

# 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 19

9. MAI 1940

60. JAHRGANG

### Untersuchung zur Verbesserung der Kokillenhaltbarkeit.

Gemeinschaftsarbeit der Unterausschüsse für den Siemens-Martin-Betrieb und für den Thomasbetrieb.

Erstattet von Arno Ristow in Düsseldorf.

[Bericht Nr. 367 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*].]

*(Auswertung von Jahresverbrauchszahlen aller größeren deutschen Thomas- und Siemens-Martin-Werke, die Quadratblockkokillen über 2,5 t Blockgewicht verwenden. Untersuchung der zahlreichen Einflüsse, wie: Art des Gießens, Zusammensetzung des Kokillenwerkstoffes, Einfluß der Abmessungen der Kokille, Behandlung im Betriebe, Stehzeit nach dem Guß, Art der Abkühlung.)*

Die Unterausschüsse für den Siemens-Martin-Betrieb und Thomasbetrieb hatten die Herausgabe eines ausführlichen Fragebogens zur Untersuchung der Einflüsse auf die Kokillenhaltbarkeit beschlossen. Um die Auswertung nicht zu umfangreich zu gestalten, hielt man es für ratsam, sich zunächst nur auf die Quadratblockkokillen für Blöcke von über 2,5 t zu beschränken. Die Fragebogen wurden von den beteiligten Werken in dankenswerter Weise sehr sorgfältig ausgefüllt, so daß für 52 Quadratblockformen umfassende Angaben zur Verfügung standen. Ueber die Notwendigkeit, der Kokillenhaltbarkeit immer wieder erneute Aufmerksamkeit zu schenken, braucht angesichts der immer noch bestehenden Unsicherheit über die zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit einzuschlagenden Wege keine besondere Erklärung abgegeben zu werden.

#### Auswertung.

Bei der Auswertung des gerade auf diesem Gebiet sehr umfangreichen Schrifttums mußte immer wieder die Feststellung gemacht werden, daß sich die von den verschiedensten Verfassern<sup>1) 2)</sup> durchgeführten Versuche immer nur auf eine verhältnismäßig beschränkte Anzahl von Kokillen erstreckten, die zum Teil Sonderausführungen, wie halb geschlossene Brammenkokillen, Schmiedeblockkokillen u. ä., darstellten, daher die vielen Widersprüche in der Feststellung z. B. des Einflusses des Mangan-, Silizium- und Phosphorgehaltes des Kokillenwerkstoffes. Wohl erstmalig konnten derartig reichhaltige Zahlen wie die vorliegenden, die sich auf Jahresdurchschnittswerte von 52 Quadratblockkokillen von 2,5 bis 6 t erstreckten, zusammengetragen werden. Obwohl man Form und Gewicht der Kokillen von vornherein weitgehend einschränkte, verblieb aber immer noch eine ganze Reihe verschiedener Einflüsse, die bei einer Auswertung tunlichst auseinanderzuhalten waren. Es galt also,

\*) Vorgetragen auf der gemeinsamen Sitzung der Unterausschüsse für den Siemens-Martin-Betrieb und für den Thomasbetrieb am 20. Juni 1939 in Düsseldorf und am 22. April 1939 in der Sitzung des Fachausschusses „Stahlwerk und Walzwerk“ der Eisenhütte Oberschlesien in Gleiwitz. — Sonderabdrucke dieses Berichts sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Reagan, W. J.: Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 745, 42 S., Metals Techn. 3 (1936) Nr. 6.

<sup>2)</sup> Hruska, J. H.: Iron Age 115 (1925) S. 341/42; 123 (1929) S. 539/41; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1165/66. Iron Age 128 (1931) S. 434/37 u. 460; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 223/24.

vor Beginn der Großzahlauswertung die aus dem Schrifttum<sup>3) 4)</sup> und früheren Versuchen bekannten Einflüsse in wichtige und unwichtige zu trennen, damit bei ihrer großen Zahl noch für jede Einzelauswertung genügend Werte zur Verfügung standen. Selbstverständlich wurden die Blockformen für Thomas- und Siemens-Martin-Stahlwerk getrennt behandelt, ferner die offenen und geschlossenen (Flaschenhalskokille).

Da die Betriebsverhältnisse von Werk zu Werk zum Teil sehr stark schwankten, wurden darüber hinaus bei verschiedenen Faktoren noch bestimmte Einzelauswertungen durchgeführt. So wurde z. B. der Einfluß des Strippers, das Abspritzen oder Tauchen der Kokillen in Wasser usw. außerdem noch gesondert untersucht. Schließlich ergab die Auswertung des vorliegenden Berichts die Notwendigkeit, einzelne Nachprüfungen auf verschiedenen Werken vorzunehmen, wobei alle übrigen Einflüsse, soweit dies bei Kokillen im praktischen Betrieb überhaupt möglich ist, tunlichst gleichgehalten werden sollen. Es laufen bereits seit Monaten Versuche über den Einfluß der Graphitbildung, des gebundenen Kohlenstoff- und Gesamtkohlenstoffgehaltes sowie der Gefügeausbildung. Auf einem anderen Werk wird der Einfluß des Phosphor- und Schwefelgehaltes, auf einem dritten der Einfluß des Mangangehaltes und auf einem vierten Werk der Einfluß der Wanddicke und der Konizität untersucht.

Leider ist die zur einwandfreien Ausschaltung nur eines Einflusses unter weitgehender Gleichhaltung aller übrigen erforderliche Zahl der genauestens zu beobachtenden Kokillen doch so groß, daß dazu ein nicht unbeträchtlicher Aufwand erforderlich ist. Bis zum Vorliegen dieser Einzelergebnisse dürften die Jahresdurchschnittsverbrauchswerte von über 50 ähnlichen Kokillen immer noch die sicherste Grundlage für eine Auswertung darstellen.

#### Auswertung der ausgefüllten Fragebogen.

Um für eine Auswertung noch genügend Werte zu behalten, mußten gewisse Zusammenfassungen vorgenommen werden. Deshalb wurde zunächst festgestellt, welche Ein-

<sup>3)</sup> Morawa, F. W.: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1224/28 u. 1256/63 (Stahlw.-Aussch. 218).

<sup>4)</sup> Gathmann, E.: Iron Tr. Rev. 86 (1930) Nr. 2, S. 25/27; Iron Age 125 (1930) S. 158/59; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 635/37. Ristow, A.: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 617/27 (Stahlw.-Aussch. 243).

flüsse auf den Kokillenverbrauch nur unbedeutend waren, so daß sie ohne großen Fehler für die großzahlmäßige Auswertung vernachlässigt werden konnten. Hierzu gehört zum Beispiel der Kantenradius, von dem festgestellt wurde, daß er keinen eindeutig ausgeprägten Einfluß auf den Kokillenverbrauch bei den erfaßten Quadratblockkokillen hatte, zum mindesten waren andere Einflüsse wesentlich stärker. So hatten z. B. die in den Siemens-Martin-Stahlwerken benutzten Kokillen (ohne Abstreifer) bei 30 mm Kantenradius eine Kokillenhaltbarkeit von 12,2 kg/t, während dagegen die Kokillen mit 75 mm Kantenradius 11,4 kg/t Kokillenverbrauch aufwiesen. Hierzu gehört auch noch der Einfluß der Beruhigung des Stahles. Wie die Durchschnittszahlen aller Werke (Zahlentafel 1) zeigen, beträgt der Kokillenverbrauch

Zahlentafel 1. Einfluß der Beruhigung.

	Thomasstahlwerke				Siemens-Martin-Werke			
	Zahl der Werke	offene Kokille kg/t	Zahl der Werke	Flaschenhalskokille kg/t	Zahl der Werke	offene Kokille kg/t	Zahl der Werke	Flaschenhalskokille kg/t
Unberuhigt	7	8,8	7	11,5	8	10,6	8	14
Beruhigt	6	9,2	2	11,6	10	11,2	1	7,3

bei unberuhigtem Siemens-Martin-Stahl 10,6 kg/t (8 Werke) gegenüber 11,2 kg/t (10 Werke) bei beruhigtem in offenen Kokillen vergossenem Stahl. Bei den Thomasstahlwerken tritt der Unterschied infolge der gleichzeitigen Benutzung für unberuhigten Stahl und Schienenstahl noch weniger in Erscheinung (8,8 gegenüber 9,2 kg/t). Derartige Unterschiede sind im Rahmen einer Auswertung wie der vorliegenden zu vernachlässigen, da, wie bei den zahlreichen folgenden Bildern noch gezeigt werden wird, andere Einflüsse, vor allem die Zusammensetzung des Kokillenwerkstoffes, die Abkühlungsart nach dem Gießen oder die Stehzeit in der Kokille bis zum Abstreifen usw., einen wesentlich eindeutigeren Einfluß auf den Kokillenverbrauch ausüben.

**Einfluß der Werkstoffzusammensetzung der Kokillen.**

Bild 1 zeigt, daß die Art des Gießens (Gespannguß und fallender Guß) keinen erkennbaren Einfluß auf den Kokillenverbrauch hat. Die Kokillen der Siemens-Martin-Werke sind von denen der Thomaswerke getrennt ausgewertet und nach einem sehr starken Einfluß, nämlich dem Mangangehalt des Kokillenwerkstoffes, geordnet worden. Die Kurven zeigen übereinstimmend für beide Stahlwerke, daß sich der Einfluß eines höheren Mangangehaltes sehr ungünstig auf die Lebensdauer ausgewirkt hat; dagegen bestehen zwischen fallendem und steigendem Guß (Bild 1, links) keine wesentlichen Unterschiede, so daß bei den folgenden Auswertungen eine Ausschaltung dieses Einflusses ebenso wie der Beruhigung und des Kantenradius nicht vorgenommen werden brauchte. Diese Feststellung steht in Widerspruch zu den Einzelanwendungen von Hruska, doch sind so hohe Mangangehalte in Deutschland nicht üblich.

In verschiedenen Werken, die in den letzten Jahren die Flaschenhalskokille eingeführt haben, wurde zunächst über den erhöhten Kokillenverbrauch geklagt. Deshalb wurde getrennt für Thomas- und Siemens-Martin-Werk festgestellt, um wieviel höher sich der Kokillenverbrauch bei Flaschenhalskokillen gegenüber der offenen Form mit

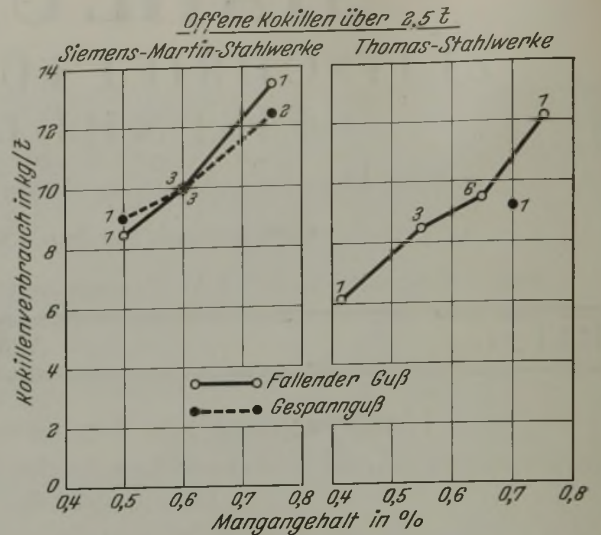


Bild 1. Einfluß des Mangangehaltes auf den Kokillenverbrauch von Quadratkokillen über 2,5 t Blockgewicht.

dem dicken Ende unten stellt. Zahlentafel 2 enthält die vergleichbaren Durchschnittswerte getrennt nach offenen und Flaschenhalskokillen. In den Thomas-Stahlwerken lag der Mehrverbrauch für die Flaschenhalskokillen bei 26 bis 30 %, bei den Siemens-Martin-Stahlwerken etwa in derselben Größenordnung zwischen 21 und 38 % Mehrverbrauch, je nach der Höhe des im Gespann vergossenen Prozentsatzes.

Zahlentafel 2. Einfluß des steigenden oder fallenden Gießens auf den Kokillenverbrauch.

Stahlwerk	Zahl der Kokillenformen	Offene oder Flaschenhalskokille	Verbrauch kg/t	% Verteilung auf steigenden oder fallenden Guß	Mehrverbrauch % gegenüber offenen Kokillen
Thomaswerk	9	offene	8,67	} fast ausschließlich fallender Guß (90 bis 100 %)	+ 30 %
	2	Flaschenhalskokille	11,3		
	4	offene	11,5	} über 90 % Gespannguß	+ 26 %
	3	Flaschenhalskokille	14,5		
Siemens-Martin-Werk	6	offene	11,3	} bei 80 bis 90 % Gespannguß	+ 21 %
	2	Flaschenhalskokille	13,65		
	12	offene	10,3	} bei 100 % Gespannguß	+ 38 %
	6	Flaschenhalskokille	14,1		

Der starke Einfluß der Zusammensetzung des Kokillenwerkstoffes wurde bereits bei der Auswertung des Mangangehaltes (Bild 1) gestreift. Ganz besonders deutlich tritt der Einfluß des Kokillenwerkstoffes in Bild 2 (Verhältnis Silizium: Mangan) zutage. In diesem Bild wurden die Thomasstahlwerke von den Siemens-Martin-Stahlwerken getrennt ausgewertet. Man sieht hier sehr deutlich bei nicht weniger als 31 Quadratblockkokillen-Formen über 2,5 t Blockgewicht, wie stark die Haltbarkeit durch das Verhältnis Silizium: Mangan und damit durch die Gefügeausbildung (Ausbildung des Perlits und Graphits) bestimmt wird. Bekanntlich begünstigt Silizium die Graphitausscheidung, während Mangan entgegengesetzt wirkt, daher ist der Quotient ein gutes Kennzeichen für die Graphitausbildung, die sich in den Kokillenfragebogen als Jahresdurchschnittswert nicht angeben ließ. Die Beurteilung des Siliziumgehaltes allein, wie sie im achten Bericht des englischen Unterausschusses für Blockformen<sup>5)</sup> bei Flaschenhalskokillen von 570x570 mm<sup>2</sup> lichtigem Querschnitt durchgeführt wurde, ergab bei den deutschen Quadratblockkokillen keinen so

<sup>5)</sup> Seventh Report on the Heterogeneity of Steel Ingots. London 1937 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 16). Vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1008/10. Eighth Report on the Heterogeneity of Steel Ingots. London 1939 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 25). S. 265/303. Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1295/96.

deutlich ausgeprägten Einfluß auf den Kokillenverbrauch. Bei den in den Thomasstahlwerken gebrauchten offenen und Flaschenhalskokillen ist zwar ein schwacher Einfluß des Siliziumgehaltes erkennbar, dagegen ist bei den in Siemens-Martin-Stahlwerken verwendeten offenen Kokillen und noch weniger bei den Flaschenhalskokillen ein derartiger Einfluß einwandfrei festzustellen.

mittlerer Graphit für das günstigste gehalten. Auch die Angaben der Fragebogen widersprachen in dieser Hinsicht einander völlig, so daß es nicht möglich war, diesen sehr wichtigen Punkt durch die Auswertung der Fragebogen klarzustellen.

Nach Ansicht von Gießereifachleuten entstehen bei feinem Graphit häufig große Spannungsrisse oder Brüche. Bei grobem Graphit dagegen treten schneller Brandrisse auf, was eine schlechte Blockoberfläche ergibt. Dies ist z. B. bei weichem Thomasstahl nebensächlich, während bei beruhigten Qualitätsstahlblöcken diese schlechte Oberfläche oft sehr stört. Man wird also wahrscheinlich, je nach den unterschiedlichen Anforderungen der Stahlwerke, ein anderes Gefüge für den Kokillenwerkstoff bevorzugen derart, daß man bei kleinen Edelmetallkokillen feinen Graphit anstrebt, zumal da diese kleinen Kokillen weniger zu Spannungsrisen neigen, während man bei den großen Massenstahlkokillen auf eine gröbere Graphitausbildung hinarbeiten muß.

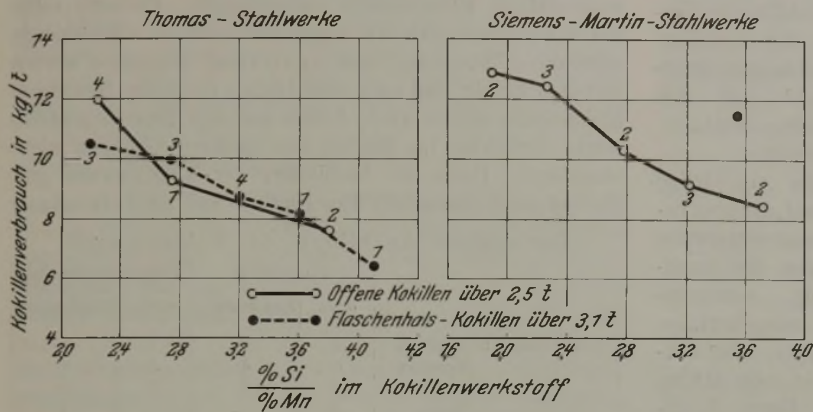


Bild 2. Verhältnis von Silizium zu Mangan in Quadratkokillen über 2,5 t Blockgewicht.

Für die Auswertung des Einflusses des Graphit- und gebundenen Kohlenstoffgehaltes wurden Unterlagen verwendet, die J. Hundhausen in dankenswerter Weise für mehr als 200 Sackkokillen zur Verfügung stellte.

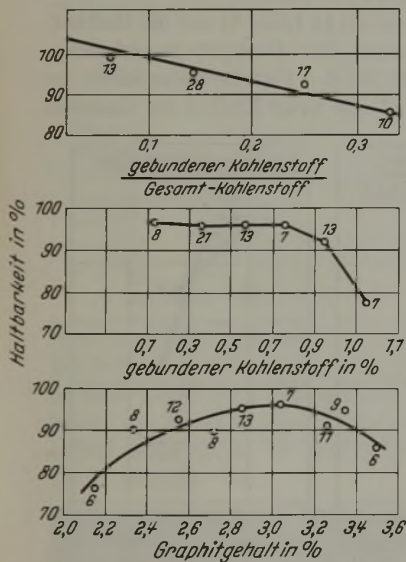


Bild 3. Einfluß des Kohlenstoffes auf die Haltbarkeit; Sackkokille für 840-kg-Blöcke.

Der gebundene Kohlenstoffgehalt hat bei diesen Kokillen unter 0,7 % keinen erkennbaren Einfluß auf die Lebensdauer. Darüber hinaus fiel die Haltbarkeit rasch ab in Uebereinstimmung mit den ungünstigen Haltbarkeiten bei niedrigem Graphitgehalt. Das Verhältnis gebundener Kohlenstoff- zu Gesamtkohlenstoffgehalt, das häufig zur Beurteilung herangezogen wird, ist ebenfalls in Bild 3, oben, ausgewertet. Man sieht, daß die Kokillenhaltbarkeit mit zunehmendem Verhältnis abnimmt.

Bei der Beurteilung der Analysenbestandteile muß man sich darüber klar sein, daß nicht diese, sondern die Gefügeausbildung für die Lebensdauer der Kokille ausschlaggebend ist. Vor allem kommt es auf die Ausbildung des Graphits an. Hierüber findet man im Schrifttum die widersprechendsten Angaben. Teils wird grober, teils feiner, teils

Eine Auswertung des Phosphorgehaltes, der mit 0,06 bis 0,12 % angegeben wurde, ergab bis 0,12 % P keinen schädigenden Einfluß. Auf einem Werke wurden Vergleichsversuche, allerdings nur mit wenigen Kokillen, durchgeführt mit 0,06 und 0,12 bis 0,15 % P. Bei dieser geringen Zahl der untersuchten Kokillen konnte ein schädigender Einfluß eines höheren Phosphorgehaltes bis 0,15 % keinesfalls festgestellt werden. Im Gegenteil, die Haltbarkeit der Kokillen mit höherem Phosphorgehalt lag etwa 10 bis 20 % höher. Die gleichen Kokillen, die auf einem Schwesterwerk, allerdings bei häufiger Benutzung und Wasserabschreckung, gebraucht wurden, ergaben bei höherem Phosphorgehalt etwas ungünstigere Werte. Schon dieses eine Beispiel läßt erkennen, wie verwickelt die Verhältnisse sind und wie schwer es ist, allgemein übertragbare Feststellungen zu machen, die sich nur auf wenige untersuchte Kokillen gründen. So konnte z. B. in einer Versuchsreihe mit 35 kleinen Quadratblockkokillen (für 420- und 500-kg-Stahlblöcke) unter Gleichhaltung aller übrigen Einflüsse bis 0,16 % P oder 0,15 % S ein Sinken der Haltbarkeit nicht eindeutig festgestellt werden. Auch der englische Unterausschuß zur Untersuchung der Kokillenhaltbarkeit stellte fest<sup>5)</sup>, daß ein Phosphorgehalt bis zu 0,2 % die Bruchgefahr nicht erhöht; ausgenommen sind nur die schweren Schmiedeblockkokillen.

Der im Schrifttum häufig erwähnte ungünstige Einfluß des Schwefelgehaltes ist in der vorliegenden Auswertung bis 0,10 % kaum erkennbar, so daß sich eine bildliche Darstellung erübrigte. Es scheint wohl, als ob Kokillen mit weniger als 0,08 % S oft eine sehr günstige Lebensdauer erreichen. Nach dem englischen Bericht<sup>5)</sup> soll der Schwefel möglichst niedriggehalten werden, wobei als Beziehung für den Mangengehalt gelten soll:  $Mn = 0,3 + 1,7 \times S$ . Offensichtlich befolgen aber die englischen Fachleute diese Richtlinien noch nicht, denn die zahlreichen in diesem Bericht<sup>5)</sup> herangezogenen Kokillen hatten Mangengehalte von 0,67 bis 1,08 %. Wenn man aber die obige Beziehung dahin wertet, daß bei den üblichen Schwefelgehalten von etwa 0,1 % der günstigste Mangengehalt bei etwa  $0,3 + 1,7 \times 0,1 = 0,47\%$  Mangan liegen sollte, so würde das eine gute Uebereinstimmung mit Bild 1 ergeben.

Legierte Werkstoffe wurden nur in vier Werken erprobt, beachtlicher Weise ebenfalls ohne Erfolg. Der englische Bericht<sup>5)</sup> gibt allerdings eine gewisse Steigerung der

Leistung in der Größenordnung von 10 bis 20 % an. Eine derartige längere Haltbarkeit rechtfertigt aber auch dort nicht die Anwendung eines Chrom- oder Molybdänzusatzes.

**Einfluß der Kokillenabmessungen.**

Eine alte Stahlwerksregel besagt, daß das Verhältnis von Kokillengewicht zu Blockgewicht bei Quadratblöcken wie 1 : 1 sein soll. In Bild 4 ist getrennt für offene und Flaschenhalskokillen der Einfluß des Kokillengewichts zum Blockgewicht auf den Kokillenverbrauch ausgewertet.

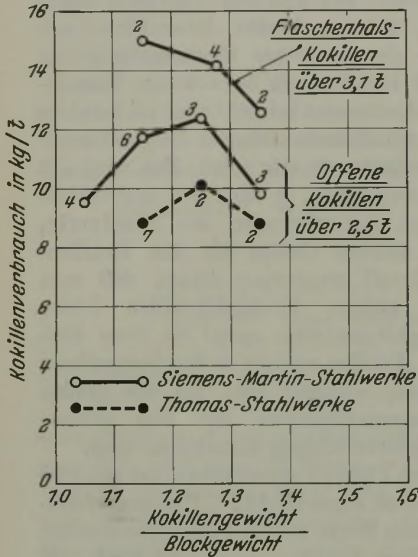


Bild 4. Einfluß des Kokillengewichtes zum Blockgewicht auf den Kokillenverbrauch von Quadratkokillen über 2,5 t Blockgewicht.

Bei den Flaschenhalskokillen ist wegen der starken Werkstoffanhäufungen am Kokillenkopf das niedrige Verhältnis 1 : 1 nicht erreichbar.

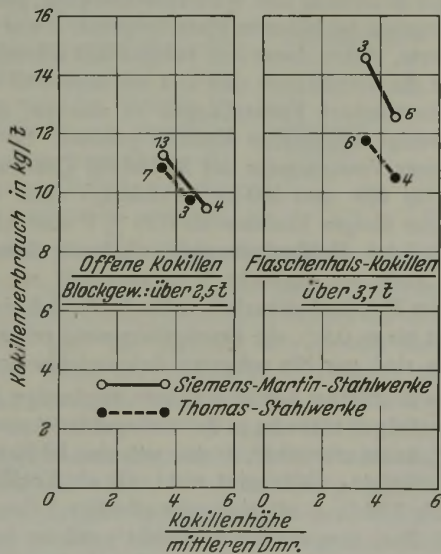


Bild 5. Einfluß von Kokillenhöhe zum mittleren Durchmesser auf den Kokillenverbrauch von Quadratkokillen über 2,5 t Blockgewicht.

Der Schlankheitsgrad der Kokillen, ausgedrückt durch das Verhältnis der Kokillenhöhe zum mittleren Blockdurchmesser, hat ebenfalls einen wenn auch geringfügigen Einfluß auf den Kokillenverbrauch (Bild 5). Wenn der Einfluß auch nicht sehr erheblich ist, so tritt er doch auch hier wieder gleichmäßig bei allen vier ausgewerteten Gruppen auf, so daß zu überlegen wäre, worauf dieser günstige Einfluß der schlankeren Kokillenform zurückzuführen ist. Man kann nach dem Guß beobachten, daß die starke Ueberhitzung in der Schwerpunktsnähe bei kurzen gedrunenen Kokillen stärker auftritt als bei langen schlanken. Dadurch

dürften die Spannungen zwischen Kokillennitte einerseits und Kopf und Fuß andererseits bei den gedrunenen Kokillen stärker ausfallen, und sich außerdem die Brandrisse bei den gedrunenen Formen früher und stärker ausbilden. Wohl aus ähnlichen Erwägungen heraus hatte C. v. Meszöly<sup>6)</sup> auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen über den Einfluß der Kokillenabmessungen die außen tonnenförmig ausgestaltete Kokillenform vorgeschlagen. Dadurch sollte der in der Blockmitte frei werdenden größten Wärmemenge auch die größte Menge Kokillenwerkstoff angeboten werden mit dem Erfolg, daß nach dem Gießen die ganze Blockform gleichmäßig erhitzt wird. Leider hat sich dieser beachtenswerte Vorschlag im Betrieb aus anderen Gründen nicht eingeführt. Ueber die Ausbildung der Kokillenwand gibt Zahlentafel 3 Auskunft. Ein Einfluß auf die Lebensdauer

Zahlentafel 3. Ausbildung der Kokillenwand.

	Thomasstahl		Siemens-Martin-Stahl	
	offen	Flaschenhals	offen	Flaschenhals
Innenwand: konvex	3	2	6	—
konkav	4	4	5	1
eben. .	3	3	7	5
ballig .	2	—	—	1
Außenwand: konvex	—	5	8	2
konkav	—	—	1	—
eben. .	5	2	5	4
ballig .	1	1	2	1

durch die Ausbildung der Innen- oder Außenwand konnte nicht einwandfrei nachgewiesen werden.

Der Einfluß der Konizität (Bild 6) auf die Haltbarkeit ist eindeutig bei allen vier Gruppen zu erkennen, besonders ausgeprägt aber bei den Flaschenhalskokillen der Thomaswerke. Worauf ist nun dieser Einfluß der Konizität

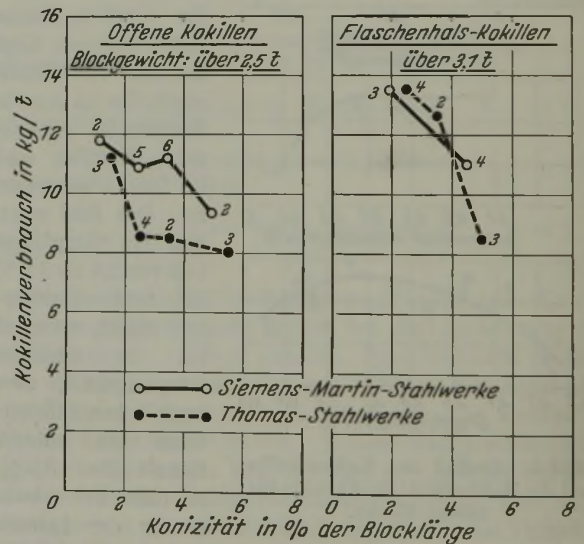


Bild 6. Einfluß der Konizität auf den Kokillenverbrauch von Quadratblockkokillen.

zurückzuführen? Man kann vermuten, daß das Lösen des Blockes von der Kokille bei stark konischen Kokillen eher erfolgt, und damit eine stärkere Erhitzung der Kokillinnenwand durch die unmittelbare Berührung und dadurch die vorzeitige Entstehung von Brandrissen vermieden wird. Die Uebereinstimmung sämtlicher unabhängig ausgewerteter Kurven untereinander ist jedenfalls auffällig. Freilich wird mit Rücksicht auf die Lunkerausbildung des Blockes die Konizität nicht übertrieben werden dürfen, wie ja überhaupt bei allen Maßnahmen zuletzt der gesunde Block die Hauptsache bleibt und sich die Maßnahmen zur Verbesserung der Kokillenhaltbarkeit danach zu richten haben. [Schluß folgt.]

<sup>6)</sup> Gießerei 19 (1932) S. 61/66.

# Schweißbarkeit von Stahl.

## Erfahrungen und Versuche.

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

[Schluß von Seite 390.]

### Untersuchungen an weicheren Stählen.

Es lag nun nahe, die Zusammenhänge zwischen Aufhärtung und Schweißempfindlichkeit auch bei anderen Stahlsorten, besonders bei den weicheren, zu erforschen. Vereinzelt hatten sich — sogar bei Blechen von 20 mm Dicke — bei St 37 verformungslose Spannungsbrüche auch im Fahrzeugbau gezeigt, und zwar sowohl bei Thomas als auch bei Siemens-Martin-Stahl.

Am Anfang wurde schon darauf hingewiesen, daß K. Schönrock bei St 37 derartige Versuche überschlägig durchgeführt hatte. Sie bestätigten die Erwartung, daß das Aufschweißen auch die Verformbarkeit weicherer Stähle beeinflusst, daß aber — wenigstens nach den ersten Versuchen — deren Verringerung noch bei 50 mm Dicke als unbedenklich angesehen werden kann, da der Aufschweißbiegeversuch noch Winkel von etwa 30° ergab, ohne daß ein sprödes Durchschlagen des Querschnitts beim Bruch erfolgte. Es ist hier nun zunächst noch nachzutragen, daß auch W. Grosse dem Ausschluß Ergebnisse von Aufschweißbiegeversuchen mit 50 mm dicken Proben aus St 37 vorgelegt hat (Zahlentafel 6). Aus ihnen ergibt sich, daß bei Thomas-Zahlentafel 6. Ergebnisse von Aufschweißbiegeversuchen an 50 mm dicken Proben aus weichen Stählen. (Nach W. Grosse.)

Stahlart	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Biegewinkel beim Bruch Grad
Thomas	0,08	Spur	0,48	0,080	0,029	0,05	18; 23,5
Siemens-Martin beruhigt	0,13	0,13	0,53	0,030	0,030	0,08	57 <sup>1)</sup> ; 45
Siemens-Martin unberuhigt	0,15	Spur	0,63	0,027	0,017	—	103; 175 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Beim ersten Anriß 42°.

<sup>2)</sup> Mit einer anderen Elektrode geschweißt.

stahl von 50 mm Dicke die Verformungsfähigkeit schon erheblich verringert wird, während der Siemens-Martin-Stahl auch in dieser Dicke noch eine ausreichende Verformbarkeit aufweist; die Unterschiede zwischen beruhigtem und unberuhigtem Stahl sollen in diesem Zusammenhang außer Betracht bleiben.

den erreichbaren Biegewinkel ist. Man hat hier den bemerkenswerten Fall, daß ein Stahl eine sehr weitgehende Verformung erträgt, dann aber doch noch spröde bricht. Man müßte diesen Bruch also bezeichnen: „Mit starker Verformung durchgeschlagen.“ Trotz des sehr spröden Werkstoffes ließ sich also ein Aufschweißversuch durchführen, ohne daß die bei Schlagbeanspruchung geringe Verformbarkeit der Probe sich bei der Dicke von 15 mm in einem unerwünscht niedrigen Biegewinkel bemerkbar gemacht hätte.

Weiter wurde ein Stahl von einem Bahnhofsbauprodukt, das beim Schweißen Risse ergeben hatte, nachgeprüft. Seine Zusammensetzung entsprach einem üblichen Thomasstahl mit 0,04 % C, Spuren Si, 0,35 % Mn, 0,07 % P, 0,05 % S, 0,04 % Cr und 0,013 % N<sub>2</sub>; die Zugfestigkeit war 42 bis 44 kg/mm<sup>2</sup>, die Streckgrenze 32 bis 34 kg/mm<sup>2</sup>, die Dehnung (l = 5d) 26 bis 28%. Längs und quer ließ sich der Stahl um 180° biegen, während sich auf der Baustelle bei Querproben einzelne sehr geringe Biegewinkel von 20 bis 30° ergeben hatten. Beim Richten und beim Schweißen hatten sich Risse gezeigt. Die Kerbschlagzähigkeit betrug nur 0,7 bis 1,2 mkg/cm<sup>2</sup>. Längsaufschweißbiegeproben ergaben Biegewinkel von 60 bis 67°, eine Querschweißbiegeprobe 68° bei zähem Bruch; in allen Fällen war das Bruchaussehen nicht zu beanstanden. Auch hier zeigte sich trotzdem bei 20 mm Dicke, daß Längs- und Querschweißbiegeproben ungefähr dieselben hohen Biegewinkel ergaben.

Es ist bekannt, daß gewisse Hoffnungen auf einen Stahl mit etwa 44 kg/mm<sup>2</sup> Mindestzugfestigkeit besonders in der Ostmark gesetzt wurden<sup>22)</sup>. Das Reichsbahn-Zentralamt hatte nun die Möglichkeit, auch mit einem derartigen Stahl Aufschweißbiegeversuche zu machen. Zunächst lag eine 37 mm dicke Probe vor, die bei 48° mit Verformung brach und eine Aufhärtung von 26 Rockwell-C-Einheiten erreichte. Dieser Werkstoff enthielt 0,30% C, 0,05% Si, 0,6% Mn, 0,04% P, 0,05% S und 0,03% Cu. Später konnten noch mit einem Stahl mit 0,22% C, < 0,05% Si, 0,5% Mn, 0,03% P, 0,08% S, 0,0% Cu und 0,03% Cr Untersuchungen durchgeführt werden. Zwei 37 mm dicke Proben dieses Stahles wurden in Längs-



Bild 19. Bruch einer Aufschweißbiegeprobe aus einem 15 mm dicken Breitflachstahl mit 0,11 % C. (x0,8.)

Weitere Versuche konnten an einem Thomasstahl mit 0,11% C, 0,05% Si, 0,4% Mn, 0,08% P, 0,06% S, 0,07% Cr und 0,05% Cu ausgeführt werden; seine Zugfestigkeit war 47 bis 49 kg/mm<sup>2</sup>, die Dehnung (l = 5d) 9 bis 12%, die Kerbschlagzähigkeit 0,5 bis 1,9 mkg/cm<sup>2</sup>. Der Breitflachstahl brach schon bei Hammerschlägen spröde und zeigte das Bruchaussehen eines harten Stahles. Der Kaltversuch ergab trotzdem 180°. Zwei Längsschweißbiegeproben des 15 mm dicken Stahles ergaben 100 und 140°, zeigten dabei aber spröden Bruch (Bild 19). Die Aufhärtung der Uebergangszone war erheblich und erreichte mit 27 Rockwell-C-150-Einheiten die Werte eines Stahles St 52. Auch hieraus kann man entnehmen, daß die Härte allein nicht immer ein Ausmaß für

richtung geprüft, von denen die eine einen Biegewinkel von 63° ergab, während die andere bei 90° noch nicht riß; beide Biegeproben zeigten den ersten Anriß bei 52 bis 57°. Eine Querschweißbiegeprobe ergab einen Biegewinkel von 65°. Der Stahl hatte eine Zugfestigkeit von 43 bis 45 kg/mm<sup>2</sup>, eine Streckgrenze von 23 bis 24 kg/mm<sup>2</sup> und eine Bruchdehnung (l = 5d) von 24 bis 32%. Zu bemerken ist, daß bei diesem Stahl trotz des Kohlenstoffgehaltes von 0,22% keine Aufhärtung festzustellen war, da der Mangengehalt noch niedrig liegt. Seine schweißtechnischen Eigenschaften waren demnach befriedigend.

<sup>22)</sup> Vgl. Glaser, F.: Bau u. Werk 1938, S. 250/52; nach Bull. Iron Steel Inst. 1938, Nr. 34, S. 386 A/87 A.

**Vergleich des Aufschweißbiegeversuches mit der V-Naht-Querschweißprobe.**

Bei den Untersuchungen wurde auch ein Vergleich zwischen dem Aufschweißbiegeversuch und dem üblichen Kaltversuch mit Proben, die quer zur Walzrichtung durch eine V-Naht verschweißt waren, durchgeführt. Wie schon vorher bemerkt wurde, fand Schönrock bei seinen Aufschweißversuchen mit 13 mm dicken Proben Biegewinkel um 180° bei St 37 und 156° bei St 52; auch bei 25 mm Dicke fand er für die Nutschweiß-Längsprobe Biegewinkel, die denen der Querschweißprobe etwa gleichkommen. Es lag also nahe, zu prüfen, wo jeweils der eine oder der andere Versuch mit dem besseren Erfolg angewendet wurde.

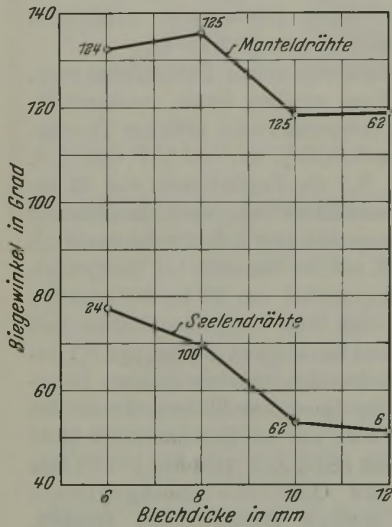


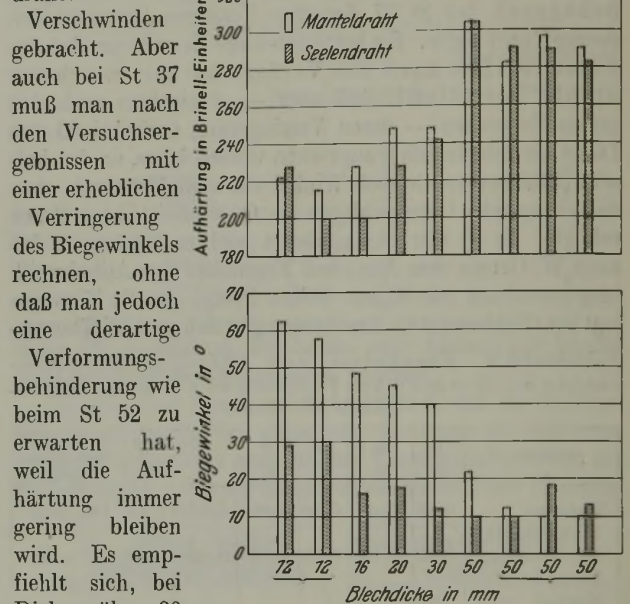
Bild 20. Ergebnisse von Querschweißbiegeversuchen bei der Abnahme von Schweißdrähten für St 52. (Die Zahlen geben die Versuche an, aus denen das Mittel genommen wurde.)

der Nutschweiß-Längsprobe. Bei den 50 mm dicken Blechen aus St 52 ergaben die Querschweißproben ebenfalls niedrige Biegewinkel zwischen 10 und 20°, die nur 10° höher liegen als die Längsnutschweißbiegewinkel.

Auch Ergebnisse von Biegeprüfungen an Längsnutschweißbiegeproben aus St 52 wurden von der Schweißtechnischen Versuchsanstalt zusammengestellt (Bild 21). Für den umhüllten Schweißdraht findet sich eine ähnliche Abnahme des Biege winkels mit der Blechdicke wie bei Schönrock. Aus Bild 21 geht deutlich eine umgekehrte Beziehung zwischen Biege winkel und Aufhärtung hervor. Daß Seelendrähte niedrigere Biege winkel ergeben als umhüllte Elektroden, zeigt sich hier wie in Bild 20. Dies weist auch K. L. Zeyen<sup>23)</sup> an 40 mm dicken Proben aus St 52 nach. Bei 50 mm dicken Proben überwiegt aber der Einfluß der Aufhärtung so stark, daß Unterschiede der Schweißdrähte vollkommen zurücktreten. Die Aufhärtung der Proben bei Seelenschweißdrähten ist teilweise geringer als bei umhüllten Drähten.

Man kann als Ergebnis all dieser Untersuchungen feststellen, daß bei Proben mit Dicken unter 30 mm eine ausreichende Verformbarkeit in jedem Falle erzielt wird, gleichgültig, ob man eine quer- oder längsgeschweißte Probe verwendet. Etwas ungünstigere Biege winkel ergibt die Längsaufschweißprobe auch dabei; der Unterschied ist aber nicht erheblich. Der Einfluß des verwendeten Schweißdrahtes tritt sowohl bei der quer-

liegenden V-Naht-Schweißung als auch bei der längs liegenden Nutaufschweißung klar in Erscheinung. Der Einfluß des Werkstoffes scheint dagegen zurückzutreten; wurde doch sogar mit einem sehr spröden Stahl 00 noch bei 15 mm dicken Proben ein sehr guter Biege winkel beim Aufschweißversuch erzielt, ebenso bei einem 20 mm dicken Blech aus sprödem Thomasstahl. Bei einer Proben dicke über 30 mm ändert sich das Bild: Der Einfluß des Schweißdrahtes tritt zurück, der Einfluß des verwendeten Werkstoffes und besonders der Proben dicke wird deutlicher. Sowohl Längs- als auch Querschweißproben ergaben mit steigender Proben dicke immer niedrigere Biege winkel. Bei 50 mm Dicke ist bei üblichem St 52 schon der Einfluß des Schweiß-



	12	12	16	20	30	50	50	50	50
% C	0,79	0,79	0,76	0,20	0,78	0,79			
% Si	0,36	0,31	0,32	0,49	0,27	0,44			
% Mn	1,79	1,01	1,07	1,20	1,70	1,42			
% P	0,02	0,028	0,03	0,025	0,03	0,033			
% S	0,02	0,017	0,02	0,034	0,02	0,048			
% Cu	0,52	0,45	0,53	0,42	0,47	0,49			
% Cr	0,32	0,30	0,33	-	0,36	-			
% Mo	-	-	-	-	0,08	-			

Bild 21. Einfluß der Blechdicke auf Biege winkel und Aufhärtung beim Aufschweißbiegeversuch.

Auch ist das Auffüllen derartiger tiefer V-Nähte bei Querschweißproben schon umständlich und verteuert die Probe unnötig. Als einfacher herzustellende Probe ist also bei Dicken über 30 mm die Aufschweißbiegeprobe berufen, weitere Aufschlüsse über die Schweißbarkeit bzw. Aufschweißbarkeit des Werkstoffes zu geben; aber man sollte sich hüten, aus ihr allzu weittragende Schlüsse für die Bewertung von Werkstoff und Schweißdraht zu ziehen, und sie nur dort anwenden, wo Längsnähte in größerer Ausdehnung und Profildicken über 30 mm wirklich in Frage kommen<sup>24)</sup>.

Muß man — wie das vielfach vorläufig noch der Fall ist — einen schmelztechnisch nicht besonders vorbehandelten, auch nicht ausgeglühten Stahl St 52 in Dicken zwischen 30 und 50 mm und mehr verwenden, so ist Vorsicht am Platze; denn bei Verbindungen, wie sie die Zoo- und Rüdersdorfer Brücke aufwies, hat die Erfahrung gezeigt, daß Querrisse eintreten können. Eigenartigerweise war es

<sup>23)</sup> Techn. Mitt. Krupp 6 (1938) S. 25/46.

<sup>24)</sup> Siehe Houdremont, E., K. Schönrock und H. J. Wiester: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1241/48 u. 1268/73.

aber bei nachträglich geschweißten Probemodellen bisher nicht möglich, Risse und Brüche zu erzielen; allerdings konnten bei ihnen nur die Querschnitts-, nicht aber die sonstigen Größenverhältnisse derartiger Träger nachgeahmt werden. Auch sind bisher bei dem vielfach verwendeten Nasenprofil keine Schäden beobachtet worden. Im Schwerlastwagenbau und an anderen Schweißkonstruktionen (Bild 13) haben sich bei Kehl-nahtverbindungen mit Gurten bis 60 mm Dicke keine Schäden gezeigt.

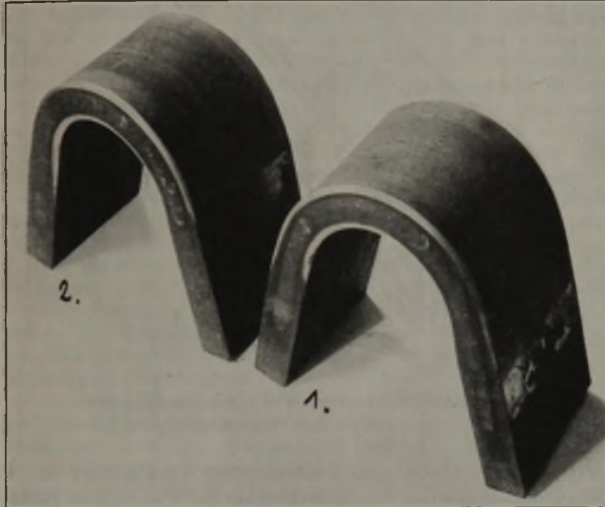


Bild 22. Aufschweißbiegeproben aus St 52 mit Nuten auf den beiden Schmalseiten. ( $\times 1/8$ .)

**Sonderformen der Aufschweißbiegeprobe.**

Ehe man also weitergehende Schlüsse aus dem Aufschweißversuch in den jetzt festgelegten Formen zieht — deren Berechtigung für den Fall der Zoo-Brücke und Rüdersdorfer Brücke noch einmal unterstrichen sei<sup>25)</sup> —, erscheint es ratsam, auch Prüfergebnisse mit diesem Versuch bei etwas veränderter Ausgestaltung zu gewinnen, so daß sie auch anderen üblichen Arten der Schweißverbindung entspricht (Bild 3). Auch dieser Weg ist schon begangen worden; den Anfang hat K. Schönrock gemacht, der die Schweißnaht aus der Mitte auf die beiderseitigen Kanten verlegte und dabei gute Biegewinkel erzielte; O. Graf ist allerdings in ähnlichen Fällen nicht zu solchen Ergebnissen gekommen.

Wir haben nun u. a. die Schweißnaht völlig auf die Seite der Proben verlegt. Hierbei konnte trotz Aufhärtung bis auf 28 Rockwell-C-Einheiten — entsprechend 120 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit — ein Biegewinkel von 90° erreicht werden, ohne daß Bruch oder Anriß auftrat (Bild 22). Zwar liegt die Aufhärtung bei derartigen Proben fast in der neutralen Zone; ihre Biegebeanspruchung ist also wesentlich geringer, aber doch vorhanden.

Wir haben ferner den Versuch gemacht, das Verhalten einer Kehl-naht nachzuahmen, die ja viel häufiger vorkommt, so z. B. beim Nasenprofil. Wie grundsätzlich verschieden die Aufhärtungszonen bei einem Nasenprofil und einem Wulstprofil liegen, zeigt eine Skizze in Bild 23, die von E. H. Schulz zur Verfügung gestellt wurde und sich mit unseren Feststellungen deckt. Im Gegensatz zum Wulstprofil, das schweißtechnisch eine besondere Vorsicht erfordert, liegt beim Nasenprofil nicht ein geschlossenes Aufhärtungsband vor; außerdem werden die entstehenden Aufhärtungsspannungen von einem anteilig kleineren Querschnitt aufgenommen, prallen nicht auf den praktisch nicht

verformungsfähigen Gurtklotz und können außerdem noch von dem Stegspalt her abgebaut werden. Die Aufhärtung selbst wurde an einem von der Firma Beuchelt zur Verfügung gestellten Nasenprofilabschnitt aus Chrom-Kupfer-Stahl zu 20 bis 30 Rockwell-C-Einheiten in der Versuchsanstalt des Reichsbahn-Zentralamtes ermittelt, unterscheidet sich also nicht von der Höhe der Aufhärtung beim Wulstprofil. Es lag nun nahe, zu versuchen, ob sich nicht diese Schweißverbindung in einer dem Aufschweißbiegeversuch angenäherten Form auch näher erforschen läßt. Es wurden daher zunächst von einem Nasenprofil aus Chrom-Kupfer-Stahl St 52 drei Aufschweißbiegeproben von 200 mm Breite, aber nur 33 mm Dicke hergerichtet, wobei der Steg aus Stahl St 52 bei einem Abschnitt zweilagig, bei den beiden anderen einlagig eingeschweißt und dann auf Kehl-nahthöhe abgearbeitet wurde (Bild 24). Bei der doppellagigen Kehl-naht ergab sich ein Biegewinkel von 53°, bei der einfachen Kehl-naht von 20 und 22°. Ein verformungsloses Durchschlagen trat nicht ein, obwohl die Aufhärtung 26 bis 34 Rockwell-C-Einheiten erreichte.

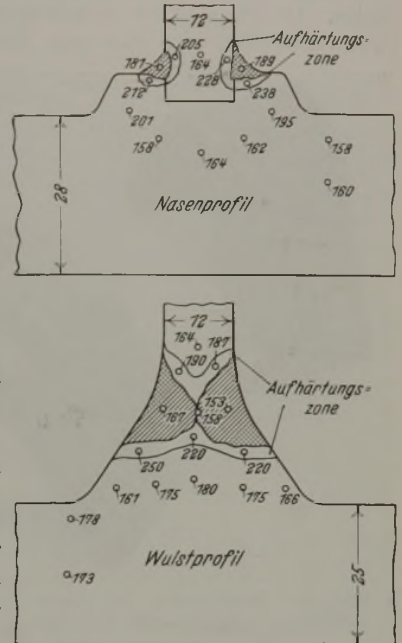


Bild 23. Aufhärtung beim Schweißen eines Nasen- und eines Wulstprofils aus St 52.



Bild 24. Aufschweißbiegeprobe aus einem Nasenprofil. ( $\times rd. 3/7$ .)

Weiter wurden aus 50 mm dickem Breitflachstahl aus Chrom-Kupfer-Stahl Proben in der Art angefertigt, daß ein Steg mit Doppelkehlnaht aufgeschweißt, dann aber entweder bis auf die Gurtoberfläche wieder beseitigt (Bild 25) oder bis auf Kehl-nahthöhe abgehobelt wurde (Bild 26). Der Stahl wurde dem Bestand der Schweiß-technischen Versuchsanstalt in Wittenberge entnommen, war aber schon irgendwie vorbehandelt, denn seine Kerbschlagzähigkeit betrug 14 mkg/cm<sup>2</sup>. Bei dem üblichen zum Vergleich durchgeführten Aufschweißbiegeversuch ergab der Stahl schon einen gut verformten Bruchquerschnitt mit Biegewinkeln von 37 bis 95°. Die Proben mit wieder abgearbeitetem Steg hatten 92 und 95°, die mit verbliebenem Steg 65 und 85° Biegewinkel. Hier zeigt sich wieder, daß der Grad der Aufhärtung nicht immer maßgebend ist, denn die Aufhärtung betrug in allen Fällen bis zu 31 Rockwell-C-Einheiten.

<sup>25)</sup> Wasmuht, R.: Stahlbau 13 (1940) S. 77.

Nun bot sich aber Gelegenheit, diese Versuche noch mit einem anderen Chrom-Kupfer-Stahl mit 0,20 % C, 0,70% Si, 1,10% Mn, 0,40% Cr und 0,5% Cu zu wiederholen. Allerdings ist die Aehnlichkeit nur angenähert; es wurden nämlich hier aus der Kehlnahtverbindung

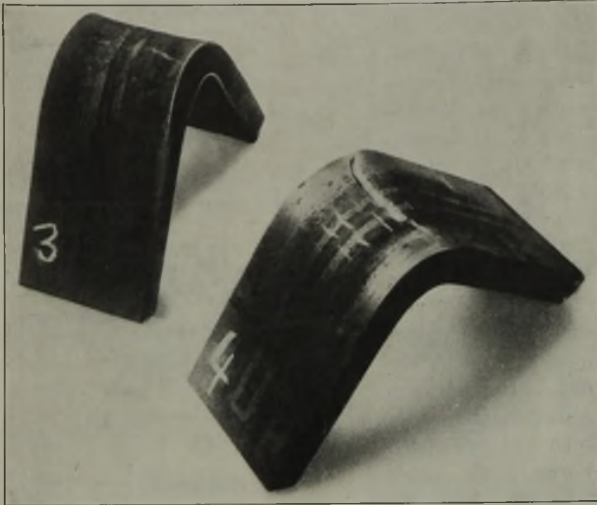


Bild 25. Biegeproben, bei denen ein Steg zunächst mit Kehlnähten aufgeschweißt und dann einschließlich der Kehlnähte wieder abgehobelt wurde.

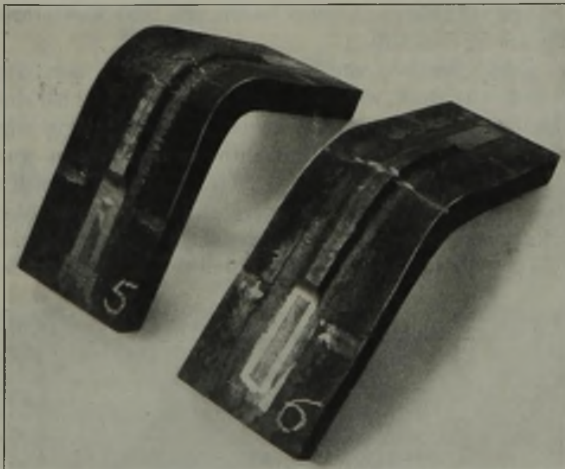


Bild 26. Biegeproben, bei denen ein Steg mit Kehlnähten aufgeschweißt und dann auf Kehlnahthöhe wieder abgehobelt wurde.

eines Versuchsträgers (Bild 27) Biegeproben herausgeschnitten. Die erreichten Biegewinkel lagen zwischen 31 und 53°. Die Aufhärtung betrug 21 bis 29 Rockwell-C-Einheiten im Gurtblech und 15 bis 25 Rockwell-C-Einheiten im Stegblech. Auch hier also ergeben sich bei hoher Aufhärtung bei Kehlnahtverbindung verhältnismäßig gute Biegewinkel. Bei einer Wiederholung des Versuchs trat durch einen Zufall eine Verwechslung ein; es wurde ein Gurt aus St 37 mit 0,10% C, 0% Si, 0,3% Mn, 0,03% P, 0,04% S und 0,17% Cu mit einem Steg aus St 52 verschweißt. Aufhärtungen im Gurt waren so gering, daß sie nicht festzustellen waren, im Steg wurden 18 Rockwell-C-Einheiten festgestellt. Die erreichten Biegewinkel schwankten bei drei Proben zwischen 79 und 92°. Aehnliche Versuche wurden noch mit dem schon erwähnten Siemens-Martin-Stahl mit 43 bis 45 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit durchgeführt. Auch hier erreichte man mit einer Kehlnahtbiegeprobe bei abgearbeitetem Steg Biegewinkel von 45 bis 64° bei vier Proben; sämtliche Kehlnahtproben brachen mit

zähem Bruch. Die Aufhärtung war hier praktisch Null, da bei einem Kohlenstoffgehalt von 0,22% der Mangengehalt niedrig lag.

Soweit nicht schon bemerkt, sind die von der Reichsbahn veranlaßten Versuche in der Mechanischen Versuchs-

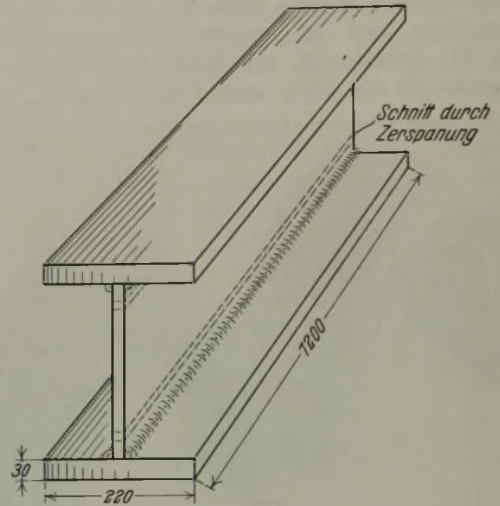


Bild 27. Entnahme von Aufschweißbiegeproben aus einem Versuchskörper.

anstalt des Reichsbahn-Zentralamtes Berlin oder in der Schweißtechnischen Versuchsanstalt der Deutschen Reichsbahn in Wittenberge durchgeführt worden.

#### Zusammenfassung.

Nach Betrachtungen über den Stand der Entwicklung der Schweißbarkeit von Schweißdraht und Schweißwerkstoff wurden die Ergebnisse der Untersuchung an dem Stahl St 52 der Zoo- und Rüdersdorfer Brücke mitgeteilt. Da diese Stähle ebenso wie der Werkstoff der Brücke von Hasselt in Belgien alle Eigenschaften eines üblichen Walzstahls der entsprechenden Güten hatten und trotzdem gerissen waren, wurde die Frage erörtert, nach welcher Richtung hin ein neuartiger St 52 zu entwickeln ist, der auch starke Spannungsanhäufungen und Aufhärtungen verträgt. Auch weichere unlegierte Stähle wurden in die Betrachtungen mit einbezogen. Besondere Versuche mit Biegeproben, mit Quer-V-Naht-Schweißung und Längsraupenaufschweißung wurden zur Bewertung des Werkstoffs und zur Abgrenzung der Eignung der beiden genannten Proben durchgeführt.

Nicht in allen Fällen konnte eine vorliegende Frage durch die erwünschte Zahl von Versuchen geklärt werden; die Einzelversuche fügten sich aber gut in den Rahmen der schon vorhandenen Erkenntnis ein. Man kann danach wohl unbedenklich zu der Feststellung kommen, daß zu einer Beunruhigung über das Verhalten der aus St 52 oder St 37 hergestellten geschweißten Bauwerke kein Grund vorliegt. Bis zu einer Dicke von 30 mm wurde bei jeder Art der Erprobung der Schweißung durch Längsaufschweißung oder V-Naht-Querschweißung eine ausreichende Verformung festgestellt. Auch ein ziemlich spröder mittelharter Stahl mit einer Zugfestigkeit von etwa 50 kg/mm<sup>2</sup> ließ sich gut verschweißen und ergab bei der Aufschweißbiegeprobe von 15 mm Dicke keine ungünstigen Biegewinkel. Mit Annäherung an eine Probendicke von 50 mm beginnt eine starke Aufhärtung des St 52, die die Verformbarkeit des Werkstoffs, besonders bei Längsnähten, stark herabsetzt. Auch der St 37 zeigt in diesem Fall eine sehr weitgehend herabgesetzte Verformbarkeit. Gibt dann noch die gewählte Art der Schweißverbindung die Möglichkeit



geringen Spannungsausgleichs, so besteht Gefahr. Kann man also weder Vorwärmung noch ein Spannungsfrei-glühen bei solchen Schweißverbindungen anwenden, so müssen an die Zähigkeit des Stahles außergewöhnliche Anforderungen gestellt werden. Für den Bau geschweißter

Brücken und ähnliche Zwecke wird man daher einen Werkstoff verwenden, der eine besondere Vorbehandlung, gegebenenfalls Normalglühen, erfahren hat. Die Herstellung des St 52 und St 37 ist inzwischen auf diese Erfahrungen abgestellt worden.

An den Bericht schloß sich folgende Erörterung an.

K. Daeves, Düsseldorf: Wenn ich Sie bitte, mir einige grundsätzliche Bemerkungen zu gestatten, so geschieht dies deshalb, weil der Vortrag in einer selten gewordenen Zusammenschau und Objektivität ein Bild der heutigen praktischen und Versuchserfahrungen über die beim Schweißen von Hochbaustählen auftretenden Fragen gibt. Wenn derartige Fragen so lange im Brennpunkt des Meinungsaustausches gestanden haben, so kann man mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit annehmen, daß etwaige Gegensätzlichkeit der Meinungen daher rührt, daß nicht ein, sondern — wie bei so vielen technischen Fragen — mehrere Einflüsse für die unbefriedigenden Ergebnisse verantwortlich sind. Dieses Zusammenwirken verschiedener Einflüsse hat Herr Kühnel klar beleuchtet.

Der Ingenieur neigt dazu, zunächst den Stoff und dann erst die Form, zuerst die Beanspruchbarkeit und dann erst die Beanspruchung auf ihre Beteiligung an Mißerfolgen zu untersuchen. Die Ganzheit von Stoff und Form, Beanspruchbarkeit und Beanspruchung läßt sich aber nicht trennen. Wir wissen, daß steigende Zugfestigkeit und Streckgrenze nicht gleichbedeutend sind mit steigender Haltbarkeit des Fertigteils. Wir wissen, daß Dehnung und Kerbschlagzähigkeit in ihrer Absoluthöhe nichts Eindeutiges über die Ertragbarkeit praktisch vorkommender Beanspruchungen aussagen, sondern nur Relativmaße für normales und anormales Verhalten sind.

Es steht heute auch wohl fest, daß durch die Schmelzschweißverbindung erhebliche Zusatzspannungen in den Werkstoff gelangen, die ihn über die Grenze des Tragbaren beanspruchen können. Ein ungeschweißtes, statisch beanspruchtes Bauwerk würde man ohne weiteres aus härtestem unlegiertem Stahl bauen können. Die alten Gußeisenbrücken zeigen das. Aber selbst hohe Schwingungsbeanspruchungen nehmen harte unlegierte Stähle ohne weiteres auf, wenn die Querschnitte so klein und damit die Spannungsverteilung so gleichmäßig ist, daß hohe örtliche Spannungen vermieden werden. Ich erinnere an Drahtseile, für die unlegierte Stähle mit 160 bis 180 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit bei geringster Zähigkeit des Werkstoffes verwendet werden und die nicht nur bei Hängebrücken, sondern auch im Förderbetrieb die höchsten, bisher überhaupt einem Werkstoff zugemuteten Querschnittsbelastungen ertragen.

Wenn nun Herr Kühnel vor allem die Entwicklung eines Stahles St 52 anstrebt, der außer verhältnismäßig hoher Festigkeit hohe Spannungshäufungen vertragen soll, so weiß ich nicht, ob es nicht aussichtsreicher und auch wirtschaftlicher ist, wenn man die Frage von der Seite anpacken würde, daß man durch die Konstruktion Dicken über 30 mm und damit das Auftreten hoher örtlicher Spannungen vermeidet. Zusätzlich sollte aber auch das ganze Bauwerk in der Lage sein, Ueberbeanspruchungen durch elastische Verformungen aufzunehmen; es dürfte also nicht so starr sein wie einige der erwähnten Brücken.

Zwischen hoher Festigkeit und Empfindlichkeit besteht meines Erachtens ein naturgesetzlicher Zusammenhang. Es ist der Nachweis<sup>26)</sup> geliefert worden, daß auch Bolzen aus hochwertigsten Chrom-Nickel Stählen, die bei völlig axialer Spannung eine Last von 60 t aufnehmen, dann, wenn man die Bolzen auch nur wenige Grad schief einspannt, also außer-mittige Zusatzbeanspruchungen gibt, nur noch 30 t Tragfähigkeit haben. Dieser kritische Winkel, bei dem die Belastbarkeit plötzlich absinkt, liegt aber nach unveröffentlichten Untersuchungen unseres Forschungsinstituts um so niedriger, je höher die Zugfestigkeit und Härte der Stähle ist.

Ich möchte dann noch eine Teilfrage von der grundsätzlichen Seite berühren dürfen. Wir alle neigen dazu, Fehlererscheinungen auch dann mit bestimmten, uns ungewöhnlich erscheinenden Eigenschaften in Verbindung zu bringen, wenn wir noch gar nicht wissen, ob die Fehleranfälligkeit bei gegebener Beanspruchung nicht für Werkstoffe der geforderten Eigenschaften als normal anzusehen ist. Wir suchten im Phosphorgehalt, im Biege-winkel, im Schweißdraht, in der Aufschweiß- und Querbiegeprobe, in der Aufhärtung die Ursache für entstandene Risse, ehe wir wußten, ob wirklich schlüssige Zusammenhänge zwischen

den Ergebnissen dieser Prüfung mit dem Auftreten der Risse bestehen. Herr Kühnel hat wiederholt darauf hingewiesen, daß beispielsweise die Beziehung zwischen Biege-winkel, Aufhärtung und Ribbildung keineswegs sehr eng ist. Dann müssen wir aber vorsichtig sein, daß wir nicht Stähle auf gewisse Präf-eigenschaften entwickeln, ehe wir eine Berechtigung haben zu glauben, daß sie unter ähnlichen Bedingungen sich auch praktisch wirklich besser verhalten.

Ich habe das Gefühl, daß die Endlösung des von Herrn Kühnel auf Grund seiner reichen praktischen und Versuchserfahrungen so klar abgerundeten und für Teilfragen auch abschließend behandelten Problems darin liegen wird, daß man durch Herabsetzung der Querschnitte, Senkung der Zusatzbeanspruchungen durch Schweißung und Schweißverbindung und durch Vergleichmäßigung der Beanspruchung durch die Konstruktion mehr erreichen wird als allein durch die Suche nach Stählen, die auch in Querschnitten über 30 mm alle örtlichen Spannungen abbauen sollen.

R. Wasmuht, Dortmund: Bei den Ausführungen von Herrn Kühnel stießen wir immer wieder auf die Aufschweißbiegeprüfung, die wie ein roter Faden den Bericht durchzieht. Trotz aller Bedenken, die gegen diese Prüfung erhoben worden sind, kann als gesichert gelten, daß sie dazu beigetragen hat, wesentliche Erkenntnisse zu sammeln. So konnte zunächst mit ihr nachgewiesen werden, daß ein Anwärmen des Werkstoffes unmittelbar vor dem Schweißen eine entschiedene Verbesserung der Schweißausführung mit sich bringt. Weiterhin konnte festgestellt werden, daß mit steigendem Querschnitt der zu schweißenden Teile die Schwierigkeiten größer werden. Sowohl bei steigender Dicke als auch bei steigender Breite der Aufschweißbiegeprobe werden schlechtere Biege-winkel erzielt. Dann konnte mit der Aufschweißbiegeprobe nachgewiesen werden, daß ein spannungsfreies Glühen nach dem Schweißen ebenfalls zur Verbesserung des geschweißten Bauwerks beitragen wird. Schließlich konnte die Güteverbesserung, die der Stahl durch feinkörnige Erschmelzung und durch Normalglühen erfährt, ebenfalls durch die Ergebnisse der Aufschweißbiegeprüfung klar herausgestellt werden.

Ein Streitpunkt bei der Beurteilung der Probe ist aber noch die Begriffsbestimmung für „verformungslosen Bruch“. Als kurzes Schlagwort bietet dieser Begriff Spielraum zu einer weitgehenden und persönlichen Auslegung. Es wäre also notwendig, den Begriff „verformungsloser Bruch“ oder „zäher Verformungsbruch“ näher zu beschreiben und festzulegen, wenn man dem Aufschweißbiegeversuch eine Bedeutung für die Abnahme zukommen lassen will.

Wegen dieser bisher nicht ganz eindeutigen Beurteilung des Versuchs und der verhältnismäßig teuren und werkstoffverbrauchenden Herstellungsweise der Probe müssen aber gleichzeitig Wege gesucht werden, die Erkenntnisse, die die Aufschweißbiegeprüfung vermittelt hat, auch auf andere und einfachere Weise zu erreichen. Deshalb wurden von uns folgende Vergleichsversuche ausgeführt.

1. Aufschweißbiegeversuche. Aus diesen Proben wurden nach dem Biegen entnommen:
2. DVMR-Kerbschlagproben (10 × 10 × 55 mm<sup>3</sup>, 3 mm tiefer Rundkerb von 2 mm Dmr.).
3. DVMS-Kerbschlagproben (10 × 10 × 55 mm<sup>3</sup>, 3 mm tiefer Spitzkerb von 45°).
4. Kerbschlagproben nach O. Graf (0,3 mm breiter Flachkerb von 3 mm Tiefe).
5. Proben zur Ermittlung der McQuaid-Ehn-Korngröße.
6. Proben für Härtemessungen in der Uebergangszone von der Schweißraupe zum Grundwerkstoff.
7. Oel- und Wasserhärteproben zur Feststellung der Härteempfindlichkeit.

Die Untersuchungen führten zu folgendem Ergebnis<sup>27)</sup>. Von allen Proben eignet sich lediglich die Graftsche und DVMS-Kerbschlagprobe dazu, ähnliche Erkenntnisse zu vermitteln wie die Aufschweißbiegeprobe. Es zeigte sich, daß die Proben um so empfindlicher ansprechen, je schärfer der Kerb der Probe ausfällt. Auf Grund der bisher vorliegenden Versuche

<sup>26)</sup> Matthaes, K.: Luftf.-Forsch. 15 (1938) S. 28/40.

<sup>27)</sup> Ausführliche Veröffentlichung demnächst.

läßt sich noch nicht eindeutig aussagen, ob die Aufschweißbiegeprüfung wirklich durch eine der genannten kleinen Proben zu ersetzen ist. Diesen Proben haftet natürlich der Nachteil an, daß sie nicht den Originalquerschnitt untersuchen, sondern daß nur herausgearbeitete kleine Probenquerschnitte der Prüfung unterzogen werden. Außerdem wird die Schweißempfindlichkeit auch nicht unmittelbar geprüft, da an den Proben keine Schweißarbeiten vorgenommen werden. Durch die Prüfung nach Graf und DVMS lassen sich aber immerhin Rückschlüsse auf die Eignung des Grundwerkstoffs zur Verwendung bei Schweißkonstruktionen ziehen. Deshalb wäre es empfehlenswert, diese Proben zur Unterrichtung laufend aus den Aufschweißbiegeproben herauszuarbeiten, um in absehbarer Zeit durch Großzahlforschung eine Auswertung vornehmen zu können, die vielleicht eindeutigere und sicherere Schlüsse über die Bedeutung dieser kleinen Proben zuläßt.

J. Dörnen, Dortmund: Ich habe folgende fünf Vergleichsversuche mit nach den Bedingungen der Deutschen Reichsbahn gelieferten 50 mm dicken Blechen aus Stahl St 52 durchgeführt. Bei fünf Versuchen nach der üblichen Aufschweißbiegeprobe schlugen die Bleche durch. Bei den fünf anderen Proben habe ich in die aufgeschweißte Raupe mit einem an der Schneide nicht scharfen, sondern runden Luftmeißel eine flache Längsrille getrieben. Keine dieser so behandelten Proben ist durchgeschlagen, sondern die Raupen bekamen kleine Querrisse, und es wurden ziemliche Biegewinkel erreicht. Nun sind aber die Verhältnisse für das Aufhärten bei beiden Versuchsreihen vollständig gleich. Daraus kann man schließen, daß der Anteil der Aufhärtung bei den Schadensfällen vielleicht doch kleiner ist, als man bisher angenommen hat. Aus diesem verschiedenen Verhalten der beiden Versuchsreihen kann man Folgerungen für zweckmäßige Behandlung von Schweißnähten ziehen.

Dann habe ich Aufschweißbiegeprüfungen auch mit Wulstprofilen angestellt, was eine Ergänzung der von Herrn Kühnel erwähnten Versuche mit Nasenprofilen darstellt. Bei einer Reihe wurde auf die Wulst eine Raupe gelegt. Bei einer anderen Reihe wurde auf die Wulst ein Stegblech von 15 mm Dicke und 15 mm Höhe aufgeschweißt. In keinem Falle ist eine Probe durchgeschlagen, sondern es bildeten sich in den Nähten die üblichen kleinen Querrisse, die sich ruhig und ohne Schlag langsam über den ganzen Querschnitt mit zunehmendem Biegewinkel ausbreiteten.

H. Bennek, Essen: Ich begrüße es sehr, daß sich anscheinend die Ansicht von E. Houdremont, K. Schönrock und H. J. Wiester<sup>24)</sup> durchzusetzen beginnt, die meines Wissens zuerst darlegten, daß der Aufschweißbiegeversuch von ähnlichen Einflußgrößen beherrscht wird wie der Kerbschlagversuch. Wir haben in beiden Fällen eine Hoch- und Tiefphase, also einen Bereich des Verformungs- und des Trennungsbruches, deren gegenseitige Abgrenzung von einer ganzen Reihe von Einflüssen abhängt. Es ist somit sicherlich möglich, durch geeignete Wahl der Probenabmessungen und des Kerbes eine Kerbschlagprobe zu entwickeln, die für eine bestimmte Stahlart den Übergang vom Verformungs- zum Trennungsbruch ähnlich wie der Aufschweißbiegeversuch nachweist. Wieweit aber diese Uebertragung allgemein gültig ist, müßte allerdings erst durch Großuntersuchungen bewiesen werden.

Eine andere Frage ist es, in welchem Zusammenhang die nunmehr vorgeschlagene Kerbschlagprobe mit der Schweißbarkeit und mit der Betriebsbewährung eines geschweißten Bauwerkes steht. Genau wie beim Aufschweißbiegeversuch läßt sich auch für die Kerbschlagprüfung bisher nicht im mindesten der Nachweis eines solchen Zusammenhanges erbringen. Herr Daevs führte, wie bereits früher schon E. Houdremont<sup>25)</sup>, aus, daß es sehr gefährlich ist, den Stahl auf ein bestimmtes Prüfverfahren hinzuzüchten, bevor man weiß, in welchem Zusammenhang das Ergebnis dieses Prüfverfahrens mit der Betriebsbewährung steht. Da man zur Erkenntnis dieser Zusammenhänge wohl nicht anders kommen kann als auf statistischem Wege, wäre meines Erachtens jeder Fall aufzugreifen, wo sich die Möglichkeit ergibt, an bewährten und vor allem nichtbewährten Bauwerken die Eignung eines neu vorgeschlagenen Prüfverfahrens nachzuweisen. Es ist in diesem Zusammenhang sehr zu bedauern, daß bisher vermieden wurde, die Ergebnisse der Aufschweißbiegeversuche mit dem Stahl aus der Rüdersdorfer Brücke der Öffentlichkeit zu unterbreiten. Bisher bestehen hierüber im Schrifttum krasse Widersprüche. Herr Kühnel gibt an, daß sich die Aufschweißbiegeprobe nach ihrem Verhalten im Falle Rüdersdorf und Zoo als wertvoll erweist, während nach W. Grosse<sup>26)</sup> der Stahl der Rüdersdorfer Brücke, der in der eingebauten Brücke

einschnürungslos durchgeschlagen ist, beim Aufschweißbiegeversuch einen zähen Bruch mit großem Biege Winkel hatte. Hier ergäbe sich die Möglichkeit, die Daseinsberechtigung des Aufschweißbiegeversuchs nachzuweisen.

K. Klöppel, Darmstadt: Dieletztjährige Entwicklung hat erfreulicherweise erhebliche Fortschritte gezeigt, denn wer hätte vor 2 bis 3 Jahren etwa sagen können, daß die Dickenabmessungen der zu verschweißenden Bauteile einen beträchtlichen Einfluß auf deren Schweißbarkeit haben, oder daß die Eigenspannungen an der Entstehung eines spröden Bruches stark beteiligt sind? Gerade die Eigenspannungen wurden immer wieder mit dem Hinweis auf den Spannungsabbau oder die „Kameradschaft des Werkstoffes“ abgetan. Daß man damit dem Einfluß der Eigenspannungen bei dickwandigen Konstruktionen nicht gerecht wird, zeigt aber der Aufschweißbiegeversuch in aller Deutlichkeit.

Als mit dem Aufschweißbiegeversuch begonnen wurde, habe ich mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß die beträchtliche Streuung der Versuchsergebnisse am meisten beunruhigen muß; allein schon deshalb, weil die Herstellungstechnik des Stahlbaues eine starke Unempfindlichkeit des Werkstoffes und der Konstruktionen gegen Herstellungsmängel erfordert. In dieser Hinsicht ist der Stahlbauingenieur durch die Niettechnik stark verwöhnt. Die weitere Einführung der Schweißtechnik im Stahlbau sollte in hohem Maße auf das Ziel abgestellt sein, die herstellungstechnische Empfindlichkeit der Schweißkonstruktion stark zu vermindern. Ich zweifle nicht daran, daß dies gelingt, weil gerade der Aufschweißbiegeversuch nach dieser Richtung unsere Kenntnisse sehr erweitert hat. Diese Ausrichtung des Zieles braucht nicht in allen stahlverarbeitenden Gebieten ebenso zu sein. Bei den Großkonstruktionen des Stahlbaues, eines Zweiges der Bau-technik, ist darauf aber sehr zu achten, wenn die Schweißtechnik auf die Dauer der erhoffte Fortschritt sein soll.

Um auf diesem Wege weiterzukommen, ist der Aufschweißbiegeversuch meines Erachtens ein sehr guter Lehrmeister. Es muß allerdings angestrebt werden, die verschiedenen Einflüsse, die einen spröden Bruch begünstigen, zu trennen. Von diesem Gedanken ausgehend habe ich versucht, zunächst nach drei Richtungen zu unterteilen: Eigenspannungen, Werkstoffstruktur und Härtung. Um den Einfluß der Härtung auszuschalten, mußte auf die Schweißung verzichtet werden.

Die dadurch wegfallenden Eigenspannungen werden durch Kerbspannungen ersetzt. Zu diesem Zweck erhält die Probeplatte, die wie die Aufschweißbiegeprobe geprüft wird, einen Sägeschnitt quer zu den Biegezugspannungen im Schwerpunkt der Zugfläche<sup>30)</sup>. Dieser Sägeschnitt bildet im Plattenquerschnitt ein Kreissegment mit der Sehnenlänge von 3,5 cm und dem Stich von 1 cm. Der Schlitz hat eine lichte Weite von etwa 2,5 mm. Die Probe spricht sehr gut auf Wärmebehandlung der Stähle an. Im Gegensatz zu der Kerbschlagprobe nach Graf mit Schlitz wird der Einfluß der Größenabmessungen der Platte auch erfaßt. Gewisse Stähle ergeben bei dieser Prüfung immer wieder spröde Brüche, die im starken Maße an die gleichen Brucherscheinungen beim Aufschweißbiegeversuch erinnern. Vor allem verhalten sich Platten aus Thomasstahl bei diesem Versuch sehr ungünstig. Da durch die Wärmebehandlung mitunter ein Verformungsbruch erzielt werden kann, dürfte der ungünstige Einfluß der Werkstoffstruktur auf die Entstehung spröder Brüche in dicken Platten erwiesen sein. Da andererseits die Platten ohne Kerbe und ohne Wärmebehandlung meist keinen spröden Bruch ergeben, darf man schließen, daß der spröde Bruch solcher Platten an das Vorhandensein großer Spannungen gebunden ist.

Wenn man von der Annahme ausgeht, daß sich in der Nahtübergangzone feine Querrisse befinden können, die vielleicht schon vor der Belastung vorhanden sind, so haben wir es in der Tat bei der Aufschweißbiegeprobe mit Kerbspannungen in den Übergangszonen zu tun. Der Sägeschnitt bildet eine sehr unangenehme Kerbe mit einem verwickelten Spannungszustand, der durch die behinderte Querdehnung und unter dem Einfluß des Biegestempels auch räumlich ist. Da nun die gekerbten, aber wärmebehandelten Platten, die dadurch also eine günstigere Werkstoffstruktur erhielten, trotz der großen Eigenspannungen meist nicht spröde brechen, so muß man schließen, daß einer der beiden Einflüsse nicht genügt, um den spröden Bruch zu erzielen. Dagegen kann also die Härtung fehlen, denn diese Ergebnisse wurden an einer Platte gewonnen, die nicht geschweißt war. Die Härtung ist danach in ihrer Beteiligung an der Entstehung des spröden Bruches anfangs offenbar überschätzt worden. Das geht auch daraus hervor, daß ausgebaute geschweißte Brücken aus Stahl St 52 sich im statischen Versuch sehr günstig verhalten haben, obwohl die gemessenen Härten in den Übergangszonen

<sup>24)</sup> Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1/8 u. 33/39.

<sup>25)</sup> Stahl u. Eisen demnächst.

<sup>30)</sup> Stahlbau-Kalender 1940, S. 406.

recht groß waren. Dagegen durfte die Wirkung der stark inhomogenen Eigenspannungen unterschätzt worden sein.

Die strukturellen Verhältnisse in dicken Platten, deren Einfluß bei diesen dicken Platten — unabhängig von dem Schweißen — erkannt worden ist, werden natürlich nicht erfaßt, wenn aus diesen Platten kleine Proben herausgearbeitet werden. Es hat sich dann auch gezeigt, daß solche Prüfkörper bei vergleichbaren Versuchen nicht spröde brechen.

An einer weiteren Trennung der verschiedenen Einflüsse, die beim Aufschweißbiegeversuch zu spröden Brüchen führen, erblicke ich einen sehr aussichtsreichen Weg nicht nur zur Lösung der Frage des Aufschweißbiegeversuchs an sich, sondern ganz allgemein zur besseren Beherrschung der wichtigsten Einflüsse bei der Herstellung geschweißter Großstahlbauten.

O. Kommerell, Berlin: Herr Graf hat in einem Schaubild<sup>31)</sup> die Kerbschlagzähigkeit von  $40 \times 10 \times 55$  mm<sup>3</sup> großen Proben mit Schlitz von 3 mm Tiefe und 0,3 mm Breite in Abhängigkeit von den Biegewinkeln beim Aufschweißbiegeversuch aufgetragen und gefunden, daß die Stähle mit Biegewinkel unter  $30^\circ$  auch geringe Kerbschlagzähigkeit (unter 5 mkg/cm<sup>2</sup>) hatten, während Proben, die vorher normalgeglüht waren, große Biegewinkel (über  $90^\circ$ , nicht gebrochen) und hohe Kerbschlagzähigkeiten (über 13 mkg/cm<sup>2</sup>) hatten. Ein gewisser Zusammenhang zwischen Biegewinkel und Kerbschlagzähigkeit ist also vorhanden. Ich würde es begrüßen, wenn es gelänge, mit einer einfachen Kerbschlagprobe die gleichen Ergebnisse wie mit dem Aufschweißbiegeversuch zu erzielen. Herr Graf hat uns dringend geraten, bei den neuen technischen Lieferbedingungen für Stahl St 52 einen Biegewinkel von mindestens  $30^\circ$  bei 50 mm Probendicke zu fordern.

Zur Frage der Abhängigkeit des Biegewinkels von der Probendicke sei erwähnt, daß die theoretisch entwickelte Formel  $\alpha = 1500 : a$  ( $\alpha$  = Biegewinkel in Grad,  $a$  = Plattendicke in mm) sich gut dem Bild 7 der Arbeit von Herrn Kühnel anschließt.

Aus den bisherigen Erfahrungen mit geschweißten Brücken geht eindeutig hervor, daß der Werkstoff eine bedeutende Rolle spielt. Wir müssen drei Einflüsse zur Vermeidung von Schäden berücksichtigen: 1. Der Werkstoff muß nach dem Schweißen sein Formänderungsvermögen behalten. 2. Die Form der Querschnitte bei den Stahlbrücken muß günstig sein. Durch einen Stegansatz ist der Wärmeabfluß zu den dicken Gurtplatten nicht so plötzlich; die Spannungsspitzen sind nicht so groß. 3. Möglichst sollte vorgewärmt werden. Dies ist besonders wichtig, wenn bei großer Kälte geschweißt werden muß.

Der Aufschweißbiegeversuch läßt meiner Ansicht nach Aussagen über das Verhalten des Stahles in den geschweißten Brücken zu. Bei dem Stahl der Rüdersdorfer Brücke hat man zwar große Biegewinkel gefunden, so daß man zuerst glaubte, der Werkstoff sei vollständig in Ordnung, erkannte jedoch später, daß in der angewendeten schmalen Aufschweißbiegeprobe mit 80 mm Breite die Spannungsverhältnisse wesentlich günstiger sind als bei der 200 mm breiten Probe.

R. Mailänder, Essen: Ich möchte kurz über einige Versuchsergebnisse berichten, die zeigen, daß in einer faltprobe ein zweiseitiger Spannungszustand auftreten kann, auch ohne daß man einen Kerb anbringt. Wir hatten vor längerer Zeit an einem verschieden hoch vergüteten Stahl faltversuche mit Dornbiegung und mit freibiegung<sup>32)</sup> ausgeführt und dabei festgestellt, daß die auf der Zugseite der Proben gemessene Bruchdehnung bei den auf der freibiegevorrichtung von E. Block und H. Ellinghaus<sup>33)</sup> gebogenen Proben durchweg größer ausfiel als bei gleichen Proben, die mit einem Dorn zwischen zwei Auflagern gebogen wurden. Die Erklärung hierfür suchte ich in folgendem. Beim Biegen verwölbt sich der Querschnitt der Flachproben derart, daß die Fläche auf der Druckseite konvex, auf der Zugseite konkav wird. Der Druck des Biegedorns sucht die Querverwölbung zu unterdrücken; dadurch treten auf der Zugseite der Probe auch in der Querrichtung Zugspannungen auf, die die Verformungsfähigkeit herabsetzen. Um dies nachzuprüfen, wurden an 20 mm dicken und 30 bis 100 mm breiten Proben in der Mitte der Zugseite die elastischen Längenänderungen in Längs- und Querrichtung gemessen. Das Verhältnis der Querverkürzung zur Längsdehnung gibt bei unbehinderter Querverwölbung die Poissonsche Zahl. Wurden die Proben nun an zwei symmetrisch zu den Auflagern liegenden Stellen belastet, so daß im mittleren Teil der Probenlänge ein gleichbleibendes Biegemoment vorhanden war, dann ergab sich die Poissonsche

Zahl als unabhängig von der Probenbreite. Erfolgte die Belastung dagegen in der Mitte der Probe, so nahm mit wachsender Probenbreite das Verhältnis der Querverkürzung zur Längsdehnung sehr stark ab, d. h. die Querverkürzung fiel zu klein aus, woraus man auf vorhandenen Querkzug schließen muß. An einer Probe mit den Abmessungen der Aufschweißbiegeprobe wurde das Verhältnis von Längs- zu Querspannungen zu etwa 5 ermittelt. Die Versuche ergaben also klar, daß beim üblichen faltversuch in Längs- und Querrichtung Zugspannungen auftreten auch ohne aufgelegte Schweißraupe. Die Versuche wurden auch im plastischen Bereich durchgeführt. Bei der zuletzt erwähnten Probe schwankte dabei das Verhältnis der Längs- und Querspannungen zwischen 5 und 6.

Der erwähnte Unterschied zwischen Freibiegung und Dornbiegung kommt auch in der Lage des Bruchausgangs zum Ausdruck. Bei unbehinderter Querverwölbung hat auf der Zugseite die Probekante einen größeren Abstand von der Neutralachse und damit eine höhere Längsspannung als die Mitte der Breite; der Bruch geht von der Kante aus. Biegt man dagegen mit einem Dorn, so setzt infolge der Querkzugspannungen der Bruch in der Mitte der Zugseite ein.

Ueber den Einfluß von Probendicke und -breite beim faltversuch liegt eine Untersuchung von A. B. Kinzel<sup>34)</sup> vor. Nach Bild 28 nimmt mit wachsendem Verhältnis von

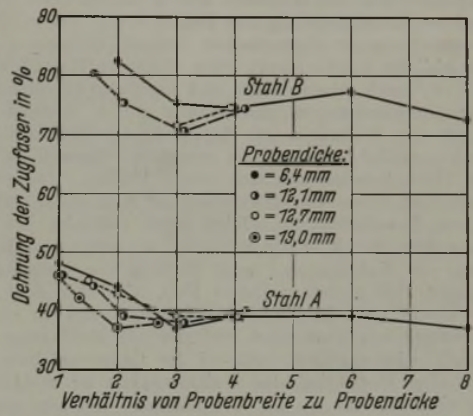


Bild 28. Ergebnis von faltversuchen nach A. B. Kinzel.

Breite  $b$  zu Dicke  $h$  des Probenquerschnitts die Bruchdehnung der Zugfaser ab, solange  $b : h < 3$  bleibt. Die Erklärung für diesen Einfluß der Probenbreite sucht Kinzel in der Querverwölbung der Probe. Kinzel ist sich aber nicht klar darüber, daß Querspannungen nicht durch die Querverwölbung, sondern durch deren Behinderung entstehen. Nach Bild 28 scheint bei gleichbleibendem Verhältnis  $b : h$  die erreichbare Bruchdehnung mit wachsender Probendicke abzunehmen. Aus den Ausführungen von Kinzel geht im übrigen nicht sicher hervor, wie das Biegen vorgenommen wurde. Anscheinend wurden zuerst die Enden der Probe etwas abgebogen, dann wurde die Probe zwischen zwei Druckplatten — also ohne Dorn — zusammengebogen.

Im Zusammenhang mit der neuen, von Herrn Graf vorgeschlagenen Kerbschlagprobe interessiert der Einfluß der Kerbbreite auf die Kerbschlagzähigkeit. Hierüber ist mir nur eine einzige Untersuchung von O. Thallner<sup>35)</sup> bekannt. Aus Bild 29 sind die Ergebnisse für die unlegierten Stähle zu ent-

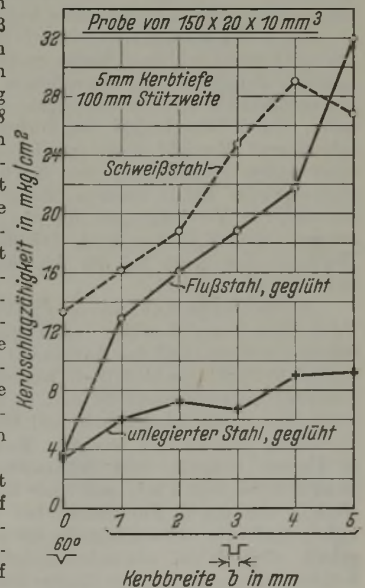


Bild 29. Einfluß der Kerbbreite auf die Kerbschlagzähigkeit nach O. Thallner.

<sup>31)</sup> Berichte des Deutschen Ausschusses für Stahlbau. Nr. 11 (1940).

<sup>32)</sup> Mailänder, R., und W. Ruttmann: Techn. Mitt. Klapp 4 (1936) S. 155/62.

<sup>33)</sup> Elektroschweißg. 4 (1933) S. 126/29.

<sup>34)</sup> Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 12 (1927) S. 778/93; vgl. Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 377.

<sup>35)</sup> Stahl u. Eisen 28 (1908) S. 1081/88, 1167/74 u. 1209/15.

nehmen. Danach kann der Einfluß von kleinen Aenderungen in der Kerbreite unter Umständen recht erheblich sein. Der Einfluß einer mehr oder weniger starken Ausrundung der Ecken des Rechteckkerbes scheint dagegen nicht beträchtlich zu sein. So fand Thallner für gleich breite, aber halbkreisförmig ausgerundete Kerben je nach der Stahlsorte, teils größere teils kleinere Schlagarbeiten als für rechteckige Kerben.

Vom Standpunkt der Werkstatt aus ist zu sagen, daß schmale Kerben schwierig herzustellen sind. Mit einer Kreissäge von 70 mm Dmr., die 0,5 mm Schnitt ergeben soll, wurden in eine 13 mm breite Probe aus Stahl St 52 einige Kerben 5 mm tief eingesägt. Die Sägescheibe stumpfte merklich ab und verbog sich leicht, so daß die Schnitte schief liefen; beim siebenten Schnitt brach die Scheibe durch. Ein Nachmessen der Schnittbreiten ergab übereinstimmende Werte von rd. 0,55 mm für die sechs Schnitte; mit der Lupe waren Unterschiede in der Schärfe am Kerbgrund nicht zu erkennen.

## Umschau.

### Entschwefelung von Roheisen mit Kalziumkarbid.

C. E. Wood, E. P. Barrett und W. F. Holbrook<sup>1)</sup> untersuchten an Hand kleiner Schmelzungen im Laboratorium und durch Großversuche am Hochofen und in der Gießerei die Vorgänge bei der Entschwefelung von Roheisen mit Kalziumkarbid. Nach Besprechung der theoretischen Grundlagen weisen sie auf Versuche hin, die Löslichkeit von Eisensulfid und Kalziumsulfid durch Abschrecken und nachfolgende ultramikroskopische Untersuchungen und sodann durch Ausziehen der Sulfide aus den Schlacken mit Antimon, das Eisensulfid aber nicht Kalziumsulfid lösen soll, zu ermitteln. Danach ist Eisensulfid in Hochofenschlacken nur wenig löslich. Hieraus wird geschlossen, daß die zur Entschwefelung mit Kalk meist vertretene Ansicht, die Entschwefelung erfolge durch Diffusion des Eisensulfids aus dem Metall in die Schlacke, wo seine anschließende Umsetzung mit Kalziumoxyd unter Bildung von Kalziumsulfid, entsprechend  $\text{FeS} + \text{CaO} \rightarrow \text{CaS} + \text{FeO}$ , vor sich gehe, nicht zutreffen könne. Aus der bekannten Tatsache, daß für eine gute Entschwefelung mit Kalk stark reduzierende Bedingungen notwendig sind, wird gefolgert, daß bei der Entschwefelung wahrscheinlich eine Reduktion des Kalziumoxyds zu metallischem Kalzium eintrete, das in die Metallschicht wandere und den Schwefel als Kalziumsulfid in die Schlacke überführe. Daraus wird dann geschlossen, daß Kalziumkarbid noch besser entschwefelnd wirken sollte als Kalziumoxyd. Wenn auch nach Ansicht des Berichterstatters die Bildung des metallischen Kalziums bei der Entschwefelung mit Kalk keineswegs notwendig ist, so ist die bessere Wirkung des Kalziumkarbids, das ja ein starkes Reduktionsmittel darstellt, ohne weiteres zu erwarten.

Da es sich bei der Entschwefelung mit Kalziumkarbid um die Umsetzung eines festen Stoffes mit einer Eisenschmelze handelt, kommt es im wesentlichen darauf an, eine möglichst innige Berührung zu erzwingen, damit der Umsatz erfolgen kann. Durch eine Anzahl von Vorversuchen wurden einige Verfahren und Vorrichtungen entwickelt, durch die die Gewähr einer guten Einnengung des Karbids in die Eisenschmelze gegeben war. Einige Skizzen (Bilder 1 bis 3) zeigen die dabei verwendeten Vorrichtungen, die das Karbid in das Metall einrühren. Hervorgehoben wird, daß das reine Kalziumkarbid im Gegensatz zur Soda bei der Alkalientschwefelung eine flüssige Schlacke nicht bildet.

An Stelle von mechanischen Rührvorrichtungen kann eine Verteilung des Karbids auch mit chemischen Mitteln dadurch erfolgen, daß das Karbid mit einem niedrigschmelzenden und leicht flüchtigen Stoff (z. B. Kochsalz oder Flußspat) zu einem Formling zusammengepreßt und in das Metallbad eingetaucht wird. Durch das schmelzende und flüchtige Salz wird eine gute Verteilung des Karbids bewirkt. Entschwefelungsversuche in kleinen Graphit- und Schamottetiegeln ergaben bei einer Reaktionszeit von 5 min und einer Karbidzugabe von 0,5 % des Metalls und 0,5 % Flußmittel, bei Versuchstemperaturen von 1400°, entfernter Schwefelanteile bis zu 97%. Der Kohlenstoffgehalt stieg dabei, anscheinend infolge einer Aufnahme von Kohlenstoff aus dem Graphithalter der Einfüll- und Rührvorrichtung etwas an, während die Mangan- und Siliziumgehalte im Gegensatz zur Alkalientschwefelung unverändert blieben.

Versuche mit mechanischen Karbidverteilungsvorrichtungen, also ohne Zugabe eines chemischen Verteilungsmittels wie Kochsalz oder Flußspat, ergaben ähnlich gute Wirkungen; so wird z. B. bei einem Anfangsschwefelgehalt von 0,097 % S schon nach 2 min Reaktionszeit eine Abnahme auf 0,007 % S, also um

R. Kühnel, Berlin: Die Erörterungsbeiträge erweitern und vertiefen das Querschnittsbild der augenblicklichen Erkenntnis über die Schweißbarkeit von Stahl, das ich aufzuzeichnen bemüht war. Nur kurz sei noch bemerkt, daß der von Herrn Daeves gemachte Vorschlag, Dicken über 30 mm beim Brückenbau für Schweißkonstruktionen zu vermeiden, neuerdings schon berücksichtigt wird. Ich möchte jedoch annehmen, daß bei Anwendung der aufgezeigten Erkenntnisse in Konstruktion und Stahlherstellung diese Einschränkung sich wohl wieder auf einige Sonderfälle einengen wird, sobald an weiteren Bauteilen Erfahrungen gesammelt werden können. Untersuchungen an der Rüdersdorfer Brücke werden noch durchgeführt, sobald die Betriebslage das zuläßt. Nach den Prüfergebnissen, die bereits vorliegen, besonders für die Kerbschlagzähigkeit, möchte ich aber nicht annehmen, daß dabei grundlegend neue Erkenntnisse gewonnen werden. Die Untersuchungen sind aber zweckmäßig, um die bisherige Erkenntnis noch weiter zu belegen.

92,7 % durch 0,5 % Karbidzugabe erzielt. Hierbei ist die Korngröße des zugegebenen Karbids von erheblicher Bedeutung. Die Wirkung wird mit abnehmender Korngröße immer besser, allerdings darf eine gewisse Korngröße (65/100 Maschen) nicht unterschritten werden, da sich dann das Karbid beim Mahlen leicht zersetzt. Nach der Entschwefelung mit Kalziumkarbid kann die schwefelhaltige Schlackenkruste längere Zeit mit der entschwefelten Eisenschmelze in Berührung bleiben, ohne daß eine Rückschwefelung des Metalls eintritt, wie dies bei der Entschwefelung mit Alkalien der Fall sein kann.

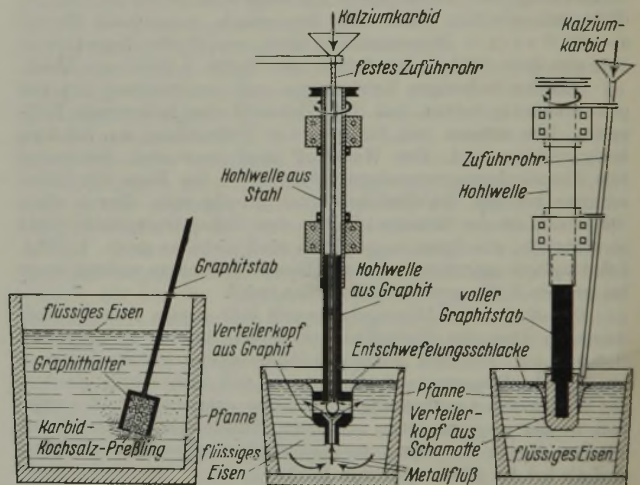


Bild 1. Verfahren zum Einbringen von Kalziumkarbid und Kochsalz in das Eisenbad.

Bild 2. Verteiler mit Zufuhr von innen.

Bild 3. Verteiler mit Zufuhr von außen.

Großversuche am Hochofen und in Gießereien zeigten erst dann gute Ergebnisse, nachdem eine geeignete Beschickungs- und Verteilungsvorrichtung für das Karbid entwickelt worden war. Bei einer Entschwefelung in der Pfanne mit 0,75 % Karbidzugabe wurde als günstigste Wirkung eine Schwefelabnahme von 0,092 auf 0,006 % S, entsprechend einem entfernten Schwefelanteil von 93,5 %, in etwa 8 min erzielt. Hierbei war wichtig, die Beschickungs- und Rührvorrichtung nicht zu tief in die Schmelze einzutauchen. Bei 25 mm Eintauchtiefe war die Entschwefelung am besten. Das Ergebnis der Großversuche erschien ähnlich günstig wie bei den Laboratoriumsversuchen. Die Zusammensetzung des Metalls änderte sich während der Entschwefelung nur wenig. Die Mangan-, Phosphor-, Kohlenstoff- und Siliziumgehalte blieben fast unverändert.

Die Anwendung von Kalziumkarbid soll besonders dann von Vorteil sein, wenn ein Roheisen mit sehr geringen Schwefelgehalten von 0,01 % S und darunter gefordert wird, da die Wirksamkeit der Soda schon bei Gehalten unter 0,02 % S im Metall schnell abfällt. Das feuerfeste Futter der Pfannen soll bei der Entschwefelung mit Kalziumkarbid, auch dann, wenn zur besseren Verteilung des Karbids Flußmittel zugegeben werden, erheblich weniger angegriffen werden als durch die Alkalischlacken bei der Sodaentschwefelung.

Um die erheblichen, allerdings nicht näher angegebenen Kosten einer Entschwefelung des Roheisens mit Kalziumkarbid wenigstens teilweise zu decken, wird vorgeschlagen, im Hochofen mit saurerer Schlacke zu arbeiten.

Helmut Maetz.

<sup>1)</sup> Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 1131, 15 S., Metals Techn. 6 (1939) Nr. 8.

**Castle-Werke der Firma Guest, Keen & Nettlefolds, Limited, in Cardiff.**

Dieses in den letzten Jahren entstandene Werk<sup>1)</sup> umfaßt Anlagen zum Walzen von Draht sowie Stab- und Bandstahl, ein Kaltwalzwerk, eine Drahtzieherei und Nagelfabrik sowie je eine Anlage zum Erzeugen von gehärtetem Draht und Isteg-Betonstahl (Bild 1); es bezieht sein Halbzeug (Knüppel und Brammen von

- |                       |                                     |                       |                 |                          |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|
| 1 = Gaserzeuger       | 6 = Schreinerei                     | 9 = Lokomotivschuppen | 12 = Kesselhaus | 15 = Drahtbandbeize      |
| 2 = Motorhaus         | 7 = Elektrowerkstätte               | 10 = Büro             | 13 = Schaltraum | 16 = Umschaltraum        |
| 3 = Brechanlage       | 8 = Anlage f. gehärteten Stahldraht | 11 = Werkstätte       | 14 = Pumpenhaus | 17 = Säureabsatzbehälter |
| 4 = Versuchsanstalt   |                                     |                       |                 |                          |
| 5 = Walzensintergrube |                                     |                       |                 |                          |

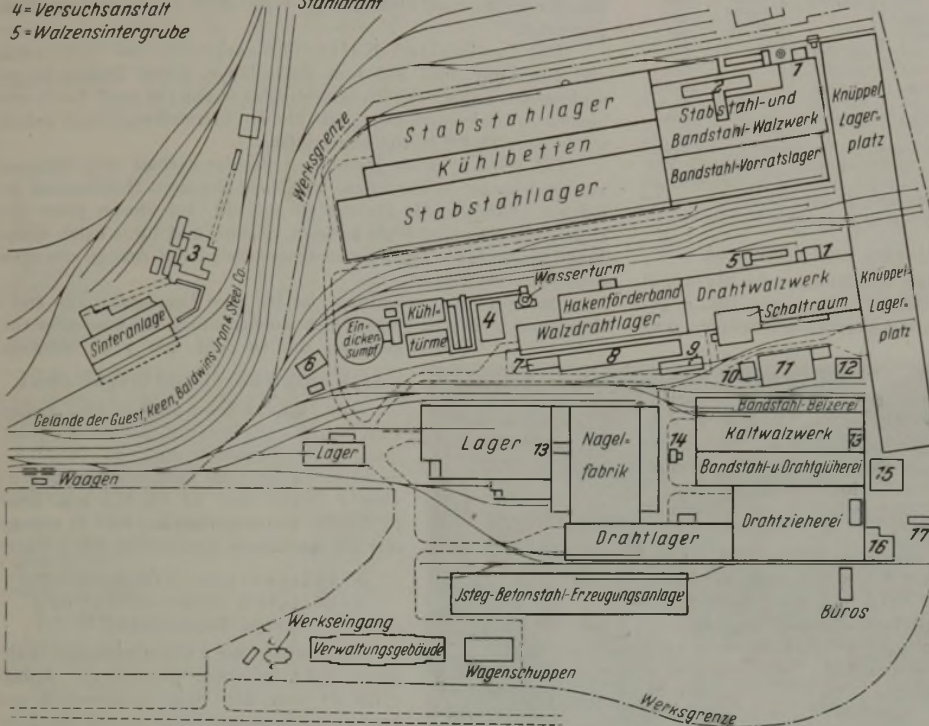


Bild 1. Grundriß der Anlage der Firma Guest, Keen & Nettlefolds.

9,14 m Länge) vom Nachbarwerk Guest, Keen, Baldwins Iron & Steel Company, Limited. Der lange Halbzeug-Lagerplatz hat zwei Laufkrane von je 10 t und einen von 5 t Tragkraft.

**1. Drahtwalzwerk.**

Der kontinuierliche Morgan-Wärmofen hat einen Herd von 9,8 m Breite und 12,2 m Länge. Die Vorstraße besteht aus sechs kontinuierlichen Gerüsten, hinter deren letztes Gerüst eine fliegende Schopfschere (Bild 2) angeordnet ist. Den austretenden Stab nimmt eine Zwischenstraße von drei hintereinanderstehenden Gerüsten auf, er wird dann durch Umführungen zu zwei Stranggerüsten geleitet und gelang schließlich in eine kontinuierliche Fertigstraße von sieben Gerüsten. Der fertige Draht läuft durch Röhren zu den Haspeln, die die Bunde an ein Förderband abgeben; dieses bringt sie zu einem zweiten Förderband, an dessen Haken die Bunde abkühlen und zum Vorratslagerplatz geschafft werden.

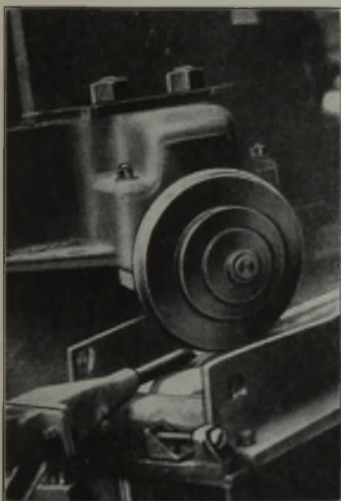


Bild 2. Fliegende Schere hinter dem letzten Gerüst der Stabstahlstraße.

Die Vorstraße wird durch einen 800-PS-Motor, die Zwischenstraße durch einen 500-PS-Motor, die beiden Stranggerüste durch je einen 350-PS-Motor und die Fertigstraße durch einen 1000-PS-Motor angetrieben. Der Umformersatz für 2000 kW hat einen 2900-PS-Drehstrom-Antriebsmotor mit 6000 V und liefert Gleichstrom von 500 V.

<sup>1)</sup> Iron Coal Tr. Rev. 139 (1939) S. 529/37.

Die Straße erzeugt Draht von 5 bis 14 mm Dmr., und die Walzen des Fertiggerüstes machen bei 5-mm-Draht 700 U/min, bei 14-mm-Draht 500 U/min. Alle Arten von weichem und hartem Stahl, darunter auch Thomasstahl von festländischen Werken, werden ausgewalzt. Die durchschnittliche Erzeugung beträgt 180 t je Schicht von 8 h, obwohl bei Draht von 9,5 mm Dmr. schon 250 t in der Schicht gewalzt wurden.

**2. Stab- und Bandstahl-Walzwerk.**

Die halbkontinuierliche Straße der Bauart Morgan hat 16 Gerüste mit Walzen von 355, 305 und 254 mm Dmr. Die Gerüste 0 bis 6 bilden die Vorstraße und stehen hintereinander, hinter dem letzten Gerüst ist eine fliegende Schopfschere angeordnet, die hintereinanderstehenden Gerüste 7 und 8 bilden eine Fortsetzung der Vorstraße, während die beiden danebenstehenden Stranggerüste 9 und 10 Umwalzgerüste sind und getrennt angetriebene Stachwalzen vor sich haben, die beim Walzen von Stab- und Flachstahl usw. benutzt werden. Diese zehn Gerüste dienen zum Walzen von Stabstahl. Bei Walzgut, das wegen seiner Dicke oder seines Profils nicht umgewalzt werden kann, laufen die Stäbe hinter dem 8. Gerüst geradeaus, dann zurück zum 9. Gerüst und durch dieses hindurch, schließlich von der Rückseite des 9. Gerüsts in das 10. Gerüst und hierauf auf den Auslaufrollgang zum Kühlbett.

In diesen Rollgang ist eine umlaufende Schere zum Schneiden von Stäben bis 22 mm Dmr. von etwa 70 m Länge eingebaut, die auf elektrischem Wege durch Anschläge im Kühlbett-Auslauf-

rollgang gesteuert wird. Durch einen Anschlag vor der Schere, der in Verbindung steht mit besonderen Schaltvorrichtungen, wird erreicht, daß kein kürzerer Reststab als 10 m abgeschnitten wird. Die 127 einzeln durch 1-PS-Motoren angetriebenen Rollen des Kühlbett-Auslaufrollganges haben eine von der Walzgeschwindigkeit abhängig gesteuerte Umfangsgeschwindigkeit. Am Ende der beiden Kühlbettseiten schneidet je eine Teilschere die Walzlängen in entsprechende Gebrauchslängen, worauf dann die geteilten Stäbe von je einem 12-t-Kran in das links und rechts angeordnete Stabstahllager geschafft werden.

Beim Walzen von Bandstahl wird das Walzgut durch eine Umführung zu einer Walzenstraße geleitet, die aus fünf hintereinanderstehenden Gerüsten besteht und durch einen 2000-PS-Motor mit Kegelrädern angetrieben wird. Das auf der Ofenseite auslaufende Band wird in einer Rinne hochkant gestellt, läuft durch eins von zwei Treibrollenpaaren mit je einem anschließenden elektrisch angetriebenen und mit der Auslaufgeschwindigkeit des letzten Gerüsts elektrisch gleichgeschalteten Wimmeler, der es auf ein Wurfplattenband wirft, von hier gelangt es zu einem der vier Haspel. Die Bunde werden auf mechanischem Wege zu einem Kettenförderband von etwa 76 m Länge geführt, an dessen Ende sie durch einen Magnetkran in Wagen geladen oder im Lager aufgestapelt werden.

Alle Gerüste haben je eine selbsttätige Druckölschmierung, die so eingerichtet ist, daß das Walzwerk nicht eher anlaufen kann, als bis das Drucköl schon 1 min umläuft.

Bemerkenswert ist die elektrische Einrichtung und ihre Betriebsweise, die eingehend beschrieben wird; *Zahlentafel 1* enthält Angaben über die Walzenzugmotoren usw.

Die Leistung der Straße kann je nach dem Walzgut bis 2000 t je Woche betragen; es wird Rund- und Vierkantstahl von 9,5 bis 50 mm Dmr., Flachstahl von 44 bis 114 mm Breite und bis zu 6 mm Dicke sowie Bandstahl von 19 mm Breite und 1,2 bis 4,8 mm Dicke bis zu 152 mm Breite und 1,6 bis 4,8 mm Dicke gewalzt.

Zwei Walzendrehereien enthalten zusammen vier Drehbänke und eine Walzenschleifbank für das Drahtwalzwerk sowie Stab- und Bandstahlwalzwerk.

Zahlentafel 1. Angaben über die Walzenzugmotoren usw. der Stab- und Bandstahlstraße.

	Gerüst	Motor		Stromart	Stromstärke bei Vollast A
		Stärke PS	Drehzahl min		
Vorstraße	0 bis 1	500	240/720	Gleichstrom 500 V	810
	2	350	je 300/900		568
	3 und 4	700			1135
	5	350			568
	6	350			568
7	350	568			
Zwischen- und Stranggerüste	8	350	248/600	810	
	9	500	240/600	810	
	10	500	375/750	3220	
Fertigstraße	11 bis 15	2000	375/750	126/300	98,5
Senkrechte Stauchwalzen	—	36	800/1210	129/250	100
Wimmler	—	15/30	800/2000		

Den Strom für die Walzenzugmotoren liefert ein Umformersatz, bestehend aus einem Antriebsmotor für Drehstrom von 50 Perioden und 11 000 V für 4700 kVA und 750 U/min sowie drei 1250-kW-500/250-V-Gleichstrommaschinen, die gewöhnlich in zwei Gruppen arbeiten, eine mit einer Maschine für die Motoren der Gerüste 0 bis 6, die andere mit zwei Maschinen für die Motoren der Gerüste 7 bis 15.

### 3. Kaltwalzwerk mit Beizerei und Glüherei.

Die Rundbunde gehen entweder unmittelbar zur Beizerei oder, wenn aus der Bandbreite Bänder schmalere Breite geschnitten werden sollen, zuerst zu entsprechenden Scheren und

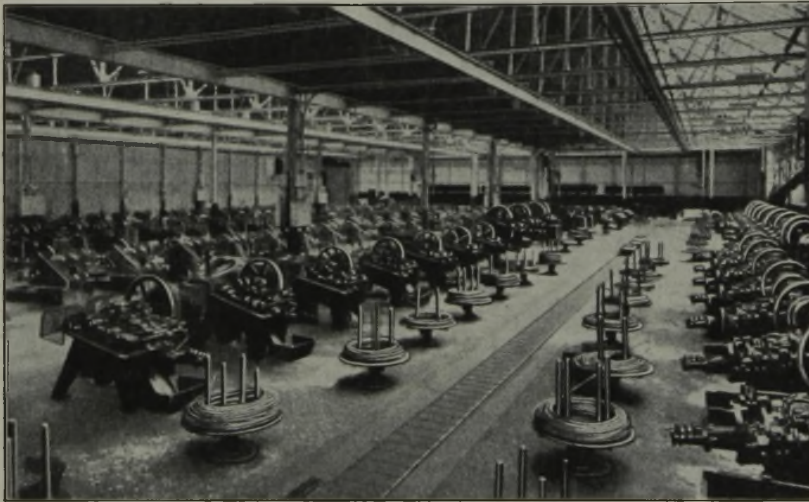


Bild 3. Nagelfabrik.

nach dem Aufwickeln ebenfalls zur Beizerei. Diese enthält eine Durchlaufbeize, die so breit ist, daß gleichzeitig fünf Bänder nebeneinander behandelt werden können. Von der Ablauftrommel durchläuft das Band einen Säurebehälter von 24,4 m Länge, dann unter Kaltwasserbrausen einen Behälter von 4,8 m Länge, weiter einen Heißwasserbehälter von 3,6 m Länge, worauf es durch heiße Gebläseluft getrocknet wird; es läuft dann über Führungsrollen und durch Treibrollen zu Haspeln, nachdem vorher die Schweißstelle ausgeschnitten wurde, durch die das hintere Ende des Bandes mit dem Vorderende des folgenden Bandes vor dem Eintritt in den Säurebehälter verbunden worden war.

Die drei Vierwalzen-Kaltwalzgerüste mit Arbeitswalzen von 216 mm Dmr., Stützwalzen von 470 mm Dmr., 355 mm Ballenlänge, sind hintereinander angeordnet, um kontinuierlich walzen zu können, doch wurden die Haspel so aufgestellt, daß jedes der beiden ersten Gerüste für sich zum Walzen benutzt werden kann. Außerdem ist noch ein Zweiwalzen-Kaltnachwalzgerüst mit Haspel vorgesehen worden, sowie ferner ein Haspel zum Wiederaufhaspeln von Bändern auf Sonderdurchmesser.

Zwei der Vierwalzengerüste werden durch je einen 250-PS-Motor mit 300/750 U/min, das dritte durch einen Motor gleicher Stärke, aber mit 400/800 U/min angetrieben; die Walzgeschwindigkeit beträgt 1,77 bis 3,54 m/s. Ein Umformer mit einem 950-kVA-

11 000-V-Drehstromantriebsmotor und drei Gleichstrommaschinen liefert den Strom von 250 V für die Walzenzugmotoren der Vierwalzengerüste, während für das Zweiwalzengerüst ein kleinerer Umformer vorhanden ist.

Die Walzenständer sind aus Stahlguß; die Zapfen der Arbeitswalzen laufen in Kegelrollenlagern, die der Stützwalzen in geschlossenen Lagern der Bauart Morgoil. Die Walzen sind aus geschmiedetem Stahl, gehärtet und geschliffen. Das Gewicht der Oberwalze wird durch Druckwasser ausgeglichen. Ein Mikrometer mißt die Dicke des Walzgutes an jeder beliebigen Stelle der Bandbreite, und auf elektrischem Wege wird die Dicke vergrößert angezeigt.

Das Zweiwalzen-Kaltnachwalzgerüst hat Walzen von 420 mm Dmr. und 355 mm Ballenlänge, deren Zapfen in geschlossenen Lagern der Bauart Morgoil laufen; es wird durch eine gleiche Antriebsvorrichtung wie die der Vierwalzengerüste, jedoch mit einem 75-PS-Motor angetrieben.

Die Glüherei für Draht und Bänder enthält zwei Gruppen von je drei mit Hochofengas vom benachbarten Hüttenwerk beheizten Glühöfen der Bauart Grünwald, von denen jeder drei Zellen hat. Die Glühöpfe haben 1 m Dmr. und 1,8 m lichte Höhe. Beim Blankglühen wird ein in einer besonderen Anlage erzeugtes Schutzgas verwendet.

Die Kaltwalzwerksanlage ist für eine Erzeugung von 300 t Bandstahl je Woche eingerichtet worden, doch hat man alles vorgesehen, um sie auf 400 t zu steigern.

### 4. Drahtzieherei und Nagelfabrik.

Die Drahtzieherei umfaßt eine Anlage zum Durchlaufbeizen und Kalken des Walzdrahtes, Trockenöfen und 27 Drahtzüge neuester Bauart; die Leistung beträgt etwa 1300 t Draht von 12 bis 0,5 mm Dmr. je Woche. Die Nagelfabrik (Bild 3) erzeugt mit 126 Maschinen wöchentlich 800 t Nägel.

### 5. Anlagen zum Erzeugen von gehärtetem Polsterdraht und Isteg-Betonstahl.

Der auf 3,4 bis 2,1 mm gezogene Walzdraht wird in einer besonderen Anlage (Bild 4) von der Rolle abgehaspelt und geht durch einen mit Hochofengas beheizten Ofen; hat er die gewünschte Temperatur erreicht, so läuft er durch ein Wasserbad, wobei er gehärtet und darauf wieder aufgehaspelt wird. Die Leistung beträgt etwa 150 bis 160 t je Woche.

Der Isteg-Betonstahl, eine deutsche Erfindung, wird bis zu 13 mm Dmr. aus Walzdraht und bei größerer Dicke aus Stabstahl hergestellt. Der Walzdraht wird von der Drahtrolle aus in einer Maschine geradegerichtet und auf die gewünschte Länge geschnitten. In einer Maschine besonderer Bauart werden zwei

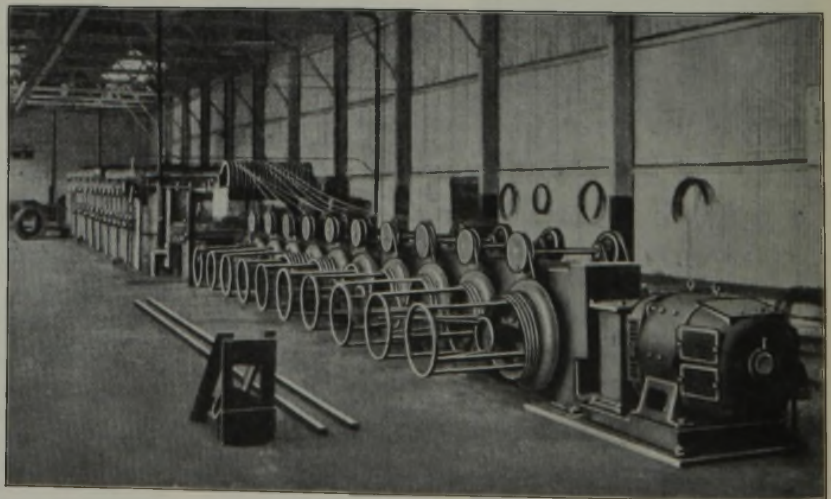


Bild 4. Anlage für gehärteten Draht.

solcher Stäbe miteinander verwunden, wobei sowohl Verwindungszahl als auch Längung genau überwacht werden. Die durch die eingetretene Kaltverformung erzielten höheren physikalischen Werte des Betonstahles lassen eine höhere Beanspruchung desselben zu und gestatten eine weitere Gewichtsminde- rung der

Stahleinlage durch das Weglassen der bisher an den Enden der Stäbe benötigten Haken. Je nach der Dicke der zu verwindenden Stäbe schwankt die Erzeugung, die etwa 160 t je Woche beträgt.

H. Fey.

**Die Biegewechselfestigkeit von beruhigtem, halbberuhigtem und unberuhigtem Stahl.**

Die Frage, in welchem Maße ein beruhigter, ein halbberuhigter und ein unberuhigter Stahl annähernd gleicher Zusammensetzung und mit ähnlichen mechanischen Eigenschaften bei statischer Beanspruchung sich in ihrem Verhalten bei einer Wechselbeanspruchung unterscheiden, wurde von J. F. McDowell<sup>1)</sup> untersucht.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften der untersuchten Stähle.

	Beruhigt	Halbberuhigt	Unberuhigt
C	0,20	0,21	0,25
Si	0,16	0,04	—
Mn	0,50	0,45	0,38
P	0,012	0,016	0,010
S	0,034	0,037	0,035
Streckgrenze	27,1	27,2	27,2
Zugfestigkeit	44,7	45,6	45,3
Dehnung (l = 50,8 mm)	41,4	40,7	43,2
Einschnürung	56,6	56,6	56,0
Brinell-Härte	131	134	128

Die chemische Zusammensetzung und statischen Festigkeitseigenschaften der untersuchten Stähle sind in *Zahlentafel 1* zusammengestellt. Die Wechselfestigkeit wurde auf einer Flachbiegemaschine bestimmt, die mit 1850 U/min arbeitete. Die erzielten Wöhler-Kurven sind in *Bild 1* wiedergegeben. Es ergibt sich daraus für den

	Biegewechselfestigkeit	Biegewechselfestigkeit Zugfestigkeit
beruhigten Stahl	22,5 kg/mm <sup>2</sup>	0,50
halbberuhigten Stahl	19,0 kg/mm <sup>2</sup>	0,42
unberuhigten Stahl	16,8 kg/mm <sup>2</sup>	0,37

Die Wechselfestigkeit des halbberuhigten Stahles und besonders des unberuhigten Stahles liegt danach erheblich unter der Wechselfestigkeit des beruhigten Stahles.

Zum Nachweis, daß diese Erscheinung vor allem mit dem niedrigeren Kohlenstoffgehalt der Randschicht beim unberuhigten Stahl zusammenhängt, wurden folgende Versuche durchgeführt. Von einem beruhigten Stahl ähnlicher Zusammensetzung wie der zuerst untersuchte wurden Zerreißproben und Biegewechselfestigkeitsproben angefertigt und 3 h bei 870° ge-

<sup>1)</sup> Metals & Alloys 11 (1940) S. 27/32.

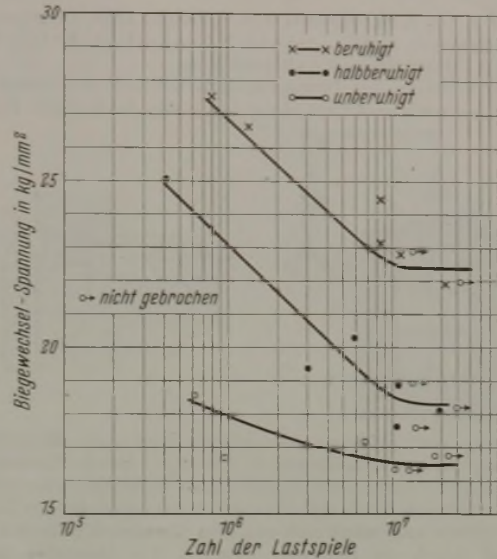


Bild 1. Wöhler-Kurven eines beruhigten, halbberuhigten und unberuhigten Stahles.

glüht, eine Hälfte in neutraler Atmosphäre, die andere Hälfte in feuchtem Wasserstoff. Es wurden gefunden für die

	im Walzzustand	nicht entkohlt	entkohlt
Streckgrenze	29,3	25,8	25,6
Zugfestigkeit	46,2	41,4	41,5
Dehnung (l = 50,8 mm)	39,0	40,4	43,0
Einschnürung	60,6	50,2	49,7
Brinell-Härte	131	126	126

Während bei den in neutraler Atmosphäre geblühten Proben eine Biegewechselfestigkeit von 20,0 kg/mm<sup>2</sup> festgestellt wurde, was einem Verhältnis zur Zugfestigkeit von 0,48 entspricht, betrug die Wechselfestigkeit bei den entkohlten Proben 18,0 kg/mm<sup>2</sup> bzw. die Verhältniszahl 0,43. Dieser Wert entspricht dem beim halbberuhigten Stahl gefundenen Wert, während die Verhältniszahl von 0,48 bei den nicht entkohlten Proben in etwa dem beim beruhigten Stahl ermittelten Wert von 0,50 entspricht.

Die im Vergleich zum beruhigten Stahl niedrigere Biegewechselfestigkeit des unberuhigten Stahles dürfte nicht nur auf den geringeren Kohlenstoffgehalt der Randschicht des unberuhigten Stahles zurückzuführen sein, sondern auch damit zusammenhängen, daß die anderen Bestandteile des Stahles ebenfalls geigert sind. Leonard Edens.

**Patentbericht.**

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

(Patentblatt Nr. 17 vom 25. April 1940.)

Kl. 7 a, Gr. 3, H 151 227. Verfahren zur Herstellung von T-Trägern durch Längsteilen des Steges von Doppel-T-Trägern in Walzwerken. Erf.: Justin Baugnee, Differdingen (Luxemburg). Anm.: Hauts Fourneaux & Aciéries de Differdange-St.-Ingbert-Rumelange Société Anonyme und Justin Baugnee, Differdingen (Luxemburg).

Kl. 7 a, Gr. 18, D 78 403. Lager für die Unterwalze von Walzwerken. Erf.: Mathieu Holzweiler, Dortmund-Hörde. Anm.: Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 10 a, Gr. 5/01, O 24 394; Zus. z. Pat. 678 848. Unterbrenner-Regenerativkoksöfen. Erf.: Dr.-Ing. Carl Otto, Den Haag, Anm.: Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum.

Kl. 12 n, Gr. 3, M 141 109. Verfahren zur Gewinnung von Mangansulfat aus manganhaltigen Eisenerzen, Schlacken od. dgl. Erf.: Dr.-Ing. Gerhard Naeser, Düsseldorf. Anm.: Mannesmann-Röhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 18 a, Gr. 18/07, K 145 049. Drehrohfen zur unmittelbaren Gewinnung von Eisen durch Reduktion reicher Eisenerze. Kazuji Kusaka und Haruyuki Ashida, Dairen (Mandschukuo).

Kl. 18 b, Gr. 2, G 96 939. Verfahren zum Entschwefeln von Roheisen. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, A.-G., Höllriegelskreuth b. München.

Kl. 48 d, Gr. 4/01, B 181 925. Verfahren zum Passivieren von rostfreiem Stahl. Erf.: Joseph Winlock und Ralph Waldo

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

Emerson Leiter, Philadelphia (V. St. A.). Anm.: Edward G. Budd Manufacturing Company, Philadelphia, Pennsylvania (V. St. A.).

**Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.**

(Patentblatt Nr. 17 vom 25. April 1940.)

Kl. 10 a, Nr. 1 484 795. Verdunkelungseinrichtung für Koks-löschwagen. Eschweiler Bergwerks-Verein, Kohlscheid (Kr. Aachen).

Kl. 18 c, Nr. 1 484 338. Tür für Elektroöfen. W. C. Heraeus, G. m. b. H., Hanau a. M.

Kl. 18 c, Nr. 1 484 511. Tunnelofen für Blankglühzwecke. Hans Werner Rohrwasser, Schkeuditz-Ost b. Leipzig.

Kl. 24 k, Nr. 1 483 988. Mehrlochstein für Winderhitzer. „Brohlta“, A.-G. für Stein- und Tonindustrie, Burgbrohl (Bez. Koblenz).

Kl. 31 a, Nr. 1 484 534. Vorrichtung zum Kippen von kippbaren Schmelzöfen. J. A. Becker & Söhne, Maschinenfabrik, Neckarsulm.

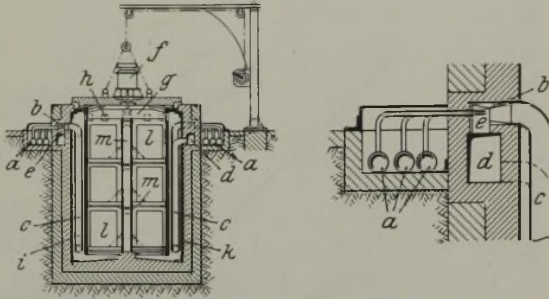
**Deutsche Reichspatente.**

Kl. 40 a, Gr. 15<sub>01</sub>, Nr. 685 623, vom 1. September 1938; aus-gegeben am 21. Dezember 1939. Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, e. V., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr. phil. habil. Willy Oelsen und Gustav Thanheiser in Düsseldorf.) *Verfahren zum Entkupfern kupferhaltigen Roheisens und kupferhaltigen Eisenschrottes.*

Den Schmelzen dieser Stoffe werden Eisensulfid und Aluminium oder Aluminiumlegierungen oder Aluminiumsulfide zugesetzt.

**Kl. 24 c, Gr. 9, Nr. 685 563**, vom 3. Januar 1936; ausgegeben am 20. Dezember 1939. Ludwig Kirchhoff in Bergisch-Gladbach. *Wärmeöfen mit Luftumwälzung.*

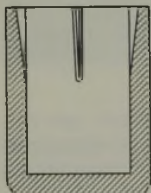
Rohre a führen das Brennstoff-Luft-Gemisch den Düsen b zu, an die U-förmig gebogene Heizrohre c mit ihrem einen Ende



angeschlossen sind, während die anderen Enden der Heizrohre in den ringförmigen Abgaskanal d münden. Durch Einstellen des Abgasschiebers und des Brennstoff-Luft-Gemischstrahles wird ein Teil der Abgase durch Kanäle e durch die injektorartige Wirkung der Düsen angesaugt und mit dem Brennstoffgemisch von neuem mit durch die Heizrohre geführt. Die Heizrohre sind derart angeordnet, daß abwechselnd heißere Rohrschenkel mit kühleren nebeneinanderliegen. Motor f treibt Flügelrad g an, das die Luft durch die Öffnungen h im inneren Eisenmantel i in den Raum zwischen Mantel i und Außenmauerwerk k drückt, wo sie sich an den Heizrohren erwärmt und vom Boden des Schachtes aus in das mit Wärmegut l gefüllte Traggestell m tritt; hier steigt sie nach oben, wobei sie ihre Wärme abgibt, und wird durch das Flügelrad zum erneuten Aufheizen umgewälzt.

**Kl. 18 c, Gr. 14, Nr. 685 609**, vom 1. März 1933; ausgegeben am 21. Dezember 1939. Frederick Regar Bonte in Canton, Ohio (V. St. A.). *Herstellung von Gegenständen mit guten Gleiteigenschaften durch graphitisierendes Glühen.*

Eine Eisenlegierung mit 1,5 bis 2,0 % C und 0,9 bis 0,6 % Si, bei der der Kohlenstoffgehalt vollständig in gebundener Form vorliegt, wird zur Herstellung der Ausgangsform für die Fertigbearbeitung der Gegenstände durch Warmwalzen oder Warm Schmiedens verwendet mit der Maßgabe, daß der Kohlenstoff während des Warmwalzens oder des Warm Schmiedens nicht als Graphit oder Temperkohle ausfällt; darauf wird der gebundene Kohlenstoff durch Glühen oberhalb des kritischen Punktes in Graphit übergeführt.



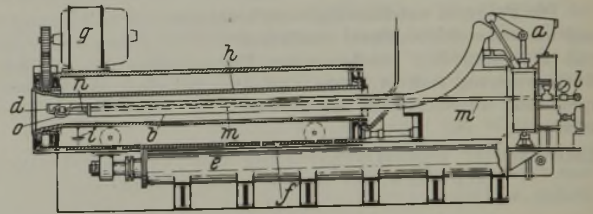
**Kl. 31 c, Gr. 10, Nr. 685 746**, vom 8. Juni 1938; ausgegeben am 22. Dezember 1939. Zusatz zum Patent 656 707 [vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 634]. Société des Acieries de Longwy in Mont-St.-Martin, Meurthe-et-Moselle, und Lazare Quincy in Longville, Frankreich. *Kokille zum Herstellen gegossener Hohlblöcke.*

Sie hat mehrere an der Oberfläche des Formhohlraumes längs ihrer Längsachse verlaufende und über den Umfang verteilte, z. B. als keilförmige Rillen ausgebildete Ausnehmungen, deren Tiefen nach unten abnehmen.

**Kl. 31 c, Gr. 18, Nr. 685 747**, vom 21. Juli 1938; ausgegeben am 30. Dezember 1939. International De Lavaud Manu-

facturing Corporation, Limited, in Jersey City, New Jersey, V. St. A. (Erfinder: Frederick Charles Langenberg, Norman Felt Shelton Russell und Horace Stoughton Hunt in Burlington, New Jersey, V. St. A.) *Verfahren und Vorrichtung zum Auskleiden von Gußformen.*

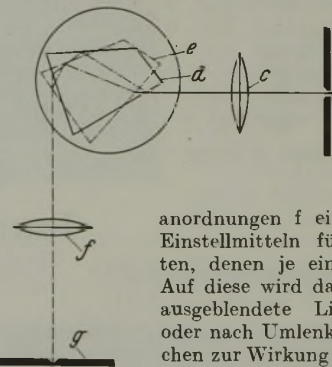
Kippfanne a führt das geschmolzene Metall der Gießrinne b zu, die mit Blöcken von Gußeisen c ausgekleidet ist und eine



Schnauze d hat. Der durch Zylinder e hin und her fahrbare Wagen f trägt die metallische durch Motor g über Vorgelege drehbare Schleuderform h für Rohrguß, die bei i geerdet ist. Wasserkammern k dienen zum Kühlen der Gießrinne. Vorrichtung l führt durch Rohr m den mit trockenen, gepulverten Stoffen beladenen Gas- oder Luftstrom der aus einem elektrisch nicht leitenden Baustoff bestehenden Enddüse n zu, die mit einer Quelle von hochgespannter Gleichstromelektrizität durch Kabel o verbunden wird, wobei innerhalb von ihr und in ihrer Nachbarschaft Felder von hochgespannter statischer Elektrizität geschaffen werden. Die Pulverteilchen werden dadurch mit Elektrizität geladen und beim Hindurchgehen durch das Elektrizitätsfeld zwischen der Düse und der geerdeten Form stark auf die Oberfläche der Form gerichtet.

**Kl. 42 h, Gr. 20, Nr. 685 815**, vom 6. April 1937; ausgegeben am 27. Dezember 1939. Zusatz zum Patent 664 233. Dr. phil. Josef Heyes in Düsseldorf. *Einrichtung zur mengenmäßigen Bestimmung von Elementen durch Ausmessung der Intensitäten homologer Spektrallinien.*

Der Lichtstrahl der spektroskopischen Lichtquelle a geht durch den Eintrittsspalt b des Spektrometers, durch die Kollimatorlinse c und wird durch zwei übereinanderliegende, un-



abhängig voneinander einstellbare Prismen d, e konstant abgelenkt, wobei jedem Prisma eine Wellenlängentrommel zugeordnet ist. Im Weg der aus den Prismen austretenden Lichtstrahlen liegt außer den Linsenanordnungen f ein Doppelspaltsystem g mit Einstellmitteln für die beiden Austrittsspalten, denen je eine Lichtzelle zugeordnet ist. Auf diese wird das durch die beiden Spalten ausgeblendete Licht entweder unmittelbar oder nach Umlenken durch reflektierende Flächen zur Wirkung gebracht. Der von der Lichtzelle abgegebene Lichtstrom wirkt auf je ein Elektrometer in einer Schaltung, bei der eine Summierung der abgegebenen Lichtstrommengen angezeigt wird.

## Wirtschaftliche Rundschau.

### Fried. Krupp, Aktiengesellschaft, Essen.

Im Geschäftsjahr 1938/39 standen wiederum Aufrüstung, Vierjahresplan und Ausfuhrförderung im Vordergrund, seit Kriegsbeginn eindeutig beherrschend die besonderen dem Unternehmen durch den Krieg gestellten Aufgaben.

Die Rationalisierung der Werke hat durch die Neuanlagen im abgelaufenen Jahre wesentliche Fortschritte gemacht. Den Anforderungen, welche die Wehrmacht an die in verschiedenen Teilen Deutschlands liegenden Werke stellte, konnte die Firma Krupp daher gerecht werden. Auch gelang die Umstellung auf die Kriegswirtschaft so, daß in der Erzeugung keine Stockungen eintraten.

Bei der Erneuerung der Anlagen reichten die aus Abschreibungen zur Verfügung stehenden Mittel nicht, um die Zugänge zu finanzieren. Es war daher unvermeidlich, daß sich der Saldo aus Umlaufvermögen und Verbindlichkeiten verringerte. Da mit weiteren Neuanlagen gerechnet werden mußte, wurde im November eine Anleihe von 40 Mill. RM aufgelegt, die einen vollen Erfolg erzielte.

Wenn im Jahre 1937/38 der Höhepunkt der Leistungsfähigkeit erreicht zu sein schien, so war doch festzustellen, daß sich unter Ausnutzung aller Möglichkeiten noch eine weitere Steigerung

erzielen ließ. Das Geschäftsjahr war nicht ohne Besorgnis begonnen worden, die ihren Ursprung darin hatte, daß sich nach Ueberschreitung der wirtschaftlichen Bestzahl Tendenzen zur Kostensteigerung zeigten, deren Auswirkungen nicht ohne weiteres zu übersehen waren. Diese Schwierigkeiten konnten jedoch überwunden werden. Zwar ging die durchschnittliche Gewinnspanne zurück; der gesteigerte Umsatz glich jedoch, wenn man das gesamte Geschäftsjahr übersieht, die Ausfälle so weit aus, daß das wirtschaftliche Ergebnis des Berichtsjahres ungefähr dem vorjährigen gleichkommt. Jetzt hat sich die Gesellschaft mit den weiteren, durch die Kriegsverhältnisse bedungenen Kostensteigerungen auseinanderzusetzen. Gerade im Kriege kommt es darauf an, nicht nur möglichst viel und Gutes zu leisten, sondern auch die wirtschaftliche Grundlage der Werke gesund zu erhalten. Die Innehaltung dieses Grundsatzes muß in Kriegs- nicht weniger als in Friedenszeiten auch von der staatlich geleiteten Preis- und Finanzpolitik beachtet werden.

Die Preispolitik wurde bestimmend beeinflusst durch die „Richtlinien für die Preisbildung bei öffentlichen Aufträgen (RPÖ)“



und durch die „Leitsätze für die Preisermittlung auf Grund der Selbstkosten bei Leistungen für öffentliche Auftraggeber (LSÖ)“. Diese Richtlinien bezwecken, unangemessene Gewinne bei Lieferungen und Leistungen an öffentliche Auftraggeber auszuschließen. Obwohl die Preise bereits seit Beginn der Wiederaufrüstung durch die amtlichen Preisprüfungsstellen überwacht wurden, so daß sich für die Firma Krupp grundlegende Veränderungen nicht ergaben, hat das Unternehmen die Richtlinien und Leitsätze begrüßt, weil so der Öffentlichkeit bewußt wird, daß die Werke, die danach arbeiten, nur Preise erzielen, die vom Staate als angemessen angesehen werden. Die Gesellschaft ist mit dieser Politik voll einverstanden; sie entspricht der Einstellung, die sie während des Weltkrieges befolgte, als sie die damals erzielten Mehrgewinne der „Nationalstiftung für die Hinterbliebenen der im Kriege Gefallenen“ überwies. Heute kommen solche Mehrgewinne von vornherein nicht in Frage. Selbstverständlich bedeutet das nicht, daß die Werke im Kriege auf jeden Gewinn verzichten sollen. Angemessene Preise sind erforderlich, um die Wirtschaftlichkeit und damit die Lebensgrundlage der jetzigen und früheren Gefolgschaft zu sichern. Dazu muß nicht nur der ständige Erneuerungsbedarf der Werke befriedigt, sondern müssen auch die Forschungsabteilungen, Versuchsanstalten, Konstruktionsbüros u. dgl. erhalten werden. Das ist gerade im Kriege notwendig, denn im Kriege treten heimische und ausländische Hersteller von Kriegsgüter in den ernstesten Wettbewerb, den es überhaupt gibt.

Das neue Geschäftsjahr hat eine ansehnliche Umschichtung des Auftragsbestandes als Folge des Krieges mit sich gebracht. Die Werke sind nach wie vor angespannt beschäftigt. Die Unkostensteigerung nimmt zu.

#### Gefolgschaft.

Die sozialen Einrichtungen und Maßnahmen zugunsten der Gefolgschaft wurden weiter ausgebaut und der Gedanke der Betriebsgemeinschaft vertieft. Die enge Verbundenheit der Werksangehörigen mit dem Unternehmen kommt in der hohen Zahl der langjährig Beschäftigten zum Ausdruck. Trotz der sehr zahlreichen Neueinstellungen der letzten Jahre und des deshalb hohen Anteils der Gruppe mit erst kurzer Beschäftigungsdauer sind im Bereich der Firma Fried. Krupp 37,2 % der Gefolgschaft über 10 Jahre, 14,1 % über 25 Jahre beschäftigt; auch der Anteil der Gefolgschaft mit einer Werkzugehörigkeit von 40 Jahren und darüber ist recht beachtlich. Die Jubilare wurden im Laufe des Jahres auf den verschiedenen Werken in der althergebrachten Weise durch besondere Feiern geehrt. Nach der Altersgliederung sind 14 % der Gefolgschaft noch nicht 21 Jahre alt, 60 % stehen im 21. bis 45. Lebensjahr und 26 % haben ein höheres Lebensalter. Rd. 71 % der Arbeiter und 67 % der Angestellten sind verheiratet.

Das Unternehmen bemühte sich nach Kräften, den zunehmenden Wohnungsbedarf zu befriedigen. Die Gesamtzahl der werkeigenen oder -geförderten Wohnungen im Krupp-Konzern stieg im Berichtsjahr um 3101 auf 33 350. Davon sind 27 878 werkeigen; die übrigen 5472 sind von nahestehenden oder unterstützten Baugenossenschaften errichtet worden. 1104 Arbeiterwohnungen, die durch Werkstatterweiterungen im Geschäftsjahr 1937/38 abgerissen werden mußten, wurden zum großen Teil ersetzt.

Den vielgestaltigen Fragen des Arbeitsschutzes, der Arbeitszeit und Arbeitsbelastung, der Frauen- und Jugendarbeit sowie des Arbeitsraumes und Arbeitsplatzes wurde die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt. Für die Sicherung der Gefolgschaft auf dem Gebiete des Luftschutzes wurden erhebliche Aufwendungen gemacht.

Dem Schulungs- und Ausbildungswesen zur Sicherung des Nachwuchses und zum bestmöglichen Einsatz der Arbeitskräfte wurde unvermindert besondere Sorgfalt gewidmet. Für den hohen Stand der gewährten Ausbildung sprechen die Ergebnisse der Lehrlingsprüfungen und eine stattliche Reihe von Siegen beim Reichsberufswettkampf. Die Maßnahmen zur Förderung des Angestelltenwachstums durch Weiterbildung, Umschulung und Anlernung wurden mit Erfolg fortgesetzt, so daß die Ueberwindung des immer fühlbarer werdenden Personalmangels wesentlich leichter wurde.

Ueber die verschiedenen Arbeitsgebiete ist im einzelnen folgendes zu berichten:

#### Kohlenbergbau.

Die Kohlengrundlage des Konzerns wurde durch den Erwerb der Zeche Mont-Cenis von der Gewerkschaft ver. Constantin der Große, Bochum, erweitert. Der Ausbau der Betriebsanlagen der Zechen und Kokereien ging planmäßig weiter. Geeignete Maßnahmen wurden getroffen, um den wachsenden Gasbedarf der Gußstahlfabrik sicherzustellen. Die Förderung von Koble und die Gewinnung von Koks und Nebenerzeugnissen weisen gegenüber dem Vorjahr keine besonderen Veränderungen auf. Sie gingen nur vorübergehend bei Ausbruch des Krieges infolge der Ein-

berufung vieler Gefolgschaftsmitglieder zurück. Die Krupp Treibstoffwerk G. m. b. H. hat die Erzeugung einschließlich der Großschmelzanlage zu Beginn des abgelaufenen Geschäftsjahres aufgenommen.

#### Erzbergbau.

Die Förderung der Eisenerzgruben im Siegerland, Lahnggebiet und in Mitteldeutschland konnte gesteigert werden. Der Ausbau der Grube „Echte“ bei Kreiensen wurde planmäßig fortgeführt. Auch die Förderung der Harzgruben, die gemeinsam mit der Firma Hoesch, A.-G., betrieben werden, nahm zu. Auf der Grube „Friederike“ wurde nach Beendigung der Aufschlußarbeiten die Förderung aufgenommen. Die Gewerkschaft Dämme, an der Krupp gemeinsam mit anderen rheinisch-westfälischen Hüttenwerken beteiligt ist, begann mit den Vorarbeiten zum Abteufen eines Gefrierschachtes, durch den die oldenburgische Eisenerz-lagerstätte erschlossen werden soll. Nach vollem Ausbau der noch im Aufschluß befindlichen Gruben wird die eigene Eisenerzförderung eine Höhe erreichen, deren nutzbarer Eiseninhalt etwa der Hälfte des derzeitigen Kruppischen Eisenbedarfs aus Erzen entspricht. Die auf der Betriebsabteilung Schlesische Nickelwerke geförderten Nickelerze wurden in der dortigen Rennanlage zu Eisen-Nickel-Luppen verarbeitet. Die Untersuchungs- und Aufschlußarbeiten auf verschiedenen Metallergabstätten nahmen ihren Fortgang.

#### Eisen- und Stahlbetriebe.

Bei der Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen, überschritt die Rohstahlerzeugung die im Vorjahr erzielte bisherige Höchstleistung. Dieses günstige Ergebnis wurde erreicht bei weiter gesteigertem Einsatz inländischer Erze, ohne Rücksicht auf die dadurch bedingte Kostensteigerung. Der Versand an Walzwerkserzeugnissen stieg insgesamt um etwa 6,5 %, und zwar stärker bei Halbzeug, Stabstahl und Spundwandstahl als bei Eisenbahnoberbaustoffen und Formstahl, während sich der Walzdrahtversand verringerte. Der Auslandsabsatz an Walzzeug nahm erheblich zu. Die Abteilung Stahl- und Brückenbau war weiterhin bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt. Unter den auszuführenden Großbauten wurden die Arbeiten und Lieferungen für die Stahlwerkshallen der Reichswerke „Hermann Göring“ planmäßig fortgeführt. Weitere Großbauten für die Reichswerke in Linz, gleichfalls unter Führung der Friedrich-Alfred-Hütte, und für die Marinebauleitung in Wilhelmshaven wurden in Angriff genommen. Wenn auch der Auslandsabsatz die Höhe des Vorjahres nicht erreichte, so ist es doch trotz des starken Wettbewerbs gelungen, Aufträge auf größere Stahlkonstruktionen verschiedenster Art für das Ausland abzuschließen. Die Nilbrücke bei Samanoud wurde fristgemäß kurz vor Kriegsausbruch vollendet. Der erste nach der Bauart Brassert neugestellte Hochofen wurde fertiggestellt. Die der Friedrich-Alfred-Hütte angeschlossenen Handels- und Verfeinerungsfirmen steigerten ihre Umsätze bei befriedigenden Ergebnissen.

Das Hochofenwerk der Gußstahlfabrik Essen erreichte in störungsfreiem Betriebe wieder die vorgesehene Erzeugung. Die Leistung der Rennanlage wurde durch Verbesserung der Futterhaltbarkeit des Drehofens gesteigert. Die Stahlwerke waren wie im vorhergehenden Jahr voll beschäftigt. Mitte 1939 kamen ein 80-t-Siemens-Martin-Ofen und ein 25-t-Elektroofen neu in Betrieb. Die Schaffung und Einführung von Austauschstählen zur Einsparung schwer zu beschaffender Legierungsbestandteile wurde erfolgreich fortgesetzt. Auch die Walzwerke und Schmiedebetriebe erreichten die hohe Leistung des Vorjahres. Die Betriebe der Blechverarbeitung erzielten durch bauliche Entwicklungsarbeiten und durch Verbesserung der Arbeitsverfahren Leistungssteigerungen, ohne die Zahl der Arbeiter zu erhöhen. Der Apparatebau lieferte u. a. zahlreiche Türme für die Salpetersäureindustrie bis zu 7 m Dmr. und 24 m Höhe, ferner große Lagerbehälter aus nichtrostendem Stahl. Die im vorigen Jahr neu auf den Markt gebrachten Widia-Stähle haben sich bewährt und zu einer beachtlichen Erweiterung der Anwendung dieses Hartmetalls geführt. Der Absatz an Widia-Metall stieg gegenüber dem Vorjahr fast um ein Drittel.

Die Lokomotivfabrik war während des ganzen Jahres gut beschäftigt. Vor allem wirkten sich hier die Bestellungen der Deutschen Reichsbahn aus. Auch an das Ausland ging eine ganze Reihe schwerer Lokomotiven. Der Betrieb stellte im Berichtsjahr, dem zwanzigsten seines Bestehens, die 2000. Lokomotive fertig. Sie war die erste einer neuen Bauart der 2 D 2-Heißdampf-Drillings-Lokomotive mit Stromlinienverkleidung. Die Lieferungen der Abteilung Industrie- und Feldbahnen an Großraumwagen für die Braunkohlenindustrie und an Förderwagen für Steinkohlenzechen und Erzbergwerke waren sehr lebhaft. Der Betrieb war das ganze Jahr hindurch voll beschäftigt. Die Eisenbahnoberbau-Werkstätten hatten eine abermalige Steigerung des Umsatzes zu verzeichnen.

## Maschinenbau.

Die Kraftwagenfabrik war wie im Vorjahr wieder äußerst stark besetzt. Hervorzuheben ist, daß sich die Zahl der an das Ausland, besonders an Ungarn und Jugoslawien, gelieferten Fahrzeuge mehr als verdoppelt hat. Die Landmaschinenfabrik konnte trotz wesentlicher Zunahme der Erzeugung an Erntebearbeitungsmaschinen den inländischen Bedarf nicht ganz befriedigen. Der Absatz nach dem Ausland machte wiederum Fortschritte. Mit dem Ziele der Typenbereinigung wurde der Fertigungsplan begrenzt. Zur Anpassung der Bauarten und zur Zusammenfassung des Vertriebes bildete Krupp mit der Firma Maschinenbau und Bahnbedarf A.-G. vormals Orenstein & Koppel, Berlin, eine Arbeitsgemeinschaft. Die Firma Krupp stellt die Erntebearbeitungsmaschinen, die Firma Maschinenbau und Bahnbedarf A.-G. die Ackerschlepper her. Beide werden als einheitlicher Maschinensatz durch eine gemeinschaftliche Verkaufsorganisation vertrieben. Die einzelnen Erzeugnisse der Gruppe Allgemeiner Maschinenbau weisen durchweg eine weitere Geschäftsbelegung auf. Der große Bedarf an Baggern für die Braunkohlenindustrie hielt an. Neben vielen Umbauarbeiten wurden 7 Großgeräte in Auftrag genommen. Ebenso ist der Umsatz an Getrieben, Druckluftwerkzeugen, Separatoren, Meßgeräten, Lasthebemagneten und Geräten aus nichtrostendem Stahl zum Teil erheblich gestiegen. Eine Reihe von Auslandsaufträgen konnte hereingenommen werden.

## Tochtergesellschaften und Konzernwerke.

Fried. Krupp Grusonwerk, Aktiengesellschaft, Magdeburg. — Der Geschäftsgang war während der ganzen Dauer des Berichtsjahres lebhaft und führte insgesamt zu einem höheren Umsatz und größeren Auftragszugang als im Vorjahr. Allerdings betraf die Zunahme ausschließlich das Inland. Im Auslandsgeschäft ist trotz aller Bemühungen der Auftragszugang gegenüber dem Vorjahr wesentlich zurückgegangen. An bemerkenswerten Aufträgen, die gleichzeitig einen Ausschnitt aus der technischen Entwicklung des Werkes geben, sind zu nennen: eine Anlage für die Zerkleinerung und Flotation armer Kupfererze für Schlesien, ein Zementbrennofen von 180 m Länge für eine Leistung von 700 t täglich (größter Ofen Europas), umfangreiche Mahl- und Schwelanlagen für Hydrierwerke und Kalkstein-Großbrechanlagen. Von den bis jetzt nach Japan gelieferten acht Rennöfen sind inzwischen drei in Betrieb genommen worden; weitere acht Öfen befinden sich noch in der Erstellung. Die Auslieferung der ersten der von den Reichswerken „Hermann Göring“ bestellten beiden Walzwerksanlagen hat begonnen. Das erste nach Deutschland gelieferte Steckel-Warmwalzwerk zum Auswalzen von Blechstreifen steht vor der Inbetriebsetzung. Im neuen Geschäftsjahr ist der Beschäftigungsgrad weiter gestiegen. Der Auftragsbestand ist wesentlich höher als zur gleichen Zeit des Vorjahres. Der Rohertrag belief sich auf 30 975 846 *R.M.*, der Reingewinn auf 876 980 *R.M.*

Fried. Krupp Germaniawerft, Aktiengesellschaft, Kiel. — Die von den in- und ausländischen Auftraggebern gestellten Lieferanforderungen im Schiffbau wie auch im Dieselmotoren-, Kessel- und allgemeinen Maschinenbau konnten nur durch den ganzen Einsatz der vorhandenen Kräfte und Hilfsmittel sowie durch Zuhilfenahme von Ueberstunden bewältigt werden. Im Auslandsgeschäft gelang es, auf Sondergebieten mehrere Aufträge hereinzuholen. Das Geschäftsjahr schloß mit einem Reingewinn von 208 804 *R.M.* ab.

Aktiengesellschaft für Unternehmungen der Eisen- und Stahlindustrie, Berlin. — Die Gesellschaft hat sich auch in diesem Geschäftsjahr im wesentlichen mit der Verwaltung ihrer Beteiligungen und Wertpapiere befaßt. Der erzielte Reingewinn betrug 37 943 *R.M.*

Capito & Klein, Aktiengesellschaft, Düsseldorf-Benrath. — Die Gesellschaft war nur in den ersten Monaten des Geschäftsjahres voll beschäftigt. In den Sommermonaten ging die Leistung wegen Mangels an geeigneten Fachkräften und auf Grund innerbetrieblicher Umstellungen zurück. Reingewinn 180 000 *R.M.*

Westfälische Drahtindustrie, Hamm i. W. — Der zunächst auf die Dauer von 30 Jahren abgeschlossene Interessengemeinschaftsvertrag vom Jahre 1911 wurde um weitere 10 Jahre verlängert. Das letzte Geschäftsjahr brachte bei ausreichender Beschäftigung einen Reingewinn von 746 029 *R.M.*, aus dem eine Dividende von 6 % auf die Stammaktien und von 4 % auf die Vorzugsaktien gezahlt wurde.

Norddeutsche Hütte, Aktiengesellschaft, Bremen-Oslebshausen. — Das Unternehmen war voll beschäftigt und hat den Ausbau seiner Anlagen weiter fortgeführt. Die im Frühjahr 1939 fertiggestellte Vanadin-Laugerei arbeitet zufriedenstellend. Der im Geschäftsjahr 1938 erzielte Gewinn von 127 709 *R.M.* wurde auf neue Rechnung vorgetragen.

## Bilanz.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einen Rohertrag von 394 964 926 *R.M.* aus; hierzu kommen noch Erträge aus Beteiligungen mit 15 936 294 *R.M.*, außerordentliche Erträge mit 38 735 420 *R.M.* und der Gewinnvortrag aus 1937/38 mit 233 975 *R.M.*, zusammen also 449 870 615 *R.M.* Dagegen betragen die Aufwendungen für Löhne und Gehälter 227 617 158 *R.M.*, soziale Abgaben 19 138 549 *R.M.*, Abschreibungen 54 530 009 *R.M.*, Zinsen 1 185 425 *R.M.*, Steuern 98 538 866 *R.M.*, Wohlfahrtsausgaben 16 065 644 *R.M.*, Verluste aus Beteiligungen 9 178 662 *R.M.* und Beiträge an Berufsvertretungen 676 711 *R.M.*, insgesamt also 426 931 024 *R.M.*, so daß sich ein Gewinn von 22 939 590 *R.M.* ergibt. Hiervon werden 12 Mill. *R.M.* der Rücklage für Werks-erhaltung und -erneuerung zugeführt, 9,6 Mill. *R.M.* Gewinn (6 % wie im Vorjahre) auf das Aktienkapital von 160 Mill. *R.M.* ausgeteilt und 1 339 590 *R.M.* auf neue Rechnung vorgetragen. Einige Angaben aus der Bilanz sind nachstehend wiedergegeben:

	1936/37 <i>R.M.</i>	1937/38 <i>R.M.</i>	1938/39 <i>R.M.</i>
Vermögensbestandteile zusammen . . .	575 234 579	646 703 339	746 324 198
darunter:			
Grundeigentum, Werksanlagen usw. . .	184 531 736	191 691 602	225 472 123
Vorräte . . . . .	105 612 263	150 787 456	196 895 952
Wertpapiere und Beteiligungen . . . . .	118 544 949	126 921 985	143 213 455
Kassen- und Bankguthaben . . . . .	13 838 515	22 089 770	22 981 853
Waren- und sonstige Schuldner . . . . .	152 707 116	155 212 526	157 760 815
Verbindlichkeiten zusammen . . . . .	575 234 579	646 703 339	746 324 198
darunter:			
Grundkapital . . . . .	160 000 000	160 000 000	160 000 000
Gesetzliche Rücklagen . . . . .	16 000 000	16 000 000	16 000 000
Sonderrücklagen . . . . .	19 000 000	44 864 684	56 364 684
Rückstellungen und Wertberichtigungen . . . . .	97 532 950	94 355 787	96 459 501
Anleihen . . . . .	69 033 871	67 179 488	65 252 542
Waren- und sonstige Gläubiger . . . . .	128 064 053	155 461 880	231 128 318
Anzahlungen . . . . .	60 234 120	76 719 849	80 126 343
Bankschulden . . . . .	8 147 353	10 787 676	18 053 220
Reingewinn . . . . .	17 222 232	21 333 975	22 939 590

## Preisänderungen für Ruhr- und Aachener Brennstoffe.

Auf Anordnung des Reichskommissars für die Preisbildung traten am 1. Mai 1940 folgende Verkaufspreise in Kraft:  
A. Steinkohle und Steinkohlenbriketts.

Lfd. Nr.	Sorte	Preis frei Eisenbahnwagen ab Werk in <i>R.M./t</i>			
		Fett-, Gas-, Gasflammkohle	Eßkohle	Magerkohle	Anthrazitkohle
1	Stücke . . . . .	18,—	18,—	18,—	18,—
2	Nuß I . . . . .	17,—	19,—	21,—	27,—
3	Nuß II . . . . .	17,—	19,—	22,—	30,—
4	Nuß III . . . . .	17,—	19,—	21,—	27,—
5	Nuß IV . . . . .	17,—	17,—	17,—	18,—
6	Nuß V . . . . .	16,—	16,—	16,—	16,—
7	Feinkohle . . . . .	12,50	12,50	11,75	11,75
8	Kokskohle . . . . .	15,—	—	—	—
9	Staub . . . . .	11,—	11,—	11,—	11,—
10	Förderkohle . . . . .	14,50	14,50	14,50	14,50
11	Gasförderkohle . . . . .	15,50	—	—	—
12	Bestmelierte . . . . .	16,—	16,—	—	—
13	Briketts . . . . .	—	17,80	21,—	21,—

## B. Koks.

Lfd. Nr.	Sorte	Preis frei Eisenbahnwagen ab Werk <i>R.M./t</i>	Lfd. Nr.	Sorte	Preis frei Eisenbahnwagen ab Werk <i>R.M./t</i>
1	Hochofenkoks . . . . .	19,—	5	Brech II . . . . .	22,—
2	Gießereikoks . . . . .	20,—	6	Brech III . . . . .	22,—
3	Spezialgießereikoks . . . . .	23,—	7	Brech IV . . . . .	16,—
4	Brech I . . . . .	22,—	8	Grus . . . . .	11,50

Bislang für einzelne Sorten erhobene Qualitätsauf- und -abschläge kommen in Fortfall. Bei Lieferungen im Landabsatz verbleibt es bei den bisherigen Landabsatzaufschlägen.

Sommerrabatte werden für Brechkoks I bis III, Mager- und Anthrazitnuß I bis III in Höhe von 1,— *R.M./t* für die Monate Mai, Juni, Juli und August vergütet. Sonderrabatte — Einführungs- rabatte für Anthrazitnußkohlen in Zentralheizungen — fallen fort.

Die Gleichmäßigkeitprämie fällt ebenfalls fort.

Die Sonderpreise für Anthrazitnuß I für Zentralheizungen und industrielle Zwecke und Anthrazitnuß II für Zentralheizungen der Behörden und industrielle Zwecke stellen sich auf 24,— *R.M./t*, Anthrazitnuß III für industrielle Zwecke kostet 22,— *R.M./t*; auf diesen Sonderpreis für Anthrazitnuß III kommt wie bisher kein Sommerrabatt in Betracht.

Soweit die bisher vereinbarten Preise die neuen Preise übersteigen, werden sie auf die vorstehenden Preise herabgesetzt. Liegen die neuen Preise höher als die bisher gültig gewesenen Reichskohlenverbands-Listenpreise, so dürfen die bisher tatsächlich erzielten Preise um den Unterschiedsbetrag zwischen den neuen Preisen und den bisherigen Reichskohlenverbands-Listen-

preisen erhöht werden. Ausgenommen sind Bunkerkohlenlieferungen an die Binnen-, Küsten- und Seeschifffahrt. Die Preis-erhöhungen erstrecken sich auch auf Lieferungen auf Grund bestehender Verträge.

**Mitteldeutsche Stahlwerke, Aktiengesellschaft, Riesa.** — Im Geschäftsjahr 1938/39 hat der Geschäftsumfang der Werke wieder eine wesentliche Steigerung erfahren; die größeren Erzeugungs- und Absatzzahlen, die durch den vollen Einsatz von Mensch und Maschine erzielt werden konnten, verteilen sich auf alle Abteilungen. Die dem Unternehmen gestellten Aufgaben erlitten durch den Ausbruch des Krieges keine Unterbrechung, zumal da in den letzten Jahren unter Aufwendung erheblicher Mittel die Betriebsanlagen laufend ausgebaut und erneuert worden waren. Die Gesellschaft erwarb einen erheblichen Teil des 6 Mill. *RM* betragenden Aktienkapitals der benachbarten Sächsischen Gußstahl-Werke Döhlen, A.-G., Freital in Sachsen. Die Zusammenarbeit mit der Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, die durch Interessengemeinschaftsvertrag mit der Berichtsgesellschaft verbunden ist, brachte auf allen Gebieten eine organische und erfolgreiche Weiterentwicklung. Auch die Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte hatte im abgelaufenen Geschäftsjahr Höchstzahlen in der Erzeugung von Roheisen und Rohstahl aufzuweisen.

Entsprechend der erhöhten Erzeugung ist eine wesentliche Erhöhung der Gefolgschaftsziffer eingetreten. Die Zahl der gewerblichen und kaufmännischen Lehrlinge betrug Ende des 13. Geschäftsjahres 838; die Lehrlingswerkstätten und Einrichtungen für berufliche Schulung einschließlich Weiterbildung der

erwachsenen Gefolgschaftsmitglieder sind auch im vergangenen Geschäftsjahr weiterentwickelt worden. In der Fürsorge für die Gefolgschaftsmitglieder nimmt der Ausbau aller Vorkehrungen zum Schutze und der Erhaltung der Arbeitskraft nach wie vor mit den ersten Platz ein. Die Zahl der Jubilare hat sich im abgelaufenen Geschäftsjahr weiter erhöht; die Gesamtzahl der Jubilare beträgt nunmehr mit 40jähriger Dienstzeit 104 Gefolgschaftsmitglieder, mit 25jähriger Dienstzeit 1010 Gefolgschaftsmitglieder. Die Wohnungsbeschaffung wurde planmäßig fortgeführt. Für das Gröditzter Werk befindet sich eine Großsiedlung im Bau.

Im neuen Geschäftsjahr hat sich trotz des Krieges der Beschäftigungsstand auf der Vorjahreshöhe gehalten. Nach Fertigstellung und Ablieferung von Großbauwerken für die Braunkohlenindustrie und andere Auftraggeber haben die Abteilungen für Maschinenbau in Lauchhammer, für Behälterbau und Rohrleitungsbau in Riesa neue Aufträge erhalten, die ihre volle Beschäftigung auf einen weiteren Zeitraum sichern.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einen Roh-ertrag einschließlich 225 825 *RM* Vortrag aus dem Vorjahre von 80 394 164 *RM* aus. Nach Abzug von 35 169 712 *RM* Löhnen und Gehältern, 5 108 151 *RM* sozialen Abgaben, 13 940 241 *RM* Abschreibungen, 2 002 856 *RM* Zinsen, 16 154 162 *RM* Steuern und 4 745 756 *RM* sonstigen Aufwendungen verbleibt ein Reingewinn von 3 303 282 *RM*. Hiervon werden 1 208 485 *RM* der Friedrich-Flick-Stiftung, 1 705 000 *RM* dem Wohnungs- und Siedlungsbestande zugeführt und 389 797 *RM* auf neue Rechnung vorgetragen werden.

### Kohle und Eisen in Norwegen.

Norwegen selbst führt zwar keine Kohle, doch ist sie auf der Insel Spitzbergen, die ihm seit 1925 gehört, vorhanden. Die dortigen Vorräte sind auf 8,75 Milliarden t geschätzt worden. Ein Untersuchungsausschuß der norwegischen „Stora Norsk Spitzbergen Kullkamp“ hat allerdings vor einiger Zeit erklärt, daß diese Annahme zu günstig sei und daß sich die jetzige Jahresförderung von rd. 300 000 t nicht steigern lasse, während sich das im Jahre 1937 erstattete Gutachten eines im arktischen Bergbau besonders erfahrenen norwegischen Fachmannes dahin ausgesprochen hat, daß sich mit 1000 Bergleuten allein auf den Svea-Gruben eine Jahresförderung von 800 000 t erzielen lasse.

Aber selbst wenn dies zutrifft, dann würde die Kohlen-gewinnung auf Spitzbergen nicht ausreichen, um Norwegens Kohlenbedarf zu decken. Seine Einfuhr von Steinkohle und Koks hat nämlich in den letzten Jahren zusammen über 3 Mill. t jährlich erreicht, von denen ungefähr ein Viertel Koks gewesen ist. Der größte Teil dieser Einfuhr ist aus England gekommen. Im Jahre 1937 hat es 1,6 Mill. t Steinkohle und 0,49 Mill. t Koks nach Norwegen geliefert, Deutschland einschließlich Polen jedoch nur 0,7 Mill. t bzw. 0,07 Mill. t.

Von der Kohlenförderung Spitzbergens im genannten Jahre in Höhe von 285 000 t sind 271 000 t von Norwegen aufgenommen und der Rest ist wahrscheinlich auf der Insel selbst verbraucht worden. Daß sich diese Kohle in Norwegen neben der Auslandskohle behaupten kann, obwohl ihr Abbau durch schwierige Arbeiterbeschaffung und ihre Abbeförderung durch die ungünstigen klimatischen Verhältnisse Spitzbergens erheblich verteuert wird, ist auf ihre besonders günstigen Abbaumöglichkeiten zurückzuführen. Ihnen ist es nämlich zu danken, daß dort die Leistung je Mann und Tag mit 3,3 t mehr als doppelt so hoch ist wie im englischen Kohlenbergbau, wo sie nur 1,4 t beträgt. Es ist daher begreiflich, daß Norwegen seine Kohlenförderung auf Spitzbergen zu erweitern sucht und sich mit der Wiederaufnahme des Abbaus der Gruben in Kingsbay beschäftigt. Nach einem dem Handelsministerium vorliegenden Vorschlag soll sich dadurch die Gewinnung um 100 000 t erhöhen lassen. Man will sogar zu einer Verkokung der Spitzbergenkohle übergehen. Anfang dieses Jahres ist wenigstens bekanntgegeben worden, daß die norwegische Hydro-Elektrische Stickstoff-A.-G. (Norsk Hydro A. S.) beabsichtigt, innerhalb ihrer Industrieanlagen in Heroeya die Errichtung einer Versuchsanlage zur Koks-gewinnung aus Spitzbergenkohle unter Anwendung elektrischer Kraft zur Erhitzung der Kohle. Die Versuche werden etwa 100 000 Kronen kosten, das Handelsministerium beteiligt sich an diesen Unkosten mit der Hälfte.

Im Koks-mangel liegt nämlich der Grund dafür, daß Norwegens Eisenindustrie nicht die Entwicklung genommen hat, die sie bei seinem Besitz an Eisenerzen hätte erreichen können. Seine Eisenindustrie ist früher, solange die Verhüttung allgemein mit Holzkohle erfolgte, ziemlich bedeutend gewesen. Seitdem andere Länder jedoch mit ihrem unter Verwendung von Koks erzeugten Eisen das norwegische haben unterbieten können, sind die norwegischen Hüttenwerke zum Erliegen gekommen, soweit sie nicht durch neuartige Arbeitsweise oder die Ausnutzung billiger Wasserkräfte den Koksverbrauch haben verringern können. Auf dieser

Grundlage will Norwegen seine Eisenindustrie neuerdings ausbauen. Bereits im Dezember 1936 ist das norwegische Handelsministerium beauftragt worden, einen Ausschuß dazu einzusetzen, der die dafür erforderlichen Untersuchungen hat vornehmen sollen. Diese sind Ende 1939 abgeschlossen worden und haben ergeben, daß es möglich ist, die Eisenerzeugung des Landes mit Hilfe der eigenen Erzvorkommen zu erweitern. Allerdings muß damit eine Erhöhung der jetzigen Kokseinfuhr in Kauf genommen werden.

Norwegen verfügt über einen sicheren Erzbesitz von 367 Mill. t, zu denen noch mögliche Vorräte von 1,54 Milliarden t treten. Der durchschnittliche Eisengehalt der Erze beträgt 37 %, der Eisengehalt seiner sicheren Vorräte entspricht daher 136 Mill. t oder 0,5 % der Weltvorräte.

Die größten norwegischen Eisenerzvorkommen befinden sich bei Südaranger im Nordosten und im Dunderlandtal etwa 500 km nördlich von Dronheim. Die erstgenannten enthalten nur 30 bis 35 % Eisen, sind also verhältnismäßig metallarm und müssen zur Verhüttung zu Konzentraten mit etwa 60 % Eisengehalt aufgearbeitet werden. Die anderen Fundstätten haben vor ihnen zwar den Vorzug der günstigeren Lage zum Verbraucher, doch macht auch ihre Aufbereitung, zumal da sie ebenfalls metallarm sind, Schwierigkeiten. Weiterhin sind die Schwefelkiesgruben von Grong, 200 km nördlich von Dronheim, zu erwähnen, deren Kiesabbrände sich durch einen beträchtlichen Eisengehalt auszeichnen sollen. Ihre Verarbeitung erfolgt in den Werken am nahen Glomfjord, wo billiger Strom dafür zur Verfügung steht.

Norwegens Eisenindustrie ist trotz seinem reichen Rohstoffbesitz rückständig, obwohl es seine Erzförderung von 474 000 t im Jahre 1933 bis 1938 auf 1,5 Mill. t erhöht hat. Trotzdem aber hat seine Roheiseneinfuhr in der gleichen Zeit ständig zugenommen, und zwar von 11 057 t auf 24 572 t im Jahre 1937. Aus diesen Zahlen geht jedenfalls im Hinblick auf den Eisenerzbesitz Norwegens hervor, daß seine Eisenindustrie außerordentlich entwicklungs-fähig ist.

Der bei weitem größte Teil der norwegischen Eisen- und Stahl-erzeugung entfällt auf die Werke in Jörpeland bei Stavanger und das Christiania-Spigerverk bei Oslo. Dieser Betrieb deckt fast den ganzen Bedarf des Landes an Eisenbahnschienen, die sowohl aus Schrott wie aus Elektro-roheisen hergestellt werden. Das letztere wird in Bremanger am Sunnfjord erzeugt, wo man im übrigen in letzter Zeit auch neue Verfahren zur Gewinnung hochwertigen Elektrostahts unmittelbar aus dem Erz ohne den Umweg über das Elektro-roheisen versucht hat. Am Oslofjord soll endlich noch ein Walzwerk errichtet werden.

Kurz zusammengefaßt ergibt sich aus diesen Betrachtungen, daß zwar Norwegens Eisenbesitz eine günstige Grundlage für die Pläne seiner Regierung, die heimische Eisenindustrie auszubauen, bietet, daß dem Lande jedoch der dafür erforderliche Kohlen-reichtum fehlt. Allerdings kann er durch weiße Kohle ersetzt werden, denn Norwegen verfügt über Wasserkräfte in Höhe von 12 Mill. PS, von denen erst der fünfte Teil ausgebaut ist. Es steht mit diesem Besitz unter allen europäischen Ländern bei weitem an erster Stelle.

Paul Ruprecht.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

#### Vortragsveranstaltungen des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

In der vorläufigen Planung über die Vortragsveranstaltung unseres Vereins ist als Zeitpunkt für die

##### Tagung der Eisenhütte Südost

vorzumerken **Sonnabend und Sonntag, den 8. und 9. Juni 1940.**

Ort: Semmering.

Einzelheiten werden später noch bekanntgegeben werden.

Die

##### Tagung der Eisenhütte Südwest

muß auf einige Zeit verschoben werden.

#### Fachausschüsse.

Mittwoch, den 15. Mai 1940, 15.30 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

##### 150. Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Zusammenhänge zwischen der Wärmewirtschaft und den Erzeugungskennzahlen gemischter Hüttenwerke. Berichterstatter: Dr.-Ing. F. Wesemann, Düsseldorf.
2. Neuere Feststellungen über die Gasstrahlung bei höheren Temperaturen und deren Bedeutung für den Ofenbetrieb. Berichterstatter: Dr.-Ing. habil. H. Schwiedeßen, Düsseldorf.
3. Verschiedenes.

\* \* \*

Mittwoch, den 22. Mai 1940, 15 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

##### 45. Sitzung des Walzwerksausschusses

statt mit nachstehender Tagesordnung:

1. Die Grundlagen der bildsamen Formgebung. Berichterstatter: Professor F. Körber, Düsseldorf.
2. Einige Fälle der spanlosen Formgebung. Berichterstatter: Dipl.-Ing. A. Eichinger, Düsseldorf.
3. Umbau einer leichten Mittelstahlwalzenstraße. Berichterstatter: Dipl.-Ing. E. Wolff, Peine.
4. Einfluß des Brems- und Haspelzuges auf den Kaltwalzvorgang. Berichterstatter: Dr. W. Lueg, Düsseldorf.
5. Verschiedenes.

#### Änderungen in der Mitgliederliste.

*Adolph, Alfred*, Oberingenieur a. D., Wiesbaden-Biebrich, Nassauer Str. 37. 00 001

*Bergersen, Olav*, Dipl.-Ing., Berlin-Wilhelmshagen, Im Haselwinkel 9 (Norweg. Ruderclub). 37 028

*Buddemeier, Ernst*, Dipl.-Ing., „Nitag“ Deutsche Treibstoffe A.-G., Berlin-Charlottenburg 4, Schlüterstr. 37; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 9, Bayernallee 41, I. 38 018

*Drozd, Alfred*, Dipl.-Ing., Eisenwerk Witkowitz, Mähr. Ostrau-Witkowitz; Wohnung: Mähr. Ostrau-Oderfurt (Mähren), Wattstr. 5. 39 019

*Gakovic, Nikola S.*, Ingenieur, „Sartid“ A.-G., Smederevo (Jugoslawien). 35 142

*Gödecke, Willi*, Dr. phil., Chemiker, Fa. Pöse-Marré Elektrometall, Erkrath (Bz. Düsseldorf); Wohnung: Adolf-Hitler-Str. 45. 37 127

*Grünwald, Hans*, Dipl.-Ing., Fa. Ewald Berninghaus, Duisburg; Wohnung: Merkatorstr. 112 I, I. 33 044

*Heidl, Gottfried*, Dipl.-Ing., Alpine Montan-A.-G. „Hermann Göring“, Maschinenbetrieb, Linz (Donau); Wohnung: Waldeggstraße 52. 39 410

*Honigmann, Fritz Günter*, Dipl.-Ing., Direktor und Vorstandsmitglied der Bicker & Co. A.-G., Essen, Max-Fiedler-Str. 6; Wohnung: Moltkestr. 46. 33 053

*Kienzle, Gustav*, Oberingenieur i. R., Herrenberg, Uhlandstr. 8. 11 082

*Lux, Hans-Joachim*, Dipl.-Ing., Friedenshütte A.-G., Hochofenbetrieb, Friedenshütte (Oberschles.); Wohnung: Schulstr. 1. 36 262

*Mencke, Gerhard*, Dipl.-Ing., Geschäftsführer, Bezirksgruppe Oberschlesien der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie, Gleiwitz, Teuchertstr. 11; Wohnung: Gustav-Freytag-Allee 71. 22 119

*Meusel, Franz*, Dipl.-Ing., Betriebschef, Bismarckhütte A.-G., Bismarckhütte (Oberschles.); Wohnung: Richthofenstr. 55. 23 124

*Müller-Wild, Hans*, Dipl.-Ing., Regierungsrat, Bezirkswirtschaftsamt Düsseldorf für den Wehrwirtschaftsbezirk VI b; Wohnung: Düsseldorf 10, Parkstr. 84. 29 143

*Nagel, Richard*, Dipl.-Ing., Werkdirektor, Rheinmetall-Borsig A.-G., Werk Düsseldorf, Düsseldorf 1, Postfach 216; Wohnung: Düsseldorf-Rath, Reichswaldallee 25. 35 391

*Peetz, Eugen*, Dr.-Ing., Reichswerke A.-G. für Erzbergbau und Eisenhütten „Hermann Göring“, Forschungsabt., Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Am hohen Tor 2. 29 149

*Pip, Otto*, Dr.-Ing., I.-G. Farbenindustrie A.-G., Ludwigshafen-Oppau; Wohnung: Ludwigshafen (Rhein), Schillerstr. 45. 35 422

*Pöhl, Carl*, Ingenieur, Essen-Bredene, Graf-Spee-Str. 11. 09 059

*Pracchi, Raoul*, Dipl.-Ing., Mailand (Italien), Corso Sempioene 52. 39 282

*Puppe, Johann*, Dr.-Ing., „Nema“ Neißer Eisengießerei u. Maschinenbau-Anstalt, Neißer-Neuland; Wohnung: Neißer, Hindenburgstr. 32. 07 086

*Riedel, Konrad*, Dr.-Ing., Reichswerke A.-G. für Erzbergbau und Eisenhütten „Hermann Göring“, Forschungsabt., Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Wolfenbüttel, Brauergildenstraße 4. 28 144

*Rocholl, Ludwig*, Ingenieur, Dienststellenleiter der Wirtschaftsgruppe Luftfahrt-Industrie, Abt. RDLI-Baustoffprüfung, Berlin W 35; Wohnung: Geisweid (Kr. Siegen), Pfarrstr. 4. 40 011

*Rösner, Kurt*, Ing., Witkowitz Bergbau u. Eisenhütten-Gewerkschaft, Neues Stahlwerk, Mähr. Ostrau 10. 37 366

*Ruf, Karl*, Dr.-Ing., Sachsenwerk Licht- u. Kraft-A.-G., Niedersedlitz (Sachs.); Wohnung: Dresden-A. 20, Herkulesstr. 11. 39 245

*Ruppert, Alfred*, Oberingenieur, W. & W. Schenk K.-G., Leichtigulzwerke Maulbronn, Werk Schwäbisch Gmünd, Schwäbisch Gmünd; Wohnung: Parlerstr. 12. 28 148

*Schmidt, Wolf*, Dr.-Ing., Escola Técnica do Exército, Rio de Janeiro (Brasilien), Rua Moncorvo Filho 20. 33 115

*Schreckenbach, Paul*, Oberingenieur, Leiter der Stahlwerksbetriebe der Fa. August Engels G. m. b. H., Velbert (Rheinl.); Wohnung: Südstr. 26. 29 176

*Schröder, Karl*, Hüttdirektor a. D., Dresden-A. 24, Winckelmannstr. 12 (b. Ahrens). 94 020

*Takeda, Shuzo*, Dr.-Ing., Professor, Nagoya Kaiserl. Universität, Institut für Metallkunde, Kogakubu, Nagoya (Japan). 38 185

*Thiel, Günther*, Dipl.-Ing., Assistent im Stahlschmelzbetrieb der Deutschen Eisenwerke A.-G., Mülheim (Ruhr); Wohnung: Aktienstr. 75. 38 189

*Zeising, Oskar*, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Hüttenwerke Siegerland A.-G., Hochofen- u. Weißblechwerk, Wissen (Sieg); Wohnung: Adolf-Hitler-Str. 59. 35 606

#### Gestorben:

*Claren, Hubert*, Ingenieur, Düsseldorf. \* 31. 1. 1871, † 27. 4. 1940.

*Dantz, Carl*, Dr. phil., Berlin-Grünwald. \* 8. 1. 1867, † 1. 2. 1940.

*Gratzke, Wilhelm*, Direktor, Siegen. \* 14. 11. 1874, † 24. 4. 1940.

*Peters, Otto*, Fabrikdirektor a. D., Düsseldorf. \* 9. 4. 1870, † 30. 4. 1940.

*Sagramoso, Giulio*, Mailand (Italien). \* 5. 8. 1855, † 12. 2. 1939.

#### Neue Mitglieder.

##### A. Ordentliche Mitglieder:

*Engel, Ludolf*, Dr.-Ing., Oberingenieur, Demag A.-G., Duisburg; Wohnung: Kölner Str. 150. 40 195

*Faensen, Hans*, Dr. rer. pol., Dipl. Ing., Organisationsleiter, A.-G. Reichswerke „Hermann Göring“, Linz (Donau); Wohnung: Grillparzerstr. 57. 40 196

*Heidens, Ludwig*, Ingenieur, Betriebsassistent, Stahlwerke Röchling-Buderus A.-G., Wetzlar; Wohnung: Formerstr. 36. 40 197

*Kleweta, Friedrich*, Dipl.-Ing., Vereinigte Deutsche Nickelwerke A.-G., Laband (Oberschles.); Wohnung: Friedrichstr. 6. 40 198

*Meyer, Wilhelm Fr.*, Dr. phil., Assistent, Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke A.-G., Gleiwitz; Wohnung: Lützwowstr. 15. 40 199

*Pfeil, Fritz*, Dr. rer. pol., Dipl.-Betriebswirt, Prokurist, Industrieofenbau Fulmina Friedrich Pfeil, Edingen (Neckar); Wohnung: Mannheim-Seckenheim, Meßkircher Str. 52. 40 200

##### B. Außerordentliche Mitglieder:

*Vogl, Alfred*, cand. rer. met., Freiberg (Sachs.), Silbermannstr. 5, I. 40 201