen Eigenschaften. Bis 650° blieben die Stähle DM und 4—6 Cr-Mo unverändert, während die anderen Stähle weicher geworden waren. Eine Verringerung der Kerbschlagzähigkeit als Folge der langen Belastung bei hohen Temperaturen konnte im allgemeinen nicht festgestellt werden. Das Gefüge scheint durch die Belastung nicht wesentlich beeinflusst zu werden. Der Stahl 4—6 Cr-Mo war von Anfang an auf kugelförmigen Zementit geblüht. Bei den anderen Stählen zeigte sich erst bei Temperaturen von rd. 650° eine Zusammenballung des Zementits. Dieser Vorgang scheint bei dem unlegierten Stahl schneller vor sich zu gehen als bei den legierten Stählen DM, C-Mo und MM 9. Im allgemeinen sind die mechanischen Eigenschaften und das Gefüge der untersuchten perlitischen Stähle bis 540° unveränderlich. Bei 650° ist nur noch der Stahl 4—6 Cr-Mo völlig stabil.

Zunderungsversuche in der Praxis und im Glühofen unter Luftzutritt ergaben die Ueberlegenheit des Stahles 4—6 Cr-Mo. Bis 540° hatten alle untersuchten Werkstoffe recht gute Zunderungsbeständigkeit. Bei 680°, der höchsten Temperatur, bei der diese Werkstoffe noch anwendbar sind, war die Reihenfolge 4—6 Cr-Mo, DM, 4615, MM 9. Zum Schluß erörtern die Verfasser noch an Hand der Versuchsergebnisse die besonderen Anwendungsmöglichkeiten der untersuchten Legierungen.

I. Musatti und A. Reggiori²¹⁾ untersuchten 15 Stähle auf ihre Eignung für Ventile von Verbrennungsmotoren. Sie führten folgende Untersuchungen durch: Warmversuche zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit von 500° an aufwärts, und

²¹⁾ Metallurg. ital. 26 (1934) S. 475/98, 569/99, 675/89 u. 765/93.

zwar Dauerstandversuche und Dauerschlagversuche; Zunderungsversuche oberhalb 700° in Gasen, die den Verbrennungsgasen der Motoren ähnlich sind; Untersuchungen der Veränderung der mechanischen Eigenschaften infolge langer Einwirkung hoher Temperaturen durch Kerbschlag- und Kurzzugversuche sowie durch mikroskopische Untersuchung der Werkstoffe unmittelbar nach der üblichen Wärmebehandlung und nach einer weiteren 300stündigen Glühung bei 750°; Bestimmung der Erwärmungs- und Abkühlungskurven, um kritische Punkte innerhalb des Betriebstemperaturbereiches

der Ventile zu ermitteln. Die chemische Zusammensetzung, Wärmebehandlung und mechanischen Eigenschaften der untersuchten Werkstoffe sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt.

Die Probestäbe von 100 mm Meßlänge werden durch einen Gewichtshebel belastet. Die Dehnungsmessung geschieht durch ein abgeändertes Martensches Spiegelgerät mit Fernrohrablesung, bei dem Dehnbeträge von 2 · 10⁻⁴% noch abgelesen werden können. Ein Röhrenofen, zu dessen Wicklungsmittelteil ein regelbarer Widerstand parallel geschaltet ist, läßt eine gleichmäßige Temperaturverteilung über die Meßlänge des Probestabes mit größten Temperaturunterschieden von 3° zu. Die Unveränderlichkeit der Temperatur wird dadurch erreicht, daß der Raum, in dem sich die gesamte Einrichtung befindet, auf gleichbleibender Temperatur gehalten und in der für alle Oefen gemeinsamen Hauptzuleitung ein Widerstand abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird, so daß der Mittelwert der von den Oefen aufgenommenen Energie genau gleichbleibt. Die Einrichtung hierzu zeigt schematisch Abb. 10.

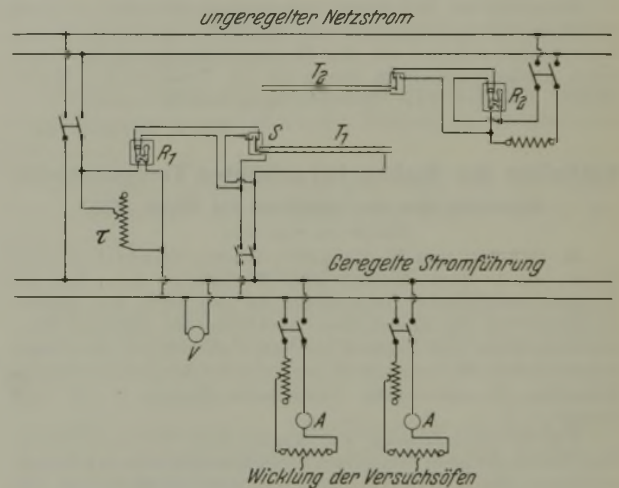


Abbildung 10. Schaltschema der Einrichtung zur Gleichhaltung der Versuchstemperatur (nach I. Musatti und A. Reggiori).

Parallel zu den Oefen liegt die Wicklung eines Ausdehnungsreglers T₁. Steigt die Spannung der Oefen, so steigt auch die Stromaufnahme des Reglers T₁ und damit seine Temperatur. Die eintretende Wärmedehnung bewirkt das Schließen des Kontaktes S und damit über ein Relais R₁ die Unterbrechung des Nebenschlusses des Widerstandes τ. Der Strom, der durch alle Oefen fließt, wird dadurch kleiner, ebenso der Strom im Regler T₁, der Kontakt S öffnet sich infolge der eintretenden Abkühlung des Reglers wieder, und der Widerstand τ wird wieder kurzgeschlossen. Da der Regler T₁ sehr empfindlich ist, erfolgt dieses Hin- und Herschalten zwischen dem durch den Widerstand gedrosselten und dem vollen Ofenstrom so häufig, daß die viel größere Trägheit der Versuchsofen ausreicht, um jede Temperaturschwankung von dem Probestab fernzuhalten. Die Verfasser geben an, daß die Temperatur des Probestabes auf 0,5° gleichbleibt. Die Temperatur wurde mit Thermoelementen gemessen, die mit den Probestäben in Berührung standen, und mit einem Potentiometerschreiber von Leeds & Northrup aufgezeichnet. Zur Regelung der Raumtemperatur dient der Ausdehnungsregler T₂, der über das Relais R₂ elektrische Heizöfen ein- oder ausschaltet. Die Raumtemperatur wurde mit Abweichungen von 1° unverändert gehalten.

Die Dauerstandversuche wurden folgendermaßen durchgeführt. Für jede Belastung und Temperatur wurde ein neuer Probestab eingebaut, auf Temperatur gebracht und 15 h auf Temperatur gehalten. Dann wurde die Last aufgebracht, und es wurden die Spiegel eingerichtet. Eine Minute nach der Belastung begann man mit der Ablesung der Dehnung. Bei 500, 600, 700 und 800°

Zahlentafel 3. Chemische Zusammensetzung, Wärmebehandlung und mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur der von I. Musatti und A. Reggiori untersuchten Ventilstähle.

Stahl Nr.	Chemische Zusammensetzung										Wärmebehandlung	Zugfestigkeit kg/mm ²	Streckgrenze kg/mm ²	Dehnung ($l = 5,65 \cdot \sqrt{F}$) %	Einschnürung %	Kerbschlagzähigkeit ¹⁾ mkg/cm ²	Brinellhärte	
	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %	Cr %	W %	Mo %	Co %								Sonstiges
1	0,30	3,45	0,51	0,027	0,013	—	13,10	—	—	—	—	abgeschreckt von 1025 ⁰ in Oel, angelassen bei 800 ⁰	89,5	68,5	12,8	54,2	1,10	280
2	0,42	2,32	0,35	0,022	0,020	—	9,98	—	1,07	—	—	abgeschreckt von 1025 ⁰ in Oel, angelassen bei 800 ⁰	92,5	69,0	21,7	43,8	4,5	275
3	0,46	2,89	0,49	0,021	0,015	—	11,94	4,80	—	—	—	abgeschreckt von 1050 ⁰ in Oel, angelassen bei 800 ⁰	90,5	70,7	5,0	—	0,28	300
4	1,30	0,19	0,19	0,015	0,041	—	14,00	—	0,85	5,24	—	abgeschreckt von 900 ⁰ in Oel, angelassen bei 800 ⁰	93,0	56,7	8,35	8,2	1,5	280
5	0,34	0,26	0,38	0,007	0,014	19,95	14,49	—	—	—	—	bei 900 ⁰ geblüht, in Luft abgekühlt	75,2	—	30,8	46,3	9,2	210
6	0,64	0,31	0,27	0,016	0,014	—	4,23	20,09	—	—	V 1,13	abgeschreckt von 1050 ⁰ in Oel, angelassen bei 800 ⁰	95,2	64,7	2,5	3,0	1,0	285
7	0,27	2,12	0,54	0,014	0,003	7,28	19,52	4,70	—	—	—	bei 900 ⁰ geblüht, in Luft abgekühlt	93,0	52,2	27,8	38,7	5,8	265
8	0,08	0,59	0,32	0,019	0,003	8,09	20,46	—	2,49	—	—	bei 900 ⁰ geblüht, in Luft abgekühlt	73,5	43,4	32,5	25,0	4,0	225
9	1,20	0,05	0,40	0,023	0,020	—	13,50	—	1,15	1,15	Al 0,22	abgeschreckt von 900 ⁰ in Oel, angelassen bei 700 ⁰	84,5	—	11,8	18,5	0,8	265
10	0,45	1,67	1,36	0,018	0,010	27,80	14,77	4,01	—	—	—	geblüht bei 900 ⁰ , in Luft abgekühlt	81,6	55,0	21,4	38,0	4,7	230
11	0,43	0,87	1,03	0,016	0,011	14,45	12,16	1,99	—	—	—	geblüht bei 900 ⁰ , in Luft abgekühlt	86,8	57,0	27,5	40,8	6,8	240
12	0,29	Sp.	1,30	0,021	0,017	33,19	11,60	—	—	—	—	geblüht bei 900 ⁰ , in Luft abgekühlt	66,5	—	19,2	55,2	12,5	190
13	0,32	1,13	1,27	0,022	0,007	31,11	12,25	3,72	—	—	—	geblüht bei 900 ⁰ , in Luft abgekühlt	73,0	34,5	30,0	46,3	8,6	195
14	0,10	0,54	0,13	0,017	0,027	2,23	19,50	—	—	—	—	abgeschreckt von 970 ⁰ in Oel, angelassen bei 620 ⁰	73,0	52,1	25,0	59,0	10,0	230
15	0,39	0,04	0,22	0,025	0,014	10,43	4,23	20,54	0,12	—	—	abgeschreckt von 1200 ⁰ in Oel, angelassen bei 850 ⁰	146,5	122,8	6,0	13,7	1,6	385

1) Probe von 10 × 10 × 55 mm³ mit 2 mm tiefem Rundkerb.

wurden die Belastungswerte bestimmt, die einer Dehngeschwindigkeit von 1 · 10⁻³ %/h und 1 · 10⁻⁴ %/h zwischen der 80. und 100. Versuchsstunde entsprachen, ferner die Belastungen, die eine Gesamtdehnung von 0,1% in 100 h ergaben. Die Belastungen und zugehörigen Dehngeschwindigkeiten bzw. Gesamtdehnungen wurden in doppellogarithmischen Koordinaten aufgetragen. Die

sonders oberhalb 600⁰, daß die austenitischen Stähle den martensitischen und ferritischen überlegen sind.

Die Dauerschlagversuche wurden an einer umgeänderten Amsler-Schlagmaschine so ausgeführt, daß die Proben bei der Versuchstemperatur mit einer bestimmten, während des Versuchs gleichbleibenden Schlagarbeit und einer bei allen Versuchen gleichbleibenden Schlaggeschwindigkeit von 640 Schlägen je Minute bis zum Bruch beansprucht wurden. Für jeden Werkstoff wurde dann die Schlagarbeit in Abhängigkeit von der bis zum Bruch ertragenen Schlagzahl aufgezeichnet. Als Maß für die Widerstandsfähigkeit der Werkstoffe gegen Schlagbeanspruchung wurde die Schlagarbeit gewählt, die einen Bruch nach 400000 Schlägen herbeiführt. Aus Mangel an Probewerkstoff wurden die Versuchstemperaturen auf 650 und 800⁰ beschränkt. Die Ergebnisse sind in Abb. 13 und 14 dargestellt.

Für die Zuverlässigkeit der Ergebnisse der Dauerschlagversuche erwies es sich als sehr wichtig, die Proben sehr sorgfältig in Längsrichtung zu schleifen, da die geringen von Schleifen in der Querrichtung herrührenden Riefen die Dauerschlagfestigkeit sehr erheblich und bei verschiedenen Werkstoffen in verschiedenem Maße herabsetzten.

Die Zunderungsprüfung wurde in den Verbrennungsgasen von Fliegerbenzin vorgenommen, das mit 15% Luftüberschuß verbrannt wurde. Die Verbrennungsgase wurden durch einen regelbaren Widerstandsofen geleitet, in dem sich die Proben befanden. Die Versuche wurden bei 700, 800 und 900⁰ durchgeführt. Im allgemeinen zeigten die

Ergebnisse den günstigen Einfluß des Siliziums in Verbindung mit Chrom auf die Zunderbeständigkeit. Der Einfluß des Nickels ist wesentlich geringer, sehr gering der von Wolfram und Kobalt.

Die Beständigkeit der untersuchten Werkstoffe bei lang dauernder Einwirkung hoher Temperaturen wurde durch Kerbschlagprüfungen und Kurzzugversuche bei Raumtemperatur, 600, 700 und 800⁰ sowie durch mikroskopische Untersuchungen geprüft. Außerdem wurden mit der thermischen Differentialanalyse nach Roberts-Austen die kritischen Punkte bestimmt. Diese Prüfungen wurden an dem Werkstoff sofort nach der üblichen Wärmebehandlung sowie nach einer sich an diese anschließenden 300stündigen Glühung bei 750⁰ vorgenommen. Der mikrosko-

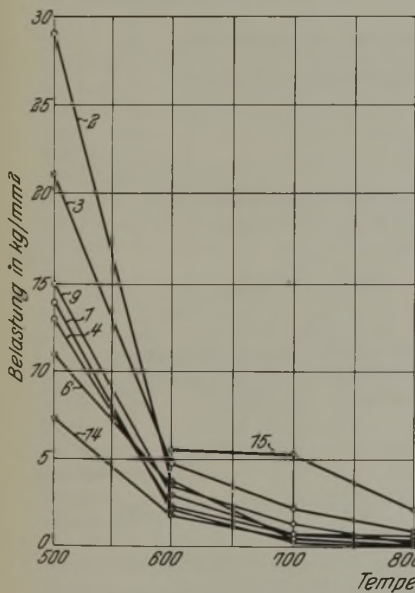


Abbildung 11. Dauerstandfestigkeiten der martensitischen Stähle entsprechend einer Gesamtdehnung von 0,1% in 100 h.

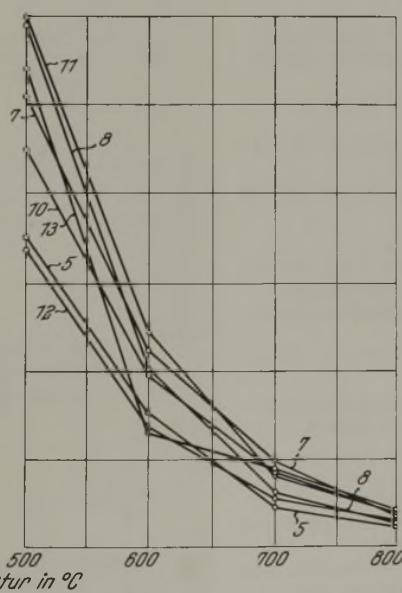


Abbildung 12. Dauerstandfestigkeit der austenitischen Stähle entsprechend einer Gesamtdehnung von 0,1% in 100 h.

Werte lagen recht gut auf Geraden, so daß die Interpolation der den oben festgelegten Bedingungen entsprechenden Belastungen leicht war. In Abb. 11 und 12 sind die Belastungen, die eine Gesamtdehnung von 0,1% nach 100 h hervorrufen, über der Temperatur aufgetragen. Diese Werte liegen zwischen denen, die sich für eine mittlere Dehngeschwindigkeit von 1 · 10⁻³ %/h und 1 · 10⁻⁴ %/h zwischen der 80. und 100. Versuchsstunde ergeben. Das Verhältnis dieser drei Werte untereinander ist jedoch für jeden Werkstoff ein anderes. Der Einfluß der verschiedenen Legierungselemente läßt sich aus den Versuchsergebnissen nicht sicher erkennen, weil die Stäbe in ihrer Zusammensetzung sehr stark voneinander abweichen. Jedoch zeigt sich deutlich, be-

pischen Untersuchung wurden außerdem noch die Probestäbe aus den Dauerstandversuchen unterworfen. Durch die lange Glühbehandlung wurde die Kerbzähigkeit mit Ausnahme zweier Stähle bei allen Werkstoffen mehr oder weniger herabgesetzt. Die Kurzversuche, die einheitlich mit einer Zerreißgeschwindigkeit von 1,1 mm/min, gemessen an den Einspannbacken der Maschine, durchgeführt wurden, ergaben ebenfalls wesentliche Veränderungen der Ergebnisse als Folge der langen Glühung bei 750°, doch nicht in so erheblichem Maße wie die Kerbschlagversuche. Im allgemeinen

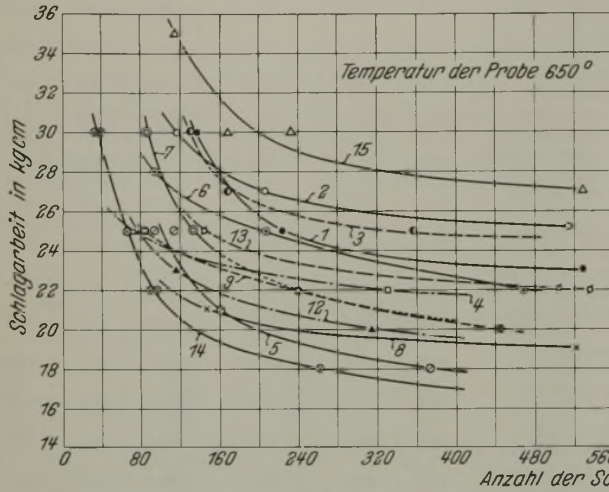


Abb. 13.

Abbildung 13 und 14. Ergebnisse der Dauerschlagversuche bei 650 und 800°.

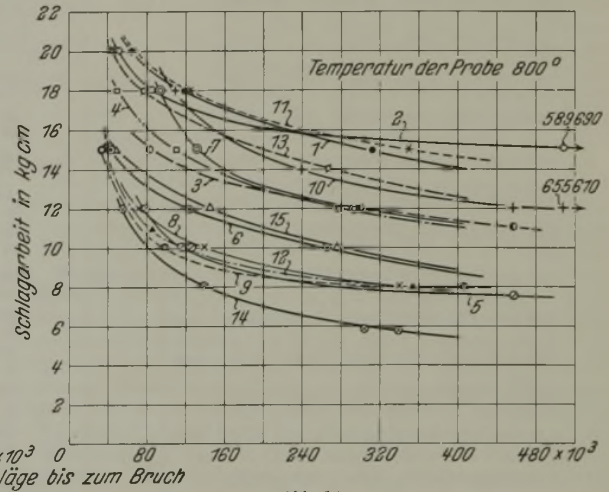


Abb. 14.

sank die Zugfestigkeit, während das Formänderungsvermögen stieg. Ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Kurzerreißversuche und denen der Dauerstandversuche besteht nicht. Die aus den Kurzerreißversuchen ermittelten Werte fallen mit der Temperatur langsamer als die im Dauerstandversuch gefundenen. Aus den Versuchen ergibt sich folgende Wertung der untersuchten Stähle.

Stähle, für höchste Beanspruchungen bei hohen Temperaturen geeignet:

- austenitischer Stahl mit 18% Cr, 8% Ni, 5% V und 2% Si (7), neigt bei langem Verweilen auf hoher Temperatur zu Sprödigkeit;
- austenitischer Stahl mit 15% Cr, 28% Ni, 4% W und 1,5% Si (10), Härte nicht sehr hoch;
- austenitischer Stahl mit 12% Cr, 14% Ni und 2% W (11), geringe Zunderbeständigkeit oberhalb 800°;
- austenitischer Stahl mit 12% Cr, 31% Ni, 4% W und 1,2% Si (13), sehr geringe Härte.

Stähle mit mittelmäßigen Eigenschaften:

- austenitischer Stahl mit 20% Cr, 8% Ni und 2,5% Mo (8), mittelmäßige Eigenschaften, keine besonderen Mängel;
- Silchromstahl C (3), niedrige Kerbschlagzähigkeit bei Raumtemperatur;
- austenitischer Stahl mit 12% Cr und 33% Ni (12), sehr geringe Härte;
- austenitischer Stahl mit 15% Cr und 20% Ni (5), geringe Härte;
- Silchromstahl B (2), sehr geringe Dauerstandfestigkeit.

Stähle, die für den Bau von Auslaßventilen wenig geeignet sind:

- Silchromstahl A (1), geringe Dauerstandfestigkeit;
- Chrom-Kobalt-Stahl (4), geringe mechanische Festigkeit und Zunderbeständigkeit, kritischer Punkt bei 820°;
- Schnellarbeitsstahl (6), mäßige mechanische Festigkeit, sehr geringe Zunderbeständigkeit, kritischer Punkt bei 770°;
- nichtrostender Chrom-Molybdän-Aluminium-Kobalt-Stahl (9), geringe mechanische Festigkeit, sehr geringe Zunderbeständigkeit, kritischer Punkt bei 780°;
- Wolfram-Nickel-Chrom-Stahl (15), sehr geringe Zunderbeständigkeit, kritischer Punkt unter 800°.

Die Zusammenstellung läßt die erhebliche Ueberlegenheit der austenitischen Stähle, bei denen ein Wolframzusatz zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit bei höheren Temperaturen und Silizium zur Verbesserung der Zunderbeständigkeit wesentlich beitragen, insbesondere für höchste Beanspruchungen bei höchsten Temperaturen, deutlich erkennen.

R. W. Bailey²⁵⁾ gibt eine ausführliche analytische Behandlung der Spannungs- und Dehnungsverhältnisse unter

beliebig zusammengesetzten Beanspruchungen für den Fall, daß Kriechen des Werkstoffes eintritt. Einleitend weist er besonders darauf hin, daß es nicht möglich sei, einen Wert als Dauerstandfestigkeit für einen Werkstoff anzugeben und mit diesem zu rechnen, wie man es beim elastischen Verhalten der Werkstoffe gewohnt ist. Da für den Konstrukteur die bleibende Gesamtdehnung am Ende der veranschlagten Gebrauchsdauer eines Werkstückes der maßgebliche Wert ist, sucht Bailey für eine Reihe von Belastungen die Temperaturen, bei denen nach 100 000 h

eine bestimmte bleibende Dehnung, z. B. 0,1%, erreicht ist. Zu diesem Zweck werden die in Versuchen bis zu 1500 h Dauer bei einer bestimmten Belastung und verschiedenen Temperaturen gefundenen Dehnungen über dem Logarithmus der Zeit aufgetragen, und es wird entweder direkt oder, wenn nötig, durch Extrapolation die Zeit bis zum Erreichen von 0,1% bleibender Dehnung ermittelt. Die Versuchstemperaturen werden in Abhängigkeit

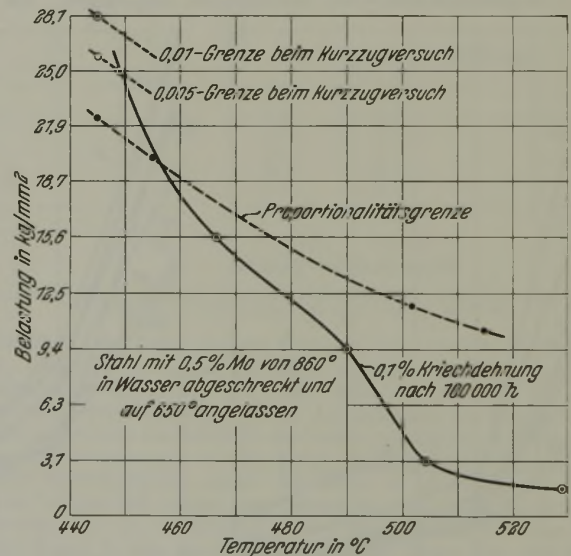


Abbildung 15. Belastungs-Temperatur-Schaubild für 0,1% Kriechdehnung nach 100 000 h. (Zum Vergleich sind die im Kurzversuch ermittelten Proportionalitäts-, 0,01- und 0,005-Grenzen eingezeichnet.)

vom Logarithmus der Zeit, die zum Erreichen von 0,1% Dehnung nötig ist, aufgetragen, und es wird dann für jede Belastung die Temperatur extrapoliert, bei der diese Dehnung nach 100 000 h erreicht wird. Durch Auftragen der Belastungen über den so ermittelten Temperaturen ergibt sich dann die in Abb. 15 dargestellte Abhängigkeit der Temperatur und Belastung für eine bleibende Dehnung von 0,1% in 100 000 h. In derselben Weise kann diese Beziehung natürlich auch für jede beliebige andere zulässige Dehnung und Lebensdauer bestimmt werden, doch darf bei der Beurteilung der Ergebnisse nicht außer acht gelassen werden, daß sie durch sehr weitgehende Extrapolationen erhalten werden, die durch die zweifache Uebertragung in einfach logarithmischen Koordinaten nicht sicherer werden.

²⁵⁾ Proc. Instn. Mech. Engr. demnächst.

Die Dehngeschwindigkeit, die nach der vorgesehenen Dehnung und Lebensdauer vorhanden ist, bestimmt Bailey durch Auftragen des Logarithmus der gemessenen oder extrapolierten Dehngeschwindigkeit bei Erreichen dieses Dehnungswertes über dem Logarithmus der Zeit.

Großen Wert legt Bailey auf die Berücksichtigung der Aenderung der Eigenschaften durch die lange Einwirkung der Temperatur. Es zeigte sich, daß nach Glühungen bis zu 20 h bei 650° der Fließwiderstand des Werkstoffes über, nach längerer Glühdauer unter dem Anfangswert liegt. In Abb. 16 ist die Zeit bis zum

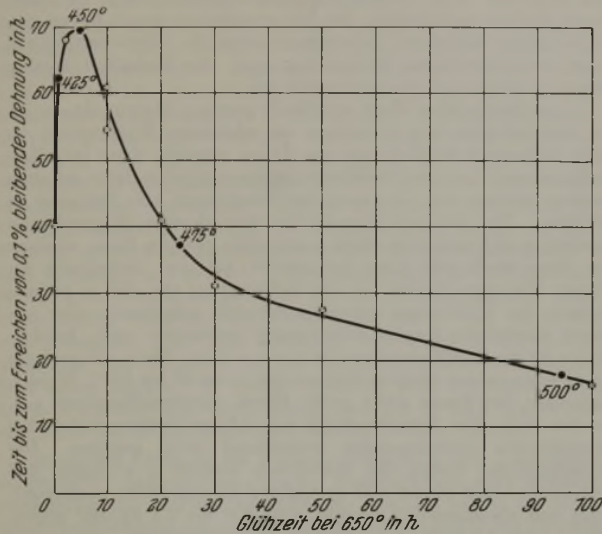


Abbildung 16. Zeit bis zum Erreichen von 0,1% Kriechdehnung in Abhängigkeit von der Glühdauer bei 650°.

Erreichen von 0,1% bleibender Dehnung als Maß für den Fließwiderstand über der Glühzeit bei 650° aufgetragen. Auf Grund der Annahme, daß das früher von ihm gefundene Zeitgesetz²⁶⁾ für

die Zusammenballung des Zementits $t = A e^{\frac{e}{T}}$, worin t die Zeit, A eine Konstante, e die Basis der natürlichen Logarithmen und T die absolute Temperatur bedeuten, allgemein für Gefügeänderungen gilt, und daß jedem Gefügestand immer dieselben mechanischen Eigenschaften zugeordnet sind, hat er berechnet, welche Glühzeiten bei 650° dieselbe Wirkung auf den Fließwiderstand haben wie eine 100000stündige Beanspruchung bei 425, 450, 475 und 500°. In Abb. 16 sind diese Punkte auf der Fließwiderstandslinie angegeben. Daraus ist ersichtlich, daß bei dem gezeigten Beispiel die 100000stündige Einwirkung einer Temperatur von 475° noch keine nennenswerte Verringerung des Fließwiderstandes gegenüber dem Anfangszustand des Werkstoffes bewirkt.

Bailey führte weiter Versuche mit abnehmender Belastung durch derart, daß nach Aufbringen einer bestimmten Last diese so vermindert wurde, daß die Länge des Probestabes unverändert blieb. Diese Versuchsart entspricht ungefähr der Belastung von Schraubenbolzen im Betrieb, die einmal angezogen werden und deren Spannung durch das Kriechen langsam abgebaut wird. Bei diesen Versuchen fand er, daß die Abhängigkeit des Kriechens von der Belastung durch das Gesetz $C = A f^n$ dargestellt werden kann, wobei C die Dehngeschwindigkeit, f die Belastung und A und n für jeden Werkstoff versuchsmäßig zu ermittelnde Konstanten sind.

Durch Versuche an Bleirohren unter Innendruck bei gleichzeitiger Verdrehungsbeanspruchung bei Raumtemperatur und Versuche an dünnwandigen unlegierten Stahlrohren unter zusammengesetzter Verdrehungs- und Zugbeanspruchung verfolgte er das Kriechen bei zusammengesetzten Beanspruchungen und fand, daß das Kriechen in Richtung der drei Hauptspannungen $X Y Z$ einem für alle drei Richtungen ähnlichen Gesetz gehorcht, das z. B. für die Dehngeschwindigkeit C_x in Richtung der Hauptspannung X

$$C_x = \frac{A}{2} \left[\frac{1}{2} (X - Y)^2 + \frac{1}{2} (Z - Y)^2 + \frac{1}{2} (Y - Z)^2 \right]^m \left[(X - Y)^{n-2m} - (Z - X)^{n-2m} \right]$$

lautet, worin A , m und n Konstanten sind. Für einfache Zugbeanspruchung (X und $Z = 0$) geht die Gleichung in die Form

²⁶⁾ R. W. Bailey und A. M. Roberts: Proc. Instn. Mech. Engr. 122 (1932) S. 209/84.

$C_x = A X^n$ über. Unter Benutzung dieser Gesetzmäßigkeiten bestimmt Bailey die Verteilung von Spannungen und Kriechdehnungen an einer Reihe von Bauteilen für Hochtemperatur-Dampfkraftanlagen.

Das Kriechen als Gesamterscheinung wie auch die Einzelvorgänge, die seinen Verlauf beeinflussen (Zusammenballung des Zementits, Kristallholung, Rekristallisation und Ausscheidungsvorgänge), sind noch sehr wenig geklärt. Solche Rechnungen bauen sich daher auf sehr grob vereinfachenden Annahmen und, soweit sie die nach langen Betriebszeiten zu erwartenden Verhältnisse zu bestimmen versuchen, auf sehr weitgehenden und unsicheren Extrapolationen auf.

Eine ausführliche, 108 Veröffentlichungen umfassende Schrifttumszusammenstellung über die „Dauerstandfestigkeit metallischer Werkstoffe und ihre Anwendung durch den Konstrukteur“ gibt D. W. Rudorff²⁷⁾.

Anton Pomp und Walter Länge.

Entwicklungswege feuerfester magnesiahaltiger Steine.

In einem ausführlichen Berichte beschäftigt sich L. Litinsky¹⁾ mit der letzten Entwicklung der magnesiahaltigen feuerfesten Baustoffe, deren Ziele Erhöhung der Temperaturwechselbeständigkeit, zum Teil Erhöhung der Druckfeuerbeständigkeit, Verbesserung des Widerstandes gegen saure Schlacken, Herabsetzung der Herstellungskosten und im Zusammenhang hiermit Heranziehung solcher Ausgangsstoffe sind, die bisher weniger in Betracht kamen.

Die Verringerung der Temperaturwechselempfindlichkeit und Erhöhung der Druckfeuerbeständigkeit der reinen Magnesiterzeugnisse wird auf verschiedenen Wegen versucht. Die vor einigen Jahren auf dem Markt erschienenen Radex-Steine haben eine sehr gute Temperaturwechselbeständigkeit. Die Meinungen darüber, worauf diese gute Temperaturwechselbeständigkeit zurückzuführen ist, sind geteilt²⁾. Nach einem englischen Patent³⁾ wird der den feuerfesten Grundstoff bildenden Sintermagnesia eine geringe Menge reines Aluminiumoxyd, vorteilhaft 2 bis 6%, oder eine entsprechende Menge Tonerde oder Bauxit zugesetzt. Außerdem wird im Satz ein bestimmtes Korngrößenverhältnis eingestellt. Ähnliche Eigenschaften und ein ähnliches Verhalten wie Radex weist auch der Lovinit-I-Stein auf. Sein Magnesiumoxydgehalt ist mit 85% etwa der gleiche wie beim Radex-A; seine Druckfeuerbeständigkeit ist etwas höher und die Ausdehnung geringer als bei anderen Magnesitsteinen. Sowohl beim Lovinit als auch beim Radex ist zur Vermeidung von Verwechslungen zu beachten, daß mit diesen Namen auch chromithaltige Magnesitsteine (Lovinit III, Radex-E) bezeichnet werden. Gänzlich andere Wege wurden schon früher bei dem Magnesidon-Stein des Dynamidon-Werkes eingeschlagen, der, um eine bessere Druckfeuerbeständigkeit zu erhalten, aus flußmittelärmeren Magnesiten hergestellt wird. Viel schwieriger war aber die Erzielung einer befriedigenden Temperaturwechselbeständigkeit. Jahrelange umfangreiche Versuche führten dann zu zwei Verfahren, temperaturwechselbeständige Magnesitsteine herzustellen. Entweder wird geschmolzener Magnesit als Körnung und Staub verwendet⁴⁾, oder die Magnesia wird nach einem besonderen Verfahren⁵⁾ dicht gesintert und dann ebenso weiter auf Steine verarbeitet. Eine bemerkenswerte Steigerung der Temperaturwechselbeständigkeit wurde in Rußland dadurch erreicht, daß der im Lichtbogenofen in Einsätzen von 3 bis 14 t geschmolzene Magnesit nach entsprechender Zerkleinerung mit einer Masse gebunden wurde, die man ebenfalls aus diesem geschmolzenen Magnesit, jedoch durch Naßvermahlung, erhielt.

In einigem Zusammenhang mit der Verringerung der Temperaturwechselempfindlichkeit der Magnesitsteine steht auch die Herstellung der ungebrannten Magnesitziegel, denn es soll wiederholt beobachtet worden sein, daß solche unter hohem Druck aus Sintermagnesit geformten und dem üblichen Brand in keramischen Brennöfen nicht unterworfenen Magnesitsteine weniger zur Absplitterung neigen als die üblichen gebrannten

²⁷⁾ Z. VDI 79 (1935) S. 453/58.

¹⁾ Ber. dtsh. keram. Ges. 16 (1935) S. 565/96; 15ème Congrès de Chimie industrielle Bruxelles 22-28 Septembre 1935, Communication No. 149.

²⁾ K. Endell: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 759/63 u. 856; vgl. Glastechn. Ber. 11 (1933) S. 178/82; H. Salmang und K. Schnitzler: Ber. dtsh. keram. Ges. 14 (1933) S. 61/84; P. Budnikoff u. B. Pines: J. Amer. Ceram. Soc. 18 (1935) Nr. 4, S. 125.

³⁾ Englisches Patent Nr. 418 580 (1933).

⁴⁾ DRP. Nr. 437 406 (1923).

⁵⁾ DRP. Nr. 460 418 (1923).

Magnesitsteine. Es ist nicht ohne weiteres einzusehen, warum die besseren Eigenschaften solcher Steine gerade auf das Fehlen des zweiten Brandes zurückzuführen sind. Wahrscheinlich wirken hier die Zusätze, der hohe Druck, die Körnung usw. ein. Der Vorteil wird wohl (für den Erzeuger) vor allem in der Ersparnis der Brandkosten liegen.

Mit Steigerung des Preßdruckes nimmt die mechanische Festigkeit des Formlings zu, die Porigkeit und die Schwindung des Steines werden kleiner, und die Kristallisation während des Brandes wird infolge der engeren Berührung der Teilchen begünstigt. Der durchschnittliche Preßdruck beträgt bei Magnesitsteinen ungefähr 1000 kg/cm^2 .

Diejenigen österreichischen und ungarischen Magnesitunternehmungen, die das Wettrennen zur Erzielung möglichst hoher Abschreckzahlen der Ziegel nicht mitgemacht haben, sind nicht abseits der Entwicklung geblieben. Wenn auch diese Unternehmungen von Natur aus durch Rohstoffe begünstigt sind, die bei richtig geleitetem Sinterbrand eine weitgehende Periklasbildung bewirken, so mußten sie nach doppelter Richtung eine gründliche Arbeit leisten mit dem Ziel einer besseren Verwendbarkeit der gewöhnlichen Erzeugnisse und der Schaffung von Sondersteinen mit verbesserter Temperaturwechselbeständigkeit. Es wurden bereits günstige Ergebnisse erreicht. Die Druckfeuerbeständigkeit weist, wie sich aus umfangreichen Zahlenunterlagen ergibt, hier bei einigen Steinsorten Zahlen auf, die solche Werte mancher anderer Sondersteine übertreffen. Ferner haben diese Erzeugnisse im allgemeinen eine niedrigere Porigkeit als manche englischen, spanischen, norwegischen, amerikanischen und zum Teil auch deutschen Magnesitsteine. Durch den langen und hohen Brand werden Steine mit weitgehend verminderter Nachschwindung erzielt.

Als Gradmesser der Temperaturwechselbeständigkeit wird im allgemeinen die Anzahl der von einem wiederholt erhitzten Stein bis zum Abplatzen einer gewissen Menge ausgehaltenen Abschreckungen angesehen. Für Vergleichsversuche mögen vielleicht alle derartigen Verfahren gewisse Dienste leisten; störend ist aber die Verschiedenheit in einzelnen Ländern. Für manche Verwendungszwecke, so z. B. für die so wichtige Zustellung der Brennerköpfe von Siemens-Martin-Ofen, ist der Wert dieser Verfahren zweifelhaft, weil die Betriebsbeanspruchung der Steine an dieser Stelle durch wiederholtes Abschrecken von 900° mit kalter Preßluft nicht im entferntesten nachgeahmt wird. Die Prüftemperaturen sind bei diesen Verfahren zu niedrig, und außerdem verhält sich der Stein im Betriebe unter dem Einfluß der Schlacken, Stäube und Dämpfe anders als der frisch dem keramischen Brennofen entnommene Stein. Aus diesem Grunde verdient das Schaeffersche Verfahren⁶⁾ der Temperaturwechselprüfung Beachtung, weil es in dieser Hinsicht den Verhältnissen des Betriebes besser angepaßt ist.

Für das Prüfverfahren zur Ermittlung der Druckfeuerbeständigkeit gilt sinngemäß dasselbe wie für die Temperaturwechselbeständigkeit. Das Verfahren selbst ist zwar, wenn auch nicht einheitlich international, genormt⁷⁾, es nimmt aber wenig Rücksicht auf das eigentümliche Verhalten der Magnesitsteine beim Druckerweichen. Verwechslungen des t_0 -Wertes (Temperatur des scheinbaren Druckerweichungsbeginns) mit dem t_a -Wert (Temperatur, bei der der Probekörper um 3 mm abgesunken ist) sind nicht selten. Der Wert t_0 ist zwar in den Normen nicht festgelegt, wäre aber bei solchen Steinen entsprechend zu berücksichtigen, bei denen t_a infolge rascherer Erweichung ganz oder beinahe mit dem t_0 -Werte zusammenfällt und deshalb, wie es bei Magnesitsteinen häufig der Fall ist, in dem kurzen Zeitabschnitt nicht sehr genau beobachtet werden kann. Deshalb erscheint es am zweckmäßigsten, stets das Kurvenblatt selbst zu betrachten.

Bei der Beurteilung der chemischen Widerstandsfähigkeit von Magnesitsteinen spielen zahlreiche Umstände eine Rolle, so daß es in vielen Fällen außerordentlich schwierig ist, die eigentliche Ursache der Zerstörung einwandfrei festzustellen. Bei der zunehmenden Verwendung von eisenarmen Magnesitsteinen hat man die Beobachtung gemacht, daß sie im allgemeinen schlackenbeständiger und zuweilen auch bei sauren Schlacken gut brauchbar sind. Da die Ofenatmosphäre von großer Bedeutung für die Verschlackung eines feuerfesten Mauerwerkes ist, zumal bei Anwesenheit von Eisen in irgendeiner Form, ist auch nicht allgemeingültig zu entscheiden, ob eisenarmer oder eisenhaltiger Magnesitstein vorteilhafter ist. Denn abgesehen von der Herstellungsart zeigen Steine mit gleichem Eisengehalt ein verschiedenes Verhalten je nach dem Anteil der anderen Flußmittel.

Den Anstoß zu mancher neuen Arbeitsweise bei der Verarbeitung von reinem Magnesit als Ausgangsstoff gab der Wunsch, auch solche (z. B. griechische oder südslawische) Magnesite leichter ohne Anwendung von Drehöfen sintern zu können, die nicht genügend Eisenoxyd enthalten. Nach dem Alterra-Verfahren⁸⁾ wird kalk- und kieselsäurearmen oder -freien Rohstoffen als Flußmittel Kalziumferrit zugeschlagen, wodurch Sinterung und Kristallisation zu Periklas bei etwa 1400 bis 1600° schon nach kurzer Zeit sichtbar einsetzen. Das gleiche Ergebnis läßt sich durch Zusatz von Magnesiumferrit erzielen. Auch eine aus Dolomit abgeschiedene Magnesia läßt sich zu feuerfesten Steinen verarbeiten. Im Laboratoriumsversuch haben sich solche Steine bewährt. Erfahrungen über die Wirtschaftlichkeit einer betriebsmäßigen Herstellung und das Verhalten solcher Steine im Betriebe liegen noch nicht vor.

Das Dynamidon-Werk empfiehlt porige Magnesitsteine als Arbeitsfutter, was allerdings im schärfsten Widerspruch zu allen bisherigen Erfahrungen zu stehen scheint; denn im allgemeinen glaubt man, daß feuerfeste Steine möglichst dicht gehalten werden müssen, um sie gegen das Eindringen von Schlacke zu schützen. Bei dem als Porosidon bezeichneten Magnesitstein handelt es sich nicht um einen schlechthin porigen Stein, sondern um einen Stein mit einer besonderen Art und Gestaltung der Poren. Man ging hierbei von der Ueberlegung aus, daß in porigen Steinen die Hohlräume entweder für sich geschlossen oder nur durch allerfeinste Kanäle miteinander verbunden sind. Infolgedessen ist die Kapillarwirkung in einem solchen Stein viel geringer als in sogenannten dichten Steinen mit etwa 10 bis 12 % Wasseraufnahme, bei denen nicht große Poren, sondern Kapillare vorhanden sind. Die Betriebserfolge mit solchen Steinen haben den theoretischen Ueberlegungen weitgehend recht gegeben. Der wirtschaftliche Vorteil des Porosidons besteht u. a. darin, daß man hierbei mit einem viel geringeren Steingewicht auskommt, denn sein Raumbgewicht beträgt etwa $2,0$ bis $2,1 \text{ kg/dm}^3$ gegenüber $2,7$ bis $2,8 \text{ kg/dm}^3$ bei dichten Magnesitsteinen.

Neben den aus reiner Magnesia hergestellten Steinen verdient eine Reihe von Magnesitsteinen mit Chromerzszusatz Beachtung. Versuche mit Chromerzbeimischung wurden zuerst bei der Verarbeitung kanadischen Dolomits gemacht, um die ursprünglichen Schwierigkeiten — hohe Schwindung und niedrige Festigkeit in der Wärme — zu beseitigen. Der Zusatz von Chrom zu Magnesit wird immer beliebter. Er schwankt in weiten Grenzen und wird je nach den Verhältnissen so bemessen, daß der Chromoxydgehalt im fertigen Stein 20 bis 40 %, zuweilen auch darüber, beträgt. Die Herstellung der Chrommagnesiaziegel entspricht derjenigen der Magnesitsteine, nur wird das Chromerz nicht vorgebrannt. Das Chromerz muß möglichst viel Chromoxyd und wenig Kieselsäure aufweisen. Das Druckerweichungsverhalten der Chrommagnesitsteine wird stark durch die Zusammensetzung und die Herstellungsart beeinflusst. Die Chrommagnesitziegel, zu denen auch der Radex-E-Stein gehört, sind im Gegensatz zu Magnesitsteinen im allgemeinen beständig sowohl gegen basische als auch in bedeutendem Maße gegen saure Schlacken. Mit den Radex-Ofen-Steinen⁹⁾ sind bemerkenswerte Erfolge im Siemens-Martin-Ofen erzielt worden. Der temperaturwechselbeständige Chrom-Magnesit-Stein Lovinit III mit 40 % MgO der Westböhmisches Kaolinwerke wird in den hochbeanspruchten Teilen des Siemens-Martin-Ofens mit Erfolg angewendet. Wie Radex-E widersteht der Lovinit III basischen und sauren Schlacken. Er ändert durch Schlackenaufnahme seine Temperaturwechselbeständigkeit nicht. Zu den Chrommagnesitsteinen gehören auch die deutschen Chromodur-¹⁰⁾ und neuerdings Chromidon- sowie der englische Diazit-Stein.

Durch Zusatz von vorgebranntem Bauxit zu Chrommagnesitmassen hat S. Myschkin¹¹⁾ die Temperaturwechselbeständigkeit erhöhen können. Allerdings ging dabei die Kalt- und Abriebfestigkeit zurück. Auch war die Schlackenbeständigkeit bei reinen Chrommagnesitziegeln besser als bei solchen mit Bauxitzusatz.

Ähnliches Verhalten wie die Chrommagnesitsteine zeigen auch die im Schmelzfluß hergestellten Spinellsteine, wie z. B. Diamel. Mit Magnesiumoxyd geht Chromoxyd die Verbindungen $2 \text{ Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ und $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ ein. Beides sind Spinelle, aus denen im Grunde genommen die Chrommagnesitziegel bestehen; deshalb ist es nicht immer leicht, eine Grenze

⁸⁾ Oesterr. Pat. 134 624 (1933).

⁹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 201/06 (Stahlw.-Aussch. 289) u. S. 265/76 (Stahlw.-Aussch. 290).

¹⁰⁾ Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 900/01 (Stahlw.-Aussch. 236), 55 (1935) S. 201/06 (Stahlw.-Aussch. 289) u. S. 265/76 (Stahlw.-Aussch. 290).

¹¹⁾ Ogneupory 1934, Nr. 4, S. 243/48.

⁶⁾ Tonind.-Ztg. 54 (1930) S. 1223/25.

⁷⁾ DIN 1064 (1930).

zwischen diesen und den Spinellsteinen zu ziehen. Ein Spinellstein ist ferner Siemensit¹²⁾, der durch reduzierendes Schmelzen im offenen Lichtbogenofen gewonnen wird. Man erhält Spinell durch elektrisches Schmelzen eines aus Magnesia und Tonerde bestehenden stöchiometrischen Gemenges. Russische Versuche haben auch die Möglichkeit der Spinellsynthese aus Magnesiumoxyd und Ton (39 % Al_2O_3) bestätigt. Andere Versuche bezweckten die Herstellung der Spinelle im festen Zustande.

Auch mit feuerfesten Steinen aus Magnesiumsilikaten sind Versuche gemacht worden. Der Jacobit-Stein, ein vollständig kristallisiertes Magnesiumsilikat von der Formel Mg_2SiO_4 , hat sich bis jetzt infolge unzureichender Schlackenbeständigkeit nicht bewährt. Das amerikanische Bureau of Standards untersuchte eingehend verschiedene amerikanische Olivine¹³⁾. Die Versuchsergebnisse deuten auf eine gewisse Brauchbarkeit für feuerfeste Werkstoffe hin. In dem Forschungsinstitut von Harbison-Walker¹⁴⁾ wurden vergleichend Serpentin, Olivin und Talk auf ihre Brauchbarkeit für Forsterit-Steine untersucht; am geeignetsten erwies sich hierbei Olivin. Man erzielte im allgemeinen brauchbare Versuchswerte, nur hinsichtlich der Schlackenbeständigkeit sind die Angaben noch etwas unsicher. Während in den sonstigen Magnesitsteinen der Kieselsäuregehalt 2 bis 3 % beträgt und selten 5 % übersteigt, haben die norwegischen gelbfarbigen (2 % Fe) Snarumer Steine 16 bis 20 % SiO_2 . Diese Steine halten basischen Schlacken nicht stand. Der Stein, der sich in England und Polen bewährte, wäre somit in eine Übergangsstufe von Magnesit- zu den Forsterit-Steinen einzureihen. Nach einer Angabe von Loch¹⁵⁾ werden jetzt bei Snarum aus einem Werkstoff mit 4,6 % Fe_2O_3 und 9,3 % SiO_2 Ziegel von rotbrauner Farbe mit zahlreichen weißen Flecken erzeugt.

In groben Zügen ist die Rohstofffrage in der Industrie feuerfester magnesiahaltiger Erzeugnisse etwa dadurch gekennzeichnet, daß die brauchbaren oder als solche im allgemeinen angesehenen österreichischen Magnesite sich in den Händen der Magnesitvereinigung befinden. Griechische, neuerdings auch südslawische und türkische flußmittelarme Magnesite bieten beim Sintern gewisse Schwierigkeiten, für deren Bekämpfung verschiedene Maßnahmen teils bereits angewendet oder teils neu vorgeschlagen werden. Russische und mandchurische Magnesite erscheinen nur unregelmäßig auf dem Markt. Englische eisenärmere

und kieselsäurereichere amerikanische, kanadische, sudanesisch und norwegische Magnesite sind meist Gemenge mit anderen Stoffen und erfordern abweichende Herstellungsverfahren der Steine. Italienische eisenarme Magnesite haben den Ruf eines hohen Kieselsäuregehaltes. Dolomite werden zum Teil als Zusätze verwandt, zum Teil aber selbst mit Zusätzen vermennt und dann verarbeitet. Die besonders für Deutschland beachtliche Gewinnung der Magnesia aus Chlormagnesiumlauge der Karnallite hat sich nicht durchgesetzt, da das Erzeugnis nicht dicht genug war. Die in Rußland nach dem Saccharatverfahren¹⁶⁾ versuchte Abscheidung der Magnesia aus Dolomit ist umständlich und kostspielig. Ueber die Wirtschaftlichkeit der Steinherstellung aus Magnesia, die neuerdings aus dem Dolomit ausgeschieden wird, liegen noch keine Betriebserfahrungen vor. Außer der Karbonatform kommt das Magnesium in der Natur in großen Mengen als Silikat vor. Die bekanntesten Magnesiumsilikate sind Olivine, Enstatite, Serpentine, Talke und Dunite. Es ist nicht verwunderlich, daß mancher Erfindergedanke der Nutzbarmachung solcher Magnesiumsilikate für feuerfeste Zwecke galt.

Kongreß der internationalen Vereinigung für Brücken- und Hochbau.

Unter der Schirmherrschaft der deutschen Reichsregierung und dem Vorsitz des Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen, Dr.-Ing. F. Todt, findet der II. Kongreß der internationalen Vereinigung für Brücken- und Hochbau in der Zeit vom 1. bis 11. Oktober 1936 statt, und zwar vom 1. bis 8. Oktober in Berlin; den Verhandlungen soll sich eine Reise mit einem Schlußakt am 11. Oktober in München anschließen.

Für den Hüttenmann verdienen die Arbeitssitzungen mit den folgenden Verhandlungsgegenständen besondere Beachtung: Die Bedeutung der Zähigkeit des Stahles für die Berechnung und Bemessung von Stahlbauwerken, insbesondere von statisch unbestimmten Konstruktionen; Praktische Fragen bei geschweißten Stahlkonstruktionen; Theorie und Versuchsforschung der Einzelheiten der Stahlbauwerke für genietete und für geschweißte Konstruktionen; Anwendung des Stahles im Brücken- und Hochbau; Anwendung des Stahles im Wasserbau.

Anfragen wegen der Teilnahme sind für außerhalb Deutschlands wohnende Besucher an das Sekretariat der internationalen Vereinigung für Brücken- und Hochbau, Zürich, Eidgenössische Technische Hochschule, für innerhalb Deutschlands wohnende Besucher an den Deutschen Organisationsausschuß für den II. internationalen Kongreß für Brücken- und Hochbau, Berlin W 8, Pariser Platz 3, zu richten. Die Anmeldungen müssen bis spätestens 1. August 1936 erfolgt sein.

¹⁶⁾ Stroit. Materialy 1935, Nr. 5, S. 30/37.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 19 vom 7. Mai 1936.)

Kl. 7 a, Gr. 13, M 126 168. Doppelduozwerk. Maschinenfabrik Sack, G. m. b. H., Düsseldorf-Rath.

Kl. 7 a, Gr. 18, Sch 106 342. Walzwerk mit inneren und äußeren Stützwälzen für Bänder und Streifen. Schloemann, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 23, R 89 664. Vorrichtung zum selbsttätigen fortlaufenden Nachstellen der Walzen von Walzwerken. Reineke-Regler, Vertriebsgesellschaft m. b. H., Bochum.

Kl. 7 b, Gr. 4/40, R 90 900. Verfahren zum Lösen vorwiegend großer Rohre und Hohlkörper von Stoßdorn. Oskar Röber, Saarbrücken.

Kl. 12 e, Gr. 2/01, R 87 619. Vorrichtung zum trockenen Abscheiden von Staub aus Gasen. Dipl.-Ing. Josef Roll, Hamborn-Bruckhausen a. Rh.

Kl. 18 c, Gr. 8/50, K 138 580. Verfahren zur Erhöhung der Dauerstandfestigkeit von Bauteilen aus Stahl. Kohle- und Eisenerforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 18 d, Gr. 2/40, V 28.30. Verfahren zur Herstellung von Dauermagneten. Deutsche Edelmetallwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, C 47 972. Verfahren, um Eisen oder Stahl sicher gegen Korrosionsermüdung zu machen. Dr.-Ing. Nikolaus Christmann, Düsseldorf-Oberkassel.

Kl. 18 d, Gr. 2/30, K 132 964. Eisenlegierung für Schalenhartgußgegenstände. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

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

Kl. 24 k, Gr. 8, F 78 120. Einrichtung zur Ueberwachung der Wände von Feuerungen, Industrieöfen u. dgl. Dr. Fritz Fromm, Essen (Ruhr).

Kl. 31 c, Gr. 24/04, Sch 103 460. Durch An-, Um- oder Ausgießen hergestellte, insbesondere salzsäurebeständige, Verbundgußstücke. Schäffer & Budenberg, G. m. b. H., Magdeburg-Buckau.

Kl. 40 a, Gr. 46/40, O 21 860. Verfahren zur Verarbeitung vanadinhaltiger Konverterschlacken. Otavi, Minen- und Eisenbahn-Gesellschaft, Berlin.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 19 vom 7. Mai 1936.)

Kl. 7 a, Nr. 1 373 047. Maschine zum Auswalzen von Rohrluppen zu Rohren von kleinerem Durchmesser und geringerer Wandstärke. „Kronprinz“, A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohligs.

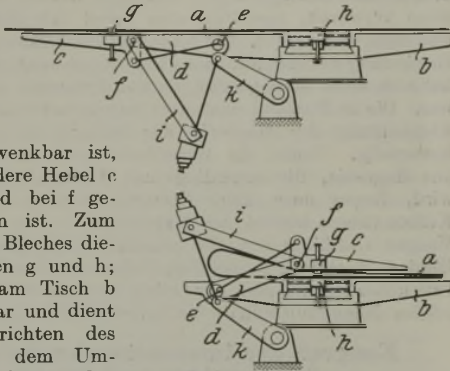
Deutsche Reichspatente.

Kl. 40 b, Gr. 14, Nr. 624 651, vom 11. November 1934; ausgegeben am 25. Januar 1936. Eisenwerk Wülfel in Hannover-Wülfel. *Angriffsbeständige Eisen-Nickel-Chrom-Legierung.*

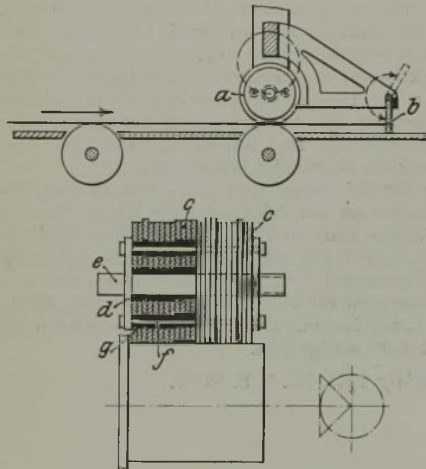
Die Legierung enthält etwa 27 bis 42% Ni, etwa 21 bis 22% Cr, etwa 58 bis 34% Eisen, Rest Vanadin, Molybdän, Tantal und Wolfram, wobei sich die Gehalte an Vanadin : Molybdän : Tantal : Wolfram wie etwa 1 : 1,5 : 2 : 3 verhalten. Die letztgenannten vier Grundstoffe können auch in folgenden Mengen enthalten sein: 0,4% V, 0,6% Mo, 0,7% Ta, 1,1% W. Das Tantal kann ganz oder teilweise durch Niob ersetzt werden.

Kl. 7 a, Gr. 10, Nr. 624 691, vom 2. November 1933; ausgegeben am 27. Januar 1936. Schloemann, A.-G., in Düsseldorf. *Vorrichtung zum Doppeln von Blechen.*

Das Blech a liegt mit einem Ende auf dem Tisch b und mit dem andern Ende auf den einknickbaren Hebeln c und d auf, von denen der Hebel d um den Drehpunkte nach oben schwenkbar ist, während der andere Hebel c mit dem Hebel d bei f gelenkig verbunden ist. Zum Festspannen des Bleches dienen die Klemmen g und h; Klemme h ist am Tisch b längs verschiebbar und dient auch zum Ausrichten des Bleches. Nach dem Umklappen des Bleches werden die beiden Blechhälften mit der Klemme h ausgerichtet und das Blech fertiggedoppelt, indem die Platte i durch Abwärtsbewegen der Hebel k und d nach unten gedrückt wird.



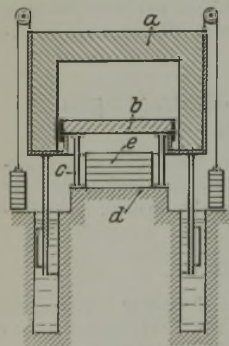
Kl. 7 a, Gr. 24₀₁, Nr. 624 692, vom 27. April 1932; ausgegeben am 27. Januar 1936. Tschechoslowakische Priorität vom 8. Mai 1934. Franz Skalsky in Mährisch-Ostrau (Tschechoslowakei). *Vorrichtung zum Bündiglegen von Walzgut in Rinnen, auf Kühlbetten, Rollgängen od. dgl.*



Die abhebbare Treibrolle a vor dem Anschlag b wird aus einzelnen nebeneinander angeordneten und radial verschiebbaren Scheiben oder Ringen c zusammengesetzt, die auch aus nachgiebigem Baustoff bestehen können. Diese werden unter Zwischenschaltung eines nachgiebigen Mittels d auf der sie tragenden Welle,

Trommel oder Nabe e gelagert. Sie können außerdem durch Bolzen f miteinander verbunden werden, wobei die entsprechenden Bohrungen ebenfalls eine Ausfütterung aus nachgiebigem Werkstoff g haben.

Kl. 18 c, Gr. 8₀₀, Nr. 624 914, vom 27. Mai 1932; ausgegeben am 31. Januar 1936. Zusatz zum Patent 565 527 [vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 309]. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz). *Blankglühofen.*



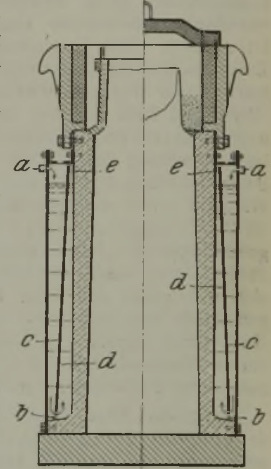
Der glockenförmig nach unten verlängerte anhebbare Ofendeckel a besteht in seinem oberen Teil aus einem die Wärme schlecht leitenden Werkstoff; er bildet die Decke und die Seitenwände des Ofenraumes. In diesem wird oberhalb des Glühgutes ein besonderer, von dem Deckel a unabhängiger Isolierdeckel b vorgesehen, der von Stützen c getragen wird; diese stehen auf der Ofensohle d. Beim Heben des Deckels a in seine höchste Lage kommt der Deckel b so mit Deckel a in Eingriff, daß der Ofenraum nach unten durch den Deckel b luftdicht abgeschlossen und das Glühgute an den Seiten nur von dem unteren, aus einem die Wärme gut leitenden Werkstoff bestehenden Teil des Deckels a umgeben wird.

Kl. 31 c, Gr. 18₀₁, Nr. 624 953, vom 12. Mai 1933; ausgegeben am 31. Januar 1936. Max Langenohl in Gelsenkirchen. *Verfahren zur Herstellung dünnwandiger gußeiserner Rohre mit weicher Außenhaut im Schleuderguß und hierzu dienende Einlage.*

Für Rohre, die gegen die Schreckwirkung der Kokille sehr empfindlich sind, wird der zur Wärmeisolierung dienende Auskleidungsstoff in Gestalt einer gewebeartigen Einlage in die Kokille eingeschoben und durch Schleuderkraft oder Einblasen von Druckluft oder Eigenfederung an die Kokillwand angelegt. Die Einlage kann aus einem Gewebe bestehen, das auf dem Gußstück eine korrosionshindernde Außenschicht bildet, oder aus einem feinmaschigen Netz von Metalldrähten oder auch aus mineralischen Stoffen wie Schlackenwolle oder Kieselgur.

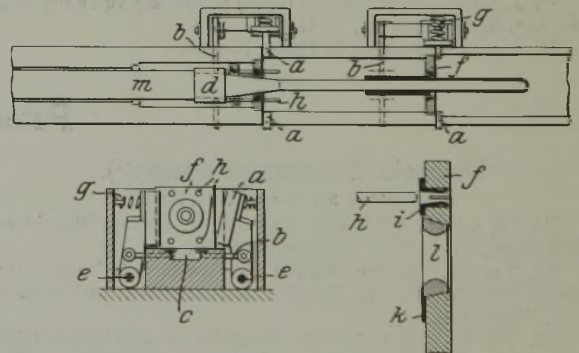
Kl. 31 c, Gr. 15₀₂, Nr. 625 013, vom 26. November 1932; ausgegeben am 1. Februar 1936. Dipl.-Ing. Theodor Strohmeier in Duisburg-Hamborn. *Stahlwerkskokille.*

Die Kokille hat eine sich im wesentlichen über die gesamte Blockhöhe erstreckende Kühlvorrichtung durch Wasser. Dieses tritt bei a ein und geht durch die unteren Oeffnungen b des inneren Blechmantels c in den Raum d. Nach dem Füllen des Behälters wird es abgestellt. Bei Beginn der Erstarrung des Blockes bildet sich im Raum d Dampf, der aber durch die obere ringförmige Oeffnung e nicht schnell genug entweichen kann, so daß sich der Flüssigkeitsspiegel senkt. Dadurch wird der Kokillenkopf nur mit Dampf gekühlt, der mittlere Kokillenteil mit geringen Mengen stark kochenden Wassers und der Kokillenfuß mit größeren Mengen Frischwassers. Nach längerer Kühlzeit wird die Dampftentwicklung geringer, der Wasserspiegel im Kühlraum steigt wieder, und jetzt kann der Block gleichzeitig über seine ganze Länge rasch und annähernd gleichmäßig stark zum Erstarren gebracht werden.



Kl. 7 b, Gr. 3₇₀, Nr. 625 034, vom 14. Februar 1933; ausgegeben am 3. Februar 1936. Oskar Röber in Saarbrücken. *Rohrstoßbank mit hintereinander angeordneten Ziehringen.*

Die an den Riegeln a angelegten Hebel b werden durch den untern Teil c des Schaftstangenkopfes d nach außen gedrückt. Sie schwenken dabei die Riegel a um die Achse e und entriegeln dadurch die Ziehringhalter f. Die Federn g drücken die Riegel a wieder in Sperrstellung. Die Bolzen h sind am Schaftstangenkopf



d befestigt und dienen zur Führung der Ziehringe oder der Ziehringhalter. Die Büchsen i der Ziehringhalter f federn, so daß die Halter f nicht von den Führungsbolzen h abrutschen. Die Lasche k verhindert das Herausfallen des Ziehringes l aus dem Halter f. Jeder Ziehling wird nach dem Durchgang des Werkstückes durch das Stoßgestänge m selbsttätig entriegelt und in Ziehrichtung mitgenommen, bei der Rückwärtsbewegung selbsttätig in die ursprüngliche Lage gebracht und verriegelt.

Kl. 18 a, Gr. 18₀₀, Nr. 625 038, vom 3. Januar 1933; ausgegeben am 3. Februar 1936. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, A.-G., in Höllriegelskreuth b. München. (Erfinder: Dr.-Ing. Ernst Karwat in Großhesselohe b. München.) *Verfahren zur gleichzeitigen Erzeugung von Roheisen oder Stahl und einer als Zement verwendbaren Schlacke.*

Das Erz wird z. B. in einem Drehofen mit den reduzierenden Gasen erwärmt und reduziert, die bei der nachträglichen Schmelzung des reduzierten Erzeugnisses und der Schlacke in einer besonderen Schmelzvorrichtung durch Vergasen des Brennstoffes mit Sauerstoff oder sauerstoffangereicherter Luft als Abgase entweichen und deren Temperatur durch Kühlung vor ihrem Eintritt in den Reduktionsofen so weit herabgesetzt wird, daß sie die Beschickung zwar noch reduzieren, aber nicht zu sintern vermögen.

Statistisches.

Die Roheisenerzeugung des Deutschen Reiches im April 1936¹⁾. — In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirke	Hämatiteisen	Gießerei-Roheisen	Bessemer-Roheisen (saurer Verfahren)	Thomas-Roheisen (basisches Verfahren)	Stableisen, Spiegeleisen, Ferromangan und Ferrosilizium	Puddel-Roheisen (ohne Spiegeleisen) und sonstiges Eisen	Insgesamt		
							April 1936	März 1936	
April 1936: 30 Arbeitstage, März 1936: 31 Arbeitstage									
Rheinland-Westfalen	52 260	43 124	—	586 336	187 325	13 110	21 192	864 481	
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen	14 728							34 893	
Schlesien	—	30 329	—	67 307	42 177	—	—	115 579	
Nord-, Ost- und Mitteldeutschland								24 069	
Süddeutschland	—	—	—	152 925	—	—	—	171 791	
Saarland	—	—	—	—	—	—	—	172 931	
Insgesamt: April 1936	66 988	73 453	—	806 668	242 612	21 192	—	1 210 813	
Insgesamt: März 1936	48 037	104 363	—	830 705	249 383	18 064	—	1 250 552	
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung								40 360	40 340
Januar bis April 1936: 121 Arbeitstage, 1935: 120 Arbeitstage									
								1936	1935
Rheinland-Westfalen	183 986	181 896	—	2 346 527	800 283	59 325	79 190	3 497 290	
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen	59 219							2 767 117	
Schlesien	—	150 031	—	268 791	144 603	—	—	144 332	
Nord-, Ost- und Mitteldeutschland								469 200	
Süddeutschland	—	—	—	639 699	—	—	—	100 683	
Saarland	—	—	—	—	—	—	—	86 331	
Insgesamt: Januar/April 1936	243 205	331 927	—	3 255 017	1 004 211	79 190	—	4 913 550	
Insgesamt: Januar/April 1935	186 175	275 214	—	2 684 309	719 680	57 752	—	3 923 130	
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung								40 608	32 693

¹⁾ Nach den Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie.

Stand der Hochöfen im Deutschen Reich¹⁾.

	Hochöfen					
	vorhandene	in Betrieb befindliche	ge-dampfte	zum Anblasen fertig-stehende	in Ausbesserung oder Neuzustellung befindliche	still-liegende
Januar 1936	175	110	6	13	23	23
Februar	175	108	7	14	22	24
März	174	108	6	14	23	23
April	174	107	7	13	22	25

¹⁾ Nach den Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie.

Die Leistung der französischen Walzwerke im März 1936¹⁾.

	Febr. 1936 ²⁾ März 1936	
	in 1000 t	
Halbzeug zum Verkauf	117	108
Fertigerzeugnisse aus Fluß- und Schweißstahl	367	384
davon:		
Radreifen	3	3
Schmiedestücke	5	6
Schienen	30	26
Schwellen	3	2
Laschen und Unterlagsplatten	2	2
Träger- und U-Stahl von 80 mm und mehr, Zores- und Spundwandstahl	36	42
Walzdraht	23	25
Gezogener Draht	13	13
Warmgewalzter Bandstahl und Röhrenstreifen	20	20
Halbzeug zur Röhrenherstellung	7	9
Röhren	14	14
Sonderstahl	11	11
Handelsstahl	107	114
Weißbleche	10	11
Bleche von 5 mm und mehr	19	19
Andere Bleche unter 5 mm	62	64
Universalstahl	2	3

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Comité des Forges de France. — ²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Frankreichs Roheisen- und Flußstahlerzeugung im März 1936¹⁾.

	Januar	Februar ²⁾	März
Hochöfen am 1. des Monats:			
im Feuer	81	82	83
außer Betrieb	129	128	127
insgesamt	210	210	210
1000 metr. t			
Roheisenerzeugung insgesamt	508	500	543
Darunter:			
Thomasroheisen	422	414	450
Gießereiroheisen	53	53	54
Bessemer- und Puddelroheisen	15	14	23
Sonstiges	18	19	16
Stahlerzeugung insgesamt	561	538	576
Darunter:			
Thomasstahl	356	346	367
Siemens-Martin-Stahl	178	165	177
Bessemerstahl	4	4	4
Tiegelgußstahl	1	1	1
Elektrostahl	22	22	27
Robblöcke	547	525	563
Stahlguß	14	13	13

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Comité des Forges de France.

²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Belgiens Bergwerks- und Hüttenindustrie im März 1936.

	Februar 1936	März 1936
Kohlenförderung	2 337 050	2 470 060
Kokserzeugung	405 000	427 030
Brikettherstellung	125 450	129 190
Hochöfen in Betrieb Ende des Monats	42	42
Erzeugung an:		
Roheisen	268 384	281 886
Flußstahl	265 687	273 576
Stahlguß	5 241	5 923
Fertigerzeugnissen	208 315	213 843
Schweißstahl-Fertigerzeugnissen	4 355	3 662

Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im Februar 1936¹⁾.

	Januar 1936 ²⁾ Februar 1936			Januar 1936 ²⁾ Februar 1936	
	1000 t zu 1000 kg			1000 t zu 1000 kg	
Flußstahl:			Formstahl, Träger, Stabstahl usw.	236,5	233,8
Schmiedestücke	21,9	23,7	Walzdraht	42,9	43,1
Kesselbleche	6,8	8,0	Bandstahl und Röhrenstreifen, warmgewalzt	50,7	47,0
Grobbleche, 3,2 mm und darüber	99,5	103,1	Blankgewalzte Stahlstreifen	8,2	7,3
Feinbleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt	65,2	59,6	Federstahl	7,1	6,0
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche	71,4	65,9	Schweißstahl:		
Verzinkte Bleche	25,4	29,3	Stabstahl, Formstahl usw.	11,5	10,8
Schienen von rd. 20 kg je lfd. m und darüber	35,5	37,5	Bandstahl und Streifen für Röhren usw.	2,9	2,5
Schienen unter rd. 20 kg je lfd. m	3,1	3,0	Grob- und Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl	—	—
Rillenschienen für Straßenbahnen	1,4	0,9			
Schwellen und Laschen	3,1	4,6			

¹⁾ Nach den Ermittlungen der British Iron and Steel Federation.

²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Großbritanniens Roheisen- und Stahlerzeugung im April 1936.

	Roheisen 1000 t zu 1000 kg					Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen	Robblöcke und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg				Herstellung an Schweißstäbl 1000 t	
	Hämatit-	ba-sisches	Gießerei-	Puddel-	zusammen einschl. sonstiges		Siemens-Martin-		son-stiges	zu-sammen		darunter Stahlguß
							sauer	basisch				
Januar 1936	127,2	343,3	106,8	10,0	605,0	109	168,6	686,5	71,2	926,3	17,0	15,7
Februar	118,9	354,0	94,4	10,2	594,1	109	192,5	693,9	67,1	953,5	17,8	16,3
März	127,0	377,1	107,7	16,0	643,7	109	203,6	719,3	72,9	995,8	19,1	.
April	129,9	378,1	96,3	17,0	639,9	112				1007,4	.	.

Wirtschaftliche Rundschau.

Der französische Eisenmarkt im April 1936.

Zu Monatsanfang war die Nachfrage bedeutender, und die Werke waren besser beschäftigt als zur entsprechenden Zeit des Vorjahres. Die Weiterverarbeiter verfügten über verhältnismäßig geringe Vorräte. Die Wiederbelebung würde noch fühlbarer gewesen sein, doch machte sich die politische Lage ungünstig bemerkbar. Auch die Klagen über die Schwierigkeiten im Zahlungsverkehr blieben lebhaft. Das Inlandsgeschäft war nur in verschiedenen Erzeugnissen zufriedenstellend. Die durch den Handel getätigten Käufe blieben sehr bescheiden; andererseits gingen sehr viele unmittelbare Aufträge an die Werke, besonders soweit es sich um Bedarf für die nationale Verteidigung handelte; lediglich dadurch war es möglich, die Erzeugung aufrecht zu erhalten und sogar ein wenig zu steigern. Die Werke für rollendes Eisenbahnzeug waren normal beschäftigt. Ende April war keine fühlbare Aenderung festzustellen. Das Ausfuhrgeschäft war ziemlich ruhig; es beschränkte sich fast ganz auf Großbritannien. Im Verlauf einer Besprechung, die im Handelsministerium zwischen den Vertretern der Händler und Werke stattfand, wurde beschlossen, daß der Verband den Aufbau des Eisenhandels übernehmen soll. Demzufolge wird das gesamtfranzösische Gebiet in elf selbständige Bezirke eingeteilt. Die Verkäufe der Großhändler — unmittelbare Verkäufe und solche vom Lager — sollen mit Wirkung vom 1. April 1936 an kontingentiert werden. Die französischen Werkzeugmaschinenfabriken beabsichtigen, eine zwischenstaatliche Werkzeugmaschinenausstellung im Jahre 1937 in Paris zu veranstalten.

Die Nachfrage nach Roheisen war zu Monatsanfang nicht sehr umfangreich, doch nahm die Tätigkeit in einigen Sorten zu. Die Landwirtschaft kaufte ziemlich eifrig Ackergeräte, wobei namentlich die neuen Modelle leicht Absatz fanden. Die Nachfrage nach Sonderroheisen nahm zu; man beobachtet hier dieselbe Erscheinung wie bei Stahl. Phosphorhaltiges Gießereiroheisen wurde regelmäßig abgenommen; auch die Aufträge für die kommenden Monate halten sich in dem üblichen Rahmen. In Hämatit für die Stahlbereitung verschärfte sich die Nachfrage. Für Thomasroheisen wurde allgemein ein Preis von 190 Fr ab Werk gefordert. Eisenlegierungen blieben gefragt. Im Verlauf des Monats war keine merkliche Belebung der allgemeinen Lage festzustellen. Die Preise blieben unverändert. Der russische Wettbewerb bereitete Schwierigkeiten. Das Ausfuhrgeschäft besserte sich Ende April. Im Inlande zeigte sich der Markt ziemlich widerstandsfähig, da sich bei den Gießereien eine leichte Aufwärtsentwicklung bemerkbar machte. Im Pariser Bezirk lag z. B. die Beschäftigung 9% über der Ende April 1935. Die Heizkörperindustrie war ziemlich gut mit Aufträgen versehen. Nach landwirtschaftlichen Maschinen blieb die Nachfrage gleicherweise gut. Die Stahlgießereien des Nordens erteilten wiederum ansehnliche Aufträge in Hämatit für die Stahlbereitung.

Die Nachfrage nach Halbzeug war zu Monatsanfang gut, und die Lieferfristen nahmen zu. Das Erzeugungsprogramm entsprach dem des Vormonats, aber die Werke vermehrten ihre Erzeugungsmengen. Die Nachfrage blieb im Verlauf des Monats gut bei unveränderten Preisen. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :	Ausfuhr ¹⁾ :	Goldpfund
Vorgewalzte Blöcke	Vorgewalzte Blöcke, 140 mm und mehr	2.5.-
Brammen	2½- bis 4zöllige Knüppel	2.7.-
Vierkantknüppel	Platinen, 20 lbs und mehr	2.8.-
Flachknüppel	Platinen, Durchschnittsgewicht von 15 lbs	2.9.6
Platinen		

Abgesehen von der englischen Nachfrage nach Fertigerzeugnissen waren zu Monatsanfang auch der Nahe und der Ferne Osten am Markt. Im Inlande änderte sich die Lage nicht wesentlich. Halbzeug und schwerer Formstahl wurden besser gefragt. Ebenso bestand lebhaftere Aufmerksamkeit nach Rundstahl für Niete und Bolzen. Im Norden rechneten die Ausbesserungswerkstätten und die Hersteller von rollendem Eisenbahnzeug mit Aufträgen der Eisenbahngesellschaften. Der Durchschnittsumfang der Aufträge besserte sich im allgemeinen. Für die üblichen Profile

¹⁾ Die Inlandspreise verstehen sich ab Werk Osten, die Ausfuhrpreise fob Antwerpen für die Tonne zu 1016 kg.

betragen die Lieferfristen 3 bis 6 Wochen; bei kleineren Mengen mit stark wechselnden Profilen dehnten sie sich auf 12 bis 13 Wochen aus. Im Verlauf des Monats behauptete sich der Beschäftigungsgrad der Werke; eine Wiederbelebung hängt jedoch im ziemlich weiten Umfange von endgültigen Vereinbarungen zwischen dem Verband (Comptoir siderurgique) und den Eisenhändlern ab. In Sonderstählen, namentlich bei nichtrostenden oder halb rostbeständigen Stählen zogen die Preise an. Nach Masten für elektrische Leitungen hielt die Nachfrage an; auch die Betriebe, die Schuppen für die Landwirtschaft herstellten, waren gut beschäftigt. Ferner rechnete man mit umfangreichen Aufträgen auf Schienen. Dagegen waren Bestellungen der Händler zur Auffüllung ihrer Lager nur recht beschränkt. Ende April blieben die Ausfuhrpreise in ihrer Gesamtheit unverändert. Die Nachfrage nahm zu. Man hofft auf neue umfangreiche Aufträge aus England. Die Konstruktionswerkstätten erteilten weiter beachtliche Aufträge in Sonderstahl. Ohne daß man von einer völligen Umwälzung des Marktes sprechen könnte, muß doch festgestellt werden, daß sich die Lage fortgesetzt besserte, obwohl die Lagerhalter fast völlig dem Markte fernblieben. In zahlreichen Bezirken zogen die Lagerpreise in den letzten Apriltagen an. Die Nachfrage nach Werkzeugmaschinen blieb umfangreich. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

	Inland ¹⁾ :	Goldpfund
Betonstahl	560	Träger, Normalprofile 560
Röhrenstreifen	620	Handelsstahl 560
Große Winkel	560	Bandstahl 650
	Ausfuhr ¹⁾ :	
	Goldpfund	Goldpfund
Winkel, Grundpreis	3.2.6	Träger, Normalprofile 3.1.6

Bleche wurden zu Anfang des Berichtsmonats zufriedenstellend gefragt. Es wurde über umfangreiche Bestellungen von eisernen Behältern aus Sonderblechen verhandelt. In Feinblechen erteilten die kleinen Kesselfabriken beachtliche Aufträge. Die Preise für verzinkte Bleche zogen an. Im Verlauf des Monats war der Markt je nach den angebotenen Sorten unregelmäßig. In Feinblechen bestand lebhafter Wettbewerb, und bei großen Geschäften waren die Preise erneut umstritten. Bei den Mittelblechpreisen trat keine Besserung ein. Lediglich in Grobblechen wurden umfangreiche Geschäfte abgeschlossen. Verzinkte Bleche kosteten bei mittleren Aufträgen 1000 Fr je t bei einer Lieferfrist von vier bis sechs Wochen. Ende April waren die Feinblechpreise fest; die Werke waren gut mit Aufträgen versehen. Für Neugeschäfte betragen die Lieferfristen 2 Monate, wogegen sie sich bei Mittelblechen auf 5 Wochen und bei Grobblechen auf 5 bis 7 Wochen stellten. Für Bleche in Sondergüte, namentlich für halb rostbeständige Bleche, festigten sich die Preise. In verzinkten Blechen zogen sie weiter an, so daß Geschäfte unter 1050 Fr nicht getätigt werden konnten. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :	Ausfuhr ¹⁾ :	Goldpfund
Grobbleche, 5 mm und mehr:	Bleche:	
Weiche Thomasbleche 700	4,76 mm	4.5.-
Weiche Siemens-Martin-Bleche 800	3,18 mm	4.10.-
Weiche Kesselbleche, Siemens-Martin-Güte 875	2,4 mm	4.10.-
Mittelbleche, 2 bis 4,99 mm:	1,6 mm	4.15.-
Thomasbleche:	1,0 mm (gegüht)	4.18.-
4 bis unter 5 mm 700	0,5 mm (gegüht)	5.15.-
3 bis unter 4 mm 750	Riffelbleche	4.15.-
Feinbleche, 1,75 bis 1,99 mm 700	Universalstahl, Thomasgüte	4.1.-
Universalstahl, Thomasgüte, Grundpreis 600		
Universalstahl, Siemens-Martin-Güte, Grundpreis 700		

Der Markt für Draht- und Drahterzeugnisse befand sich während des ganzen Monats in guter Fassung. Der jahreszeitliche Bedarf machte sich diesmal stärker bemerkbar als im Vorjahr. Es kosteten in Fr je t:

Blanker Draht 1050	Verzinkter Draht 1300
Angelassener Draht 1120	Drahtstifte 1200

In der ersten Monathälfte blieb die Nachfrage aus England nach Schrott beachtlich; die Preise waren fest; die im Südosten Frankreichs angesammelten Vorräte lichteten sich, so daß auch der Druck auf die Preise aufhörte. Nachfrage und Angebot haben das Bestreben, sich einander anzugleichen. Man spricht von einem Preise von 155 bis 160 Fr ab Kahn Paris. Das Ausfuhrgeschäft war schleppender.

Der belgische Eisenmarkt im April 1936.

Das In- und Auslandsgeschäft war zu Monatsanfang ruhig. Der Gesamtauftragsbestand für das Ausland war nichtstedenweniger größer, als man um Mitte März geschätzt hatte, und er reichte aus, um die aus den spekulativen Käufen im Inlande stammenden Verluste zu decken. Eine königliche Verfügung vom 7. April bestimmte, daß die Ausfuhr von Formstahl, Blechen, Wellblechen, Draht und Drahtstäben von der vorläufigen Ausstellung einer Ermächtigung abhängig ist gemäß der Verfügung des Artikels 2 der Vereinbarung vom 23. Mai 1935. Diese Verfügung trat am 9. April in Kraft, wo jedes Werk die notwendigen Unterlagen in Händen hatte. Im April fanden verschiedentlich Verhandlungen mit den fünf reinen Walzwerken statt über ihren möglichen Eintritt in die „Cosibel“ oder in die IREG. Ursprünglich war den Walzwerken eine monatliche Menge von 21 000 t Halbzeug zugestanden worden, von denen 30 % im Inland bleiben und 70 % ausgeführt werden sollten. Die Werke sind jedoch weder mit der zugewiesenen monatlichen Menge noch mit dem Ausfuhranteil zufrieden, sondern verlangen eine Erhöhung von 21 000 auf 23 000 t sowie einen Inlandsanteil von 15 % und einen Ausfuhranteil von 85 %. Eine Verständigung wurde bisher nicht erzielt. Im Verlauf des Monats blieb die Geschäftstätigkeit zufriedenstellend, hauptsächlich ein Ergebnis der wachsenden Ausrüstung und insbesondere der Schiffbauten. Auch erwartet man vom Nachlassen der japanischen Dumpingpolitik eine Besserung der Lage; Japan erschien übrigens am Markt mit starkem Bedarf an Halbzeug besonderer Zusammensetzung. Zwischen den einzelnen Ländern bestanden keine großen Unterschiede in der Nachfrage. Bemerkenswert waren die wieder einsetzenden Abrufe aus England zur Verrechnung auf das für zwei Monate bewilligte und am 7. April in Kraft getretene Kontingent. Aus den Vereinigten Staaten, Argentinien und Südchina gingen laufend Aufträge ein, so daß die Werke je nach Erzeugnissen für vier bis sechs Wochen Arbeit hatten. Von Einfluß auf die Beschäftigung war, daß die Lage jeder Gruppe zum 30. Juni, dem Tage des Jahresabschlusses, ausgeglichen sein muß. Da die belgische Gruppe bei Handelsstahl in Pflicht war, überwies das Zentralbüro den Gruppen, die in Anspruch waren, insbesondere der französischen Gruppe, den größten Teil der Aufträge. Die Ausschüsse der Verbände versammelten sich am 17. April in Brüssel, wo die Lage der Ueberseemärkte besprochen wurde. Es wurde festgestellt, daß die Tätigkeit der belgischen Außenseiter seit dem Inkrafttreten der Ausfuhrbewilligungen aufgehört hat. Die wirtschaftliche Lage ließ eine Erhöhung der Preise nicht zu. Die einzigen Änderungen, die vorgenommen wurden, waren eine Erhöhung der Stabstahlpreise um 2/6 Goldschilling für Irland und eine Senkung um 5/- sh für dasselbe Erzeugnis nach den kanadischen Häfen an der atlantischen Küste, da sich dort ein örtlicher Wettbewerb entwickelt hat. Am 20. April fand eine Versammlung der Hersteller von Fein- und verzinkten Blechen statt, wo eine Bezugszeit zur Festsetzung der Anteile bestimmt werden sollte. Eine Einigung wurde nicht erzielt. Die belgische Gruppe schlug das Jahr 1934 als Grundlage vor. Eine neue Sitzung wird in Brüssel am 17. Mai stattfinden. Ende April war die Lage im allgemeinen ruhig; die während des Monats getätigten Verkäufe dürften unter denen der vorhergehenden Monate liegen. Die Ausfuhr nach dem Fernen Osten besserte sich. Die nordischen Länder, insbesondere Schweden, nahmen Schiffsbleche ab. Auch Brasilien und Argentinien waren am Markt. England begann auf die für Mai—Juni bestimmten zusätzlichen Halbzeugmengen bereits abzurufen. Die von „Cosibel“ am 28. April bekanntgegebenen Aufträge beliefen sich auf 102 000 t, davon 46 000 t für das Inland und 56 000 t für das Ausland. Die Zuteilungen an die Werke betragen 105 000 t und setzten sich wie folgt zusammen: 30 000 t Bleche, 35 000 t Stabstahl und 6000 t Formstahl; zu verteilen bleiben noch 34 000 t.

Die Nachfrage nach Roheisen war regelmäßig, aber wenig bedeutend. Für Gießereiroheisen Nr. 3 stellte sich der Preis auf 410 Fr je t ab Wagen Athus. Hämatit kostete je nach der Zusammensetzung 460 bis 485 Fr ab Werk und phosphorarmes Roheisen 420 Fr, gleichfalls ab Werk. In Thomasroheisen kamen nur sehr wenig Geschäfte zustande zum Preise von 350 Fr frei Verbraucher. Im Verlauf des Monats machte sich eine fühlbare Besserung auf dem Roheisenmarkt bemerkbar, und die Preise wurden fester. Lediglich in Thomasroheisen blieb der Geschäftsgang schleppend.

Wenn man von Britisch-Indien und Japan absieht, war zu Monatsanfang nur englische Kundschaft am Halbzeugmarkt. Die Nachfrage aus England nahm im Verlauf des Monats noch zu, und Ende April rechnete man damit, daß England zusätzliche Mengen für Mai und Juni beziehen dürfte. Im Inlande war der Geschäftsgang regelmäßig. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Ausfuhr ¹⁾ :	
Rohblöcke	470	Knüppel	555
Vorgewalzte Blöcke	530	Platinen	580
Goldpfund		Goldpfund	
Rohblöcke	2.-	Platinen	2.8-
Vorgewalzte Blöcke	2.5-	Röhrenstreifen	3.15-
Knüppel	2.7-		

Die Ausfuhr von Fertigerzeugnissen war in den ersten Apriltagen ziemlich ruhig. Aus England kamen die ersten Abrufe auf die April-Mai-Lieferungen von 14 000 t Stabstahl und 6000 t Formstahl. Die heimische Nachfrage war still; nur nach Formstahl bestand etwas größerer Bedarf. Im Verlauf des Monats gewannen Inlands- und Auslandsmarkt festere Haltung. In Handelsstahl war der Geschäftsgang natürlich flau, da sich die belgische Gruppe in Pflicht befand. Trotz einer erheblichen Belegung der Tätigkeit bei den Bauanstalten war der Markt für Formstahl Ende April zögernd. Für zahlreiche Erzeugnisse haben die Händler beträchtliche Vorräte angesammelt. Die Bauanstalten und die Schrauben- und Nietfabriken scheinen für den Augenblick gut eingedeckt zu sein. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Ausfuhr ¹⁾ :	
Handelsstahl	650	Wärmegewalzter Bandstahl	840
Träger, Normalprofile	650	Gezogener Rundstahl	1100
Breitflanschträger	665	Gezogener Vierkantstahl	1300
Mittlere Winkel	650	Gezogener Sechskantstahl	1450
Goldpfund		Goldpfund	
Handelsstahl	3.2.6 bis 3.5.-	Kaltgew. Bandstahl	
Träger, Normalprofile	3.1.6	22 B. G., 15,5 bis	
Breitflanschträger	3.3.-	25,4 mm breit	5.17.6 bis 6.-
Mittlere Winkel	3.2.6	Gezogener Rundstahl	4.15.-
Wärmegewalzter Bandstahl	4.-	Gezogener Vierkantstahl	5.15.-
		Gezogener Sechskantstahl	6.10.-

Auf dem Schweißstahlmarkt war die Geschäftstätigkeit beschränkt. Verkäufe nach England innerhalb der genehmigten Mengen wurden zu 5.4.- Papierpfund getätigt. Nach anderen Ländern stellte sich der Preis auf 5.-/- Papierpfund. Am Monatschluß war die Geschäftstätigkeit immer noch gering. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Ausfuhr ¹⁾ :	
Schweißstahl Nr. 3, gewöhnliche Güte	575		
Schweißstahl Nr. 4	1200		
Schweißstahl Nr. 5	1420		
Goldpfund		Goldpfund	
Schweißstahl Nr. 3, gewöhnliche Güte	3.-		

Auf dem Blechmarkt herrschte ziemlich Ruhe, und zwar sowohl in Siemens-Martin-Blechen als auch in Grob- und Mittelblechen in Thomasgüte. Ebenso schwächte sich in Feinblechen die Nachfrage ab. Lediglich in verzinkten Blechen war ein besseres Geschäft festzustellen. Im Verlauf des Monats gestaltete sich die Lage günstiger für Grob- und Mittelbleche. Schiffsbleche in Siemens-Martin-Güte wurden von den skandinavischen Ländern abgenommen. Die Nachlässe in Feinblechen betragen 10/- bis 17/6 sh je nach den Abmessungen und dem Auftragsbestand der Werke. Ende April befestigte sich die Lage weiter, so daß sich der Blechmarkt von allen Eisenmärkten der besten Aussichten erfreute. England, Holland und Skandinavien waren mit Aufträgen auf Schiffsbleche am Markte. Feinbleche blieben schwach. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Ausfuhr ¹⁾ :	
Gewöhnliche Thomasbleche, Grundpreis frei Bestimmungsort:		Bleche (geglüht und gerichtet):	
4,76 mm und mehr	800	2 bis 2,99 mm	1025
4 mm	850	1,50 bis 1,99 mm	1050
3 mm	875	1,40 bis 1,49 mm	1070
Riffelbleche:		1,25 bis 1,39 mm	1100
5 mm	850	1 bis 1,24 mm	1110
4 mm	900		
3 mm	950		
Goldpfund		Goldpfund	
Universalstahl	4.1.-	Bleche:	
Bleche:		2 bis 2,99 mm	3.17.6
6,35 mm und mehr	4.2.6	1,50 bis 1,99 mm	4.-
4,76 mm und mehr	4.5.-	1,40 bis 1,49 mm	4.5.-
4 mm	4.7.6	1,25 bis 1,39 mm	4.10.-
3,18 mm und weniger	4.10.-	1 bis 1,24 mm	4.15.-
Riffelbleche:		1,0 mm (geglüht)	4.17.6
6,35 mm und mehr	4.7.6	0,5 mm (geglüht)	5.16.-
4,76 mm und mehr	4.10.-		
4 mm	4.15.-		
3,18 mm und weniger	6.12.6		

In Draht und Drahterzeugnissen war das Inlandsgeschäft ruhig und das Auslandsgeschäft schwierig. Ende April besserte sich der Ausfuhrmarkt etwas, besonders nach dem Fernen Osten, wo das Nachlassen des japanischen Wettbewerbs den Festlandswerken zugute kam. Es kosteten in Fr je t:

Blanker Draht	1150	Stacheldraht	1750
Anglassener Draht	1250	Verzinnter Draht	2400
Verzinkter Draht	1700	Drahtstifte	1550

¹⁾ Die Inlandspreise verstehen sich ab Werk, die Ausfuhrpreise fob Antwerpen für die Tonne zu 1016 kg.

Der Schrottmarkt war in den ersten Apriltagen fest. Trotzdem erfolgte die Versorgung leichter. Der Versand nach England schwächte sich etwas ab. Auch die Nachfrage aus Polen ging zurück, so daß das Geschäft im Verlauf des Monats nachließ. Ende April war der Inlandsmarkt ein klein wenig schwächer, namentlich in Brandguß und in Drehspänen. Die englischen Verbraucher verlangten außerdem eine langsamere Zufuhr. Die Vierteljahrsversteigerung bei den Eisenbahnen am 29. April ergab ein neues Anziehen der Preise. Es kosteten in Fr je t:

	3. 4.	30. 4.
Sonderschrott	270—275	270—275
Hochofenschrott	270	270
Siemens-Martin-Schrott	340—350	340—350
Drehspäne	250—260	250—260
Maschinengußbruch, erste Wahl	385—395	380—390
Brandguß	300—310	285—290

Der englische Eisenmarkt im April 1936.

Die Lage entsprach fast völlig der in den beiden vorhergehenden Monaten. Die Werke waren voll beschäftigt und die Lieferfristen nahmen zu; bei den meistgefragten Erzeugnissen, wie Stabstahl, Halbzeug, Baustahl und Grobblechen, beliefen sie sich in manchen Fällen auf 10 bis 12 Wochen. Die Werke waren in der Hereinnahme von Aufträgen zurückhaltend und lehnten Geschäfte auf spätere Lieferung meist ab, weil während des ganzen Monats die Meinung bestand, daß die Preise anziehen würden. Die Ostertage hatten in diesem Jahr nur geringe Einwirkung auf den Geschäftsgang, und verschiedene Stahlwerke waren die Feiertage über ununterbrochen im Betrieb. Von besonderer Bedeutung war der Umstand, daß neue Vereinbarungen zwischen den britischen und festländischen Werken in Kraft traten. Erst um die Monatsmitte wurden die Preise für die im April vom Festland zu liefernden Mengen gültig, und zwar wiesen sie einige bemerkenswerte Änderungen auf. Feste Frei-Werk-Preise wurden für fast sämtliche Gebiete in Großbritannien angekündigt, was zu unterschiedlichen Fob-Preisen führte. Es hängt dies offensichtlich mit den englischen Wünschen zusammen, daß die Festlandspreise nicht mehr als 10/- sh unter den englischen Preisen liegen sollten. Die Verkaufsstellen der Festlandswerke in Großbritannien wurden ermächtigt, an die Händler zu verkaufen, waren aber verpflichtet, diesen 2/- sh je t Vergütung zu bewilligen von den 4/- sh je t, die ihnen das Kartell zugestanden hat. In jedem Fall sind die Händler verpflichtet, nur zu den festgesetzten Preisen zu verkaufen, und darüber hinaus werden die Zahlungsbedingungen, die sie ihren Abnehmern einräumen, überwacht. Der für den Verkauf freigegebene Festlandsstahl ging nicht so reibungslos in den Verbrauch über wie früher, was im gewissen Umfang damit zusammenhängt, daß die regelmäßigen Käufer wegen der Änderung der Preise und der Verkaufsverfahren etwas verärgert sind. Eine bedeutende Händlervereinigung lehnte es endgültig ab, den oben mitgeteilten Abmachungen zuzustimmen, und legte namentlich Verwahrung ein gegen das Verlangen, die Namen ihrer Bezieher den Verkaufsstellen der Festlandswerke zwecks Weitergabe an die British Iron and Steel Corporation bekanntzugeben.

Die Einfuhr von Eisenerzen war im Berichtsmonat umfangreich, das Neugeschäft dagegen etwas unregelmäßig. Die Nachfrage war wohl rege, aber die Händler hielten mit Verkäufen auf spätere Lieferung zurück, da sie mit anziehenden Preisen rechneten. Die Preise für sofortige Lieferungen verblieben auf 18/9 sh für bestes Bilbao-Rubio; verschiedentlich wurde bei Geschäften für spätere Lieferung ein kleiner Aufschlag auf diese Preise genommen.

Die Verhältnisse auf dem Roheisenmarkt waren infolge des knappen Angebotes unbefriedigend. Die Werke stellten in der Hauptsache basisches Roheisen her, und da in den beiden letzten Monaten einige neue Hochöfen angeblasen worden waren, so gestaltete sich die Lage Ende April etwas günstiger. Im Einverständnis mit der British Iron and Steel Federation wurden die Preise um 2/6 sh erhöht, während die Werke eine Steigerung um 5/- sh je t auf die geltenden Preise von 70 sh frei Werk beantragt hatten; der bisher gewährte Treuerabatt von 5/- sh bleibt bestehen. In Gießereirohisen verschlechterte sich die Lage. Die Hersteller von Clevelandrohisen an der Nordostküste zogen sich vom Markt zurück, da ihre gesamte laufende Erzeugung nicht ausreichte, die vertraglichen Verpflichtungen zu erfüllen. Sie kamen stark im Verzug, zumal da keine Vorräte vorhanden waren, um die Lage zu bessern. Die Verbraucher, die das benötigte Roheisen nicht erhalten konnten, wandten sich an die Werke in Northamptonshire, Derbyshire und Staffordshire, doch war dieser Ersatz nach verschiedener Richtung hin unzureichend. Die verfügbaren Mengen waren begrenzt, was besonders für Northamptonshire-Rohisen gilt, und die meisten Werke waren nicht geneigt, langfristige Verträge abzuschließen. In Mittelengland war die Nachfrage nach Stahleisen bemerkenswert, das in der Hauptsache von den Stabstahl-Walzwerken benötigt wurde, die umfangreiche Aufträge der Eisenbahngesell-

schaften hereinnehmen konnten. Das wichtigste Ereignis in Schottland war die Inbetriebnahme einer neuen Anlage von 50 Koksöfen. Der Koksangel in diesem Bezirk hatte eine Erzeugungszunahme verhindert. Auch hier waren die Hersteller von Gießereirohisen mit ihren Lieferungen stark in Verzug gekommen, da infolge der Unmöglichkeit, Clevelandrohisen zu bekommen, sich der Bedarf zum Teil auf schottisches Roheisen umgestellt hatte. Das Geschäft in Lancashirerohisen nahm im Verlauf des Monats allmählich zu, was zu der Erwartung Anlaß gab, daß infolge der höheren Schrottpreise auch die Roheisenpreise anziehen würden. Es war jedoch nicht leicht, neue Aufträge unterzubringen, da die meisten dortigen Werke bis zum Schluß des ersten Halbjahres vollbesetzt sind und dem Vernehen nach einen Aufschlag von 5/- sh für Lieferung nach dem 30. Juni fordern. Auf dem Hämatitmarkt blieb die Lage während des Berichtsmonats unverändert. Hier bestand etwas Ueberfluß, nachdem der Bedarf der Stahlwerke befriedigt worden war und die Lieferungen ihren Höchststand erreicht hatten. Die Preise blieben unverändert. Ostküsten-Hämatit kostete 77/- sh frei Verbraucherwerk, Westküsten-Hämatit 85/- sh frei Sheffieldbezirk, Cleveland-Gießereirohisen Nr. 3 70 sh frei Teesbezirk und Falkirk, Northamptonshire Nr. 3 72/6 sh und Derbyshire Nr. 3 75/- sh frei Black-Country-Stationen.

Die drückenden Verhältnisse, die so lange auf dem Halbzeugmarkt geherrscht hatten, erfuhren im April einige Milderung. Das gilt besonders für die Zuteilung von beträchtlichen Mengen eingeführter Knüppel. Die vertraglich vom Festlande hereinkommenden Mengen waren völlig unzureichend, um den Bedarf der britischen Walzwerke zu decken; es war daher lediglich den umfangreichen Zusatzkäufen der British Iron and Steel Federation zu verdanken, daß die Walzwerke ihren Betrieb aufrechterhalten konnten. Verschiedentlich beklagte man sich darüber, daß für das über die vertraglichen Mengen hinaus eingeführte Halbzeug die gleichen Preise bezahlt werden müßten wie für britisches Halbzeug. Mißstimmung herrschte auch gegen den Zwang, Käufe durch die British Iron and Steel Corporation zu tätigen statt wie in der Vergangenheit unmittelbar bei den Festlandswerken selbst. Die Knüppelwalzwerke waren während des ganzen Monats bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt, konnten aber trotzdem ihre Lieferfristen nicht einhalten. Ende April konnten britische Knüppel, die keiner Abnahmeprüfung unterliegen, zu einer einigermaßen annehmbaren Lieferzeit nicht gekauft werden. Die Preise für britische Knüppel blieben unverändert auf der Grundlage von £ 5.17.6 für gewöhnliche Knüppel in Mengen von 100 t und von £ 6.- bis 8.12.6 für Knüppel, die einer Abnahmeprüfung unterliegen. Harte basische Knüppel kosteten mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,61 bis 0,85 % £ 8.-, mit einem Gehalt von 0,86 bis 0,99 % C £ 8.10.- und einem Gehalt von 1 % und mehr Kohlenstoff £ 9.-. Die Nachfrage nach sauren unlegierten Knüppeln besserte sich beträchtlich, dagegen blieben die Preise unverändert wie folgt: bei 0,25 bis 0,35 % C £ 9.7.6, bei 0,85 bis 0,95 % C £ 9.17.6, bei 0,95 bis 1,5 % C £ 10.7.6, bei 1,5 bis 2 % C £ 11.7.6. Das Geschäft in Platinen beanspruchte alle zur Verfügung stehenden Mengen. Die Preise, die zu Monatsanfang etwa £ 5.17.6 betragen hatten, zogen zu Ende April auf £ 6.- an; manche Werke lehnten es sogar ab, Aufträge unter £ 6.5.- frei Verbraucherwerk anzunehmen. Dieses Erzeugnis ist verbandsfrei, aber es war von der Bildung eines Verbandes die Rede, der der British Iron and Steel Federation angeschlossen werden soll. Ein Teil der Werke war jedoch auf keine Weise dafür zu haben, diesen Plan vorwärtszutreiben.

Neugeschäfte waren für verschiedene Fertigerzeugnisse während des Berichtsmonats nur mit Schwierigkeit bei den Werken unterzubringen. Das gilt besonders für Träger, Grobbleche und Baustahl, da die Werke mit den seit Dezember 1929 gültigen Preisen unzufrieden waren und der Meinung Ausdruck gaben, daß die Preise mindestens um 10/- sh erhöht werden müßten. Sie waren daher nicht geneigt, größere Geschäfte anzunehmen, da die meisten von ihnen mit der Erlaubnis der Behörden rechneten, die Preise im Laufe des Aprils zu erhöhen. Eine um die Monatsmitte zur Ueberprüfung der Preise einberufene Versammlung wurde auf Ende April vertagt; zur allgemeinen Ueberraschung fand jedoch keine Preisänderung statt. Vertreter der British Iron and Steel Federation teilten den Werken mit, daß die Behörden eine Preiserhöhung ablehnten; es wurde beschlossen, die gegenwärtigen Preise bis zum 30. Juni nicht zu ändern. Die Preise lauteten daher unverändert wie folgt (alles fob; die Preise frei London in Klammern): Träger £ 7.15.- (8.17.6), U-Stahl 8.- (8.15.-), Winkel 7.15.- (8.10.-), Flachstahl über 5 bis 8' 8.5.- (9.-), Flachstahl über 8' £ 8.- (8.15.-), Rundstahl über 3' £ 8.15.- (9.10.-), Rundstahl unter 3' £ 7.- (9.3.6), 3/8" Grobblech Grundpreis £ 7.17.6 (9.-). Für die Märkte des Weltreiches wurden für Baustahl 5/- sh weniger als vorstehend angegeben gefordert. Gegen Monatsende wurden zahlreiche große Verträge

Die Preisentwicklung am englischen Eisenmarkt im April 1936 in Papierfund.

	3. April			10. April			17. April			24. April			1. Mai		
	Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d		Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d		Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d		Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d		Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d	
Gießereirohisen Nr. 3 ¹⁾	3 10 0			3 10 0			3 10 0			3 10 0			3 10 0		
Basisches Roheisen ²⁾	3 10 0			3 10 0			3 10 0			3 12 6			3 12 6		
Knüppel ³⁾	5 17 6	5 12 6		5 17 6	5 12 6		5 17 6	5 12 6		5 17 6	5 12 6		5 17 6	5 12 6	
bis		bis		bis	bis		bis	bis		bis	bis		bis	bis	
Platinen	6 2 6	5 17 6		6 2 6	5 17 6		6 2 6	5 17 6		6 2 6	5 17 6		6 2 6	5 17 6	
bis	5 17 6	5 10 0		5 17 6	5 10 0		5 17 6	5 10 0		5 17 6	5 10 0		5 17 6	5 10 0	
bis		bis		bis	bis		bis	bis		bis	bis		bis	bis	
6 0 0	5 13 0			6 0 0	5 13 0		6 0 0	5 13 0		6 0 0	5 13 0		6 0 0	5 13 0	
Stabstahl	7 5 0	5 2 6		7 5 0	8 1 2		7 5 0	8 1 2		7 5 0	8 1 2		7 5 0	8 1 2	
bis		bis		bis	bis		bis	bis		bis	bis		bis	bis	
7 10 0 ⁴⁾	5 9 0			7 10 0 ⁴⁾			7 10 0 ⁴⁾			7 10 0 ⁴⁾			7 10 0 ⁴⁾		
9 1 0 ⁵⁾				9 1 0 ⁵⁾			9 1 0 ⁵⁾			9 1 0 ⁵⁾			9 1 0 ⁵⁾		
³ / ₈ zölliges Grobblech und mehr	7 15 0 ⁴⁾	6 4 0		7 15 0 ⁴⁾	8 10 9		7 15 0 ⁴⁾	8 10 9		7 15 0 ⁴⁾	8 10 9		7 15 0 ⁴⁾	8 10 9	
	8 17 6 ⁵⁾			8 17 6 ⁵⁾			8 17 6 ⁵⁾			8 17 6 ⁵⁾			8 17 6 ⁵⁾		

¹⁾ No. 3 Cleveland frei Teesbezirk und Falkirk. — ²⁾ Abzüglich Treunachlaß von 5 sh. — ³⁾ Festländische Knüppel und Grobbleche frei Birmingham nach dem 7. April. — ⁴⁾ fob britischer Hafen. — ⁵⁾ Inlandspreis.

in Grobblechen, Baustahl usw. abgeschlossen, ein Ergebnis des Aufrüstungsplanes der Regierung und der Käufe der Eisenbahngesellschaften. In den ersten Apriltagen wurden ungefähr 28 000 t festländischen Stab- und Formstahls auf Grund des Abkommens geliefert. Laut Vereinbarung mit der British Iron and Steel Federation wurden nur Preise frei Werk festgesetzt mit Ausnahme von einigen „zugelassenen Käufern“. Die Preise für Stab- und Formstahl frei Verbraucher stellen sich wie folgt: Stabstahl ohne Nachlaß, London £ 7.16.—, Birmingham £ 8.1.2, Formstahl £ 8.2.9; Glasgow £ 7.16.—; Stabstahl mit Nachlaß, London, Grundpreis £ 7.5.—, Birmingham £ 7.4.4, Glasgow £ 7.2.6, Formstahl für alle übrigen Bezirke £ 7.5.11. Grobbleche kosteten £ 8.3.— frei London, £ 8.10.9 frei Birmingham und £ 8.4.6 frei Glasgow. Bemerkenswert war, daß die Verbraucher weniger Neigung zeigten, auf Lieferung von Festlandware zu drängen, als das früher der Fall war. Die Nachfrage nach Feinblechen war etwas weniger stark als die nach den sonstigen Walzwerks-Fertigerzeugnissen. Es kosten gegenwärtig im Inlande: ¹/₈zöllige Bleche und 7—10 G £ 9.5.0; 11—12 G £ 9.15.0; 13 G £ 10.2.6; 14—16 G £ 10.15.0; 17—20 G (kastengeglüht) £ 11.5.0; 21—24 G (kastengeglüht) £ 11.10.0.

Auf dem Markt für verzinkte Bleche trat keine Besserung ein. In Verhandlungen zwischen den festländischen und britischen Werken wurden Ausfuhrfragen erörtert und auch Fortschritte erzielt; doch dürften noch einige Monate vergehen, bevor etwas aus diesen Verhandlungen herauspringen wird. Der Preisrückgang nahm ein beträchtliches Ausmaß an; offensichtlich sind die britischen und festländischen Werke über die gegenwärtige Lage sehr beunruhigt. Es ist jedoch schwer, sich über die Mengen zu verständigen und eine zufriedenstellende Verteilung der Märkte vorzunehmen. Die britischen Werke machten in der letzten Monathälfte besondere Anstrengungen, dem festländischen Wettbewerb auf einigen Märkten zu begegnen; sie hatten dem Vernehmen nach bis zu einem gewissen Grade auch Erfolg.

Das Weißblechgeschäft war etwas besser als in der ersten Monathälfte; nach Berichten der Händler zeigten die Ueberseemärkte größere Aufnahmefähigkeit. Die Nachrichten, daß die deutschen Werke einen Antrag auf einen größeren Anteil gestellt hätten, und daß die britischen Werke denselben Wunsch hätten, verhinderte einen weiteren Geschäftsaufschwung, da die Käufer gewöhnlich bei irgendwelchen Anzeichen von Unstimmigkeiten zwischen den Mitgliedern eines internationalen Verbandes mit Aufträgen zurückhalten.

Auf dem Schrottmarkt gestalteten sich die Verhältnisse infolge starker Einfuhr günstiger. In verschiedenen Bezirken waren die Abstellgleise der Werke verstopft, und in Südwales lehnten die Eisenbahnen es ab, Ware zur Lieferung an die Stahlwerke zu übernehmen, solange nicht eine rechtzeitige Entladung der Wagen gesichert sei. In den Preisen machte sich eine geringe Aenderung bemerkbar, seitdem die Händler eine feste Front gebildet hatten gegen die Bemühungen der Werke um Preisnachlässe. Guter schwerer weicher Stahlschrott kostete in Südwales 65/- bis 66/- sh, doch war gegen Ende des Monats der Geschäftsumfang gering. In Schottland betrug der Preis für schweren Stahlschrott 57/6 sh und für schweren basischen Stahlschrott 52/6 sh. In den übrigen Bezirken wurden die gleichen Preise erzielt. Die meisten Verbraucher von Gußbruch hatten ihren Bedarf zu Jahresbeginn gedeckt, so daß sich hier die Preise wenig änderten. Schwerer Maschinengußbruch kostete 65/- sh und schwerer gewöhnlicher Gußbruch 62/6 sh; der letztgenannte Preis war der einzige, der im Verlauf des Monats etwas anzog. Das Geschäft in saurem Stahlschrott ging zurück, doch blieben die Preise unverändert fest auf 72/6 sh. Beste schwere Drehspäne behaupteten sich unverändert auf 45/- sh, und ebenso trat in den Preisen für legierten Schrott mit mindestens 3% Ni und in Schnellarbeitsstahlschrott keine Aenderung ein; jener kostete £ 8.—, dieser £ 53.—. Alte Schienenstühle lagen etwas fester bei 70/- bis 71/6 sh. Bei allen Preisen handelt es sich um Frei-Werks-Preise.

Buchbesprechungen¹⁾.

(F.) Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie. Neu hrsg. von Paul Ramdohr, o. Prof. der Mineralogie a. d. Universität Berlin. 11., vollst. umgearb. Aufl. Mit 613 Textabb. u. Tab. Stuttgart: Ferdinand Enke 1936. (XII, 625 S.) 8°. 34 RM., geb. 36,80 RM.

Wenn P. Ramdohr das bekannte Lehrbuch der Mineralogie von F. Klockmann im Einverständnis mit dem Verfasser neu bearbeitet hat, so ist damit schon die Gewähr geboten, daß etwas ganz Hervorragendes geschaffen worden ist, das die Reihe der zehn älteren Auflagen des Werkes würdig fortsetzt. Dabei ist die ausgezeichnete, lehrhafte Darstellung Klockmanns auch in der Neuauflage erhalten geblieben, obwohl einzelne Abschnitte in wesentlichen Teilen umgearbeitet worden sind. Sehr weitgehend geändert ist der Abschnitt über die Formenlehre der Kristalle; die Darstellung ist im allgemeinen straffer und vor allem die Einzelbeschreibung der Kristallsysteme kürzer geworden. Dann folgt ein Abschnitt über den Feinbau der Kristalle und seine Untersuchung. Dieser neu eingefügte Abschnitt umfaßt das wichtige Gebiet der röntgenographischen Gefügeuntersuchung und kann bei der sehr klaren und übersichtlichen Darstellung als eine besonders wertvolle Ergänzung des Werkes gelten. Der weitere Abschnitt über Mineralphysik im engeren Sinne geht auf

zwei Seiten auch auf die erzmikroskopische Untersuchung ein; mancher wird vielleicht bedauern, daß diesem wichtigen Gebiete nur ein so knapper Raum zur Verfügung gestellt worden ist. Tiefgreifend überarbeitet ist ferner der Abschnitt Mineral- und Kristalchemie, weil die Fortschritte auf dem Gebiete der physikalischen Chemie dies erforderlich machten.

Im beschreibenden Teil des Werkes treten die Aenderungen weniger hervor, weil man hier die bisherige Gliederung nach dem „chemischen System“ beibehalten hat. Vergleiche zeigen aber auch hier, daß alle Angaben sehr sorgfältig überarbeitet worden sind, und daß trotz der sehr großen Zahl der Einzelangaben Beanstandungen kaum gemacht werden können. Gegenüber dem früheren Gesamtverzeichnis sind der Neuauflage vier Einzelverzeichnisse beigegeben, nämlich für veraltete Mineralnamen, für den allgemeinen Teil, für den beschreibenden Teil und endlich für technische Mineralogie.

Sehr begrüßenswert und für die Gewinnung neuer Freunde der Mineralogie nützlich ist das Bestreben der Neuauflage, unnötige Fremdwörter zu vermeiden; eine weitgehende Verdeutschung vieler Begriffe wird freilich erst allmählich durch Mitwirkung aller Mineralogen erreicht werden können.

Einleitend ist schon gesagt worden, daß mit der Neuauflage etwas Vorzügliches geschaffen worden sei; es erübrigt sich daher, dem Werke noch eine besondere Empfehlung mit auf den Weg zu geben.

Walter Luyken.

¹⁾ Wer die Bücher zu kaufen wünscht, wende sich an den Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664.

Hoeltzel, Max, Dr., Ehrenmitglied der Friedrich-List-Gesellschaft: **Aus der Frühzeit der Eisenbahnen.** Mit einer Bibliographie. Ein Beitrag zur Jahrhundertfeier der deutschen Eisenbahnen. (Mit einem Geleitwort von Dr. Carl Pirath.) Berlin: Julius Springer 1935. (111 S.) 8°. *A.R.M.*

Der Beginn der Eisenbahnzeit mit allen ihren geistigen Auseinandersetzungen spiegelt sich in dieser Quellensammlung wider. Die ungeheure Mühe, die der Verfasser sich gemacht hat, um das

Schrifttum der Eisenbahnfrühzeit lückenlos zusammenzutragen, wird sicherlich nur wenigen Benutzern bewußt werden. Eingeleitet wird diese Bibliographie durch eine tiefeschürfende, wenn auch nur kurze Studie über das Werden der Eisenbahnen und besonders der daran beteiligten Männer, unter denen vor allem Friedrich List hervortritt. Eine wertvolle und Wert behaltende Gabe zum deutschen Eisenbahnjubiläum!

Herbert Dickmann.

Vereins-Nachrichten.

Aus dem Leben des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

(April 1936.)

Am 1. April 1936 veranstalteten wir gemeinsam mit dem Lenne-Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure in Hagen einen Vortragsabend, bei dem ein Vortrag über die Zähigkeit von Einsatzstählen und ihre Beeinflussung durch Stahlerzeugung und Wärmebehandlung gehalten wurde.

Die Fachgruppe Hochofenschlacke hielt am 16. April ihre 4. Beiratssitzung ab. Dabei standen die Jahresabrechnung für das Geschäftsjahr 1935/36 sowie der Voranschlag für das Jahr 1936/37 zur Erörterung. Ferner wurden noch die Auswirkung der Frachterhöhung, die Erfassung des Eigenverbrauchs und der Vorschlag einer Erzeugungsstatistik behandelt.

Am gleichen Tage trat der Arbeitsausschuß des Ausschusses für Verwertung der Hochofenschlacke zusammen. Nach einer Aussprache über die Normung von Hüttenmauersteinen und Hüttenleichtsteinen wurde über die Verwendung von Hochofenschlacke bei den Reichsautobahnen und über Großversuche mit Hochofenschlacke als Düngemittel berichtet.

Am 17. April hielt der Arbeitsausschuß des Hochofenausschusses eine Sitzung ab. Einer gemeinsamen Besichtigung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung folgte eine Aussprache über Kennzahlen im Hochofenbetrieb. Weiter wurde eine Reihe von Kurzberichten erstattet, die sich mit dem Einblasen von festen und flüssigen Stoffen in das Hochofengestell, mit neueren Betriebserfahrungen mit Beth-Filtern in der Gichtgasreinigung, mit der Fernsteuerung oder Handbedienung der Winderhitzer, mit Erfahrungen mit Stichlochstopfmaschinen sowie der Ausgestaltung der Abstichrinne und der Vorreinigung von Gichtgas mit Wirblern befaßten.

Der Sitzung des Arbeitsausschusses folgte eine Vollsitzung des Hochofenausschusses, in der Berichte über den Wärmeverlust des Roheisens auf dem Wege vom Hochofen zum Mischer und über Aufbereitungs- und Verhüttungsversuche mit badischem Doggererz der Arbeitsgemeinschaft Neunkirchen-Völklingen erstattet wurden.

Auch der Maschinenausschuß leitete seine Vollsitzung vom 23. April mit einer Besichtigung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung ein, bei der zunächst ein kurzer Ueberblick über die elektrotechnischen Einrichtungen des Instituts gegeben wurde. In der Sitzung wurden Berichte über Steuergleichrichter für elektrische Anlagen in der Industrie und über Betriebswirtschaft in der Großeisenindustrie vorgetragen.

Am 24. April hielt der Ausschuß für Betriebswirtschaft eine Sitzung ab, für die als einziger Punkt ein Bericht über „Grenzkostenrechnung“ vorgesehen war, der eingehend erörtert wurde.

Der Unterausschuß für den Zugversuch befaßte sich am 29. April mit einem Arbeitsplan für Versuche zur Ausschaltung des Stickstoffeinflusses bei Durchführung von Dauerstandversuchen in den bisher üblichen Salzbadern.

Am 29. April tagte der Kleine Ausschuß der Technischen Kommission der Grobblechwalzwerke.

Mit der Aufstellung von technischen Kennzahlen für den Hochofenbetrieb befaßte sich am 30. April ein vom Unterausschuß für Statistik und vom Hochofenausschuß gemeinsam eingesetzter Kreis von Fachleuten, um die letzten noch offengebliebenen Kennzahlen über Ofen- und Möllerausbringen, Umlauf-, Schlacken- und Rinneneisen festzulegen.

Aus unseren Zweigvereinen ist zu berichten, daß die Eisenhütte Oesterreich am 4. April eine Sitzung ihres Vorstandes abhielt, in der der Tätigkeitsbericht und Kassenbericht erstattet sowie die diesjährige Hauptversammlung besprochen wurde. Nach der Sitzung des Vorstandes wurde im Kreise der Mitglieder der Eisenhütte Oesterreich ein Vortrag über die Entwicklung der russischen Eisenindustrie nach dem Weltkriege gehalten, dem am Abend eine zwanglose Zusammenkunft folgte.

Die Eisenhütte Südwest hatte am 26. April ihre Hauptversammlung. Nach Erledigung der durch die Satzungen vorgeschriebenen Punkte der Tagesordnung wurden Vorträge über

die Entwicklung und den Aufbau der Saar-Ferngasversorgung und über Ferngas als Brennstoff für Industrie und Gewerbe gehalten¹⁾.

Fachausschüsse.

Dienstag, den 19. Mai 1936, 15.15 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

132. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Betriebsstatistik und Betriebsberichte in Eisenhüttenwerken.
3. Erzeugungsberichte für den Hochofenbetrieb.
4. Erzeugungsberichte für den Siemens-Martin-Stahlwerksbetrieb. Berichtersteller: Dipl.-Ing. H. Euler, Düsseldorf.
5. Das statistische Schaubild in seiner vielseitigen und sinn-gemäßen Anwendung bei der Darstellung von Betriebszahlen. Berichtersteller: Dr. phil. H. Antoine, Berlin.
6. Aussprache.

Aenderungen in der Mitgliederliste.

Apold, Anton, Dr. mont. E. h., Gut Seehof am Mondsee (Post Loibichl), O.-Oesterreich.

Baumgarten, Franz, Dipl.-Ing., Stuttgart, Libanonstr. 94.

Erasmus, Hendrik de Wet, Dipl.-Ing., c/o Union Carbide and Carbon Research Labs. Inc., Niagara Falls (New York), U. S. A., P. O. Box 580.

Feldmann, Erich, Ingenieur, Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Hasper Eisen- u. Stahlwerk, Hagen-Haspe, Vörder Str. 64.

Heyes, Josef, Dr. phil., Assistent im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf 1; Düsseldorf-Grafenberg, Gutenbergstraße 35.

Kettler, Heinrich, Ingenieur, Köln, Salierring 43.

Lillig, Peter Wilhelm, Dr.-Ing., Freiburg (Br.), Schwaighofstr. 6.

Metzger, Artur, Ingenieur, Gußstahlwerk Wittmann, A.-G., Hagen-Haspe.

Mücke, Max, Dipl.-Ing., Rheinisch-Westfäl. Kohlsyndikat, Wärmetechn. Abt., Essen, Schornstr. 17.

Müller, Paul, Dr.-Ing., Baden bei Wien (Oesterr.), Elisabethstr. 23.

Rothe, Walter, Direktor, Vorstand der Fa. Hein. Lehmann & Co., A.-G., Berlin-Düsseldorf; Düsseldorf 1, Lindemannstr. 39.

Schmid, Walther, Obergeringieur u. Direktor i. R., Duisburg, Hindenburgstr. 58.

Zander, Georg, Obergeringieur, Saline Schönebeck, Schönebeck (Elbe), Cekhurhof 5.

Gestorben.

Becker, Ernst, Hüttdirektor, Bochum-Werne. 4. 5. 1936.

Dickertmann, Paul, Direktor, Oberhausen. 1. 5. 1936.

Wagner, Eduard, Obergeringieur a. D., Düsseldorf. 2. 5. 1936.

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

Assmann, Emmerich, i. Fa. Assmann-Werke, Leibnitz (Steiermark), Oesterreich.

Nogge, Gerhard, Betriebsassistent, Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Hasper Eisen- u. Stahlwerk, Hagen-Haspe, Leimstr. 17.

Schindler, Karl, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Remscheid, Remscheid-Bliedinghausen, Burger Str. 20.

Schröer, Heinrich, Dr.-Ing., Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Wärmestelle, Dortmund, Balkenstr. 41.

Sprosec, Karl, Dipl.-Ing., Kallwang (Steiermark), Oesterreich, Teichenhof.

Wegscheider, Fred, Ing., Assmann-Werke, Leibnitz (Steiermark), Oesterreich.

B. Außerordentliche Mitglieder:

Puzicha, Wilhelm, stud. rer. met., Clausthal-Zellerfeld 1; Geisweid (Kr. Siegen), Untere Kaiserstr. 23.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 555/57.