STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 18 | 2. MAI 1940 | 60. JAHRGANG

Schweißbarkeit von Stahl.

Erfahrungen und Versuche.

Von Oberreichsbahnrat Dr.-Ing. Reinhold Kühnel in Berlin.

[Bericht Nr. 496 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*).]

(Schweißrissigkeit und ihre Vermeidung. Nachweis der Schweißempfindlichkeit durch schon genormte Versuche. Einfluß des Schweißdrahtes. Schweißnahtrissigkeit und ihre Vermeidung. Angaben in Normen über Schweißbarkeit. Gründe der Schweißempfindlichkeit des Stahles St 52. Lehren der Gefügeprüfung des Stahles aus der Zoo- und Rüdersdorfer Brücke. Aufschweißbiegeversuche und Ergebnisse mit ihnen. Zusammenhänge mit den Ergebnissen der Prüfung des Werkstoffes aus der Zoo- und Rüdersdorfer Brücke. Aufhärtung und Werkstoffzusammensetzung bei St 52. Wirkung des Normalglühens. Bewährung des Aufschweißbiegeversuches bei unlegierten Stählen mit 37 bis 50 kg/mm² Zugfestigkeit. Zusammenstellung von Versuchsergebnissen bei Quer- und Längsaufschweißproben. Veränderte Ausgestaltung der Aufschweißbiegeversuche.)

Notwendigkeit der Prüfung von Stählen auf ihr Schweißverhalten.

Das Schweißen ist eine alte Kunst. Unsere Vorfahren waren schon in der Lage, eine Schweißverbindung herzustellen, die über ihren ganzen Bereich dem Grundwerkstoff gleichwertig war. Die früher übliche Feuerschweißung vollzog sich nach gründlicher und weitgehender Erwärmung der beiden Stücke bei gleichzeitiger Durchschmiedung. Die Schweißnaht hatte daher fast völlig den Aufbau und die Eigenschaften des ungeschweißten Werkstoffes. Einer besonderen Prüfung für die gelungene Schweißung bedurfte es nicht. Der neuzeitliche Nachfolger der Feuerschweißung ist die elektrische Widerstands-Preßschweißung. Hier gestaltete sich die Schweißung noch einfacher, weil sie den teigigen Zustand beim Zusammenfügen noch überschritt und eine dünne Schmelzschicht erzeugte. Gleichmäßige und weitgehende Erwärmung über den ganzen Querschnitt war ebenfalls gewährleistet. Eine Verdichtung der Schweiße — wenn auch nicht durch Hämmern — war möglich. So war fast jeder unlegierte Stahl nach diesem Verfahren schweißbar, während sich die alte Feuerschweißung auf weichen Werkstoff beschränken mußte. Da man aber mit Widerstandsschweißung nur Stücke gleichen Querschnitts zusammenfügen kann, blieb die Anwendung dieses idealen Schweißverfahrens begrenzt, und die Schmelzschweißung entwickelte sich weit stärker. Im allgemeinen Maschinenbau, im Fahrzeugbau, im Kesselbau, schließlich im Eisenbahn-Oberbau und Brückenbau setzten sich die Schmelzschweißverfahren durch und eroberten etwa von der Mitte des vorigen Jahrzehntes an ein Anwendungsgebiet nach dem anderen. Besonders war das bei der Elektroschmelzschweißung der Fall.

Im Gegensatz zu den bisher genannten Schweißverfahren wird bei der Schmelzschweißung aber der Werkstoff selbst im allgemeinen weder erwärmt noch vorgewärmt. Die eingeschmolzene Schweißlage erwärmt durch Wärmeübertragung nur eine verhältnismäßig schmale Nachbarzone auf helle Rotglut, dann folgt durch Wärmeableitung, besonders bei dickeren Bauteilen, eine verhältnismäßig schroffe Abkühlung dieser Wärmeübergangszone, die zu mehr oder weniger starker Aufhärtung führt. H. Hauttmann[1]) hat die in *Bild 1* wiedergegebenen Werte veröffentlicht. Die besonders starke Aufhärtung bei Stahl St 60 und St 70 konnten wir bei entsprechenden Versuchen ebenfalls — und zwar bei St 70 zu 43 Rockwell-C-Einheiten, etwa 420 Brinell-Einheiten entsprechend — feststellen. Diese Aufhärtung bedingt geringe Verformbarkeit.

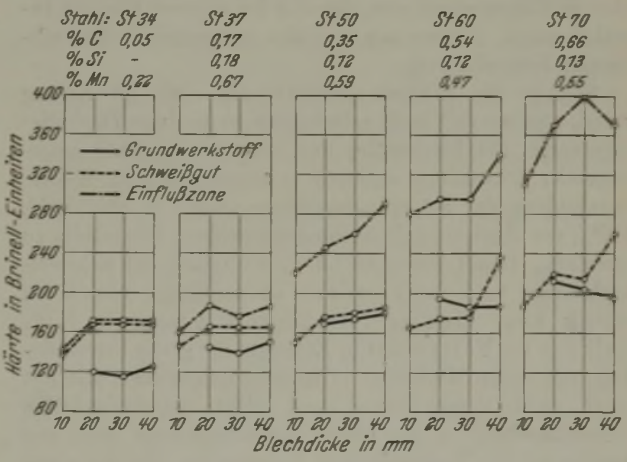


Bild 1. Aufhärtung von unlegierten Stählen beim Verschweißen einer 4 mm tiefen Nut mit einem umhüllten Draht von 5 mm Dmr. (Nach H. Hauttmann.)

Da sich die Umwandlung von Austenit in Martensit in der Uebergangszone und die mit ihr verbundene Volumenänderung nicht frei vollziehen kann, weil die Zone mit einer benachbarten an Volumen viel größeren Stahlmenge fest verbunden ist, muß sie auch zu erheblichen Spannungsanhäufungen im Grundwerkstoff führen. Bei dünneren Bauteilen tritt dabei ein Längseinreißen in oder an der Uebergangszone auf, das man als Schweißrissigkeit bezeichnet. Besonders die im Flugzeugbau üblichen dünnen Bleche aus

*) Erstattet in der Sitzung des Unterausschusses für Schweißbarkeit am 23. Februar 1940. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

[1]) Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 7 (1939) S. 43.

legierten Stählen bereiteten zeitweilig erhebliche Schwierigkeiten, deren man erst allmählich Herr wurde[2]). Vorwärmung, besondere Schweißbehandlung und Nacherwärmung waren die Mittel, der Gefahr der Schweißrissigkeit beizukommen. Bei dickeren Profilen war zwar ein Einreißen nicht ohne weiteres anzunehmen, aber auch hier stellte die Spannungsanhäufung eine sehr wesentliche Gefahrenquelle für die Haltbarkeit der Schweißung dar, die zu Querrissen der Schweißverbindung führen konnte. Der Kesselbau, der es ja schon früh mit größeren Wanddicken zu tun hatte, erkannte zuerst die Gefahren der vorschnellen Abkühlung dickerer, durch die Schmelzschweißung nur örtlich erwärmter Schweißverbindungen, und die überwachenden Behörden sahen sich veranlaßt, ein Normalglühen, das später mehr und mehr durch ein Spannungsfreiglühen bei etwa 600° ersetzt wurde, vorzuschreiben.

Diese Forderung schaltet für viele Verwendungszwecke aber aus, und hier bleibt nichts anderes übrig, als durch Sonderforderungen an den Schweißdraht oder gegebenenfalls auch an den Schweißwerkstoff möglichst verformungsfähige Schweißverbindungen zu erreichen. Kann man damit aber bei immer härteren Stählen und dickeren Profilen noch den notwendigen Grad der Verformungsfähigkeit einhalten, und wie weit entfernt man sich von der Grundforderung der Schweißtechnik, nach der die Schweißverbindung an allen Stellen möglichst gleichmäßig die Eigenschaften des schweißnahtfreien Grundwerkstoffes haben soll? Die Fragestellung bedingt, daß man sich zunächst einmal Prüfverfahren schafft, die einen Maßstab für die durch die Aufhärtung der Schweißung und sonstige Umstände etwa eintretende Verminderung der Güte der Schweißverbindung gegenüber dem Vollwerkstoff bieten. Hier standen von den inzwischen vorgenormten Prüfverfahren vornehmlich zwei zur Verfügung, der Zug- und der Faltversuch (DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 120 und 121). Der Kerbschlagversuch, der nur einen Teil des Schweißnahtquerschnitts erfaßt, ebenso Einspannversuche, die sich bei dünnen Blechen bewährt haben, können aus den hier vorgesehenen Betrachtungen herausbleiben.

Solange die Schmelzschweißtechnik noch im Anfang stand, ergaben sich auch gelegentlich zu niedrige Zugfestigkeitswerte, die Bindefehler und sonstige Ursachen ungenügender Schweißung eindeutig anzeigten. Mit der Weiterentwicklung der Schmelzschweißung gelang es aber bald, 100% der Zugfestigkeit des ungeschweißten Werkstoffs zu erreichen. Damit war aber die Vollwertigkeit der Schweißverbindung noch nicht erwiesen, da der Zugversuch zu wenig über eine Verformbarkeit aussagte. Hier half nun der Faltversuch. Er zeigte die große Schwierigkeit, mit einem Werkstoff im Anlieferungszustand und mit einer nicht vorgewärmten und nicht nachbehandelten Schweißverbindung bei besten Schweißdrähten auch nur annähernd die Verformbarkeit zu erreichen, die der ungeschweißte Werkstoff hatte. Mit Rücksicht auf die Leistung der Biegeprüfmaschine üblichen Ausmaßes ließ sich die Dicke der Proben nicht über 12 mm erhöhen. Die große Zahl der vorzusehenden Prüfungen für Werkstoff, Schweißdraht und Schweißer ließ auch zur Verminderung des Werkstoffaufwandes keine höhere Probendicke zu. Es war aber beispielsweise bei Schweißdrahtprüfungen schon mit dieser Probe nicht möglich, bis heute für übliche Schweißdrähte E 37 mehr als 50° Biegewinkel vorzuschreiben, ebenso für St 52, während mit Sonderdrähten auch nur 90° Mindestbiegewinkel erreicht wurden, so daß also immerhin eine Verschlechterung von 50% und mehr gegenüber dem Vollwerkstoff zu verzeichnen war. Mehr war von der Schweißdrahtseite her zur Herbeiführung einer guten Verformbarkeit einer Schweißverbindung nach dem Stand der Reichsbahn-Lieferungsbedingungen, Ausgabe 1938, allgemein zunächst leider nicht zu erreichen; die Norm DIN 1913 geht in ihren Forderungen teilweise noch nicht so weit.

Nun kommt es gerade beim Einschweißen der ersten Lage gelegentlich vor, daß dickere Bauteile der eben erkaltenden Schweißnaht so frühzeitig eine Schrumpfspannung aufzwingen, daß ihre Mitte noch rotwarm ist, noch nicht genügende Zugfestigkeit hat und längs aufreißt. Die Zusammensetzung des zu verschweißenden Grundwerkstoffs wirkt dabei erheblich mit, obwohl dieser Einfluß bei der Kürze der Aufschmelzzeit eigentlich nicht erwartet werden sollte. Diese Schweißnahtrissigkeit trat vorzugsweise bei der Verschweißung dickerer Profile auf, und sie hat im Brückenbau eine Zeitlang ernstliche Schwierigkeiten bereitet. Mit Einführung einer einfachen Prüfung auf Schweißnahtrissigkeit *(Bild 2)* gelang es aber der Schweißdrahtindustrie, geeignete Drähte zu erzeugen, so daß die Frage der Schweißnahtrissigkeit heute nicht mehr so sehr im Vordergrund steht. Ein ausgedehntes Schrifttum liegt zudem darüber vor, auf das hier verwiesen werden kann[3]).

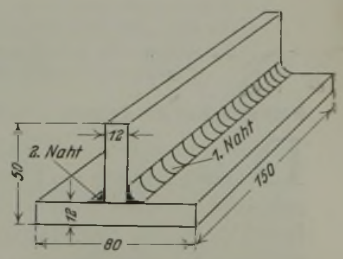


Bild 2. Probe zur Prüfung auf Schweißnahtrissigkeit.

Damit kommen wir zu der Frage, ob und welche Sonderforderungen etwa schon an den Grundwerkstoff gestellt wurden, um von ihm her eine gut verformbare Schweißverbindung auch dann zu gewährleisten, wenn eine besondere Glühbehandlung nach oder vor der Schweißung nicht stattfinden kann. Die Normblätter DIN 1611 und 1612 für die gebräuchlichen unlegierten Baustähle enthalten bisher nur Vermerke über die Eignung zur Feuerschweißbarkeit; DIN 1606 als Erläuterung zu DIN 1611 und 1661 legt das noch besonders fest. Allerdings finden sich beim Vergleich der Blätter noch gewisse Widersprüche. So heißt es für Stahl St 37.11: „Schweißt nicht immer gut und zuverlässig", während Stahl St 37.12 überhaupt keinen Vermerk über die Schweißbarkeit hat. Der St 42.11 wird als schwer feuerschweißbar bezeichnet, während die Stähle St 34.12 bis 44.12 als gut feuerschweißbar bezeichnet werden. Dagegen enthalten die Normblätter DIN 1622 und 1623 besondere Stähle mit Eignung für Schmelzschweißung. In DIN 1622 — Mittelblech — hat sogar der St 00, der auch als Walzstahl vielfach für Schweißung im Maschinenbau und Fahrzeugbau verwendet wird, die Angabe „Schweißbarkeit für Schmelzschweißung im allgemeinen vorhanden, aber nicht gewährleistet" erhalten. Es liegt kein Grund vor, diese Angabe für Walzstahl in DIN 1611 und 1612 für St 00 nicht ebenfalls anzubringen. Daneben gibt es in DIN 1622 sogar schon für St 00 eine besondere Schweißgüte St 00.22 S mit dem Vermerk „Schweißbarkeit für Schmelzschweißen gewährleistet". Für St 34 P (Preßblech, Röhrenblech) bleibt die Schweißbarkeit für Schmelzschweißung ebenfalls gewährleistet, ohne daß hier eine Güte S eingeführt ist, dagegen gibt es dann

[2]) Zeyen, K. L.: Techn. Mitt. Krupp 4 (1936) S. 115/22; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1213. Bollenrath, F., und H. Cornelius: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 563/76 (Werkstoffaussch. 379); vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 741. Eilender, W., und R. Pribyl: Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 443/48 (Werkstoffaussch. 403); vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 329/30. Stieler, C.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 346/50 (Werkstoffaussch. 408). Werner, O.: Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 449/58 (Werkstoffaussch. 459); vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 379.

[3]) Stieler, C.: Elektroschweißg. 8 (1937) S. 181/84 u. 212/14; Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 346/50 (Werkstoffaussch. 408).

wieder einen St 37.22 S. Ab St 42 bleibt die Gewährleistung der Schweißbarkeit besonderen Vereinbarungen vorbehalten. DIN 1623 — Feinblech — trägt den allgemeinen Vermerk: „Jedes Blech der Gruppen Handelsbleche und Qualitätsbleche von 0,5 mm Dicke und mehr muß im Azetylenschweißverfahren schweißbar sein, desgleichen im Elektroschweißverfahren, wenn die Oberfläche durch Beizen oder Schleifen gereinigt ist.“ Diese Beispiele zeigen, daß die Normung von Stahlschweißgüten bis zum Anfang 1939 auf Einzelfälle beschränkt blieb, die noch einer gegenseitigen Abstimmung bedürfen.

Unter diesen Voraussetzungen waren für eine Schweißung härterer Stähle weder vom Schweißdraht noch vom Grundwerkstoff her die Möglichkeiten gegeben, in allen Fällen eine einwandfreie Schweißverbindung zu erzeugen, bei denen ein Vorwärmen oder Nachglühen nicht möglich war. Wenn im Fahrzeug- und Oberbau mit geeigneten Schweißdrähten trotzdem immer härtere Stähle zur Schweißung herangezogen werden konnten — bei Schiene und Rad schließlich Stähle mit über 70 und sogar über 80 kg/mm² Zugfestigkeit —, so lag das daran, daß hier Vorwärmung weitgehend, sogar maschinell, angewandt und auch unmittelbar vorgeschrieben werden konnte, daß mitunter an Stelle der Elektroschweißung die Anwendung der Gasschweißung möglich war, die wesentlich mehr Wärme in die Schweißverbindung hereinbringt und damit zu schroffe Abkühlung vermeidet. Gelegentliche Brüche, wenn sie in nicht zu hoher Zahl auftraten, brachten keineswegs unmittelbare Betriebsschwierigkeiten oder größere Rückschläge mit sich. Sie waren lediglich der einfachste Nachweis der mißlungenen Schweißung und der Lehrmeister für ihre Verbesserung.

Anders lag das, als der Brückenbau, der bislang nur den Stahl St 37 verschweißt hatte, sich entschloß, zum Schweißen von St 52 mit 52 kg/mm² Zugfestigkeit überzugehen, der anfänglich mit einer oberen Zugfestigkeitsgrenze von 68 kg/mm² geliefert wurde. Nun liegt aber bei ungefähr 60 kg/mm² Zugfestigkeit nach den Erfahrungen des Schweißbetriebes ungefähr die Grenze der Schwerschweißbarkeit[4]). Sie ist natürlich nicht genau eine scharfe Linie, sondern wohl mehr ein breites Band und wird vielleicht bis 56 kg/mm² Zugfestigkeit je nach der Zusammensetzung des Werkstoffes herunterreichen. Auf jeden Fall aber schneidet sie den Bereich des St 52 in eine schweißbare und in eine schwer schweißbare Hälfte. In der letzten liegen gerade die dickeren Bauteile, bei denen sonst eine Streckgrenze von 34 kg/mm² nicht mehr erreicht werden kann, und diese Dicken über 30 mm benötigte der Brückenbau mehr und mehr. Trotzdem wurde eine erhebliche Anzahl von Brücken ohne Anstand in Betrieb genommen. Erst als die Schweißnahtlängen immer größer wurden, zeigten sich Rückschläge. Die erste Lehre erteilte die Eisenbahnbrücke am Bahnhof Zoo in Berlin 1936[5]). Während man noch dabei war, aus den Anrissen an den Schweißverbindungen der Zoobrücke die Lehren zu ziehen, traten Anfang 1938 unter ähnlichen Erscheinungen Querbrüche an den Gurten der Rüdersdorfer Autobahnbrücke auf[5]). Auch dieses Ereignis ist mit allen Auswirkungen in der Fachpresse eingehend besprochen worden. Ihm folgte im gleichen Jahre der Einsturz einer aus etwas weicherem Thomasstahl St 42 geschweißten Kanalbrücke in Belgien[6]).

Erkenntnisse aus Brüchen von geschweißten Bauwerken.

An Hand der inzwischen vorliegenden Untersuchungsergebnisse hat man sich nun die Frage vorzulegen, inwieweit der Stahl in allen seinen Eigenschaften und besonders in seiner Schweißbarkeit im erweiterten Sinne als alleinige oder teilweise Ursache dieser Anrisse und Anbrüche in Betracht kommt, und alsdann die Frage zu erörtern, inwieweit die zu ziehenden Schlußfolgerungen über den Brückenbau hinaus allgemeine Bedeutung haben könnten.

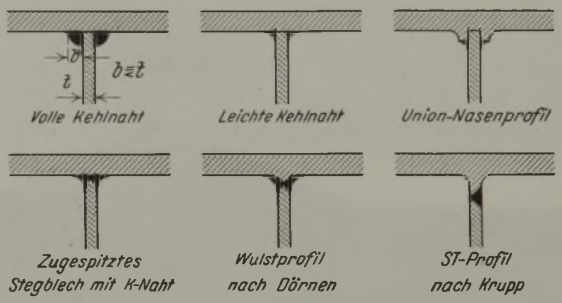


Bild 3. Formen der Schweißverbindung zwischen Gurt und Stegblech.

Wir beginnen mit dem Ergebnis der Gefügeprüfung der Schweißverbindung der Rüdersdorfer Brücke, wobei vorab gleich bemerkt sei, daß bei der Zoo-Brücke etwa die gleichen Betrachtungen anzustellen sind. Von den damals bekannten Arten der Schweißnähte *(Bild 3)* zwischen Steg und Gurt wurde das Wulstprofil gewählt. *Bild 4* zeigt den schweißtechnischen Mittelteil dieser Verbindung, deren Wahl von den folgenden Erwägungen ausging.

1. Man wollte den Spalt, der bei einer Kehlnaht zwischen Steg und Gurt verbleiben muß, wegen seiner Kerbwirkung vermeiden.
2. Es war bekannt, daß Stumpfnähte immer eine bessere Wechselfestigkeit als Kehlnähte ergeben, und so wählte man diese Art der Schweißverbindung, die man nicht als eine versenkte Kehlnaht, sondern als eine Stumpfnaht ansah; hierin lag aber der Trugschluß, wie im folgenden noch nachgewiesen wird[7]).
3. Walztechnische Gründe führten ebenfalls dazu, diese Art von Schweißverbindung vorzuziehen.

Bild 5 zeigt die Mitte der Schweißverbindung noch einmal etwas schärfer geätzt. Man erkennt Lage und Ausbildung der einzelnen Schweißraupen der aufgehärteten Uebergangszone, die als breites, geschlossenes, dunkles Band oben und unten zwischen Schweißnaht und Werkstoff liegt. Deutlich ist sichtbar, daß das dunkle Band nach oben, d. h. im Steg, breiter verläuft. Beide Bänder zeigen außerdem einige helle Querstreifen, die auf eine Einwirkung der Schweißwärme der nachfolgenden Raupe auf die gebildete Härtezone zurückgeführt werden müssen.

Die Untersuchung der Aufhärtungszone ergab nun, daß das breite dunkle Band nicht gleichmäßig aufgehärtet ist, sondern daß sich in ihm noch eine ziemlich schmale Zone befindet, die den Höhepunkt der Aufhärtung erreicht. Diese Unterschiede lassen sich mit der Brinell-Prüfung nicht erkennen, da hierfür die Zone schon zu schmal ist. Mit der Rockwell-Prüfung (C-Kegel 150 kg Belastung) wurden Aufhärtungen bis zu 26 und 30 Einheiten im unteren

[4]) Vgl. Zeyen, K. L.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 901/06. Man kann vielleicht in diesem Zusammenhang darauf hinweisen, daß ungefähr beim St 60 im Spannungs-Dehnungs-Schaubild die Verformungsleistung an der Streckgrenze und damit der Abbau von Spannungen stark nachläßt, wobei im Schaubild der Eintritt der Streckgrenze kaum noch erkennbar ist.

[5]) Kommerell, O.: Bautechn. 17 (1939) S. 161/63 u. 218/21. Schaechterle, K.: Bautechn. 17 (1939) S. 46/52. Schaper, G.: Z. VDI 83 (1939) S. 93/98. Amstutz, E.: Schweiz. Bauztg. 113 (1939) S. 256/58.

[6]) Oss. Mét. 7 (1938) S. 336/39; 8 (1939) S. 101/02; Elektroschweißg. 9 (1938) S. 173/75. François, E.: Oss. Mét. 7 (1938) S. 201/07; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 807/09, 980 u. 1094.

[7]) Siehe Absatz: Sonderformen der Aufschweißbiegeprobe.

schmalen Band gemessen, im oberen breiten nur bis 18 Einheiten, und zwar lag die höchste Aufhärtung stets unter der ersten Lage in der Mitte. Nach außen hin trat durch Wärmeeinfluß der nächsten Lagen eine Verringerung der Aufhärtung ein, etwa herab zu 15 Rockwell-C-Einheiten, während der Werkstoff selbst Werte von 5 bis 10 ergab. Unter der äußersten Schweißraupe fand sich oft wieder eine stärkere Aufhärtung. Die Ergebnisse der Gefügeprüfung der Zoobrücke waren ähnlich, ebenso die Werte der Aufhärtung. Der Einfluß der starken Wärmeableitung macht sich also — besonders nach unten hin, wo eine Profildicke von 40 bzw. 50 mm vorliegt — ganz erheblich bemerkbar, und man muß mit einer Verdoppelung der Zugfestigkeit in der Aufhärtungszone rechnen, während die Streckgrenze noch höher hinaufgetrieben wird und die Dehnung entsprechend absinkt. Tatsächlich erhält man, wenn man dünne Zerreißproben aus St 52 durch Abschrecken in Oel auf eine ähnliche Härte bringt, eine Zugfestigkeit von etwa 100 kg/mm², eine Streckgrenze von 90 kg/mm², eine Bruchdehnung von 2 bis 3% und Biegewinkel von nur 30°. Mit dicken Proben kommt man natürlich bei Abschreckung jeder Art nicht auf derartige Härten, weil die Wärmeableitung zu gering ist. Daher hatte es wenig Wert, etwa eine Abschreckprobe für dicke Profile vorzuschreiben.

Man mußte sich nun die Frage vorlegen, welchen Einfluß dieses — gewissermaßen in die Schweißverbindung eingelegte — Härtungsband mit hoher Streckgrenze und geringer Dehnung auf die Verformbarkeit der Schweißverbindung ausübt. Wollte man den Einzelheiten der Einwirkung dieser Aufhärtung nachgehen, so mußte dies mit irgendwelchen dickeren Schweißproben geschehen, die den Abmessungen der Bauteile entsprachen. Auch war weiterhin zu untersuchen, ob etwa eine längsgelegte Schweißung — die im vorliegenden Fall schon eine Aufschweißung sein mußte — gegenüber der bisher quer mit Stumpfnaht verschweißten Probe vorzuziehen war. Bei ihr konnte möglicherweise die Verformungsbehinderung der Härtungsbänder rechts und links der Schweiße viel stärker in Erscheinung treten als bei Querschweißung. Hierbei ist die Schweiße selbst und der Werkstoff durch die Härtungsbänder unmittelbar in der Verformung weniger behindert, und somit konnte ihr Einfluß weit geringer sein.

Im Gegensatz zu den in der Normung üblichen Faltproben, die quer lagen und hauptsächlich der Erforschung der Stumpfnaht dienten, wählte man also mit Rücksicht auf die langen Schweißnähte Längsproben, die nur aufgeschweißt, nicht durchgeschweißt wurden, und zwar sowohl zu Zugversuchen als auch für Biegeversuche. Hierbei kamen für diese Prüfungen nur noch Maschinen großer Leistung in Frage, wie sie sich nur bei einigen Anstalten fanden, für den Zugversuch beispielsweise von 3000 t. Zugversuche mit beiderseitig aufgeschweißter Raupe wurden im Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem durchgeführt, über die G. Bierett schon berichtet hat[8]). Die Zugfestigkeit wurde teilweise nachteilig beeinflußt, auch zeigte sich eine erhebliche Verringerung der Dehnung.

Eine weitere Ausdehnung haben diese Versuche nicht gefunden, da sie zu teuer waren und der inzwischen ebenfalls in Aussicht genommene, einfacher durchzuführende Aufschweißbiegeversuch sich als geeignet erwies, um den Ursachen der Versprödung der Schweißverbindung auf den Grund zu kommen. O. Kommerell[9]) hatte vorgeschlagen, derartige Versuche zu machen, und schon die ersten Prüfungen mit einer derartigen Probe bei größeren Dicken ergaben teilweise sehr kleine Biegewinkel zwischen 0 und 10°, während sonst der St 52 in jeder Dicke bis zu 50 und 60 mm sich noch um 180° biegen läßt. Anderseits ergab sich dabei ein so erheblicher Streubereich von Proben gleicher Versuchsbedingungen, daß er schwer möglich war, die Einzeleinflüsse der auftretenden Versprödung klar zu erkennen. Man muß sich dabei daran erinnern, daß der Biegeversuch nur ein sehr roher technologischer Versuch ist. Es erschien daher von vornherein zweckmäßig, einen Ausschuß von Sachverständigen zu bilden, der einmal die Richtlinien der durchzuführenden Versuche festlegte und der anderseits die Ergebnisse planmäßig verwertete.

×0,7 ×0,8

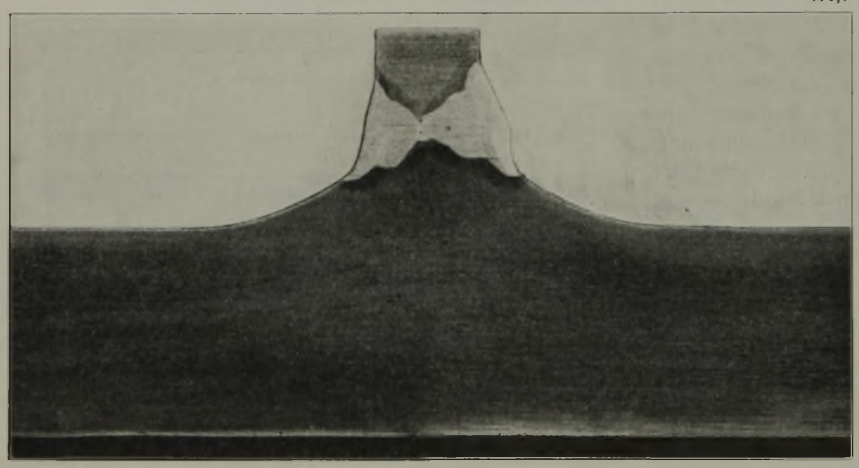


Bild 4.

Bild 5.

Bild 4 und 5. Gefüge einer Schweißnaht von der Rüdersdorfer Brücke. (Bild 5. Mittelteil, besonders geätzt.)

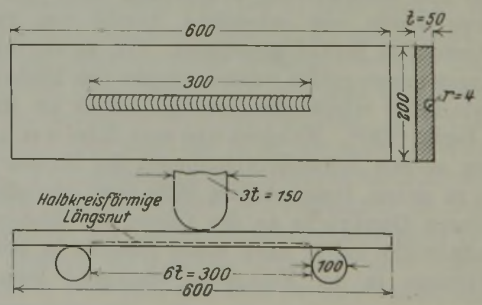


Bild 6. Abmessungen der Aufschweißbiegeprobe.

Eine ganze Anzahl der Vorarbeiten dieses Ausschusses erstreckte sich darauf, zunächst einmal mit Proben verschiedener Abmessungen in Länge, Breite und Dicke Ver-

[8]) Bierett, G., und W. Stein: Elektroschweißg. 9 (1938) S. 81/91.

[9]) Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 421; Stahlbau 11 (1938) S. 49/54.

suche durchzuführen, um die günstigste Probenform und die geeignetsten Versuchsbedingungen zu ermitteln, die später allen weiteren Arbeiten zugrunde gelegt werden sollten. Dies konnte schon in der zweiten Sitzung geschehen. Das Verhältnis von Länge zu Breite wurde auf 4 festgelegt; Auflage und Schweißnut wurden mit 12 t bemessen. Damit ergaben sich für eine 50 mm dicke Probe 200 mm Breite und 600 mm Nut- und Auflagelänge, die Nuttiefe war 4 mm. Später wurde die Nut auf 300 mm verkürzt *(Bild 6)*. Auch Prüfmaschinen mit 50 t Höchstlast waren nun noch anwendbar.

Einflußgrößen beim Aufschweißbiegeversuch.

Die einzelnen Versuchsergebnisse seien nach folgenden Punkten auszugsweise angeführt:

1. Einfluß der Probendicke und -breite;
2. Einfluß des Schweißdrahtes und der Stromstärke;
3. Einfluß der Aufhärtung;
4. Einfluß des Werkstoffs.

Versuche über den Einfluß von Vorwärmung und Nachglühen, die der Ausschuß ebenfalls durchführte[10]), sind hier nicht weiter erörtert, da deren Anwendung auf den Brückenbau selbst noch besonders geklärt werden und man einstweilen die Voraussetzung machen muß, daß das Schweißen von Profilen größerer Dicke auch ohne Anwendung einer Vor- oder Nachwärmung auszuführen sein sollte.

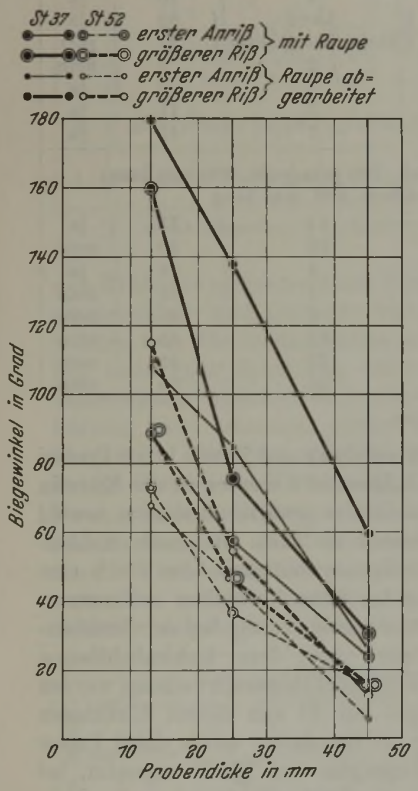


Bild 7. Abhängigkeit des Biegewinkels der Aufschweißbiegeproben von der Probendicke. (Nach K. Schönrock.)

Mit Absicht ist der Einfluß der Abmessungen an den Anfang gestellt, denn es ergab sich bei allen Versuchen, daß die Querschnittsform der Probe einen überragenden Einfluß auf das Ergebnis der Prüfung ausübt. Aus der Fülle der Prüfergebnisse sei hier eine zeichnerische Darstellung der Versuche von K. Schönrock ausgewählt *(Bild 7)*. Sie zeigt den Einfluß der Probendicke zwischen 13 und 45 mm auf das Ergebnis des Aufschweißbiegeversuchs für einen St 37 und einen St 52. Bis zu 30 mm Wanddicke sind in allen Fällen noch Biegewinkel über 30° vorhanden, bei 20 mm sogar über 50°. Wenn auch die Verformbarkeit gegenüber der des ungeschweißten Werkstoffs erheblich schlechter ist, so kann man sie wohl noch als tragbar bezeichnen. Es sei hier gleich noch daran erinnert, daß bei 12 mm Probendicke die Werte des Querschweißbiegeversuchs, von dem vorher bei der Entwicklung der Schweißdrähte die Rede war, mit 50° als unterer Grenze bemessen wurden und mit diesen Ergebnissen ziemlich übereinstimmen.

[10]) Es berichteten darüber H. Buchholtz und P. Bettzieche, H. Wilhelm sowie E. H. Schulz. Unveröffentlichte Berichte.

Weil eben beim Aufschweißen die Dicke des Werkstoffs einen überragenden Einfluß ausübt, so kann unterhalb von 20 mm Wanddicke bei St 52 — bei St 37 noch höher — von dem Aufschweißbiegeversuch keine grundsätzlich neue Erkenntnis erwartet werden; oberhalb von 30 mm aber ist der Einfluß der Werkstoffdicke auf die Verringerung der Verformbarkeit erschreckend. Es gelang W. Grosse bei Versuchen sowohl völlig verformungslose Brüche *(Bild 8)* als auch Anrißbrüche *(Bild 9)* zu erzeugen. Die bei den beiden Brücken beobachteten Brucharten waren also auch auf dem Versuchswege nachgeahmt.

Bild 8.

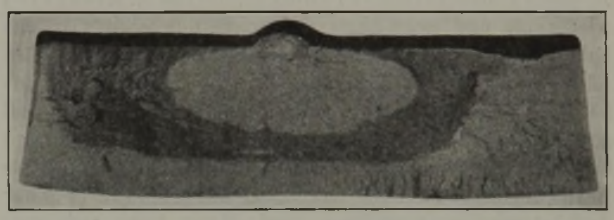


Bild 9.

Bild 8 und 9. Zwei verschiedene Ausbildungen der Bruchfläche von Aufschweißbiegeproben aus St 52. (Nach W. Grosse.)

Während man vordem geneigt war, dem Kohlenstoffgehalt und damit der Zugfestigkeit einen überragenden Einfluß zuzugestehen, so mußte man nunmehr auch die Dicke als ebenso wesentliche Einflußgröße auf die Verformbarkeit von Schweißungen härterer Stähle mit in Rechnung stellen, so daß sich für die Empfindlichkeit gegen Schweißspannungen bzw. für die Schweißbarkeit das *Bild 10* ergibt; die vordem bei 60 kg/mm² Zugfestigkeit angenommene Grenze der Schweißbarkeit sinkt mit zunehmender Dicke der Bauteile wesentlich.

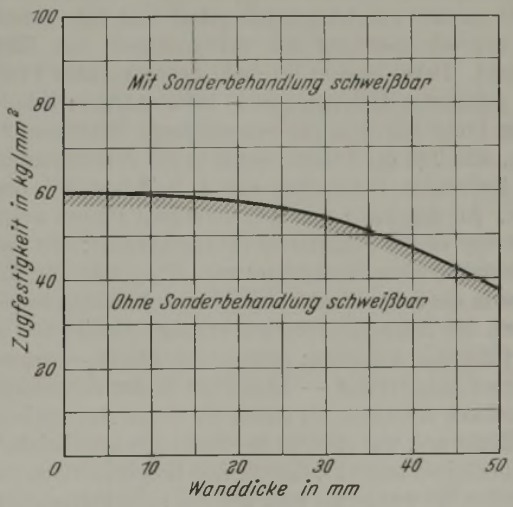


Bild 10. Schweißbarkeit von Stahl in Beziehung zur Zugfestigkeit und zur Profildicke.

Glücklicherweise haben nun die Versuche auch ergeben, daß die Verformungsbehinderung nur dann eintritt, wenn gleichzeitig eine Mindestbreite von 200 mm vorliegt. Ist die Breite geringer, so erhöht sich die Verformbarkeit beträchtlich. Hier sei aus den Ergebnissen von E. H. Schulz

Zahlentafel 1 ausgewählt. Sie zeigt, daß für 25 mm Probendicke bei St 52 mit fallender Probenbreite von 125 mm abwärts der Biegewinkel so ansteigt, daß bei 75 mm Probenbreite fast der Winkel von 180° erreicht ist. Weitere Versuche bewiesen, daß sich ähnlich günstige Ergebnisse zeigen, wenn die 200 mm breite Probe nach dem Aufschweißen — vor dem Biegen — auf geringere Breite abgearbeitet wird.

Zahlentafel 1. Einfluß der Probenbreite auf das Ergebnis von Aufschweißbiegeversuchen mit 25 mm dicken Proben aus St 52. (Nach E. H. Schulz.)

Breite der Proben in mm		Biegewinkel beim Bruch Grad	Brinellhärte in der Uebergangszone Mittel
beim Schweißen	bei der Prüfung		
125	125	52	202
100	100	52, 61	222
75	75	148, 160	232
50	50	> 180	222
25	25	> 180	204

Damit wird also die Frage der Schweißspannungsempfindlichkeit neben den Werkstoffeigenschaften noch zu einem geometrischen Problem, wie das K. Klöppel[11]) wiederholt und neuerdings O. Graf[12]) besonders betont haben. Sind also ungünstige Querschnittsverhältnisse in Länge und Dicke vorhanden, so häuft sich die durch die Aufhärtung eingebrachte Schweißspannung so unglücklich, daß geringe zusätzliche Kräfte genügen, um einen verformungslosen Bruch herbeizuführen. Verhältnismäßig harmlose Beanspruchungen können ausreichen, um einen Einriß in der Aufhärtungszone auszulösen, und dieser kann sich verformungslos durch den ganzen Querschnitt fortsetzen, ein Vorgang, wie er sich vermutlich bei der Rüdersdorfer Brücke unter Kälteeinwirkung abgespielt hat. Hierbei ist zu erwarten, daß sich die Abkühlspannungen des Bauwerks in der Kälte den Abkühlspannungen, die die Schweißverbindung von der Herstellung der Schweißnähte noch hat, in der gleichen Richtung überlagern.

Weiter war nun zu prüfen, an welcher Stelle der Schweißverbindung dicker Profile vorzugsweise die ersten Anrisse auftraten. W. Grosse hat zu diesem Zweck aus 50 mm dicken nutgeschweißten Lamellen Proben in Längsrichtung herausgearbeitet, an einem Teil der Proben durch die Schweiße und den Grundwerkstoff von mm zu mm Schnitte parallel zur Längsachse gelegt und jede Schnittfläche mikroskopisch auf das Vorhandensein von Rissen untersucht. Dabei fand er bei nicht beanspruchten Proben in der gehärteten Uebergangszone keine Anrisse; lediglich an einer Probe waren in der Schweißraupe Mikrorisse vorhanden. Ein Teil der Proben wurde in der Zerreißmaschine bis zu bleibenden Dehnungen von 1, 2, 3 und 4% beansprucht. An den um 1 und 2% gereckten Proben zeigten sich Anrisse in der gehärteten Uebergangszone; erst beim Ueberschreiten eines Reckgrades von 3% gingen die Risse teilweise in die Schweißnaht über. Es ist daraus zu folgern, daß auch bei Schweißbauwerken etwaige Anrisse von der Aufhärtungszone ausgehen; gelegentlich mögen — vermutlich vorher aufgetretene — Längsrisse in der Schweißnaht den Eindruck erwecken, als träten die ersten Anrisse in der Schweißnaht auf, was aber für die Regel unwahrscheinlicher ist. Nebenbei sei bemerkt, daß die Zoo-Brücke noch zu einer Zeit geschweißt wurde, als man den Schweißnahtrissigkeits-Versuch noch nicht anwendete.

Hing, wie sich vordem ergeben hatte, die Schweißspannungsempfindlichkeit vor allem vom Querschnitt des Grundwerkstoffs ab, so mußte bei dickeren Profilen der Einfluß des Schweißdrahtes an sich weitgehend zurücktreten. Das konnte sich am besten dadurch beweisen lassen, daß Proben mit 50 mm Dicke und 200 mm Breite lediglich mit dem Kohlenlichtbogen in der Nut zum Fließen gebracht wurden, so daß sich die Nut ausfüllte, ohne daß jedoch ein Zusatzdraht mit abschmolz. Versuche nach dieser Richtung haben K. Schönrock und C. Stieler ausgeführt. Ergebnisse von Schönrock sind in *Zahlentafel 2* für 30 und 50 mm Dicke mit zwei verschiedenen Stählen St 52 angeführt, wobei auch Gasschmelzschweißungen berücksichtigt wurden. Stieler ging folgendermaßen vor. 50 mm dicke und 70 mm breite Proben aus den Stählen nach *Zahlentafel 3* wurden in der Mitte in Längsrichtung auf Schweißhitze erwärmt, und zwar sowohl mit einem Arcatom-Brenner als auch mit einem Kohlenlichtbogen. Die Vorschubgeschwindigkeit, die durch eine selbsttätige Vorrichtung bei allen Versuchen vollkommen stetig und gleich gehalten wurde, betrug bei der Arcatom-Schweißung 39 mm/min, bei dem Kohlenlichtbogen 65 mm/min. Bei der Kohlenlichtbogenschweißung wurden die Proben am Minuspol mit 10 mm dicken Elektroden erhitzt; zur Verhütung der Oxydation wurde dabei Papier und eine Paste aus Wasserglas und Rüböl zugesetzt, bei einigen Versuchen auch ein Borax-Kohlenpulver-Gemisch. Die Proben wurden dann anschließend im Faltversuch bei 600 mm Stützweite geprüft und 10 mm neben der Bruchstelle ein Querschliff gelegt, um die Größe der Uebergangszone zu ersehen. Auch bei diesen Versuchen wurden Biegewinkel bis herunter zu nur 2° erhalten. Die Art des Aufschmelzens war naturgemäß auf die Höhe des Biegewinkels nicht ohne Einfluß, in allen Fällen aber wurde wie bei *Bild 7* eine gleich starke Abnahme der Verformbarkeit ohne Zusatz besonderen Schweißdrahtes festgestellt. Damit war aufs neue bewiesen, daß die Verringerung der Verformungsfähigkeit des Werkstoffs mehr eine Frage der gewählten Schweißverbindung an sich als eine Frage der am Schweißvorgang mit Zusatzdraht und Grundwerkstoff beteiligten Stähle war.

Zahlentafel 2. Ergebnisse von Biegeversuchen an Proben aus St 52 mit eingebrannten (nicht mit Schweißzusatzstoff ausgefüllten) Nuten. (Nach K. Schönrock.)

Probe	Probe angeschlossen an	Stromstärke A	Biegewinkel beim ersten kleinen Riß Grad	Biegewinkel beim Einreißen in Grundwerkstoff Grad	Gebrochen
Proben 33 mm dick, 200 mm breit, 520 mm lang, Schweißnut 200 mm lang					
1	Minuspol	120	7	17	ja
2	Minuspol	120	7	17	ja
3	Minuspol	220	2	9	ja
4	Minuspol	220	4	10	ja
5	autogen		Anriß	66	ja
6	autogen		nicht beobachtet	31	ja[1])
7	Pluspol	120	2	5	nein
8	Pluspol	120	2	7	ja
9	Pluspol	220	5	11	ja
10	Pluspol	220	7	13	ja
Proben 50 mm dick, 200 mm breit, 700 mm lang, Schweißnut 300 mm lang					
11	Minuspol	120	14	35	ja
12	Minuspol	120	15	30	nein
13	Minuspol	220	4	14	ja
14	Minuspol	220	4	15	nein
15	autogen		6	49	nein
16	autogen		13	48	nein
17	autogen		22	45	nein
18	autogen		20	50	nein

[1]) Raupe 18 mm breit.

In diesem Zusammenhang mußte aber noch die Frage geprüft werden, inwieweit die Aufhärtung der Uebergangszone als eine wesentliche oder unwesentliche Ursache

[11]) Schweißtechnik im Stahlbau. Stahlbau-Kalender 1940.
[12]) Bauingenieur 19 (1938) S. 519/30.

Zahlentafel 3. Chemische Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften der geprüften Stähle. (Nach C. Stieler.)

Lieferwerk	Stahl Nr.	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Cr %	Mo %	Probe[1])	Streckgrenze kg/mm²	Zugfestigkeit kg/mm²	Dehnung ($l = 5d$)	Einschnürung %	Biegewinkel ungeschweißt[2]) Grad	Biegewinkel bei Anschmelzen einer Nut mit Arcatom Grad	Biegewinkel bei Anschmelzen einer Nut mit Kohlenlichtbogen Grad
a	5 751	0,20	0,38	1,40	0,039	0,026	0,41	0,38	—	l	34,4	60,0	26,5	56,8	> 180	2,5	6; 7
										q	34,4	59,4	26,0	49,6	⋘ 180		
b	285	0,19	0,29	1,10	0,033	0,022	0,40	0,46	—	l	37,1	56,7	27,2	66,0	> 180 ⋘ 180	8,5; 25	6; 8
										q	35,0	55,0	19,0	22,2	127		
c	84 382	0,19	0,49	1,18	0,026	0,020	0,44	—	0,11	l	35,9	56,4	27,2	55,4	> 180	28,5	19
										q	36,8	57,8	27,2	52,6	> 180		
d	318	0,185	0,44	1,19	0,029	0,022	0,486	—	—	l	34,0	56,7	26,5	62,5	~ 180		
										q	32,1	54,6	23,0	36,3	68		
e	9 086	0,215	0,31	1,18	0,044	0,029	—	—	—	l	31,5	54,9	29,5	58,6	< 180		
	9 117	0,25	0,214	0,92	0,047	0,044	—	—	—	l	30,8	55,9	29,0	51,4	> 180		
f	725 537	0,18	0,46	1,41	0,031	0,019	0,10	—	—	l	35,6	55,8	27,0	49,5	> 180	27	25
										q	32,5	53,3	16,0	18,1	49		
g	229 490	0,19	0,44	1,40	0,018	0,015	0,32	—	—	l	35,3	55,6	31,0	62,0	> 180	38; 39	22; 27
										q	33,7	54,1	24,5	43,4	< 180		
h	61 834	0,16	0,58	0,94	0,022	0,032	0,21	—	—	l	32,1	51,2	32,0	56,2	> 180	40	41[3])
										q	33,1	51,3	29,0	56,4	> 180		
i	131	0,23	0,47	1,32	0,035	0,046	0,28	—	—	l	35,3	59,7	28,0	52,2	> 180	22	18,5[3]); 20,5[3])
	719	0,23	1,03	0,48	—	—	0,23	—	—	q	36,0	59,4	28,8	50,1	> 180		
	0	0,18	0,88	0,47	—	—	0,25	—	—							41	14
k	53 511	0,20	0,49	1,20	0,025	0,034	0,42	—	—	l	34,6	57,6	26,3	49,6	> 180	24; 26	15[3]); 32
										q	34,4	56,6	25,0	26,8	85		
l	1 053	0,20	0,50	1,37	0,012	0,029	—	—	—	l	33,6	55,7	29,5	47,4	> 180	36; 46	22[3]); 23,5[3])
										q	32,4	54,6	23,5	33,1	70		

[1]) l = Längsprobe, q = Querprobe. — [2]) < = Anrisse, ⋘ = gebrochen. — [3]) Geschweißt mit Papier und Paste.

der Rißbildung geschweißter Verbindungen von St 52 und gegebenenfalls auch ähnlicher Stähle in größerer Dicke anzusehen war. Die Stellungnahme der einzelnen Berichter ist hier nicht ganz einheitlich; während die einen klare Zusammenhänge zwischen Verformungsbehinderung und Aufhärtung nicht erkennen, werden sie bei anderen deutlich festgestellt. Dies liegt zum Teil daran, daß die einen mit Brinell-Geräten die Härte prüften und hierbei das schmale Band größter Aufhärtung nicht voll erfaßten, während die anderen Rockwell- oder Vickers-Geräte wählten: H. Hauttmann[13]) hat bekanntlich einen besonderen Rollhärteprüfer entworfen, mit dem man die geringe Ausdehnung der am stärksten aufgehärteten Schicht und ihre Höchsthärte gut

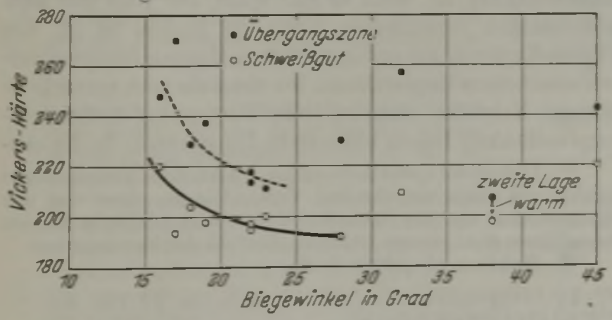


Bild 11. Zusammenhang zwischen Aufhärtung und Biegewinkel beim Aufschweißbiegeversuch. (Ergebnisse von H. Hauttmann an Stahl St 52.)

feststellen kann. Uebereinstimmend fanden Hauttmann, das Staatliche Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem und die Mechanische Versuchsanstalt des Reichsbahn-Zentralamtes in Berlin an Aufschweißbiegeproben mit 30 bis 50 mm Dicke Zusammenhänge zwischen Biegewinkel und Aufhärtung *(vgl. Bild 11 und 12)*. Es wurden bei den Versuchen, ähnlich wie bei den Schweißverbindungen der Brücken selbst, Aufhärtungen auf über 100 kg/mm² Zugfestigkeit, also fast auf das Doppelte der Mindestzugfestigkeit des St 52, erreicht. Hauttmann nimmt daraufhin an, daß eine Vickers-Härte von 250 — das würde annähernd 80 kg/mm² Zugfestigkeit entsprechen — eine Grenze ist, bei deren Unterschreitung Risse in der Aufhärtungszone bei geringen Verformungen nicht mehr auftreten. Es wird sich aber später zeigen, daß die eben entwickelten Schlußfolgerungen nur mit gewissen Einschränkungen gelten.

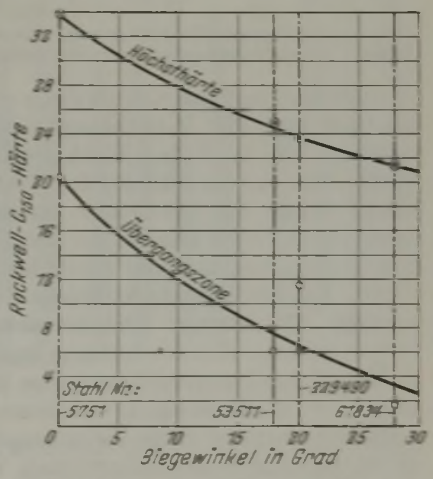


Bild 12. Zusammenhang zwischen Aufhärtung und Biegewinkel beim Aufschweißbiegeversuch. (Ergebnisse von A. Pusch an Stählen nach Zahlentafel 3.)

Eine weitere Erkenntnis ergibt sich im Zusammenhang mit den Versuchsergebnissen über die Aufhärtung nochmals für den Schweißdraht. Die Anwendung eines Schweißdrahtes mit besonders kleinem Durchmesser, den man vorgeschrieben hatte, weil damit die Spitze der Kehle besser ausgeschweißt würde, war unter Berücksichtigung der Aufhärtungserscheinungen ein Trugschluß. Je kleiner der Schweißdrahtdurchmesser der ersten Lage war, desto geringer war die Aufwärmung und desto schärfer die Abkühlwirkung und Aufhärtung. Je mehr Wärme die erste Lage in die Schweißverbindung bringt, desto mehr wird die

[13]) Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 7 (1939) S. 41/47. Techn. Bl., Düsseld., 30 (1940) S. 15.

Anhäufung unzulässig hoher Aufhärtungen und damit von Schweißspannungen verhindert. Beiderseitig gleichzeitiges Schweißen muß ebenfalls weitgehend dazu beitragen, möglichst viel Wärme in die Schweißverbindung zu bringen und damit gefährliche Spannungsanhäufungen zu vermeiden. Beim Schweißen von Schwerlastwagen, das zudem mit Kehlnaht erfolgte, konnte man so vorgehen; dabei ergaben sich trotz Profildicken von mehr als 50 mm keine Rückschläge[14]). In ähnlicher Weise sind Konstruktionen wie *Bild 13* bisher mit Erfolg ausgeführt worden. Es zeigt geschweißte Fahrgestellschwingen — zwei kleine und eine große — eines Großschwenkbaggers aus Stahl St 52. Bei der großen Schwinge ist die Blechdicke 40 mm.

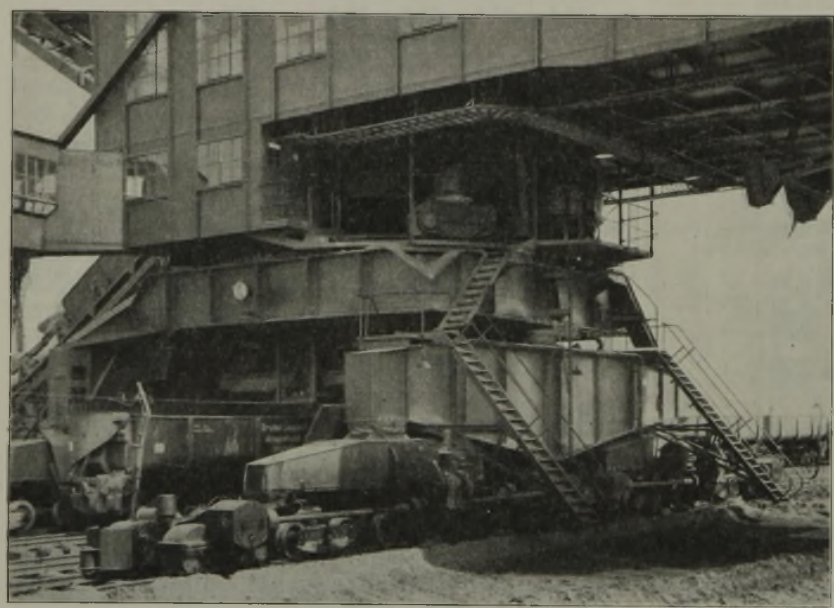


Bild 13.
Geschweißte Fahrgestellschwingen aus dicken Profilen in St 52 bei einem Großschwenkbagger. (Große Schwinge zwischen den beiden Steigleitern, kleine Schwingen darunter.)

Schließlich muß man sich der Frage zuwenden, welchen Einfluß auf die Rißbildung an geschweißten Verbindungen aus St 52 der Werkstoff selbst hat. Es wurde schon erwähnt, daß mit dem Stahl eines der ausgebauten Träger der Zoo-Brücke Aufschweißbiegeversuche durchgeführt werden konnten, die niedrige Biegewinkel von 2 bis 10° ergaben, und zwar sowohl bei + 20 als auch bei — 20°. Von der Rüdersdorfer Brücke stand bisher Probenwerkstoff für derartige Versuche nicht zur Verfügung. Proben ähnlicher Zusammensetzung ergaben bei Versuchen des Staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem aber Biegewinkel im Mittel von 18°; sie brachen also nicht ganz verformungslos; eine starke Verformungsbehinderung dieses St 52 bei dem Schweißbiegeversuch war mithin nachgewiesen. Es fanden sich jedoch Stähle anderer Zusammensetzung, die ebenso niedrige Biegewinkel aufwiesen. Man darf aber in diesem Zusammenhang die Zugfestigkeit des Werkstoffs nicht außer acht lassen; die Stähle mit schlechtem Biegewinkel hatten gleichzeitig auch die höchste Zugfestigkeit von etwa 60 kg/mm² oder darüber. Auch der Aufschweißbiegeversuch tritt hier als Beweismöglichkeit auf, um diese zunächst auf Grund der Schweißerfahrung angenommene Grenze der Schwerschweißbarkeit berechtigt erscheinen zu lassen.

[14]) Vgl. Mauerer, G.: Elektroschweißg. 8 (1937) S. 161/69.

Das Verhalten von St 52 beim Schweißen.

Zunächst seien die Ergebnisse der Untersuchungen an den Stählen der Zoo- und Rüdersdorfer Brücke losgelöst von diesen Betrachtungen nach ihren allgemeinen mechanischen Eigenschaften *(Zahlentafel 4)* gewertet. Die mechanischen Werte sind eigentlich nicht zu beanstanden, bei Träger 5a fällt die hohe Zugfestigkeit auf. Eine oft vermutete Kernsprödigkeit kann man aus den Werten der Kerbzähigkeit nicht herauslesen. Sie liegen, um ein Beispiel zu wählen, ebenso wie die Kerbzähigkeit von geschmiedeten Achswellen, die wir zu 5 bis 8 mkg/cm² ermittelten.

Das einzige, was man vielleicht beanstanden könnte, wäre der Kohlenstoffgehalt, der aber nach den früheren Bedingungen für derartige Dicken bis zu 0,22 % steigen durfte. Trotzdem war dieses Ergebnis für die Deutsche Reichsbahn die Veranlassung, die zulässigen Höchstgehalte an Kohlenstoff, Silizium, Mangan und an Kupfer einzuschränken[15]) ($<$ 0,20% C, $<$ 0,5% Si, $<$ 1,2% Mn, $<$ 0,55% Cu, dazu entweder 0,3% Mn oder 0,4 % Cr oder 0,2 % Mo), weil sie zu vermeiden hoffte, daß die Aufhärtung der Uebergangszone, die immerhin 25 Rockwell-C-Einheiten und mehr, d. h. etwa 100 kg/mm² Zugfestigkeit erreichte, zu hoch anstieg. Es ist gelegentlich im Schrifttum so dargestellt worden[16]), als sei mit dieser Festlegung der chemischen Zusammensetzung die Vielzahl der Sorten St 52 gewaltig verringert worden. Das trifft aber nur mit Einschränkung zu, denn es gab schon vor 1937 nur zwei grundsätzlich verschiedene Arten des Stahles St 52, den Chrom-Kupfer-Stahl und den Silizium-Mangan-Stahl mit verschieden hohem Kupferzusatz. Der ebenfalls noch entwickelte Mangan-Molybdän-Stahl bot in der Wirkung auf die Schweißempfindlichkeit keinen besonderen Unterschied. In der che-

[15]) Technische Lieferbedingungen. Auch diese Festsetzungen fanden erst nach eingehenden Verhandlungen eines von den Hüttenwerken und der Deutschen Reichsbahn gebildeten kleinen Ausschusses statt, dessen Obmann ebenfalls der Berichter war.

[16]) Stahlbau 11 (1938) S. 50.

Zahlentafel 4. Chemische Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften der Stähle St 52 für die Gurtlamellen der Zoo- und Rüdersdorfer Brücke.

Bauwerk	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Cu %	N_2 %	Zone	Zugfestigkeit kg/mm²	Streckgrenze kg/mm²	Bruchdehnung (l = 5d)	Kerbschlagzähigkeit[1]) mkg/cm²	Biegewinkel[2]) Grad
Zoo, Träger 5 a	0,21	0,8	1,2	0,02	0,02	0,03	0,5	—	Rand	64 bis 66	41 bis 48	21 bis 22	5 bis 8	180
									Mitte	61 bis 62	39 bis 43	22 bis 23	5 bis 6	180
Zoo, Träger 6 a	0,17	0,67	1,4	0,02	0,02	0,03	0,46	—	Rand	61	40 bis 41	19 bis 20	10 bis 11	180
									Mitte	60	38	21 bis 23	5 bis 6	180
Rüdersdorf . .	0,19	0,58	1,07	0,05	0,032	0,03	0,34	0,005	Rand	58 bis 59	35 bis 39	24 bis 30	8 bis 12	180
									Mitte	—	—	—	—	—

[1]) Probe 10 × 10 × 55 mm³ mit 3 mm tiefem Rundkerb von 2 mm Dmr.
[2]) Im ungeschweißten Zustand.

mischen Zusammensetzung bestand auch innerhalb des nach den abgeänderten Lieferbedingungen von 1937 verbleibenden Streubereiches für den St 52 noch ein weites Spiel, weil man sich eben stets veranlaßt sah, dem Erzeuger auf seinen ausdrücklichen und verständlichen Wunsch in der Erschmelzung des Werkstoffs möglichst freie Hand zu lassen. Es wurde aber mit der erwähnten Begrenzung der chemischen Zusammensetzung insofern schon eine Vereinheitlichung erreicht, als nunmehr alle Arten St 52 mit dem gleichen Schweißdraht miteinander verschweißt werden konnten.

Die für den Träger 6a ermittelten Zugfestigkeitswerte liegen schon bei 60 kg/mm² Zugfestigkeit. Die Kerbzähigkeitswerte sind am Rande erheblich besser, in der Mitte etwas schlechter als bei Träger 5a; hier kann man also eine Kernversprödung nachweisen. Für die Rüdersdorfer Autobahnbrücke liegen die ermittelten Zugfestigkeitswerte unter 60 kg/mm², also noch günstiger, und sind wirklich nicht zu beanstanden. Von einer Kernversprödung kann man hier nicht sprechen. In der Kälte tritt keine wesentliche Verschlechterung der Kerbzähigkeit ein, wie durch besondere Versuche festgestellt wurde. Der Werkstoff war im Bruch außergewöhnlich gleichmäßig dicht und frei von Dopplungen.

Im Schrifttum ist im Zusammenhang mit Untersuchungen an Werkstoff der Zoo-Brücke darauf hingewiesen worden, daß deren Stahl Dopplungen, also schwere Werkstoffehler enthalten habe. Die Zoo-Brücke hatte aber zahlreiche Querrisse, allein in dem für unsere Untersuchungen ausgewählten Bereich 5. Es waren keineswegs an allen diesen Stellen Werkstoffehler festzustellen, eher dagegen Bindefehler und Schweißnahtrisse, sowohl in den untersten Schweißlagen als auch durchgehend bis zur Oberfläche. Man tut wohl gut, überhaupt die Zoo-Brücke als einen Sonderfall zu betrachten, bei dem ein Zusammenwirken verschiedener, bei späteren Bauten kaum noch vorgekommener Fehler festzustellen ist. Hierbei sei noch auf die Blau-Anlauffarbe dieser Brüche hingewiesen. Soweit bisher der Werkstoff der Rüdersdorfer Brücke untersucht werden konnte, lagen aber ähnliche Fehler wie Dopplungen dort nicht vor. Das deckt sich ungefähr mit dem, was von ausländischen Sachverständigen[17]) als bisheriger Stand der Erkenntnis über die Ursachen des Einsturzes der belgischen Brücke in Hasselt zusammengestellt wurde:

„1. An fünf Vierendeel-Brücken, die nach der gleichen Arbeitsweise wie die eingestürzte geschweißt worden waren, konnten an der Verbindung der Vertikalen mit dem Untergurt beträchtliche Spannungskonzentrationen festgestellt werden. Bei vier dieser Brücken wurden Brüche in den Schweißungen oder in der gebogenen Lamelle festgestellt.

2. Die Untersuchung ergab, daß der Anfangsbruch in einer Schweißnaht entstanden ist. Dieser plötzliche Bruch rief eine schlagartige Beanspruchung hervor, die den verformungs- und einschnürungslosen Bruch des Untergurtes nach sich zog.

3. Alle ausgeführten Versuche über die Eigenschaften des aus den verdächtigsten Stellen der Brücke entnommenen Stahles haben bewiesen, daß die Qualität der Stähle keinen Anlaß zu irgendeiner Kritik geben kann.

4. Man muß anerkennen, daß niemand bisher, weder außerhalb noch bei uns, kennzeichnen konnte, worin ein vollkommen schweißbarer Stahl besteht. Die Lichtbogenschweißung konzentriert in einer sehr beschränkten Zone eine erhöhte Wärmemenge, die um so schneller abgeleitet wird, je dicker die zu verbindenden Stücke sind. Nun kann die Wirkung dieser bedeutenden örtlichen Erwärmung auf den Stahl und der mehr oder weniger schnellen Abkühlung, begleitet von der Entstehung mehr oder weniger hoher innerer Spannungen, zu Abschreck- oder Blaubrucherscheinungen führen, die beide außerordentlich schädlich sind."

[17]) Meslier, R.: Rev. Soud. Autog. 31 (1939) S. 616. Rucquoi, L.: Oss. Mét. 8 (1939) S. 151/55.

Im Anschluß an vorstehende Ausführungen führt G. Bierett aus[18]):

„Aus der Kenntnis des Verhaltens großer Konstruktionsglieder bei Belastungsversuchen — auch bei Anwesenheit sehr hoher Schweißspannungen, auch bei Vorhandensein merklicher Schweißfehler, aber werkstofflich einwandfreien Verhältnissen in der Naht und in den wärmebeeinflußten Zonen — und nicht zuletzt aus dem vollen Durchschlagen des großen Konstruktionsgliedes trotz aller hierfür gegebenen Erklärungen, scheint es unabweisbar, daß hier der ursächliche Schadengrund bei diesem und auch bei anderen Rückschlägen angeschnitten wird. Die Ausführungen, daß der Stahl keinen Anlaß zu irgendeiner Kritik geben kann, wird man wohl mehr als Zurückweisung gewisser tendenziöser Angriffe gegen den Stahl an sich werten müssen, als daß man sie so auslegen dürfte, daß die vorzügliche Eignung des Stahles auch in schweißtechnischer Hinsicht voll erwiesen wäre. So dankenswert auch die Empfehlungen in diesen Berichten für eine künftige Schadenvermeidung sind, erscheinen sie mir deshalb bei weitem nicht ausreichend, um tatsächliche Sicherheit zu gewährleisten.

Für den verantwortlichen Schweißfachmann mag es bei richtiger Ueberwachung eine zu lösende Aufgabe sein, in allen Nähten eine gewisse Güte zu garantieren, jedoch auch bei bester Planung und vorzüglichen Schweißplänen wird auch der fähigste Schweißingenieur nicht die Gewähr übernehmen können, daß — zumindest bei den steifen Konstruktionen des Stahlbaues — nicht hier und da Schweißspannungen erheblicher Größe auftreten. Wo liegt die Gefahrengrenze? Welche Mittel haben die für ein Bauwerk verantwortlichen Behörden zur Kontrolle, daß an keiner Stelle gefährlich anzusehende Spannungen auftreten?"

Wenn also kein Zweifel sein kann, daß mit Stahl St 52 oder St 42 üblicher Zusammensetzung und Behandlung weder bei Hasselt noch bei der für die Zoo- und Rüdersdorfer Brücke gewählten Schweißart genügend spannungsfreie Verbindungen bei Profildicken über 30 mm nach all diesen Ergebnissen nicht mehr herzustellen waren, und danach ein Sonderstahl für diese Zwecke verwendet werden muß, so ergibt sich die Frage: Was ist zu ändern, wenn man künftig doch wieder Brücken aus St 52 mit Profilen

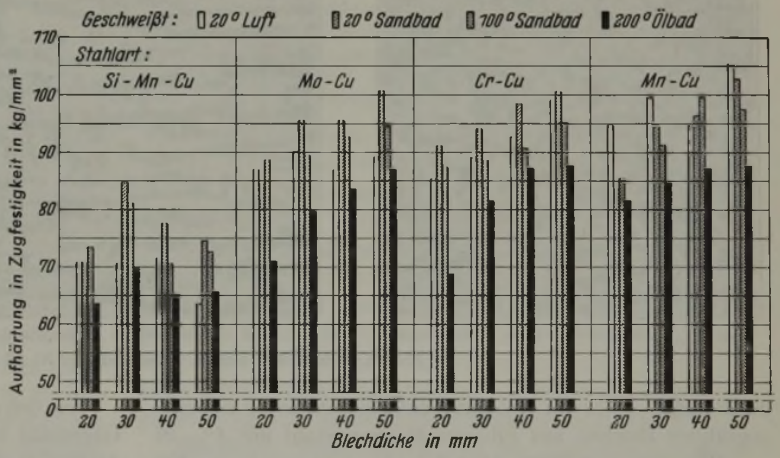


Bild 14. Einfluß der Stahlart, Blechdicke und Schweißtemperatur auf die Höchsthärte in der Uebergangszone.

größerer Dicke schweißtechnisch einwandfrei darstellen will, ohne eine besondere Wärmebehandlung der Schweißstellen vorzunehmen?

Versuche, die C. Stieler und später W. Grosse über den Einfluß der chemischen Zusammensetzung anstellten, zeigten, daß Stähle mit höheren Siliziumgehalten von 0,8 bis 1% offensichtlich nur eine sehr geringe Aufhärtung beim Aufschweißen ergeben. *Bild 14* zeigt — in Zugfestigkeitswerten ausgedrückt — die Aufhärtungen, die Stieler bei St-52-Stählen verschiedener Zusammensetzung feststellte. Der Silizium-Mangan-Kupfer-Stahl mit etwa 1% Si und 0,5 bis 0,6% Mn zeigt die geringste Aufhärtung; die Aufhärtung unterbleibt freilich nur dann, wenn der Mangangehalt unter 0,8% liegt. Auch H. Wilhelm und J. Reschka[19]) haben

[18]) Techn. Zbl. prakt. Metallbearb. 49 (1939) S. 386/90.

[19]) Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 607/12; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 739.

vor kurzem zu dieser Frage Stellung genommen. Die Neigung des Stahles zur Schieferung und Lunkerung bei höheren Siliziumgehalten und die Tatsache, daß dieser Stahl wieder einen besonderen Schweißdraht benötigt, sind Hindernisse, die sich hier in den Weg stellen, so daß man sofortigen Erfolg auch hier nicht erwarten kann. Die Deutsche Reichsbahn hat neuerdings 0,8% Si als obere Grenze zugelassen, wenn der Mangangehalt unter 1,2 % bleibt.

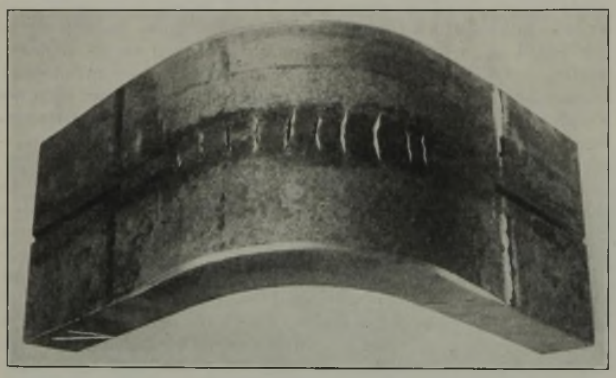


Bild 15. Aufschweißbiegeprobe aus normalgeglühtem Chrom-Kupfer-Stahl. (Bis 90° gebogen, nur Anrisse.)

Eine weitere Frage ist, wie weit man den Werkstoff noch durch eine geeignete Vorbehandlung verbessern kann. Hier wäre zunächst an ein Normalglühen zu denken. Während Aufschweißbiegeversuche an normalgeglühten Blechen aus Silizium-Mangan-Stahl mit 1% Si von Wilhelm zwar Werte über 20°, aber keineswegs eine besonders gesteigerte Verformbarkeit ergeben *(vgl. Zahlentafel 5)*, sind bei Breitflachstahl aus Chrom-Kupfer-Stahl inzwischen Großversuche durchgeführt worden, die zu einem wesentlich anderen Ergebnis führten. 55 mm dicke Profile aus diesem Stahl wurden unmittelbar nach dem Walzen auf 880° erwärmt und dann an der Luft abgekühlt. Bei allen 12 daraus hergestellten Schweißraupenbiegeproben wurden Biegewinkel von über 90° bei einer Freigabeuntersuchung in der Mechanischen Versuchsanstalt des Reichsbahn-Zentralamts erhalten. Allerdings gibt R. Wasmuht[20]) an, daß die Schmelzungen nach der Vorbehandlung hierfür ausgesucht wurden. Zwar sind auch diese Proben beim Biegen in der Härtezone eingerissen, wie *Bild 15* zeigt, und die Aufhärtung betrug, wie zu erwarten, 26 bis 36 Rockwell-C-Einheiten, aber sie zeigten trotzdem die oben nachgewiesene gute Verformbarkeit. Die Kerbzähigkeit dieser Proben wurde zu 14 mkg/cm² ermittelt, wie sie auch von Wasmuht angegeben wird. Eigenartig bleibt bei Wasmuht der Unterschied in der Kerbschlagzähigkeit des normalgeglühten üblich erschmolzenen Stahles bei + 20° und — 20°, der beim Stahl der Rüdersdorfer und Zoo-Brücke nicht gefunden wurde. Bemerkt sei noch, daß der in der Versuchsanstalt des Reichsbahn-Zentralamtes nachträglich normalgeglühte Stahl der Rüdersdorfer Brücke ebenfalls ähnlich günstige Werte ergab, wie sie Wasmuht im vorher normalgeglühten Stahl erhielt. Mitteilungswert dürfte noch die Gegenüberstellung des Gefüges der Zoo- und Rüdersdorfer Brücke im Anlieferungszustand mit dem normalgeglühten Chrom-Kupfer-Stahl sein *(Bilder 16 bis 18)*. Unterschiede sind zwar vorhanden, aber nicht so erheblich, wie man annehmen sollte.

Zahlentafel 5. Einfluß des Normalglühens und der Schweißbehandlung auf den Ausfall des Aufschweißbiegeversuches bei 50 mm dickem Blech aus Stahl mit 0,185 % C, 1,07 % Si, 0,52 % Mn, 0,026 % P, 0,03 % S, 0,20 % Cu, 0,10 % Cr und 0,13 % Ni. (Nach H. Wilhelm.)

	Biegewinkel in Grad
Probe nicht normalgeglüht, bei 20° geschweißt	20; 19; 40; Mittel 26
Probe normalgeglüht, bei 20° geschweißt	29; 24; 28; 27
Probe normalgeglüht, bei 100° geschweißt	30; 56; 42; 42
Probe normalgeglüht, bei 20° geschweißt, bei 100° angelassen	30; 56; 30; 39

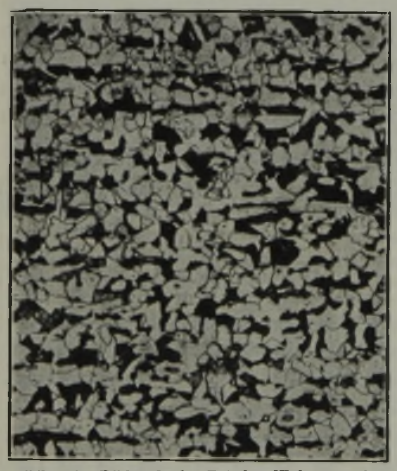


Bild 16. Rüdersdorfer Brücke, Walzzustand.

Bild 17. Zoo-Brücke Walzzustand.

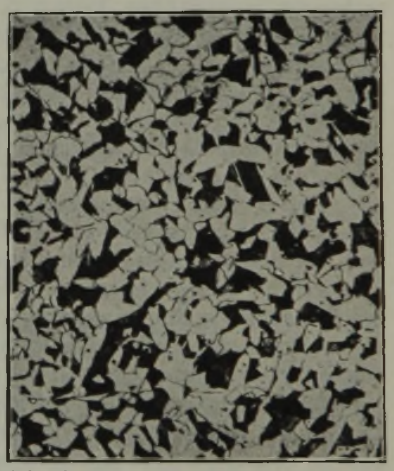


Bild 18. Chrom-Kupfer-Stahl, normalgeglüht.

Bilder 16 bis 18. Gefüge verschiedener St-52-Stähle. (× 100.)

Aus den eben beschriebenen Versuchen zeigt sich, daß im Gegensatz zu unseren früheren Annahmen eine geringere Aufhärtung beim Schweißen nicht ohne Einschränkung als Voraussetzung für einen guten Biegewinkel anzusehen ist. Es ist also, um auch auf eine Frage von O. Werner[21]) einzugehen, auch nicht unbedingt notwendig, daß ein Stahl vorliegen muß, der möglichst geringe Härtefähigkeit aufweist, um gute Biegewinkel zu erzielen. Vermutlich gilt das gleiche für die Umwandlungsfreudigkeit, unter der Werner den Unterschied in der Lage des Umwandlungspunktes beim Anwärmen im Gammagebiet und bei der Wiederabkühlung versteht. Trotzdem wäre es natürlich erwünscht, wenn durch eine geeignete Zusammensetzung noch ein Mindestwert der Aufhärtung erzielt würde, weil dann vielleicht auch noch das Einreißen der aufgehärteten Uebergangszone beim Biegen wegfällt. Ob das aber bei den an St 52 zu stellenden mechanischen Güteanforderungen möglich ist, erscheint fraglich.

[Schluß folgt.]

[20]) Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 209/12 (Werkstoffaussch. 456).

[21]) Elektroschweißg. 10 (1939) S. 145/52; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1344/46.

Ueberwachung der Siemens-Martin-Schlacken während des Schmelzens durch chemische Schnellbestimmung von Eisenoxydul, Manganoxydul, Kalk und Kieselsäure.

Von Eduard Maurer in Freiberg (Sachsen).

[Mitteilung aus dem Eisenhütten-Institut der Sächsischen Bergakademie Freiberg.]

(Gelegentliche Anwendung der chemischen Schnellverfahren bei Siemens-Martin-Schlacken zur Bestimmung von Eisenoxyd, Manganoxyd und Kalk. Hierbei Schnellverfahren für Kieselsäure von C. H. Herty jr. nicht brauchbar. Angabe eines anderen geeigneten amerikanischen Kieselsäure-Schnellverfahrens bei löslichen Schlacken in 30 min. Vorrichtung zur raschen Eisenentziehung aus der feingepulverten und vorher in eine Kupferkokille zur schnellen Erstarrung vergossenen Schlacke.)

Es dürfte kaum noch ein Stahlwerk geben, in dessen Vorproben-Laboratorium nicht während des Schmelzens Kohlenstoff- und Manganbestimmungen laufend durchgeführt und Phosphor sowie Schwefel und wenn nötig Nickel, Chrom, Kupfer, Vanadin, Molybdän und Wolfram ein bis mehrere Male bestimmt würden. Die früheren rein technologischen Proben, wie Bruchproben und andere, sind auf diese Weise durch genaue chemische Bestimmungen ersetzt worden, wodurch dem Stahlschmelzen ein Teil seiner Empirie genommen wurde.

Neben dem Stahl wird auch während des Schmelzens die Schlacke überwacht[1]), wobei die chemischen Schnellbestimmungen der Schlackenbestandteile aber kaum über gelegentliche Anwendung hinaus gediehen sein dürften.

Schnellverfahren zur Bestimmung des Eisen- und Kieselsäuregehalts wurden von C. H. Herty jr.[2]) angegeben und Schnellverfahren zur Bestimmung des Eisenoxyduls, Manganoxyduls und Kalkes von russischer Seite[3]).

Die drei letzten Schnellverfahren wurden von E. Piper, Völklingen[2]), nachgeprüft und es wurde festgestellt, daß die angegebenen Verfahren zur Bestimmung von Eisenoxydul und Manganoxydul keinen nennenswerten Fortschritt gegenüber den bekannten Verfahren ergeben, daß aber die Kalkbestimmung eine wesentliche Abkürzung der Analyse bringt und in 25 min ohne Einbuße an Genauigkeit durchführbar ist.

Auf diese Weise wäre die Durchführung einer Schlackenanalyse bereits während des Schmelzens ohne weiteres möglich, falls auch eine entsprechende Kieselsäurebestimmung vorläge. C. H. Herty führt von der von ihm angegebenen Kieselsäurebestimmung aus, daß diese in 20 min durchzuführen sei und bis auf 1 % die Zahlen des üblichen Verfahrens ergäbe, aber nur die Gegenwart von geringen Chromoxydmengen erlaube. W. Brüggemann, Krefeld, hatte die Freundlichkeit, auf meine Bitte hin das von Herty angegebene Schnellverfahren einer Nachprüfung zu unterziehen. Er bestätigte die Angabe von Herty in bezug auf die Zeit, aber auch zugleich den von Herty bereits angeführten Nachteil des Verfahrens, denn größere Mengen im Analysenverlauf sich bildender kolloidaler Kieselsäure verbunden mit den Ausscheidungen des Chroms als Chromsulfat führten zum heftigen Stoßen und zu Verspritzungen auf der Heizplatte. Auch ein Vorteil aus der gleichzeitigen Bestimmung Eisenoxydul-Kieselsäure ergab sich nicht gegenüber einer Sondereinwaage zur Einzelbestimmung des Eisenoxyduls.

Auf Grund einer weiteren amerikanischen Veröffentlichung[4]), welche die „Technik der Schlackenkontrolle" auf den Werken der Carnegie Illinois Steel Corp. schilderte, wandte ich mich an C. F. W. Rys, Pittsburg, mit der Bitte, mir die dort angewendeten Schnellverfahren angeben zu wollen. Die mir freundlichst übermittelten Schnellverfahren ergaben für Eisenoxydul und Kalk keinerlei Verbesserung gegenüber dem üblich für Eisenoxydul angewendeten Verfahren und gegenüber dem russischen für Kalk angegebenen, aber für Kieselsäure wurde mir ein bisher in Deutschland anscheinend nicht bekanntes Verfahren übermittelt, dessen Vorschrift wie folgt lautet:

„0,5 g der feinst zerriebenen und durch ein 65er oder 100er Sieb gesiebten Schlacke werden im Becherglas mit 2 cm³ Wasser aufgeschlämmt, mit 5 cm³ konzentrierter Salpetersäure versetzt, 1 min erhitzt und dann mit 25 cm³ Perchlorsäure (60 %) versetzt. Bis zum Auftreten der weißen Dämpfe wird abgeraucht, mit heißem Wasser verdünnt, aufgekocht und filtriert. Das Filter wird mit HCl 1 : 5 sowie 4- bis 5mal mit heißem Wasser ausgewaschen, um ein Knallen der Perchlorsäure zu vermeiden, verascht und ausgewogen. Der Glührückstand wird mit 200 multipliziert, um den Prozentgehalt an Kieselsäure zu erhalten."

W. Brüggemann hatte auch hier die Freundlichkeit, dieses Verfahren nachzuprüfen. Es wurden hierzu 30 min gebraucht. Die Genauigkeit war $\pm$ 0,1 % SiO_2, verglichen mit dem üblichen Verfahren. Der Vorteil des beschriebenen Verfahrens ist, daß man einen reinen Kieselsäurerückstand bekommt, der frei ist von eingeschlossener Tonerde und somit nicht mehr mit Flußsäure abgeraucht zu werden braucht. Durch dieses neue Verfahren wird eine Zeit von ungefähr 2 h eingespart. Bei Verwendung von Ueberchlorsäure wird Chrom zu Chromsäure oxydiert, so daß selbst große Mengen, z. B. in Einlaufschlacken, nicht stören.

Mit dieser Vorschrift ist also die Durchführung einer Schlackenanalyse in 30 min während des Schmelzens gegeben, da die Sonderbestimmung des Kalkes 25 min beträgt und die Sonderbestimmungen des Eisenoxyduls und des Manganoxyduls je etwa 10 min betragen und nebenher laufen.

Da nun aber nicht allein diese Zeit zählt, sondern auch die Entnahme- und Vorbereitungszeit, so war diesen beiden Fragen noch nachzugehen.

Die rasche Erstarrung der flüssig entnommenen Schlacke wurde durch die Anwendung einer Kupferkokille bewirkt, die in einem Wasserbottich hing. Die Kupferkokille hatte eine Höhe von 200 mm und einen äußeren Durchmesser von 70 mm. Der Gießraum war konisch gehalten mit einem unteren Durchmesser von 15 mm und einem oberen von 20 mm, der sich zu einem Einguß von 40 mm Dmr. vergrößerte. Die Vorbereitung der Schlacke, d. h. die Eisenentziehung aus der Schlacke, wurde mit einer von W. Wix, Freiberg, angegebenen

[1]) Vgl. Bischof, W.: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1930/40) S. 325/32 (Stahlw.-Aussch. 363).

[2]) Herty jr., C. H., C. F. Christopher, H. Freeman und J. F. Sanderson: Min. metall. Invest., Pittsburgh, Nr. 68, 1934, S. 100; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 165/69.

[3]) Stadler, L., und J. Bessonoff: Saw. labor. 6 (1937) S. 1138/44; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 952.

[4]) Simon, R. W.: Metal Progr. 32 (1937) S. 433 ff.

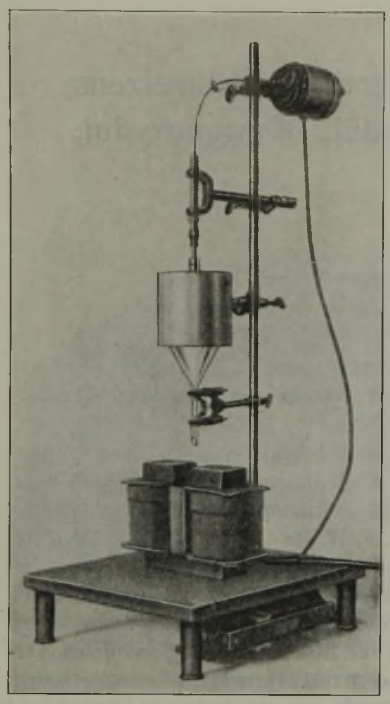


Bild 1. Vorrichtung zur Eisenentziehung aus der feingepulverten Schlacke.

Vorrichtung durchgeführt, die in *Bild 1* dargestellt ist. Mittels eines regelbaren, elektrischen Rührwerkes wird die gestampfte Schlacke durch ein 100er Sieb, das den Boden eines Messingzylinders darstellt, gebracht. Ueber einen abgeschrägten Aufsatzstutzen fällt dann der Werkstoff durch einen Glastrichter und darauf durch die Backen eines Magneten, und wird dann eisenfrei in einem Messingkasten aufgefangen. Die einzelnen Teile der Vorrichtung sind an einem Stativ angebracht und können so durch schnelles Auseinandernehmen nach dem Gebrauch rasch gereinigt werden.

Durch die Schlackenentnahme und ihre Abkühlung in der Kupferkokille sowie durch das Stampfen, Sieben und Eisenentziehen kommen zu der oben angegebenen Zeit von 30 min noch je 5 min, so daß die Gesamtdauer der Schlackenanalyse 40 min beträgt.

Das beschriebene Verfahren wird in der angegebenen Weise bereits in einem Stahlwerk beim Schmelzen hochwertiger Stahlsorten laufend durchgeführt.

Zusammenfassung.

Die Ueberwachung der Siemens-Martin-Schlacken während des Schmelzens kann durch chemische Schnellverfahren ähnlich wie bei den hierzu entnommenen Stahlproben erfolgen. Es wird eine brauchbare, von den Werken der Carnegie Illinois Steel Corp. benutzte Schnellbestimmung von Kieselsäure für lösliche Schlacken beschrieben, die in 30 min durchzuführen ist. Zugleich wird auch eine Vorrichtung zur raschen Eisenentziehung aus der betreffenden feingepulverten und zuvor in eine Kupferkokille zur schnellen Erstarrung vergossenen Schlacke mitgeteilt. Unter Mitanwendung des früher bereits veröffentlichten russischen Schnellverfahrens zur Bestimmung von Kalk und der üblichen Bestimmungsverfahren für Eisenoxydul und Manganoxydul läßt sich eine Gesamtanalyse löslicher Siemens-Martin-Schlacke einschließlich Probenentnahme in 40 min durchführen.

Umschau.

Neuzeitliche Winderhitzer für Hochöfen.

Auf Grund von Besichtigungen vieler europäischer Hochofenwerke vergleicht D. Petit[1]) die gebräuchlichsten Winderhitzerarten miteinander. Bei der Beschreibung der Bauarten unterscheidet er nach der Ausführung des Gitterwerkes drei Gruppen, nämlich solche mit glatten Zügen, mit mehreren Zonen und mit durchbrochenen Zügen (Wirbelzügen); *Bild 1a und 1b*. Zur ersten Gruppe, die in Europa die häufigste Bauart darstellt, gehören die Cockerill-Winderhitzer. Die einen Zug bildenden Röhrensteine greifen ineinander und verhindern ein Versetzen der Züge. Zur Erhöhung der Standsicherheit werden im oberen Teil des Gitterwerks häufig in der Draufsicht semmelförmige Doppellochsteine verwendet. Die oft beanstandete ungenügende Standfestigkeit dieser Anordnung ist in unsachgemäßem Aufsetzen der Steine zu suchen. Das Gitterwerk kann in dieser Gruppe auch in der ganzen Höhe des Gitterschachtes aus Mehrlochsteinen bestehen. Während die Bauart Cockerill nur runde Züge kennt, gehören auch sechseckige oder quadratische Züge hierher. Die verschiedenen Ausführungen unterscheiden sich durch die Abmessungen der Löcher und Wanddicken und die Anordnung der einzelnen Züge. Mehrlochsteine gestatten ein sehr einfaches und schnelles Aufsetzen der Züge. Nach Ansicht des Verfassers führt der quadratische Querschnitt zu niedrigeren Wirkungsgraden als der sechseckige, da die Ecken der Züge wegen ungünstigerer Durchströmung nicht voll ausgenutzt werden.

Auf das eigentliche Gitterwerk wird häufig ein zusätzliches Gitter von 1 bis 2 m Höhe aus verhältnismäßig dickwandigen Steinen gesetzt, die die Züge des darunter befindlichen Gitters freilassen. Der Zweck ist nicht, den Wirkungsgrad des Gitterwerks zu erhöhen, sondern den obersten Teil des Gitterschachtes mit besonders temperaturwechselbeständigen Steinen auszufüllen. Dickere Wandstärken bei diesen Steinen sollen bei ungereinigtem Gas nicht so stark zur Zerstörung neigen. Für neuzeitliche Winderhitzer hält der Verfasser diese zusätzlichen Gitter jedoch für entbehrlich.

Zu den Zonengitterwerken gehören die Ausführungen nach Schiffer-Strack[2]) und „Sil" mit rundem Querschnitt der Züge, die von Labesse mit sechseckigem, „Brohltal" mit quadratischem und Kühn mit rechteckigem Querschnitt. Brassert setzt in durchgehende quadratische Züge Zonen bestimmter Höhe mit Füllsteinen jeweils verschiedener Form *(Bild 1b)*. Das Aussetzen von quadratischen Zügen bis zu bestimmter Höhe mit Stoeckersteinen oder anderen Füllsteinen wäre nach Ansicht des Berichters ebenfalls hier zu erwähnen. Von den Mehrzonengitterwerken hat die Anwendung von zwei Zonen die größte Verbreitung gefunden, wobei die untere Zone oft sehr hoch ist. Man nähert sich dann den oben beschriebenen Arten mit durchgehendem Schacht und aufgesetztem Zusatzgitter. Selbst bei verhältnismäßig reinem Gas hält jedoch der Verfasser zu enge Durchströmöffnungen in den Zügen nicht für zweckmäßig, da Splitter aus den oberen Lagen oder der Kuppel leicht die Züge zusetzen und dann nur durch Abtragen des Gitterwerkes beseitigt werden können.

Dieser Nachteil kann durch unterbrochene Züge ausgeglichen werden *(Bild 1a)*; außerdem ergibt sich wegen der auftretenden Wirbelbildung eine bessere Wärmeabgabe an die Steine und an den Kaltwind. Ungenauigkeiten der Steine selbst und beim Aufsetzen geben schon an sich zu gewissen Wirbelbildungen Anlaß, so daß die ursprünglich zu diesem Zweck getroffenen Anordnungen, wie abwechselnd weite und enge oder abwechselnd kegelige Querschnitte, hinfällig wurden. Die besonders in deutschen Siemens-Martin-Oefen verwendeten Wabensteine führen wegen ihres Spaltes zwischen den einzelnen Lagen zu einer kräftigen Wirbelbildung und werden auch für Winderhitzer sehr empfohlen. Zur Erzielung einer großen Oberfläche sind die untersten Lagen geriffelt, die oberen glatt. Durch den versetzten Aufbau wird eine gewisse Standfestigkeit des Gitters erreicht. Die vollkommenste Durchwirbelung würden lose geschüttete Steine bringen, doch wäre die Durchströmung sehr unregelmäßig und ungleichmäßig verteilt.

Zur besseren Wärmeausnutzung wurde das Zonengitterwerk entwickelt. Die Ausführung der untersten Gitterwerkszone aus Gußeisen ist möglich und scheint auch durchgeführt worden zu sein. Eine Erhöhung der thermischen Wirkungsgrade durch einen Gitterschacht aus gußeisernen Wabensteinen hält der Verfasser für erreichbar, nur Gewicht und Preis stehen einer solchen Ausführung im Wege. Selbstverständlich würde der Wärmeaustausch zwischen Eisen und Gas schneller verlaufen als bei Steinen. Derartige Winderhitzer dürften wohl nur in Sonderfällen angewendet werden, da sie mit Rücksicht auf die Warmfestigkeit des Gußeisens auf bestimmte Temperaturen beschränkt sind.

Die stärkere Durchströmung des Gitterwerks an der dem Brennschacht gegenüberliegenden Seite führt dort zu einem besseren Wärmeaustausch. Ein gewisser Ausgleich kann durch unterbrochene Züge erreicht werden, wobei die einzelnen Züge miteinander entweder in oder zwischen jeder Steinlage oder nur in bestimmten Höhen des Gitterwerks verbunden sind. Diese unterbrochenen Züge findet man jedoch nur noch sehr selten; sie

[1]) Rev. Métall. Mém., 35 (1938) S. 477/94 u. 544/61.

[2]) Wefelscheid, A.: Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 1339/47 (Hochofenaussch. 61).

sollten die Strömung aus einem verstopften Zug in einen benachbarten leiten; Verstopfungen bilden sich aber erst nach einigen Betriebsjahren und verschließen dann auch diese Oeffnungen. Bei seitlichem Brennschacht ist die Durchströmung in dem dem Brennschacht gegenüberliegenden Teil lebhafter als in den ihm benachbarten Zügen, besonders in den Ecken. Wärmeaufnahme und -abgabe verlaufen nicht gleichmäßig über den ganzen Querschnitt und verschlechtern dadurch den Wirkungsgrad. Das soll durch die unterbrochenen Züge ausgeglichen werden. Ein stufenweises Höherziehen der Züge mit zunehmendem Abstand vom Brennschacht soll ebenfalls eine gute Verteilung der Verbrennungsgase über den gesamten Gitterwerksquerschnitt herbeiführen.

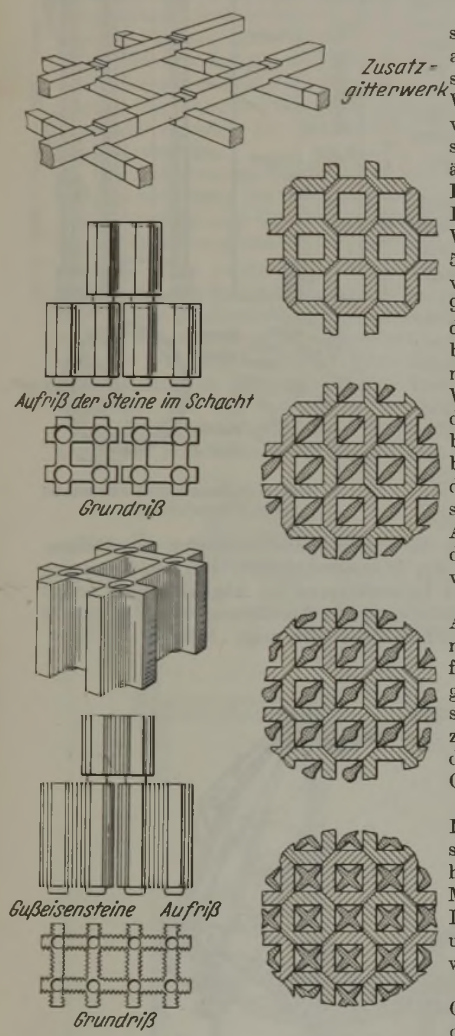


Bild 1a. Steinformen für durchbrochene Züge.

Bild 1b. Vierzonen-Gitterwerk mit Füllsteinen.

Bei richtig bemessenen Winderhitzern arbeitet man am wirtschaftlichsten mit zwei Winderhitzern je Ofen, weil hierbei ein günstiges Verhältnis von äußerer Oberfläche zu Inhalt der je Ofen in Betrieb befindlichen Winderhitzer mit nur 5 bis 6% Strahlungsverlusten gegen 8 bis 9% beim Betrieb mit drei Winderhitzern besteht. Meistens wird neben den beiden Winderhitzern ein dritter zur Aushilfe bereitgehalten, der beim Nachheizen vor der Inbetriebnahme schnell den durch Abstrahlung entstandenen Temperaturverlust einholt.

Außer den äußeren Abmessungen sind die nutzbare Gitterwerksfläche und das Steingewicht die hauptsächlichsten Kennzahlen. Die Koksdurchsatzleistung des Ofens bildet die Berechnungsgrundlage. Der größte dem Verfasser bekannte Winderhitzer steht in Senelle-Maubeuge mit 8,25 m Dmr., 38,60 m Höhe und 38 000 m² Gitterwerksoberfläche.

In ihrer äußeren Gestalt unterscheiden sich die Winderhitzer durch ihre Kuppeln, die halbkugelig, gewölbt oder seltener kegelförmig ausgebildet sein können. Die halbkugeligen Kuppeln können unmittelbar auf das Schachtmauerwerk oder übergreifend aufgesetzt sein. Die vorteilhafteste Art ist die erstgenannte, die auch in Deutschland fast ausschließlich ausgeführt wird. Der Luftraum zwischen Blech- und Steinkuppel soll möglichst klein sein. Die Kuppelsteine sollen luftdurchlässig sein, um beim Umstellen einen Druckausgleich zwischen beiden Seiten des Mauerwerks zu ermöglichen. Uebergreifende Kuppeln, wie sie schon F. Lürmann vorgeschlagen hat, sind zwar teurer, haben aber den Vorteil, daß die Schachtauskleidung ungehindert von der Kuppel wachsen kann. Ferner kann der Zwischenraum zwischen Blech- und Steinkuppel äußerst knapp bemessen sein. Diese Kuppeln müssen besonders gut am Mantel befestigt werden, da sie sonst beim Wachsen des Schachtes abreißen. Die Fuge zwischen der Innenfläche der Steinkuppeln und der Außenseite des Schachtmantels muß als Stopfbüchse wirken, damit der Heißwind nicht mit dem Blechmantel in Berührung kommt; die Temperatur in der Fuge steigt bis auf 1300°, wodurch die Dichtigkeit in Frage gestellt wird.

Die Blechmäntel sind zwischen 10 und 14 mm dick. Große und neuzeitliche Winderhitzer sind meist zweireihig genietet, wenigstens in den senkrechten Nähten. Die elektrische Schweißung ist schon mit gutem Erfolg angewendet worden. Vor dem Mauern, auch bei Neuzustellungen, soll der Mantel auf Dichtigkeit geprüft werden, da Roststellen vorhanden sein können.

Die meisten Brennschächte neuzeitlicher Winderhitzer sind kreisrund, stehen seitlich und sind frei neben der Schachtwand errichtet. Diese Art hält der Verfasser für empfehlenswert, besonders wenn dafür gesorgt wird, daß sich die Brennschächte nicht nach dem Gitterwerk zu neigen können. Die Abmessungen liegen bei 2 bis 3 m Außendurchmesser und 20 bis 25 m Höhe. Sie müssen Temperaturen bis 1200° aushalten können. Der lichte Durchmesser der Brennschächte ist gewöhnlich 1,60 m, er wird durch die Bauart des Brenners bestimmt. Um besonders den unteren Teil gegen den aufprallenden Luft- und Gasstrom zu schützen, empfiehlt sich die Auskleidung des Brennschachtes bis zu gewisser Höhe mit Schutzsteinen von 60 bis 80 mm Stärke.

Das Schachtmauerwerk wird allgemein in doppelter Steinbreite mit 450 bis 550 mm Stärke errichtet. Amerikanische Vorschläge, die Wandstärke zu verringern, sind in Europa nur in einer Ausführung befolgt worden, wo man das Mauerwerk nur 290 mm stark ausgeführt hat. Bei den in Europa üblichen hohen Windtemperaturen scheint dem Verfasser diese Lösung nicht angebracht zu sein. Die Steinstärke soll mindestens 50 mm, am besten 70 mm sein, um einen guten Mauerverband zu erzielen. Die Kuppel wird meist in doppelter, gleich starker Schicht ausgeführt. Der Zwischenraum zwischen Stein- und Blechkuppel bei aufgesetzter Kuppel beträgt an der höchsten Stelle 150 bis 200 mm. Ein großer Vorteil der halbkugeligen Kuppeln liegt in der beträchtlichen Verminderung des Horizontalschubes auf das Schachtmauerwerk. Trotzdem hält der Verfasser ein Eisenband um die untersten Kuppellagen für vorteilhaft *(Bild 2)*. Auch bei etwaigen Zerstörungen der Kuppel verhindert das Band eine wegen der verschiedenen Wärmeausdehnung gefährliche Reibung zwischen Blech und Stein.

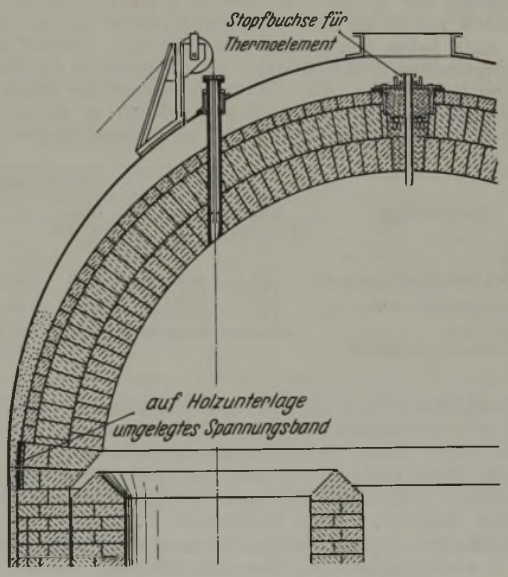


Bild 2. Schnitt durch die Kuppel eines Winderhitzers mit Aufzug im Innenschacht.

Damit die Gitterwerkssteine in ihrer senkrechten Lage bleiben, wurden Einlochsteine in Einzelfällen gegen das Schachtmauerwerk verkeilt, bei Mehrlochsteinen läßt man dagegen eine freie Ausdehnung zu. Der Zwischenraum zwischen Schachtwandung und Gitterwerk soll möglichst klein sein; eine Ausfüllung mit Mörtel hat sich nur vereinzelt durchsetzen können.

Der Gitterwerksrost liegt meist auf Tragebalken, die auf gußeisernen Säulen gelagert sind. Das Ummauern der Säulen ist zwecklos. Die Verwendung steinerner Gewölbe an Stelle der gußeisernen Säulen wird nicht erwähnt; in diesem Falle muß wegen des größeren Raumbedarfes für die Gewölbe der Rost eine gleichmäßige Verteilung des Kaltwindes über dem ganzen Gitterwerksquerschnitt ermöglichen. Der Scheitel der Kuppel wird bei Cockerill aus zwei Schlußsteinen gebildet, die eine leichte Zugänglichkeit gestatten *(vgl. Bild 2)*. Der Vorschlag für einen Aufzug im Brennschacht stammt ebenfalls von Cockerill. Das Seil wird durch ein feuerfestes Rohr durch das Kuppelmauerwerk geführt und tritt durch eine Stopfbüchse aus.

Die Kenntnis der von den feuerfesten Steinen erreichten Höchsttemperaturen spielt die wichtigste Rolle bei der Auswahl der Güte. Messungen des Verfassers bringen gegenüber

denen von G. Neumann, A. Schack, P. Kühn und W. Franzen[1]) nichts Neues. Während die Gitterwerkssteine auch auftretende außergewöhnlich hohe Temperaturen ertragen, sind die Steine des Brennschachtes empfindlicher gegen Ueberheizen, da sie in der heißesten Zone liegen. Das Heizgas soll im Brennschacht vollständig verbrennen, jedoch nach Ansicht des Verfassers so, daß die erreichte Höchsttemperatur so weit oben wie möglich liegt, damit einer übermäßigen Ausdehnung des Brennschachtes vorgebeugt ist. Dieses Ziel ist mit den vorhandenen Brennerarten erreichbar, wenn auch manche von ihnen eine möglichst rasche Verbrennung erstreben und dadurch fast den ganzen Brennschacht auf 1200° bringen können.

Bei der Besprechung der Tragfähigkeit der Steine bei hohen Temperaturen unterscheidet Petit zwei Gruppen, solche, die von zwei Seiten hohen Temperaturen ausgesetzt sind, und solche, die nur einseitig beheizt werden. Zur ersten Gruppe gehören die Gitterwerkssteine. Bei einem Winderhitzer von 37 m Höhe wird die Gitterwerkshöhe etwa 30 m betragen, wobei die Belastung durch das Gitterwerk in den unteren Steinlagen bei 5,5 bis 6 kg/cm² liegt. Die oberste Steinlage erreicht 1300° Höchsttemperatur und hat keine Last zu tragen. 5 m tiefer wird die Belastung ungefähr 1 kg/cm² sein; die auftretende Höchsttemperatur dieser Zone wird man mit 700° annehmen können. Auf halber Höhe bei 300 bis 400° wird die Belastung 2 bis 3 kg/cm² betragen; am Fuße des Gitterwerks werden nur 100° erreicht. Die Steine des Brennschachtes sind am untersten Teil nur mit 4 kg/cm² belastet; sie gehören mit nur einer beheizten Fläche in die zweite Steingruppe. Die Schachtwandungen erreichen zwar die Temperaturen des Gitterwerks, sind aber nur einseitig der Hitze ausgesetzt und stehen daher unter günstigeren Bedingungen. Die Kuppeln können besonders bei flacher Wölbung einen beträchtlichen Seitendruck ausüben, da dort die höchsten Temperaturen auftreten. Auf die Güte der Kuppelsteine wie auch auf die Ausführung der Kuppeln ist deshalb größter Wert zu legen. Schamotte sowohl als auch Tonerdesilikatsteine mit mindestens 30% Al_2O_3 haben sich gleichermaßen bewährt. Die auf übliche Art hergestellten Schamottesteine haben allerdings den Nachteil größerer Schwindung. Für den Tonerdegehalt der beiden Ausmauerungsarten eines Winderhitzers mit 35 m lichter Höhe zwischen Kuppelscheitel und Boden wird vorgeschlagen:

Mauerwerksteile	Schamotte		Tonerdesilikat	
	Höhe von oben m	Al_2O_3 %	Höhe von oben m	Al_2O_3 %
Kuppel, Mantel und Gitterwerk	5,6	40 bis 42	5,6	24 bis 26
Mantel und Gitterwerk . .	12,3 17,1	30 bis 35 20 bis 25	29,4	20 bis 25
Brennschacht	gesamt	40 bis 42	gesamt	24 bis 26
Brennschachtschutzfutter. .	—	—	6 m von unten	40 bis 42

Der Mörtel soll aus Ton und einem Magerungsmittel bestehen, damit er beim Anheizen nicht schwindet und dadurch Hohlräume in den Fugen bildet. Sein Erweichungspunkt soll nicht unter dem der Steine liegen. Petit weist auf verschiedene Mängel der verwendeten Mörtel hin und sieht in einer Weiterentwicklung lohnende Aufgaben für den Steinfachmann.

Messungen an dem Blechmantel eines Winderhitzers sind in *Bild 3* wiedergegeben. Zu ihrer Durchführung wurden kleine Näpfchen an die betreffenden Stellen des Mantels angeschweißt und mit Oel gefüllt, in das ein Quecksilberthermometer tauchte. Kuppel und obere Schachthälfte des neu zugestellten und einige Monate betriebenen Winderhitzers waren mit französischen Diatomitsteinen 60 mm stark isoliert. Aus den Ergebnissen schließt der Verfasser, daß der Winderhitzer unzureichend gegen Wärmeverluste geschützt ist, und empfiehlt, die Kuppel mit einer doppelten Lage Isoliersteine zu versehen; die untere Schicht mit einer Dichte von 0,6, die darüberliegende mit 0,4. Der Mantel ist am Brennschacht auf der ganzen Höhe zu isolieren, während die Isolierung des übrigen Mantels am Gitterwerk nur bis auf halbe Höhe herabreicht. Der Zwischenraum zwischen Blechmantel und Mauerwerk beträgt 50 bis 60 mm, diese werden nach dem Vorschlag vorteilhaft mit feuerfestem Splitt von 3 bis 5 mm Korngröße ausgefüllt, der eine unabhängige Bewegung beider Teile zuläßt und sich nur wenig setzt. Die Splittfüllung darf nur bis zum Ansatz der Kuppel reichen, damit diese sich frei dehnen kann.

Beim Austrocknen vor der Inbetriebnahme müssen 50 bis 60 m³ Wasser ausgetrieben werden; die senkrechte Ausdehnung des Schachtmauerwerks wird bei 500° 100 bis 150 mm betragen, der Blechmantel wird nur 10 bis 15 mm wachsen. Diese Vorgänge spielen sich nicht gleichzeitig ab, eine unabhängige Beweglichkeit von Blech und Stein muß deshalb möglich sein. Sehr langsames Anheizen ist also außerordentlich wichtig; die ganze Trocken- und Anheizzeit bis zur Inbetriebnahme soll etwa vier Wochen dauern. Das Nachheizen nach einem Stillstand muß aus den gleichen Gründen ebenfalls sehr vorsichtig erfolgen. Petit weist auf die Gefahr einer Ueberhitzung der mittleren und unteren Steinlagen eines Winderhitzers hin, der aus irgendwelchen Gründen plötzlich vom Gas abgesperrt werden muß.

Bei den Kaltwindschiebern bietet sich keine besondere Schwierigkeit. Druckentlastungsschieber sind nur selten zu finden. Die beträchtliche Größe der Rauchgasschieber hat schon häufig dazu geführt, zwei Stück für jeden Winderhitzer vorzusehen. Umführungsschieber in den Kaminkrümmer oder Entlastungsschieberchen für den Abgasschieber erleichtern das Oeffnen nach der Windzeit und vermeiden das Abblasegeräusch; dafür fällt das Abblaseventil fort. Um den Kaminzug zu regeln, sind meist Drosselklappen im Abgaskrümmer vorgesehen. Eine neuzeitliche englische Ausführung von Freyn für die Hochöfen von Ford in Dagenham zeigt *Bild 4*.

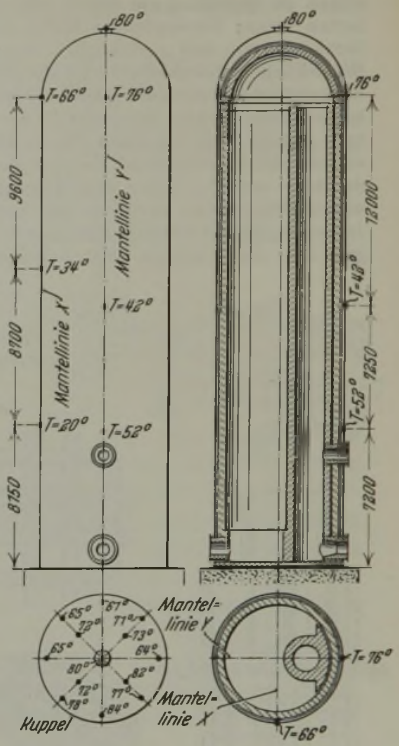


Bild 3. Temperaturmessungen am Mantel eines Winderhitzers.

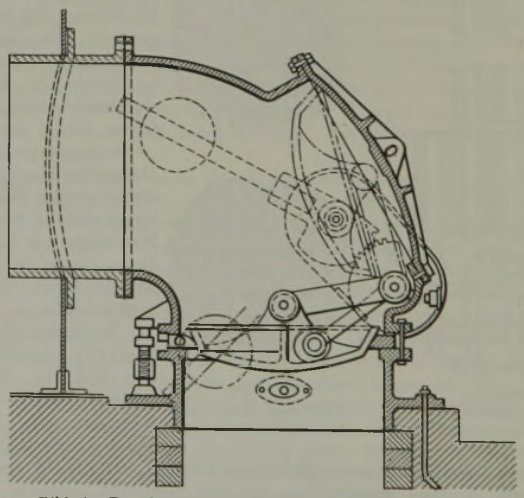


Bild 4. Rauchgasklappen mit festem Abgaskrümmer.

Die ausreichende Kühlung der Heißwindschieber bietet die größten Schwierigkeiten. Ungekühlte Ausführungen aus den verschiedensten Werkstoffen haben bis etwa 850° Heißwindtemperatur zufriedenstellende Ergebnisse erbracht. Bei Mangel an Frischwasser wird Umlaufkühlung angewandt. Die Anordnung der Heißwindschieber hinter einem seitlich abgewinkelten Heißwindstutzen hält der Verfasser für angebracht.

Die Brenner müssen folgenden Ansprüchen genügen: Einstellung auf kleinen und großen Gasverbrauch bei vollständiger Verbrennung; sicheres und schnelles Zünden; stoßfreies und ununterbrochenes Brennen auch bei starken Schwankungen des Gasdruckes. Petit teilt die Brenner in zwei Gruppen ein: solche mit einem Schieber zwischen Brenner und Winderhitzer (zur vollständigen Brennerausrüstung gehören dann Brennerschieber und Gasschieber) und solche mit einem Luft- und meist zwei Gasschiebern, davon einer als Sicherheitsschieber zur Verhinderung von Lufteintritt in die Gasleitung, aber ohne Trennschieber zwischen Brenner und Winderhitzer. Zwischen den Gasschiebern wird im geschlossenen Zustand eine Verbindung mit der Außenluft

[1]) Mitt. Wärmestelle VDEh Nr. 82 (1926).

zwangsläufig freigegeben. Zur ersten Gruppe gehören der Freyn-[1]) und der Askaniabrenner, Bauart Stoecker-Rein[2]), mit einander sehr ähnlicher Arbeitsweise. In der zweiten Gruppe stehen die Brenner von Krupp[3]), Hoesch[4]) und der ihm ähnliche der Dingler-Werke, sowie der Gako-Brenner, der sich von den Brennern der ersten Gruppe nur dadurch unterscheidet, daß er einen Gas- und Luftschieber, aber keinen Trennschieber zum Winderhitzer hat. Die Versorgung mit Verbrennungsluft kann durch ein Flügelrad- oder Schaufelgebläse geschehen. Im zweiten Falle ist auch die Belieferung mehrerer Winderhitzer möglich. Durchmesser und Zug des Brennschachtes müssen eine gute Durchwirbelung der Brenngase ermöglichen, andernfalls arbeitet der Winderhitzer unwirtschaftlich, und eine zu tief im Brennschacht liegende Flamme führt leicht zu Ueberheizungen des unteren Teils. Bei den Krupp- und Hoesch-Brennern werden Brennluft und Heizgas senkrecht nach oben in den Brennschacht eingeführt, was zur Schonung des Brennschachtes empfehlenswert erscheint. Ernstliche Schäden bei den anderen Arten sind jedoch nicht bekanntgeworden.

Die Ausführungen des Verfassers über Regelung, Umsteuerung und Ueberwachung der Winderhitzer bringen nichts Neues. Bemerkenswert ist auch hier der schon erwähnte Kuppel-Schlußstein, der zur Einführung eines Pyrometerrohres durchbohrt ist *(Bild 2)*.

Aus allem treten die Vorteile neuzeitlicher Winderhitzer solchen, die vor fünfundzwanzig Jahren erstellt wurden, deutlich hervor: geringer Gasverbrauch, Winderhitzung auf hohe und gleichmäßige Temperatur, geringe Handarbeit zur Bedienung und vor allem zur Wartung. Kostenmäßig sind die Ersparnisse nur schlecht auszudrücken, sie hängen von den örtlichen Verhältnissen und besonders von der Ausnutzung des Gichtgases der Hütte ab.

Abschließend streift Petit noch die Entwicklungsmöglichkeiten für Winderhitzer. Diese liegen in der Weiterbildung der Gitterwerke mit durchbrochenen Zügen, in der Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades durch Füllsteine in den Zügen und der Verwendung gußeiserner „Steine" im unteren Gitterwerksschacht *(Bild 1a)*. Bei Winderhitzern gewöhnlicher Ausführungsart liegt heute der Wirkungsgrad schon bei 88 %, bei 6 % Abgasverlust und 6 % Strahlungsverlust. Bei niedriger Temperatur im Abgasstutzen werden wohl kaum bessere Ausnutzungsgrade erreicht werden können. Der Verfasser hält es für möglich, die Isolierung der Kuppeln durch Anwendung von Hohlsteinen zu verbessern. Schließlich kommt er noch auf die brennschachtlosen Winderhitzer *(Bild 5)* zu sprechen, die seit einigen Jahren im Patentschrifttum bekannt sind und deren Zukunft er für aussichtsreich hält. Die wesentlich niedrigere Höhe verringert die Baukosten, vielleicht können sogar vorhandene Blechmäntel für eine derartige Anlage verwendet werden. Die von einem Gebläse an den dem Ofen abgekehrten Seiten angesaugte Brennluft muß einen Hohlraum über der Kuppel durchstreichen und wird durch die Ausnutzung der Wärmestrahlung vorgewärmt. Die Zustellung des Gitterwerks entspricht *Bild 1a*. Leider ist dieser Vorschlag nach Wissen des Berichterstatters im Betrieb noch nicht erprobt worden. Die in Deutschland an der Saar und in Ostoberschlesien gemachten Erfahrungen mit Stahlröhrenwinderhitzern[1]) werden nicht erwähnt.

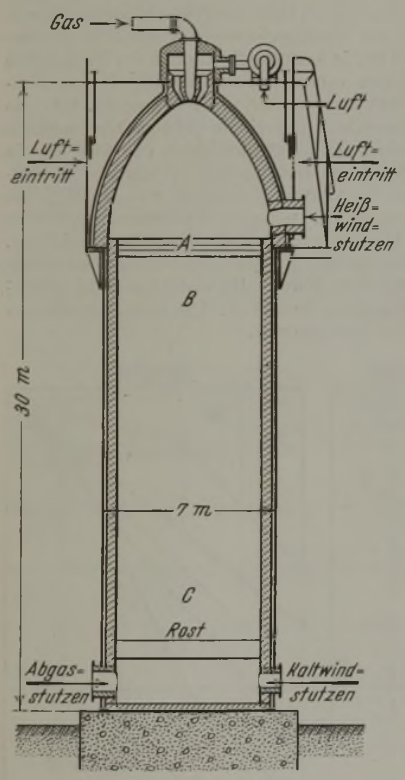


Bild 5. Brennschachtloser Winderhitzer mit durchbrochenen Zügen und übergreifender Kuppel. Die untersten Lagen des Gitterwerks sind aus Gußeisen. (Ganghöhe 25,3 m.)

Horst-Werner Hoffmann.

[1]) Fortune, J. B.: Iron Steel Ind. 5 (1931) S. 115/19.

[2]) Heintges, W.: Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 993/94; Stoecker, R.: Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 250 (Hochofenaussch. 111); Rein, A.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 303/04. Zimmermann & Jansen: Neuzeitliche Winderhitzerarmaturen. Düren 1931. S. 4/5.

[3]) Wittig, J.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 806 (Hochofenaussch. 172).

[4]) Schumacher, H.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 373 (Hochofenaussch. 167).

[1]) Holschuh, A.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 721/27. Kuczewski, W.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1086/89 (Hochofenaussch. 170 u. 176).

Roheisenersparnis durch Spänepreßlinge.

Der erfolgreiche Einsatz von Bohr- oder Drehspänen in Gießereiöfen hängt davon ab, ob es gelingt, sie wirtschaftlich in eine geeignete Form zu pressen, so daß ein übermäßiger Abbrand vermieden wird. In England[2]) hat man in dem Bestreben, alle verfügbaren Rohstoffe nutzbar zu machen, diese Frage erneut aufgegriffen. Setzt man in den Kupolofen die Späne lose ein, so muß man mit Abbrand- und Auswurfverlusten rechnen, die bis zu 50 % der eingesetzten Späne erreichen können. Die Aufgabe in irgendwelchen lose gefüllten Behältern vermindert nur die Auswurfverluste, nicht aber den Abbrand. Kostenmäßig müssen aber die Behälter- und die Füllkosten zu den Einsatzkosten zugeschlagen werden. Je mehr es nun gelingt, die Späne zu einem dichten Block zu verpressen, um so geringer sind die Verluste. Mit einer neuzeitlichen Kniehebelpresse gelingt es, Gußspäne ohne Bindemittelzusätze bis zu einer Dichte von 70 % derjenigen von Roheisen mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand zu verpressen. Planmäßige Untersuchungen haben ergeben, daß solche Preßlinge, allein verschmolzen 5 bis 10 %, mit Roheisen zusammen gattiert (80 % Roheisen, 20 % Preßlinge), 3 bis 4 % Abbrand erleiden. Im zweiten Falle ist also der Abbrand etwa gleich dem von Roheisen. Schließlich lassen sich nach dem Versuchsbericht aus einer Gattierung von Roheisen und Späneformlingen mechanisch hochwertige Gußstücke erzeugen, so daß man die Formlinge an Stelle der vielen Sonderroheisen für hochwertige Gußeisen verwenden kann.

Die Wirkungsweise der Späneformlinge ist im Verhalten des Kohlenstoffs begründet. Enthält der Einsatz kohlenstoffarme Stoffe, so kommt man doch nicht immer zu dem gewünschten niedrigen Endgehalt an Kohlenstoff im Gußeisen, da die kohlenstoffarmen Teile der Gattierung während der Schmelzen aufgekohlt werden. Bei den Späneformlingen tritt das Gegenteil ein. Wenn auch gegenüber losen Spänen die Preßlinge gegen Abbrand und Verschlackung weitgehend geschützt sind, so ist ihr Gefüge aber doch im Vergleich zum Roheisen locker, so daß der Graphit vor dem Erreichen der Schmelzzone verbrannt ist. Bei der während des Schmelzens erfolgenden Aufkohlung kann dieser Kohlenstoffabbrand nicht wieder ausgeglichen werden, so daß man im Gußeisen einen wesentlich niedrigeren Endgehalt an Kohlenstoff hat als im Einsatz. Die Erfahrungen einer englischen Gießerei zeigen, daß bei Zylindern für Verbrennungskraftmaschinen die Spänepreßlinge nicht nur Stahlschrott, sondern auch die gleiche Menge Sonderroheisen ersetzen können.

Die Wirtschaftlichkeit läßt sich am besten dadurch kennzeichnen, daß der Austausch von 20 % Sonderroheisen in der Gattierung gegen 20 % Spänepreßlinge trotz der Preßkosten eine Kostenverminderung um rd. 20 % mit sich bringt. *Hans Schmidt.*

Amerikanische Temperaturmessungen im Stahlbad des Siemens-Martin-Ofens.

Umfangreiche Betriebsmessungen zur Ermittlung von Stahlbadtemperaturen an Siemens-Martin-Oefen führten M. J. Bradley und E. D. Martin[3]) bei der Inland Steel Co., Indiana Harbor, mit einem optischen Eintauchmeßgerät durch. Dieses besteht aus einem Stahlrohr von 50 mm Dmr. und 2 bis 2,5 m Länge, in das ein zweites keramisches Glüh- bzw. Schaurohr mit einer Bodenöffnung von etwa 16 mm Dmr. eingebaut ist (USA-Pat. 2 020 019). Das Doppelrohr wird durch eine kleine Oeffnung in der Ofentür durch die Schlacke hindurch etwa 300 bis 450 mm tief in das Stahlbad getaucht und dieses mittels Gesamtstrahlungspyrometers anvisiert. Zwei in der Achse des Glührohres als Schutz angebrachte Quarzlinsen bringen das Bild der Bodenöffnung auf die Lötstellen des Gesamtstrahlungspyrometers. Nach 10 bis 12 s kann die Temperatur an dem auf einem kleinen Wagen mitgeführten Anzeigegerät abgelesen und auch aufgezeichnet werden. Die Haltbarkeit des Stahlrohres soll über 100 Messungen betragen. Das Eindringen von Schlacke und Metall in die Bodenöffnung des

[2]) Iron Coal Tr. Rev. 139 (1939) S. 657/58.

[3]) Proc. Open-Hearth Steel Conference, Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 1939, S. 192/201.

Glührohres soll durch Preßluft, die durch diese Oeffnung nach unten in das Stahlbad austritt, vermieden werden. Anscheinend bereitet jedoch besonders das Eindringen von Stahl in die Bodenöffnung Schwierigkeiten, da hierdurch die Badtemperaturen wesentlich zu niedrig gemessen werden. Bei einem 2,5 m langen Stahlrohr soll die Bodenöffnung etwa 19 mm Dmr. haben, da sonst das Gesamtstrahlungspyrometer nicht anspricht. Je größer die Bodenöffnung aber ist, desto leichter dringt der flüssige Stahl in das Rohr ein.

Bild 1 zeigt die Badtemperaturen sowie die Kohlenstoffgehalte der Schmelzen, die zeitliche Reihenfolge der Zuschläge und den Brennstoffverbrauch. Die Schmelze war um 7 Uhr mit 1,15 % C heruntergeschmolzen. Um 8.38 Uhr erfolgte die erste Temperaturmessung im Stahlbad mit 1555°, nachdem Zuschläge von rd. 3 t Erz und 545 kg Kalkstein gegeben wurden. Von 8.38 Uhr bis 9.18 Uhr stand die Temperatur gleichmäßig bei 1577°. Nach einer weiteren Zugabe von 450 kg Erz stieg die Badtemperatur um 9.45 Uhr auf 1587° und nach einer weiteren Stunde (um 10.55 Uhr) auf 1627°, fiel jedoch nach 20 min auf 1593°, so daß die Brennstoffmenge wesentlich erhöht wurde. Schon 15 min später war die Temperatur wieder auf 1649° gestiegen (Kohlenstoffgehalt der Schmelze: 0,21 % C), so daß die Brennstoffzufuhr wieder gedrosselt werden konnte. Um 11.25 Uhr wurde als höchste Temperatur 1660° in der Schmelze gemessen. Der Abstich erfolgte um 11.40 Uhr. Eine optische Temperaturmessung beim Gießen des ersten Blockes ergab im Gießstrahl 1593°. Die Schmelze war genügend warm, ein Pfannenbär wurde nach dem Gießen nicht festgestellt.

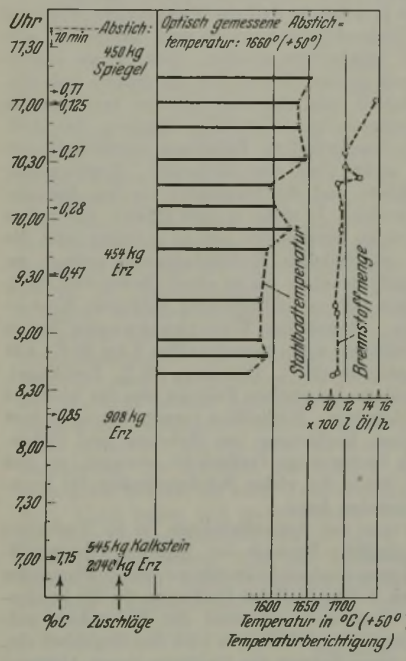


Bild 1. Mit optischem Eintauchpyrometer gemessene Badtemperaturen einer Siemens-Martin-Stahlschmelze.

Das Gerät wurde unter den Bedingungen des „schwarzen" Körpers geeicht; da aber Badtemperaturmessungen selbst im geschlossenen Glührohr nicht vollständig diesen Eichbedingungen entsprechen, müssen Temperaturberichtigungen vorgenommen werden. Die von Bradley und Martin versuchsmäßig ermittelte Berichtigung betrug bei einer gemessenen Stahltemperatur von rd. 1540° etwa 50°. Berichtigt man die oben angegebenen Temperaturwerte der Stahlschmelze mit diesem Wert, so zeigt sich eine sehr gute Uebereinstimmung mit den mit dem Farbpyrometer „Bioptix" durchgeführten Messungen auf deutschen Stahlwerken[1]): Die mit 1660° + 50° = 1710° ermittelte Abstichtemperatur entspricht der für diese Stahlgüte an deutschen Siemens-Martin-Oefen ermittelten wahren Abstichtemperatur von 1710 bis 1720°.

Das geschilderte Meßverfahren hat insofern gewisse Nachteile, als die Temperatur innerhalb des Bades nicht gleichmäßig ist. Es wurde daher bei den amerikanischen Messungen, um diese Fehler auszuschalten, stets an der gleichen Stelle im Ofenherd mit einer bestimmten Eintauchtiefe des Gerätes gemessen. An Stelle eines Gesamtstrahlungspyrometers kann auch eine Photozelle verwendet werden, die eine kleinere Ansprechzeit hat, so daß die Eintauchzeit geringer und damit die Haltbarkeit des Gerätes größer wird.

Die Schwierigkeiten der beschriebenen Messung lassen sich durch die Anwendung des Farbpyrometers umgehen, indem man Löffelproben, die über den ganzen Verlauf der Schmelze genommen werden, anvisiert, wobei ebenfalls die wahre Stahlbadtemperatur erhalten wird, unter Berücksichtigung einer stets gleichen Abkühlung im Schöpflöffel von etwa 25 bis 30°.

Kurt Guthmann.

[1]) Guthmann, K.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1245/48 u. 1269/79 (Wärmestelle 250 und Stahlw.-Aussch. 333).

Einfluß des Spannungsausschlages auf die Verdrehwechselfestigkeit von Stahl.

Da sich in zahlreichen Bauteilen wie in Schraubenfedern, Kurbel-, Nocken-, Propellerwellen u. dgl. die auftretende Wechselbeanspruchung zwischen einem Kleinst- und Größtwert ändert, wurde von J. O. Smith[1]) der Einfluß des Spannungsausschlages bei verschiedenen Mittelspannungen auf die Verdrehwechselfestigkeit von Stahl, und zwar an glatten Vollstäben und an Stäben mit Querbohrung, ermittelt.

Die Versuche wurden an einem Stahl mit 0,37 % C, 0,18 % Si, 0,75 % Mn, 0,017 % P, 0,03 % S, 0,65 % Cr und 1,33 % Ni durchgeführt *(vgl. Zahlentafel 1)*, von dem Walzstangen von 22 mm Dmr. im Anlieferungszustande und nach Vergütung

Zahlentafel 1. Statische Festigkeitswerte der Versuchswerkstoffe.

Zustand	Zugversuch				Verdrehversuch	
	0,2-Grenze σ_S kg/mm²	Zugfestigkeit σ_B kg/mm²	Dehnung (l = 50, 8mm) %	Einschnürung %	0,2-Grenze τ_S kg/mm²	Verdrehfestigkeit τ_B kg/mm²
Anlieferung[1])	52,0	80,9	25,0	66,6	39,4	72,5
Vergütet[2])	107,5	113,9	16,5	60,0	77,6	96,3

[1]) Gefüge: Perlit und Ferrit in grobkörniger Verteilung.
[2]) 20 min auf 820° erhitzt, in Oel von 30° abgeschreckt, 30 min im Salzbad auf 490° angelassen; feinkörniges troostitisch-sorbitisches Grundgefüge.

geprüft wurden. Die bei den Dauerversuchen benutzten Vollstäbe mit 127 mm Gesamtlänge wurden im Stabmittelteil in einer Länge von 38 mm mit 127 mm Radius auf den Prüfdurchmesser d = 6,3 bis 8,1 mm eingearbeitet. Bei den Stäben mit Querbohrung (Bohrungsdurchmesser a) blieb die Prüfstrecke von 38 mm Länge zylindrisch, und der Stabdurchmesser d wurde in gleicher Weise wie bei den Vollstäben je nach der Festigkeit des Werkstoffes zwischen 8,1 und 10,1 mm verändert; das Verhältnis von Bohrungsdurchmesser zu Stabdurchmesser (a/d) betrug rd. 0,1. Es standen drei Verdrehmaschinen mit einem größten Drehmoment von rd. 345 cmkg bei einer Prüfgeschwindigkeit von 1400 U/min zur Verfügung. Die Verdrehnennspannung τ wurde für Voll- und Lochstäbe mit der bekannten Beziehung $\tau = M_d/W_{po}$ berechnet; die Verringerung des polaren Widerstandsmomentes (W_{po}) der Stäbe mit Querbohrung wurde nicht berücksichtigt. Mit Ausnahme der Versuche bei der Mittelspannung Null wurde in den übrigen Versuchsreihen jeweils die Unterspannung gleichgehalten und die Oberspannung verändert. Die Grenzlastwechselzahl betrug rd. 10 Mill. Schwingungen.

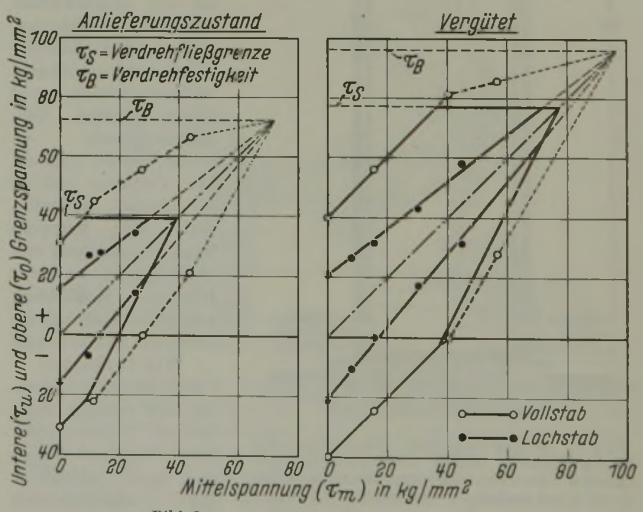


Bild 1. Bild 2.

Bild 1 und 2. Verdrehwechselfestigkeits-Schaubild von Voll- und Lochstäben des Stahles mit 0,37 % C, 0,65 % Cr und 1,33 % Ni.

Eine Auswertung der Versuchsergebnisse ist für die Voll- und Lochstäbe in *Bild 1 und 2* enthalten. Die Abbildung zeigt deutlich, in welchem Maße eine Vergrößerung des Grenzspannungsbereiches mit der Höhe des Streckgrenzenwertes verbunden ist. Für die Vollstäbe bleibt der Spannungsausschlag mit zunehmender Mittelspannung bis zur Streckgrenze nahezu unverändert; im Gebiet zwischen Streckgrenze und Verdreh-

[1]) Univ. Illinois Bull. Engng. Exp. Station 37 (1939) Bull. Nr. 316, 35 S.

festigkeit zeigen die Grenzspannungslinien einen mehr oder weniger unregelmäßigen Verlauf. Die vorliegende Untersuchung kommt demnach zu den gleichen Ergebnissen, wie sie von A. Pomp und M. Hempel[1]) an Vollstäben unter Zug-Druck-Wechselbeanspruchung erhalten wurden. Bei den Stäben mit Querbohrung nimmt dagegen der Spannungsausschlag mit zunehmender Mittelspannung stetig ab. Das gleiche Ergebnis erhielten A. Pomp und M. Hempel[2]) für Stäbe mit ringförmigem Spitzkerb unter Zug-Druck-Wechselbeanspruchung.

In verschiedenen Abschnitten der Arbeit wird an Hand der vorliegenden Versuche und nach Schrifttumsangaben eingehend über die verschiedenen Verfahren der schaubildlichen Auswertung und besonders über die Berechnung von Wechselfestigkeitswerten für verschiedene Mittelspannungen berichtet. Die folgenden Formeln I und II gelten unter Zugrundelegung eines gleichbleibenden Spannungsausschlages bei veränderter Mittelspannung für Vollstäbe:

$$\text{(I)} \quad \tau_o = \tau_m + \tau_w \quad \text{und} \quad \text{(II)} \quad \tau_o = \frac{2 \cdot \tau_w}{1 - \tau_u/\tau_o};$$

hierin bedeuten τ_o die Oberspannung, τ_u die Unterspannung, τ_m die Mittelspannung, τ_w die Verdrehwechselfestigkeit für $\tau_m = 0$. Es muß aber betont werden, daß die Formeln nur Näherungswerte ergeben und daß die Bedingung erfüllt sein muß, daß die Oberspannung nicht die Verdrehstreckgrenze überschreitet ($\tau_o \leq \tau_S$). Zur Berechnung der Dauerhaltbarkeit von Stäben mit Querbohrung, bei denen der Spannungsausschlag mit zunehmender Mittelspannung abnimmt, können nach Smith die folgenden Formeln angewendet werden:

$$\text{(III)} \qquad \tau_o = \tau_m + \tau_w \left(1 - \frac{\tau_m}{\tau_B}\right),$$

$$\text{(IV)} \qquad \tau_o = \tau_m + \tau_w \left(1 - \frac{\tau_m}{\tau_S}\right),$$

$$\text{(V)} \quad \tau_o = \frac{2{,}7 \cdot \tau_w}{1{,}7 - \tau_u/\tau_o} \quad \text{und} \quad \text{(V a)} \quad \tau_o = \frac{3 \cdot \tau_w}{2 - \tau_u/\tau_o}.$$

Neben den vorher erwähnten Zeichen bedeuten τ_S die Verdrehstreckgrenze (0,2 % bleibende Verformung) und τ_B die Verdrehfestigkeit. Während also nach den Formeln (III) und (IV) zur Berechnung der für verschiedene Mittelspannungen anwendbaren Oberspannungen die beiden Größen τ_w und τ_B bzw. τ_S erforderlich sind, genügt bei Anwendung der Formeln (V) und (V a) die Kenntnis der Größe τ_w allein.

Ein Vergleich der nach den verschiedenen Formeln für die Lochstäbe berechneten Oberspannungen mit den Versuchswerten zeigt, daß die Abweichungen zwischen + 6 und — 24 % liegen können. Die Formeln geben demnach auch für diese Stabform lediglich Näherungswerte; denn neben der Einschränkung, daß die Oberspannung den Wert der Streckgrenze nicht überschreiten darf, muß bei den Verdrehwechselversuchen noch der Einfluß der Probengröße auf die Wechselfestigkeit beachtet werden[1]).

Max Hempel.

[1]) Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 18 (1936) S. 1/14; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 735/36.

[2]) Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 18 (1936) S. 205/15; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 274/75.

[1]) Mailänder, R., und W. Bauersfeld: Techn. Mitt. Krupp 2 (1934) S. 143/52.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen[1]).

(Patentblatt Nr. 16 vom 18. April 1940.)

Kl. 7 a, Gr. 14/02, St 56 904; Zus. z. Pat. 668 086. Verfahren zur Herstellung von Hohlbohrstahl-Stangen aus einem Stahlstück mit zylindrischem Kern. Dr.-Ing. Wilhelm Stich, Andreashütte b. Gleiwitz.

Kl. 7 b, Gr. 3/01, R 98 800. Verfahren zum Fertigziehen von reinem, blank härtbarem Stahldraht. Erf.: Hubert Richter, Hamm i. W. Anm.: Riwo-Drahtwerk, G. m. b. H., Hamm i. W.

Kl. 7 b, Gr. 7/01, M 139 494. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Rohren aus Bandeisen. Maschinenfabrik August Seuthe, Hemer i. W.

Kl. 21 c, Gr. 42/01, Sch 115 174. Anordnung zum Verdunkeln bei Luftgefahr durch Umschalten sämtlicher Beleuchtungskörper eines Wohnhauses, Werkes, Werkgeländes od. dgl. auf bei Luftgefahr vorgeschriebenes Licht. Werner Schultze, Oberhausen-Sterkrade.

Kl. 24 e, Gr. 10/03, K 139 832. Gaserzeuger mit einer aus Metall bestehenden Schachtwand. Heinrich Koppers, G. m. b. H., Essen.

Kl. 31 c, Gr. 25/01, M 137 781. Verfahren zur Herstellung von Bremstrommeln aus Grauguß. Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen (Württ.).

Kl. 48 d, Gr. 4/01, M 141 599. Herstellung von Phosphatüberzügen, insbesondere auf Eisen und Stahl. Erf.: Dr.-Ing. Gerhard Roesner und Dr. Ludwig Schuster, Frankfurt a. M. Anm.: Metallgesellschaft, A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 49 h, Gr. 11, B 183 350. Gesenkpreß- oder Schmiedeverfahren für stählerne Werkstücke. Bêché & Groß, G. m. b. H., Hückeswagen.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 16 vom 18. April 1940.)

Kl. 7 a, Nr. 1 484 250. Vorrichtung zum absatzweisen Drehen von Werkstücken für absatzweise arbeitende Formgebungsmaschinen. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 18 c, Nr. 1 484 255. Beschickungsvorrichtung für Elektroden-Salzbadöfen. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin.

Kl. 18 c, Nr. 1 484 279. Blockeinsetz- und Ausziehvorrichtung. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

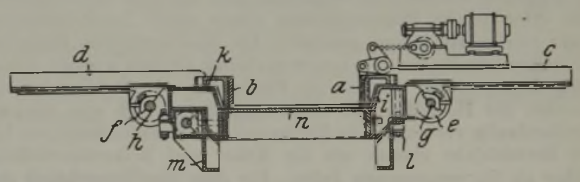
Kl. 49 h, Nr. 1 484 072. Hilfsvorrichtung zum Aus- und Einbauen der fliegend angeordneten Arbeitsrollen von Rollenrichtmaschinen. Demag, A.-G., Duisburg.

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

Deutsche Reichspatente.

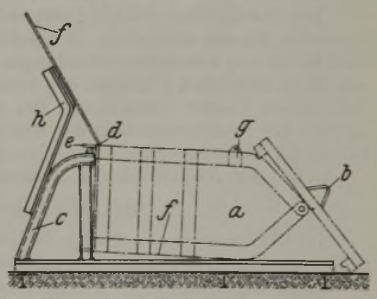
Kl. 7 a, Gr. 25, Nr. 685 442, vom 24. September 1937; ausgegeben am 18. Dezember 1939. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. (Erfinder: Otto Mödder in Magdeburg.) *Aus Verschiebeleisten und Kanthaken bestehende Kantvorrichtung für Walzwerke.*

Sowohl die mit den Verschiebeleisten a, b verbundenen Schubstangen c, d, von denen die Stange c die Kantvorrichtung trägt, als auch das zu den Schubstangen gehörende Getriebe,



wie Treibräder e, f nebst Treibwellen g, h, werden auf je einen Rahmen i, k aufgesetzt, der für den Fall, daß das Walzwerk durch Entfernen der Kantvorrichtung und Verschiebeleisten zum Walzen von Blech benutzt werden soll, lösbar, z. B. durch Schrauben l, auf dem Rollgangsrahmen m befestigt wird. Beide Rahmen i, k werden durch ein Querstück n starr miteinander verbunden.

Kl. 48 d, Gr. 2_{03}, Nr. 685 516, vom 13. Juni 1937; ausgegeben am 19. Dezember 1939. Hüttenwerke Siegerland, A.-G., in Siegen, Westf. (Erfinder: Dipl.-Ing. Karl Peter Harten in Eichen und Arnold Lerg in Kreuztal, Kr. Siegen.) *Einrichtung zur stapelweisen Aufnahme und zum Befördern von zu beizenden Platinen, Sturzen oder Blechen in und aus ihrem Beizbottich.*



Käfig a wird mit Hilfe des Kranhakens b über eine auf einem festen Lagerbock c angeordnete Welle d umgelegt, hinter die Käfig a mit seinen am Boden angebrachten U-förmigen Anschlägen e greift und gehalten wird. Darauf wird Seitenwand f nach Lösen des Riegels bei g geöffnet und gegen Stütze h gelegt, sodann der Stapel durch den Kran eingelegt und die Kranketten entfernt, worauf der Käfig geschlossen wird, den der Kran hochhebt und zum Beizbottich bringt. In umgekehrter Richtung spielen sich die Vorgänge nach dem Beizen ab, um den Käfig zu entleeren.

Statistisches.

Der Schrottverbrauch in den Vereinigten Staaten von Amerika im Jahre 1939.

Der heimische Verbrauch von Schrott betrug im Jahre 1939 34 800 000 t, eine Menge, die nur in den Jahren 1937, 1936 und 1929 überschritten wurde. Sie lag 8½ % unter dem Höchstverbrauch des Jahres 1937 mit 38 006 272 t und zeigte gegenüber dem Jahre 1938 eine Zunahme von 62 %.

Die Schrottausfuhr belief sich auf etwa 3 500 000 t gegenüber 2 998 591 t im Jahre 1938 und der Höchstzahl von 4 092 590 t im Jahre 1937. Die Zunahme der Ausfuhr war im Jahre 1939 geringer als die Zunahme des heimischen Verbrauchs. Die Ausfuhrmengen machten lediglich 9,1 % des Gesamtschrottverbrauchs aus gegenüber 12,4 % im Jahre 1938 und 9,7 % im Jahre 1937.

Von den Schrottmengen des Berichtsjahres wurden etwa 70 % in den Stahlwerken und 20 % in den Gießereien verbraucht; 10 % fanden für verschiedene Zwecke Verwendung. Pennsylvanien war mit 7 650 000 t = 22 % der wichtigste heimische Verbraucherstaat. Es folgte Ohio mit 6 775 000 t oder 19½ %, Indiana mit 3 800 000 t oder 11 %, Illinois mit 3 130 000 t oder 9 %, Michigan mit 2 950 000 t oder 8½ %, Maryland-Kentucky mit 1 750 000 t = 5 %, New York mit 1 575 000 t = 4½ %, Alabama mit 1 400 000 t = 4 %.

Der Schrottentfall ist sehr ansehnlich. Die zur Verfügung stehenden Mengen deckten jeglichen Bedarf. Nach einer Schätzung des Bureau of Mines betrugen die Vorräte Ende September 1939 etwa 7 200 000 t. Angesichts des Umstandes, daß etwa die Hälfte des verbrauchten Schrotts aus eigenem Entfall stammt, würde die angegebene Menge auch bei außergewöhnlich hohem Verbrauch den Bedarf zu dieser Zeit für 20 Wochen gedeckt haben. Bemerkenswert ist, daß sich im Berichtsjahr bei den Graugießereien die Neigung bemerkbar machte, zur Gütesteigerung ihrer Erzeugnisse Stahlschrott in wachsendem Maße zu verwenden.

Die Walzwerkserzeugung der Vereinigten Staaten im Jahre 1939.

Nach den Ermittlungen des „American Iron and Steel Institute" betrug im Jahre 1939 die Herstellung an Walzwerkserzeugnissen aller Art 35 242 867 t gegen 21 329 208 t im Vorjahr, was eine Zunahme um rd. 65 % bedeutet. Die Werke waren zu 64,3 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt gegenüber 39,6 % im Jahre 1938 und 72,6 % im Jahre 1937. Die starke Zunahme von 1938 auf 1939 erklärt sich namentlich aus dem guten Ergebnis des letzten Vierteljahres 1939, wo die Herstellung mit 12,3 Mill. t einen bis dahin nie gekannten Höchststand erreichte.

Besonders hervorzuheben ist die Zunahme der Leistungsfähigkeit in der Feinblechherstellung, die von 10 672 423 t im Jahre 1938 auf 11 556 070 t im Berichtsjahr anstieg. Bei Stabstahl blieb die Leistungsfähigkeit mit 11 780 998 t gegen 11 722 625 t fast unverändert.

Von wichtigen Walzerzeugnissen wurden hergestellt:

Gegenstand	1938 t	1939 t
Schwerer Formstahl	1 409 399	2 308 238
Stabstahl	3 271 038	5 732 474
Schienen, über 30 kg/m	561 193	1 054 089
Schwellen und Laschen	199 901	422 953
Röhren	2 187 199	3 180 064
Röhrenstreifen	401 297	582 230
Streifen, warm und kalt gewalzt	1 338 156	1 840 821
Grobbleche	1 480 909	2 555 518
Schwarzbleche	266 790	371 012
Feinbleche aller Art	4 579 534	7 924 370
Weißbleche, warm und kalt gewalzt	1 468 045	2 824 490
Spundwandstahl	116 600	155 510
Draht und Drahterzeugnisse	2 075 473	3 153 203

Wirtschaftliche Rundschau.

Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf. — Die Entwicklung der Gesellschaft stand im Jahre 1939 unter dem Ereignis des Kriegsausbruchs. Das im Operationsgebiet liegende Werk Buss wurde stillgelegt. Infolge Uebernahme seiner Erzeugung durch die übrigen Röhrenwerke entstand jedoch kein Ausfall, im Gegenteil überstieg die Versandmenge an Röhren ebenso wie die an sonstigen Walzwerkserzeugnissen noch diejenige des Vorjahres. Die erforderliche Rohstahlmenge wurde durch Inbetriebnahme eines vierten Hochofens gesichert. Die Eisenerzgruben förderten in steigendem Maße. Die neu erworbenen Gruben wurden weiter aufgeschlossen und nahmen die Förderung auf. Mehr und mehr wurden die Hochöfen mit deutschen Erzen auch aus eigenem Grubenbesitz versorgt. Die Förderung der Steinkohlenzechen lag im Berichtsjahr ebenso wie die Koks- und Brikettherstellung höher als im vergangenen Jahre. Die Aus- und Vorrichtung der Grubenbaue und der Ausbau der Tagesanlagen lassen eine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit erwarten.

Auf allen Zechen, in den Hütten, Walzwerken und den weiterverarbeitenden Betrieben gingen die Erneuerungsbauten planmäßig weiter. Zwecks durchgreifender Rationalisierung wurden von der Mannesmann-Stahlblechbau A.-G., Berlin, am 1. Juli 1939 die Werke Finnentrop und Hausach übernommen und aus dem gleichen Grunde die Stahl- und Walzwerke Großenbaum, A.-G., mit der Berichtsgesellschaft verschmolzen; seit dem 1. Juni 1939 ist damit auch das Werk Großenbaum eine Betriebsabteilung.

Das Auslandgeschäft hatte sich bis zum Kriegsausbruch weiterhin günstig entwickelt. Wenngleich mit Beginn des Krieges eine Reihe von Geschäftsverbindungen im Ausland abgeschnitten wurde, so ist es doch gelungen, den wesentlichen Teil des Geschäfts auf andere Länder umzulegen. Bei gut ausgenutzten Anlagen blieben der Ausfuhranteil an der Erzeugung ebenso wie die Ausfuhrerlöse befriedigend.

Ueber den Abschluß gibt *Zahlentafel 1* Aufschluß.

Zahlentafel 1.

	1. 1. bis 31. 12. 1937 RM	1. 1. bis 31. 12. 1938 RM	1. 1. bis 31. 12. 1939 RM
Aktienkapital:			
Stammaktien	160 000 000	160 000 000	160 000 000
Vorzugsaktien	19 999 800	19 999 800	19 999 800
Gewinnvortrag	74 962	85 850	436 802
Rohgewinn (einschl. Vortrag)	125 522 687	146 901 643	165 006 184
Löhne und Gehälter	64 416 827	70 088 469	78 131 730
Steuern	16 592 460	22 642 898	33 430 907
Abschreibungen	19 509 369	25 048 629	24 840 939
Soziale Abgaben und freiwillige Aufwendungen	10 584 080	11 995 586	13 686 056
Sonstige Aufwendungen	5 988 624	6 032 818	4 260 111
Reingewinn	8 431 327	11 093 243	10 656 441
Ueberweis. an gesetzl. Rücklage		—	—
Gewinnanteil:			
a) auf Stammaktien	7 963 710	9 556 452	[1]) 9 556 452
b) auf Vorzugsaktien	349 996	1 099 989	[2]) 1 099 989
Vortrag auf neue Rechnung	85 850	436 802	—

[1]) 6 % auf die dividendenberechtigten Stammaktien. — [2]) 5½ % auf 19 999 800 RM Vorzugsaktien.

Beteiligungen.

In 1939 wurden die in den letzten Jahren erworbenen Beteiligungen in das Gesamtunternehmen technisch und organisatorisch so eingeordnet, wie es wegen eines klaren Konzernaufbaues unter Aufrechterhaltung ihres Eigenlebens zweckmäßig war. Die Erzeugungsgesellschaften haben die an sie gestellten Forderungen erfüllt.

Bei den Mannesmannröhren-Werken in Komotau, die der Berichtsgesellschaft nunmehr ganz gehören, wurde in der Reichsmark-Eröffnungsbilanz das Kapital auf 20 Mill. RM umgestellt. Die Beschäftigung ist gut. Uebernommen wurden weitere Tochtergesellschaften der Mannesmannröhren-Werke Komotau, so die Firma Mannesmann-Trauzl, A.-G., Wien, und die Firma G. Rumpel, A.-G., Wien. Die Prager Eisen-Industrie, A.-G., Prag, hat die Eisen- und Stahlerzeugung vermehrt, so daß das abgelaufene Geschäftsjahr ein befriedigendes Ergebnis zeigen wird. Das Kapital wurde von 72 000 000 auf 108 000 000 K erhöht. Der Umsatz der der Mannesmann-Stahlblechbau-A.-G., Berlin, verbliebenen Betriebe Adlershof, Langschede, Bühl und Hannover ist gestiegen. Bei der „Kronprinz" A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohligs, nahm der Aktienbesitz der Mannesmannröhren-Werke auf Grund eines Aktientausches zu. Die Gesellschaft hat, ebenso wie ihre Töchter Röhrenwerk Hilden, G. m. b. H., Hilden, und Metallwerk Ohligs, G. m. b. H., Solingen-Ohligs, eine gute Beschäftigung zu verzeichnen. Das Geschäft der Kammerich-Werke, A.-G., Brackwede, erfuhr eine weitere Belebung. Die Firma Franz Seiffert & Co., A.-G., Eberswalde, die Gesellschaft für Hochdruck-Rohrleitungen m. b. H., Berlin, und die Deutsche Rohrleitungsbau-A.-G., Leipzig, sind auf ihren Arbeitsgebieten, der Weiterverarbeitung, Rohrverlegung und des Apparatebaues, stark beschäftigt. In gleicher Richtung liegen die Ergebnisse der Maschinenfabrik Meer, A.-G., M.Gladbach, sowie der sonstigen Tochtergesellschaften. Die inländischen Röhren- und Eisenhandelsgesellschaften haben ihre Umsätze auch im Geschäftsjahr 1939 weiter gesteigert und gute Ergebnisse erzielt.

Insbesondere die Gesellschaften im Osten nahmen einen erheblichen Aufschwung. Die Mannesmann-Export-G. m. b. H., Düsseldorf, erhöhte ihr Kapital auf 1 Mill. ℛℳ.

Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke, Aktiengesellschaft, Gleiwitz. — In Erfüllung der großen Aufgaben, welche die deutsche Wirtschaft im Rahmen des Vierjahresplanes und im Hinblick auf die politische Entwicklung zu bewältigen hatte, erzielten die Werke im Geschäftsjahre 1938/39 eine beträchtliche Steigerung ihrer Erzeugung und ihres Umsatzes. Die Mehrleistung ist auf den planmäßigen Ausbau der Anlagen zurückzuführen und diente überwiegend zur Deckung des Inlandbedarfs. Die Ausfuhr konnte in Anbetracht der politischen Spannungen gegenüber dem Vorjahre nur unwesentlich erhöht werden.

Die Rohstahlerzeugung erreichte infolge Vergrößerung der Stahlwerksanlagen ihren bisher höchsten Stand. Um den steigenden Bedarf der weiterverarbeitenden Betriebe befriedigen zu können, wurde die Versorgung außerdem durch Bezug von Halbzeug aus dem Protektorat und der Slowakei ergänzt. Die Leistung der Walzwerke stieg durch das weitere Einlaufen der neuen Grob- und Mittelstrecke, deren Leistungsfähigkeit jedoch noch Möglichkeiten für die Ausweitung der Walzwerkserzeugung bietet. Den erhöhten Bedarf an Koks für die Hochöfen und für die Erfüllung der Lieferungsverpflichtungen in den Absatz-Organisationen deckte in zunehmendem Maße die in Betrieb genommene neuzeitliche Kokerei der Castellengo-Abwehr Kohleveredelung G. m. b. H., Gleiwitz. Nach Fertigstellung der im Bau begriffenen zweiten Batterie wird die veraltete eigene Kokereianlage stillgelegt und abgebrochen werden. Am bedeutendsten war jedoch die Aufwärtsbewegung bei den Betrieben der Weiterverarbeitung, insbesondere bei den Gießereien und Preßwerken.

Die Arbeiten zur Erschließung heimischer Erzvorkommen wurden weiter und teilweise mit gutem Erfolge fortgesetzt. Neben einer Erweiterung des Arbeitsgebietes in der Ostmark wurden die Aufschlußarbeiten auch auf das Ostsudetenland ausgedehnt und mit dem Abteufen von mehreren Schächten zur Erschließung der dortigen Rot- und Magneteisenerz-Vorkommen begonnen. Gegen Ende des Geschäftsjahres kamen die Gruben in Beuthen, Johannesberg und Herrmannsdorf in Förderung.

Die Werke arbeiteten an dem Ausbau ihrer Betriebsanlagen planmäßig weiter. Besonders zu erwähnen ist in diesem Zusammenhange die Fertigstellung einer neuzeitlichen Teerdestillation auf dem Werk Donnersmarckhütte. Der Ausdehnung des Arbeitsplanes diente ferner die Gründung einer Tochtergesellschaft, der Preßwerk Laband, G. m. b. H., deren Erzeugungsstätten zur Zeit im Anschluß an das Werk Herminenhütte im Entstehen begriffen sind.

Die Neugestaltung des oberschlesischen Wirtschaftsraums, der nach der Rückgliederung Ostoberschlesiens und dem Zuwachs durch das Olsa-Gebiet sowie durch die angrenzenden Bezirke im Rahmen der heutigen Kriegswirtschaft und der künftigen wirtschaftlichen Durchdringung des Ostens eine ständig wachsende Bedeutung erhalten wird, stellt hohe Anforderungen an die zur Mitarbeit Berufenen. Das Unternehmen wird sich diesen Aufgaben mit besonders freudiger Hingabe widmen. Das Unrecht einer Deutschland aufgezwungenen unnatürlichen und unerträglichen Grenzziehung, die organisch Zusammengehörendes und Gewordenes willkürlich auseinanderriß, hatte gerade auch für die Gesellschaft Jahre schwersten Daseinskampfes zur Folge. Um so mehr ist deshalb die Wiedervereinigung aller dem Konzern nahestehenden und früher in einer Gesellschaftseinheit verbundenen Eisenhüttenwerke und eisenverarbeitenden Betriebe unter einheitlicher Führung zu begrüßen.

Die gute Beschäftigung der Werke führte zu einem weiteren Ansteigen der Gefolgschaft. Im Jahre 1939 konnten 255 Gefolgschaftsmitglieder, und zwar 5 das 50jährige, 65 das 40jährige und 185 das 25jährige Arbeitsjubiläum feiern. Der Heranbildung des Nachwuchses wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Im Berichtsjahre wurden 125 kaufmännische und 1258 gewerbliche Lehrlinge herangezogen. Für die Ausbildung von technischem Personal wurde dadurch gesorgt, daß 133 Hoch- und Mittelschulpraktikanten im Sommerhalbjahre auf sämtlichen Werken Gelegenheit geboten wurde, die für das Studium und den Besuch der technischen Lehranstalten vorgeschriebene praktische Tätigkeit auszuüben. 24 Studierende wurden während des Besuches der technischen Hoch- und Mittelschulen durch Beihilfen unterstützt.

Das Berichtsunternehmen gehört nach wie vor zum Ballestrem-Konzern und verfügt unmittelbar oder mittelbar über die Anteile nachstehender Tochtergesellschaften:

1. nom.	2 000 000 ℛℳ	Preßwerk Laband, G. m. b. H., Laband.
2. nom.	300 000 ℛℳ	Schlesische Montangesellschaft m. b. H., Breslau.
3. nom.	100 000 ℛℳ	Verkaufsstelle Oberschlesischer Walzwerke, G. m. b. H., Gleiwitz.
4. nom.	100 000 ℛℳ	Friedenshahn, Gesellschaft für Haupt-, Klein- und Feldbahnbedarf m. b. H., Gleiwitz.
5. nom.	100 000 ℛℳ	Silesiastahl, G. m. b. H., Gleiwitz.
6. nom.	100 000 ℛℳ	Hirschberger Eisenhandel, A.-G., Hirschberg i. Rsgb.
7. nom.	100 000 ℛℳ	Alteisen-Vereinigung, G. m. b. H., Gleiwitz.
8. nom.	60 000 ℛℳ	Alteisen-Montangesellschaft m. b. H., Breslau.
9. nom.	30 000 ℛℳ	Sphaero, G. m. b. H., Gleiwitz.
10. nom.	20 000 ℛℳ	Deutsche Stahlhandel, G. m. b. H., Gleiwitz.
11. nom.	150 000 ℛℳ	Payerbacher Eisengewerkschaft, Payerbach (Niederdonau).
12. nom.	21 000 ℛℳ	Bergfreiheitgrube Schmiedeberg i. Rsgb., G. m. b. H., Schmiedeberg i. Rsgb.
13. nom.	10 000 Zl.	Blechowka G. m. b. H., Blechowka (Ost-OS.).

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einschl. 968 101 ℛℳ Vortrag aus dem Vorjahre einen Rohgewinn von 61 666 219 ℛℳ aus. Nach Abzug von 35 975 979 ℛℳ Löhnen und Gehältern, 3 125 978 ℛℳ sozialen Abgaben, 6 942 012 ℛℳ Abschreibungen, 1 001 469 ℛℳ Zinsen, 8 665 017 ℛℳ Steuern, 2 370 000 ℛℳ außerordentlichen Aufwendungen, 2 500 000 ℛℳ Zuführung zur Werkserneuerungsrücklage sowie 53 763 ℛℳ Beiträgen an Berufsvertretungen verbleibt ein Reingewinn von 1 032 000 ℛℳ, der zur Ausschüttung eines Gewinnes von 6 % auf das eingezahlte Aktienkapital verwendet wird.

Aus der amerikanischen Eisenindustrie.

Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten hatte im Dezember 1939 mit 3 827 887 t und die Flußstahlerzeugung im November 1939 mit 5 550 017 t einen Hochstand erreicht, der noch um 3 % über dem besten Ergebnis vor der Weltwirtschaftskrise lag. Seitdem sind beide im Zusammenhang mit der Verschlechterung der amerikanischen Wirtschaftslage ständig gesunken, wie nachstehende Uebersicht zeigt.

	Roheisen	Rohblöcke aus Siemens-Martin- und Bessemerstahl in 1000 t
November 1939	3780	5550
Dezember 1939	3828	5247
Januar 1940	3653	5100
Februar 1940	2995	4440
März 1940	-	4503

Die Roheisenerzeugung blieb im Februar 1940 um rd. 22 % hinter dem Dezemberergebnis zurück, die Flußstahlerzeugung um 20 % hinter dem Novemberergebnis. Im ersten Vierteljahr 1940 stellte sich die Flußstahlerzeugung auf 13,8 Mill. t gegen 16,3 Mill. t im vorausgegangenen Vierteljahr und 9,7 Mill. t im ersten Vierteljahr 1940. Während der Beschäftigungsgrad der Werke Ende November 1940 bei 94 % der Leistungsfähigkeit lag, betrug er Ende März 1940 nur noch 61,5 %. Anfang April trat nochmals ein leichter Rückgang auf 61 % ein, doch rechnet man damit, daß in den nächsten Wochen eine jahreszeitlich bedingte Besserung in der Geschäftslage eintreten wird. Eine Belebung der Nachfrage im Inlande erwartet man auch von dem Beschluß der Werke, die augenblicklichen Roheisen- und Stahlpreise während des zweiten Vierteljahres 1940 unverändert beizubehalten, da die gegenwärtige Beschäftigungshöhe einer Preissenkung oder vertraulichen Preisnachlässen im Wege stehe. Trotzdem sind Mitte April die Inlandspreise für Bandstahl und Bleche um 4 $ je t ermäßigt worden, eine Folge geheimer Preisnachlässe kleinerer Walzwerke. Für einige Eisen- und Stahlerzeugnisse stellen sich die Preise gegenwärtig wie folgt:

		Durchschnittspreis 1939	März 1940
Basisches Roheisen fob Valley-Oefen	$ je gr. t	21,09	22,50
Gießereieisen fob Chikago-Oefen	$ je gr. t	21,50	23,00
Siemens-Martin-Knüppel ab Pittsburgh	$ je gr. t	34,00	34,00
Warmgewalzter Stabstahl ab Pittsburgh	cts je pound	2,19	2,15
Drahtstäbe ab Pittsburgh	$ je gr. t	43,00	45,00
Flachdraht ab Pittsburgh	cts je pound	2,60	2,60
Kesselblech ab Pittsburgh	cts je pound	2,10	2,10
Stahlröhren ab Pittsburgh	$ je net t	63,00	64,00
Bandstahl ab Pittsburgh	cts je pound	2,10	2,10
Stahlschrott Nr. 1 ab Pittsburgh	$ je gr. t	17,17	17,50/18,50
Stahlschrott Nr. 1 ab Chikago	$ je gr. t	14,91	16,50
Ferromangan 80 % ab Küste	$ je gr. t	86,67	100,00

Ebenso machen sich Bestrebungen geltend, den Preisrückgang im Ausfuhrgeschäft abzustoppen. Infolge des schwachen Geschäftes auf dem Inlandsmarkt hatten die Werke in den letzten Monaten bei der Ausfuhr immer wieder Preiszugeständnisse gemacht, doch ist nunmehr auf einer Zusammenkunft von Vertretern der Stahlindustrie beschlossen worden, die Ausfuhrpreise ungefähr auf dem Stande der Inlandspreise zu halten. Hand in Hand damit gehen Bestrebungen, auf den sonst von den europäischen Eisenländern belieferten Märkten festen Fuß zu fassen und dabei die Preisschraube nicht zu überdrehen, was bei Kriegsausbruch vielfach, so besonders bei Lieferungen nach Südamerika, der Fall gewesen ist. So versuchen die amerikanischen Werke jetzt am Mittelmeermarkte vorzudringen, wobei sie ihre Preise etwas unter den belgischen halten. Ihr Hauptaugenmerk richten

sie auf den Verkauf von Formstahl und Grobblechen bei Lieferfristen von vier bis sechs Wochen.

Auf Grund der Angaben von 150 Gesellschaften, die 95% der Leistungsfähigkeit in Stahl vertreten, veranschlagt das American Iron and Steel Institute die Ausgaben der Werke für Anlageerneuerungen im Jahre 1940 auf 146 Mill. $ gegen 126 Mill. $ im Jahre 1939 und 140 Mill. $ im Jahre 1938. Der Aufwand hat sich mithin im Vergleich zu den beiden Vorjahren erhöht, bleibt aber hinter dem für die Jahre 1936 (216 Mill. $) und 1937 (320 Mill. $) erheblich zurück.

Vereins-Nachrichten.

Vortragsveranstaltungen des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

Nach einem Beschluß des Vorstandes sollen in diesem Jahre Vortragsveranstaltungen in verschiedenen Bezirken des Reiches durchgeführt werden. In der vorläufigen Planung sind folgende Veranstaltungen vorgesehen, zu denen die hier ebenfalls genannten Tagungen unserer Zweigvereine treten, die von diesen selbständig durchgeführt werden.

Aenderungen bleiben vorbehalten.

I. Vortragstagung in Düsseldorf.

Zeitpunkt: Sonnabend, den 1. Juni 1940, Beginn 15 Uhr.

Ort: Städtische Tonhalle, Schadowstraße.

Vorläufige Tagesordnung:

1. Aus der Arbeit des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.
2. Die Entwicklung des Elektro-Lichtbogenofens zum Großraumofen. Berichterstatter: Dr.-Ing. W. Rohland, Krefeld.
3. Die Verhüttung des Eisens auf alten und neuen Wegen. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. R. Durrer, Berlin.
4. Die Kriegsvorbereitungen der englischen und französischen Stahlindustrie. Berichterstatter: Dr. phil. J. W. Reichert, Berlin.

II. Vortragstagung in Berlin.

Zeitpunkt: Sonnabend, den 22. Juni 1940, Beginn 15.30 Uhr.

Ort: Technische Hochschule.

Vorläufige Tagesordnung:

1. Aus der Arbeit des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute. Berichterstatter: Dr.-Ing. O. Petersen, Düsseldorf.
2. Aufgaben auf dem Gebiet der Werkstoff-Forschung im Kriege. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. E. H. Schulz, Dortmund.
3. Die Verhüttung des Eisens auf alten und neuen Wegen. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. R. Durrer, Berlin.

III. Vortragstagung in Dresden.

Zeitpunkt: Sonnabend, den 6. Juli 1940, Beginn 15.30 Uhr.

Ort: Technische Hochschule.

Vorläufige Tagesordnung:

1. Aus der Arbeit des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute. Berichterstatter Dr.-Ing. O. Petersen, Düsseldorf.
2. Die Schlackenkunde als Grundlage der Metallurgie der Eisenerzeugung. Berichterstatter: Dr. phil. W. Oelsen, Düsseldorf.
3. Aufgaben auf dem Gebiet der Werkstoff-Forschung im Kriege. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. E. H. Schulz, Dortmund.

IV. Tagung der Eisenhütte Südwest.

Zeitpunkt: Sonntag, den 19. Mai 1940, vormittags.

V. Tagung der Eisenhütte Südost.

Zeitpunkt: Sonnabend und Sonntag, den 15. und 16. Juni 1940.

Ort: Semmering.

VI. Tagung der Eisenhütte Oberschlesien.

Zeitpunkt: Voraussichtlich Herbst 1940.

* * *

Den Vortragstagungen wird sich jedesmal ein Kameradschaftsabend anschließen. Zeit und Ort werden noch bekanntgegeben werden.

Wir weisen unsere Mitglieder schon heute auf diese Veranstaltungen hin mit der Bitte, die in Aussicht genommenen Tage vorzumerken. Eine besondere Einladung mit genauen Angaben wird den Mitgliedern noch zugehen.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute und Iron and Steel Institute.

Der Vorstand des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute hat beschlossen, daß Mitglieder und Ehrenmitglieder englischer Staatsangehörigkeit bis auf weiteres aus dem Verein ausgeschlossen sind.

Der Beschluß ist eine Gegenmaßnahme gegen ein erst vor kurzem zur Kenntnis des Vorstandes gelangtes entsprechendes Vorgehen des Iron and Steel Institute, das in dessen Hauptversammlung vom 23. November 1939 in London beschlossen worden ist.

Fachausschüsse.

Am Mittwoch, dem 8. Mai 1940, um 15.15 Uhr, tagt in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

48. Vollsitzung des Stahlwerksausschusses.

Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Die Herstellung weicher Schmelzen aus dem sauren Siemens-Martin-Ofen unter besonderer Berücksichtigung der Schmelzführung. Berichterstatter: F. Eisermann, Hattingen.
3. Die Verminderung von Fehlern in größeren Blöcken aus basischem Siemens-Martin-Stahl. Berichterstatter: E. Wulffert, Düsseldorf.
4. Haltbarkeits- und Leistungssteigerung an Siemens-Martin-Oefen mit karburierter Koksofengasbeheizung durch planmäßige Ueberwachung und Wärmeführung. Berichterstatter: A. Mund, Düsseldorf.
5. Verschiedenes.

Eisenhütte Südost,
im NS.-Bund Deutscher Technik.
Fachgruppe Bergbau und Hüttenwesen.

Die „Eisenhütte Südost" hält am Samstag, dem 4. Mai 1940, 17.30 Uhr, im Hörsaal I der Montanistischen Hochschule zu Leoben eine

Vortragsveranstaltung

ab, bei der Dr.-Ing. Max Michalke, Wien, über „Neue Stahlherstellungsverfahren" und Dipl.-Ing. Rudolf Kastelliz, Wien, über „Mandschukuo, Wirtschaft und Kultur" sprechen werden.

Um 20 Uhr zwanglose Zusammenkunft im Grandhôtel, Bürgerstube.