

# 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 25

20. JUNI 1940

60. JAHRGANG

### Steigerung der Haltbarkeit und Leistung von Siemens-Martin-Oefen mit Koksofengasbeheizung unter Braunkohlenstaubzusatz.

Von Alfred Mund in Düsseldorf.

[Bericht Nr. 368 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*.]

(Wärmebedarf) und Schmelzleistung in Abhängigkeit vom Ofenalter. Ermittlung des wirtschaftlichsten Braunkohlenstaubzusatzes bei Kaltgasbeheizung. Ueberwachung der Zugverhältnisse in Verbindung mit der zugeführten Wärmemenge und der Abgastemperatur. Maßnahmen zur Erhöhung der Haltbarkeit des Unterofens. Vergleich der Gewölbeabnutzung eines Silikaofens mit der eines Chrom-Magnesit-Ofens. Metallurgische und wirtschaftliche Vorteile des Chrom-Magnesit-Ofens.)

In Zeiten höchster Anforderungen an die Leistungsfähigkeit eines Stahlwerks gilt als erstes Gebot das Erstreben einer möglichst langen Haltbarkeit der Oefen, wodurch die Ausbesserungszeiten und damit der Erzeugungsausfall auf ein Mindestmaß gebracht werden. Wengleich die Stundenleistung eines neu zugestellten Ofens beträchtlich über der eines alten Ofens liegt, so wird der Unterschied der beiden Leistungen in keinem Fall den Ausfall an Erzeugung wettmachen, der durch die vorzeitig erforderliche Ausbesserung und die Anheizzeit entsteht.

#### Wärmebedarf und Schmelzleistung in Abhängigkeit vom Ofenalter.

Bild 1 zeigt, wie hoch sich die Mehrerzeugung durch längere Haltbarkeit eines Ofens stellen würde, wenn es z. B. gelänge, durch geeignete Maßnahmen eine Ofenreise auf die doppelte Zeit zu bringen. Die Felder I, II und IV, deren obere Begrenzung die Kurven der Stundenleistung bilden, zeigen zwei gleich große Silikaofenreisen mit einer Erzeugung von zusammen 49 280 t Stahl und einer dazwischen liegenden Ausbesserungszeit von vier Wochen.

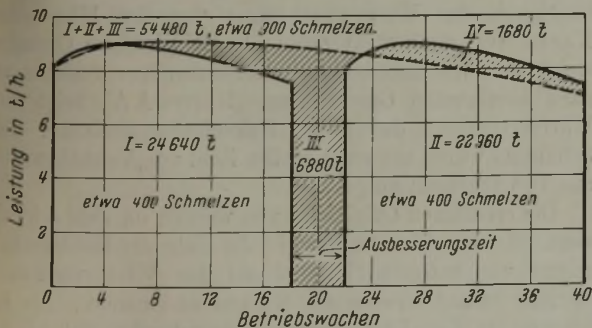


Bild 1. Vergleich der Gesamtstahlerzeugung in verschiedenen langen Siemens-Martin-Ofenreisen.

Der auf doppelte Haltbarkeit gebrachte Ofen erzeugt in der Betriebszeit von 40 Wochen gemäß der Summe der Felder: I, II und III 54 480 t Stahl, d. h. 10,5 % mehr.

\* Vorgetragen auf der 48. Vollsitzung am 8. Mai 1940 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Hinzu kommt noch der Wegfall einer ganzen Ofenausbesserung mit Stein- und Lohnkosten.

Die untersuchten Koksofengasöfen I und II arbeiten, wie E. Wulfert bereits berichtete<sup>1)</sup>, mit Braunkohlenstaubzusatz bei einem Fassungsvermögen von 55 t. Sie wurden im Jahre 1935 neu erstellt und haben seitdem 7 oder 8 Reisen hinter sich. Die zum Betrieb der Oefen aufgewendete Wärmemenge wird durch Meßgeräte genau erfaßt: das Koksofengas durch übliche Gasmengenschreiber, der Braunkohlenstaub durch Aufzeichnung der Umdrehungszahlen der Kohlenstaubförderschnecke<sup>2)</sup>, deren Förderleistung in g/Umdr. festgelegt ist. Auf diese Weise war es möglich, den Verlauf des Gesamtwärmeverbrauchs über die verschiedenen Ofenreisen kurvenmäßig zu erfassen.

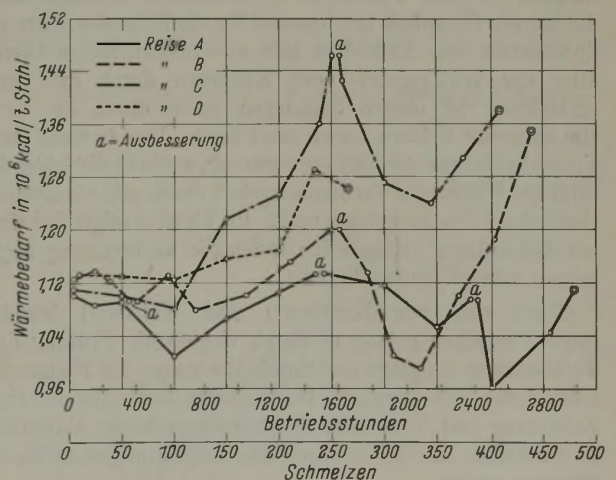


Bild 2. Wärmebedarf der Ofenreisen A bis D, Siemens-Martin-Ofen I.

Vier Reisen des Ofens I aus den Jahren 1935 bis 1937 sind in Bild 2 ausgewertet. Bei den Reisen A, B und C mußte nach etwa 250 Schmelzen entsprechend 1600 Be-

<sup>1)</sup> Stahl und Eisen 57 (1937) S. 1165/71 u. 1195/1201 (Stahlw.-Aussch. 332).

<sup>2)</sup> Ebenda, S. 1166.



triebsstunden eine Zwischenausbesserung vorgenommen werden, da infolge des großen Anteils an Karburierungsmitteln die mit Silikaknütteln gepackten Kammern verstaubten und die Gittersteine der oberen Lagen durch die hohe Temperaturbeanspruchung stark abschmolzen<sup>3)</sup>. Außerdem war auch eine Gewölbeausbesserung erforderlich geworden, weil das Gewölbe besonders über dem Abstich durch die Flamme stark angegriffen worden war.

Der Verlauf der Wärmekurven (Bild 2) zeigt, daß der Wärmebedarf des Ofens nach der Ausbesserung zunächst abfällt, um aber bald wieder stark anzusteigen, und zwar auf eine Höhe, die auch in der gleichen Zeit erreicht worden wäre, wenn die Ausbesserung nicht stattgefunden hätte; d. h., wenn man die allgemeine Richtung der Wärmekurve beim Abstellen des Ofens für die Ausbesserung weiter verlängert, so trifft man etwa bei der gleichen Schmelzzahl auf die Kurve, die sich nach der Ausbesserung des Ofens ergibt.

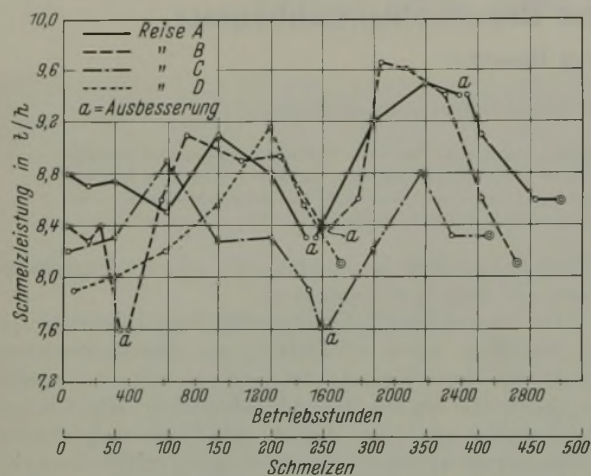


Bild 3. Schmelzleistung der Ofenreisen A bis D, Siemens-Martin-Ofen I.

Die Teilausbesserung bewirkt also nur eine kurzfristige Senkung der Wärmekosten. Der ganze übrige Ofen ist dem üblichen weiteren Verschleiß ausgesetzt, wobei hauptsächlich die große Fläche des abstrahlenden Gewölbes und des ganzen Oberofens bestimmend für die Höhe des Wärmedurchsatzes ist. Außerdem läßt mit zunehmendem Ofenalter der Wirkungsgrad der Kammern durch die Verschlackung der oberen Steinlagen sowie durch die Verstaubung der tieferen Lagen stark nach. Dies bewirkt eine Verschlechterung der Luftvorwärmung, weshalb die fehlende fühlbare Wärme der Verbrennungsluft durch erhöhte Brennstoffzufuhr ersetzt werden muß. Im übrigen zeigte bei den zur Behandlung gelangenden Ofen die Verbrennung noch keinen befriedigenden Verlauf.

Nach den von Kreuzer<sup>3)</sup> und Wulfert<sup>2)</sup> berichteten Versuchen gelang es durch eingehende Prüfung der Verbrennungsvorgänge und durch Messungen der Flammentemperatur, die geeignete Düsenform sowie die richtige Zuführung und Verteilung des Kohlenstaubs im Gasstrahl zu ermitteln. Hierdurch wurde eine lange und gut deckende Flamme erzielt.

Die Schmelzleistung (Bild 3) zeigt einen dem Wärmeverbrauch entgegengesetzten Verlauf. Sie steigt nach der Ausbesserung wieder stark an, fällt dann aber ungefähr — mit einer Ausnahme (Reise C) — auf den Stand vor der Ausbesserung wieder ab. Hierbei ist nicht berücksichtigt, daß bei diesen Reisen eine große Zahl von Versuchen mit den

verschiedensten Kohlenstaubmengen je t Stahl gemacht wurde, deren Höhe, wie weiter unten gezeigt wird, ganz entscheidend für Leistung und Wärmebedarf ist.

Bei Ofen II (Bild 4) ist der Verlauf der Wärmeverbrauchs-kurven etwas stetiger; hier wurde nur bei der Reise B eine Zwischenausbesserung eingeschaltet, und zwar wurde ein Drittel des Gewölbes erneuert und die Kammern gereinigt.

In welcher Weise die Auswertung der Betriebsüberwachung vorgenommen wurde, zeigt Zahlentafel 1. Sie erläutert die Reise B des Ofens II (vgl. Bild 4). Die Aufteilung der Reise in Einzelabschnitte geht aus Spalte 1 hervor. Sie war gegeben durch die häufig wechselnde Kohlenstaubmenge gemäß Spalte 7. Es wurden mannigfaltige Versuche angestellt, von der reinen Koksofengasbeheizung bis zu 1200 kg/h Braunkohlenstaubzusatz, das entspricht 155 kg/t (Spalte 10). Nach 222 Schmelzen mußte der Ofen abgestellt werden, da die rechte Kammer

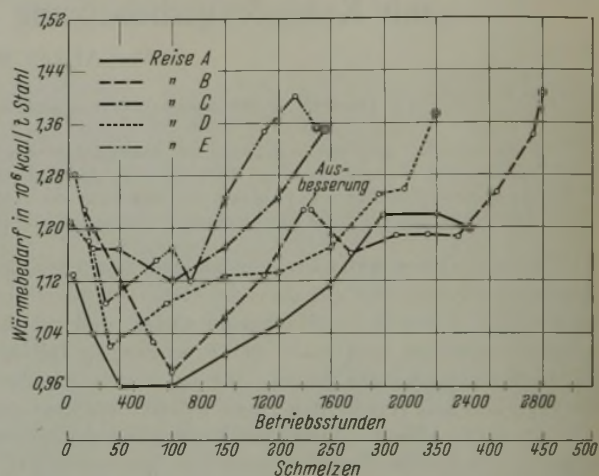


Bild 4. Wärmebedarf der Ofenreise A bis E, Siemens-Martin-Ofen II.

fast völlig zugestaubt war, während die linke noch verhältnismäßig offen blieb. Desgleichen war das Gewölbe über dem Abstich verschlissen, so daß ein Streifen über der Rückwand neu eingesetzt sowie die Luftzüge erneuert werden mußten. Die Kammern wurden gesäubert, nach 11 Tagen Unterbrechung wurde die Reise fortgesetzt. Der jeweilige Wärmebedarf ist in Spalte 11 angegeben.

#### Ermittlung des wirtschaftlichsten Braunkohlenstaubzusatzes.

Im folgenden soll gezeigt werden, daß eine starke Abhängigkeit des Wärmedurchsatzes von der Höhe der Karburierung besteht (Bild 5). Bei gleichem Ofenalter steigt der Wärmebedarf mit zunehmendem Staubsatz nach bestimmten Gesetzen an. Kurve AA' zeigt den Wärmeverbrauch bei reiner Koksofengasbeheizung. Das Schaubild wurde aus einer großen Zahl von Versuchswerten aus 15 Ofenreisen aufgestellt.

Die erhaltenen Originalkurven wurden im Bild 5 idealisiert. Bis etwa 75 Schmelzen ist die Höhe der Kohlenstaubmenge von geringem Einfluß auf den Wärmeverbrauch, darüber hinaus streben die Kurven auseinander. Als Erklärung für diese Erscheinung wurde gefunden, daß bei den hohen Staubmengen die Belastung des Kammergitterwerkes durch die große Flugaschenmenge ansteigt. Die Abzugsverhältnisse verschlechtern sich schnell, der Oberofen flammt stärker aus, wodurch ein größerer Verschleiß des Gewölbes und der Köpfe, ferner ein erhöhter Wärmeverlust durch das Ausstoßen und die verstärkte Abstrahlung eintreten. Die Kammern nehmen also nur eine bestimmte Abgasmenge auf.

<sup>3)</sup> Kreuzer, C.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1397/1404 (Stahlw.-Aussch. 336).



Zahlentafel 1. Betriebsangaben des Ofens II.  
Ofenreise B vom 25. Mai 1936 bis 13. Oktober 1936 = 2915 Betriebsstunden = 456 Schmelzen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nr. der Ofenschmelze	Stahleisensatz	Einsatzdauer	Mittleres Ausbringen	Anfangsgasmenge	Durchschnittliche Gasmenge	Staubmenge	Stündliche Schmelzleistung	Mittlerer Gasverbrauch	Mittlerer Staubverbrauch	Mittlerer Wärmeverbrauch	Mittlere Wärmekosten	Mittlere Werte aus n Schmelzen
von bis	%	h	t	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	kg/h	t/h	m <sup>3</sup> /t	kg/t	10 <sup>6</sup> kcal je t Stahl	ℛ.ℳ/t	
1 bis 16	9,6	2,8	53,8	1950	1890	500	8,3	277	60	1,231	5,77	15
17 bis 25	9,6	2,6	52,8	1500	1490	800	8,4	176	95	1,197	5,11	7
26 bis 79	17,0	2,7	52,7	1850	1500	500	8,4	178	60	1,030	4,70	46
80 bis 91	17,0	2,8	54,4	1300	1050	1100	8,5	122	129	1,145 <sup>1)</sup>	4,36	3
92 bis 103	17,0	3,3	53,9	1850	1430	500	8,6	168	58	0,979	4,45	10
104 bis 110	17,0	2,6	57,4	2400	2110	ohne Staub	7,6	267	0	1,095 <sup>1)</sup>	5,87	7
111 bis 150	17,0	2,5	55,0	1850	1740	500	9,0	193	55	1,066	4,96	37
154 bis 185	16,5	2,3	54,7	1900	1820	500	9,0	208	55	1,128	5,29	33
186 bis 222	16,5	2,8	53,2	1950	1940	500	8,5	229	59	1,234	5,81	34
Ofen abgestellt. Teilweise Ausbesserung des Gewölbes, neue Luftzüge, Reinigung der Luftkammern												
223 bis 268	20,5	3,3	52,4	1900	1650	560	8,3	201	67	1,159	5,29	43
269 bis 312	20,5	2,9	51,7	1900	1700	560	8,2	207	68	1,189	5,44	41
313 bis 340	21,0	2,9	51,4	1900	1730	500	8,0	214	63	1,192	5,53	24
341 bis 370	19,5	2,7	52,0	1900	1770	500	8,2	215	61	1,187	5,52	20
371 bis 379	19,5	2,8	52,0	1800	1750	750	8,3	213	90	1,323 <sup>1)</sup>	5,86	9
380 bis 405	19,5	2,6	51,4	2000	1840	500	8,1	230	62	1,253	5,87	22
406 bis 410	19,5	2,7	52,0	1200	1170	1200	7,7	157	155	1,419 <sup>1)</sup>	5,47	5
411 bis 413	19,5	2,9	49,2	1900	1880	750	7,7	235	98	1,454 <sup>1)</sup>	6,44	3
414 bis 415	19,5	3,0	52,7	2300	2170	ohne Staub	6,8	317	0	1,300 <sup>1)</sup>	6,97	2
416 bis 418	19,5	2,7	48,0	2100	2000	450	7,5	267	60	1,395 <sup>1)</sup>	6,65	3
419 bis 438	19,5	2,8	53,1	1600	1530	1000	8,0	181	119	1,337	5,53	18
439 bis 449	19,5	3,2	51,6	2000	1950	650	8,0	244	81	1,405	6,42	9
450 bis 456	19,5	2,9	53,1	2550	2520	ohne Staub	7,3	348	0	1,427 <sup>1)</sup>	7,66	6

<sup>1)</sup> Die Werte dieser Versuchsschmelzen wurden in die Wärmeverbrauchskurve nicht eingezeichnet.

Durch höheren Zusatz von Kohlenstaub, der bei 5000 kcal/kg für 1 kg die 7fache Luftmenge = 7 Nm<sup>3</sup>/kg gegenüber der 5fachen für 1 m<sup>3</sup> Gas mit 4100 kcal/m<sup>3</sup>, d. h. für 1 · 10<sup>6</sup> kcal = 1400 m<sup>3</sup> Verbrennungsluft gegenüber 1220 m<sup>3</sup> erfordert, wird, besonders bei älterem Ofen, die Aufnahmefähigkeit der Abgaswege überschritten.

Der erhebliche Preisunterschied für Braunkohlenstaub und Koksofengas, wie bereits von E. Wulffert<sup>1)</sup> angegeben, bei 2,60 ℛ.ℳ gegen 5,35 ℛ.ℳ je 1 · 10<sup>6</sup> WE ist naturgemäß ein starker Anreiz dazu, das Koksofengas weitgehend durch Braunkohlenstaub als Heizmittel zu ersetzen. Unter Zugrundelegung der oben gezeigten Wärmebedarfskurven ergibt sich für die Wärmekosten (Bild 6) folgendes Bild.

Bis 300 Schmelzen liegen die Wärmekosten für jede beliebig hohe Karburierung unter der reinen Koksofengasbeheizung (Kurve AA'). Darüber hinaus liegen sie bis zu 600 Schmelzen noch bei etwa 60 kg Kohlenstaub je t Rohstahl darunter. Bemerkenswert ist, daß bis zwischen 70 und 100 Schmelzen durch die Steigerung des Kohlenstaubanteils die Kosten stetig gesenkt werden, dann aber nach Durchlaufen eines Wendepunktes ebenso schnell wieder ansteigen. Dies ist gewissermaßen die Anlaufdauer des Ofens, während der das gesamte Ofensystem laufend eine bestimmte Aufheizwärmemenge bis zur Sättigung aufnimmt. Deswegen wäre es auch hier an sich möglich, mit den höchsten Kohlenstaubmengen zu fahren, wenn man von dem Nachteil der schnelleren Kammerverstaubung absehen will.

Durch eine andere Darstellungsart werden die geschilderten Zusammenhänge noch deutlicher gemacht. In Bild 7 wurde als Abszisse

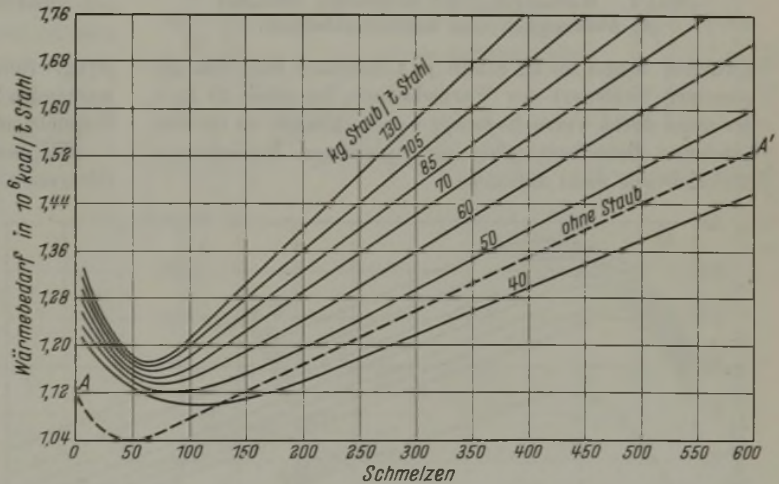


Bild 5. Wärmebedarf bei steigendem Kohlenstaubanteil in Abhängigkeit vom Ofenalter.

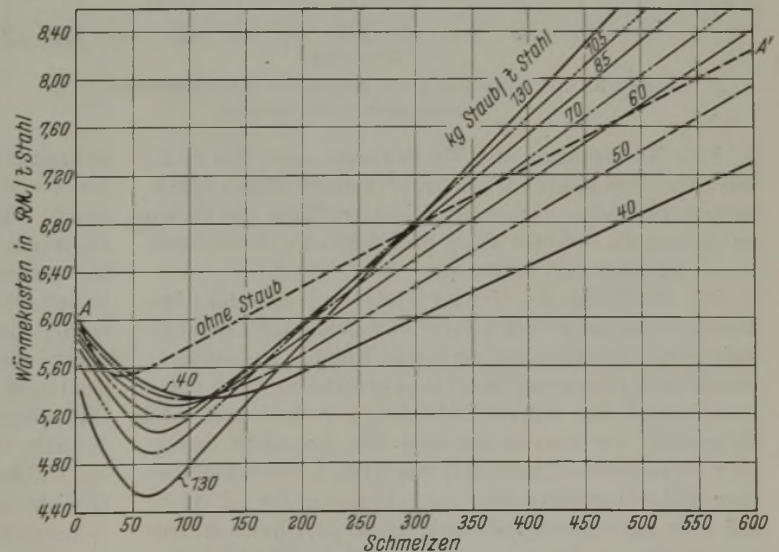


Bild 6. Wärmekosten bei steigendem Kohlenstaubanteil in Abhängigkeit vom Ofenalter.



die Kohlenstaubmenge kg/t Stahl gewählt, während die Schmelzzahl als Kurvenbündel auftritt. Die Ordinateachse gibt die reine Koksofengasbeheizung an; der niedrigste Wert des Wärmeverbrauchs liegt bei 50 Schmelzen. Nur in dem Bereich zwischen 50 und 100 Schmelzen steigt der Wärmebedarf mit zunehmender Karburierung in geringem Maße, sonst überall stärker an.

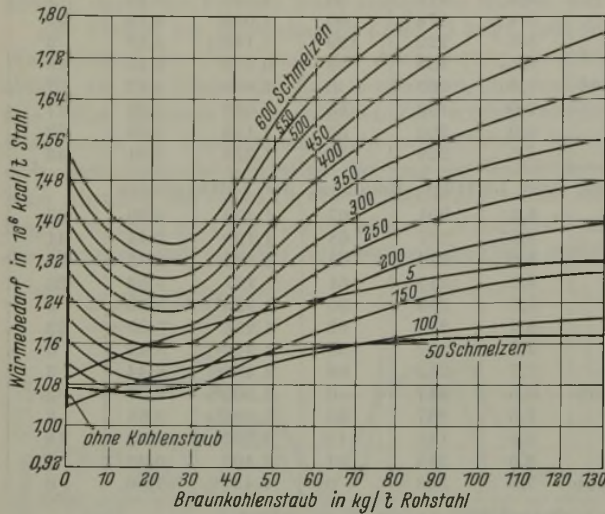


Bild 7. Wärmebedarf bei steigendem Ofenalter in Abhängigkeit vom Kohlenstaubzusatz.

Zwischen 0 und 40 kg Staub je t Rohstahl liegt ein allgemeiner Tiefstwert des Wärmebedarfs bei etwa 25 kg/t, der nicht durch Versuche belegt werden konnte, da die vorhandenen Betriebsanlagen eine so geringe Kohlenstaubförderleistung nicht zuließen.

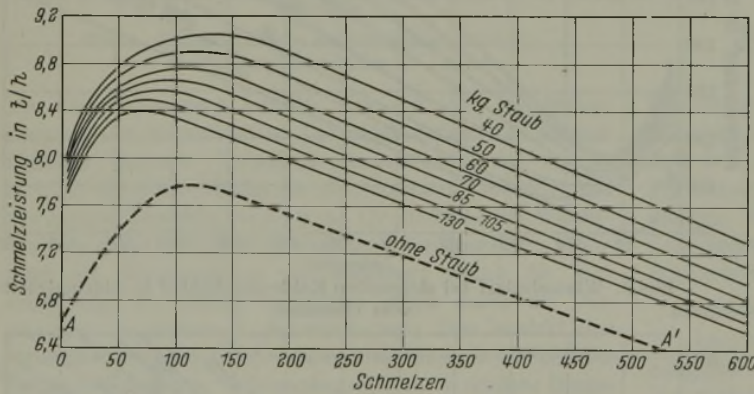


Bild 8. Schmelzleistung bei steigendem Kohlenstaubzusatz in Abhängigkeit vom Ofenalter.

Eine Nachrechnung der Wärmekosten zeigt, daß es bis 300 Schmelzen möglich ist, die Kosten durch höhere Staubmengen zu halten. Bis zu 100 Schmelzen fallen die Kosten im ganzen ab, nehmen dann mit steigender Schmelzzahl um so schneller aber wieder zu.

Die Beziehung der Schmelzleistung zur Höhe der Karburierung ist in Bild 8 veranschaulicht. Die Leistungssteigerung, die gegenüber der reinen Koksofengasbeheizung durch die Karburierung überhaupt erreicht wird, ist durch den Verlauf der Kurve AA' klar gekennzeichnet. Im Höhepunkt der Kurven bei etwa 100 Schmelzen beträgt sie z. B. bei einem Staubzusatz von 40 kg/t Rohstahl gegenüber Koksofengasbeheizung ohne Karburierung rd. 17%. Bei einer Karburierung mit mehr als 40 kg/t Rohstahl tritt mit zunehmender Staubmenge in jedem Zeitpunkt der ganzen Ofenreise ein Leistungsabfall auf.

Dies ist sehr bedeutungsvoll, da die stündliche Schmelzleistung eines Ofens für die Selbstkosten wesentlich mehr ausmacht als eine etwa erzielbare Wärmeersparnis. Wenn also durch Erhöhung der Karburierung die Stundenleistung fällt, so ist dadurch in fast allen Fällen die Wirtschaftlichkeit des hohen Kohlenstaubzusatzes — ganz abgesehen von den betrieblichen Nachteilen — in Frage gestellt.

Auf Grund des bisher Ausgeführten wurde nunmehr als Richtlinie für den Betrieb ein Kohlenstaubzusatz von

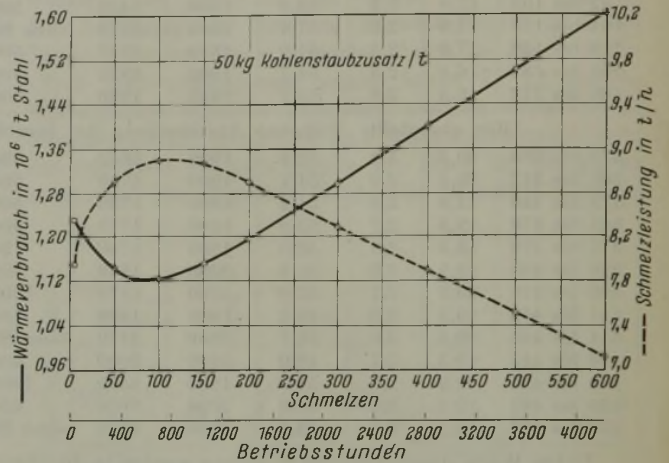


Bild 9. Wärmeverbrauch und Schmelzleistung bei steigendem Ofenalter.

50 kg/t Rohstahl angegeben. Bild 9 veranschaulicht den zu erwartenden Verlauf des Wärmebedarfs und die hierzu gehörige Schmelzleistung in t/h für eine Reise von 600 Schmelzen.

Wie bereits C. Kreutzer<sup>4)</sup> erwähnte, wurde bei den Ofenreisen F des Ofens I sowie G und H des Ofens II eine genaue Ueberwachung des Gewölbeverschleißes über dem Abstich durch Temperaturmessungen mittels Platin-Platinrhodium-Thermoelemente durchgeführt. Die Bohrungen in den Gewölbesteinen waren nach bestimmten Tiefen gestaffelt. Nach Abnutzung des Gewölbes bis zu einer Meßstelle wurde ein neues Thermoelement in die nächsthöhere Bohrung eingesetzt. Bis zu einer Gewölbestärke von 50 mm herab ist der Ablauf des Verschleißes in Abhängigkeit von der Zeit in Bild 10 wiedergegeben. Aus den drei Beispielen ergab sich die Mittelwertkurve A B.

Bei rd. 400 Schmelzen, d. h. bei einer Steinstärke von 50 mm, wurden nach dem ebenfalls von C. Kreutzer<sup>4)</sup> beschriebenen Verfahren die zwischen den Gewölberippen stehenden Steine „aufgeschweißt“. In Fortentwicklung des Verfahrens, Silikamörtel durch Auflegen von Isoliersteinen schichtweise aufzubrennen, wurde nunmehr die tiefe Rippe mit einem 80 mm hohen Silikastein ausgelegt. Hierbei wurden also die hohen und tiefen Rippen auf gleiche Höhe gebracht. Die Fugen wurden mit feinem Silikamörtel ausgefüllt. Der eingelegte Stein übernimmt dann selbst die Rolle des früher verwendeten Isoliersteins, das Ganze brennt bei richtiger Behandlung fest zusammen. Dies bedeutet für den Bereich der Meßstellen über dem Abstich eine Verstärkung des Gewölbes von 50 mm auf 130 mm entsprechend der Linie BA' (Bild 10). Das Gewölbe hielt von diesem Zeitpunkt an noch mindestens 200 Schmelzen. Durch diesen Kunstgriff wurde die Haltbarkeit des Silikagewölbes schlechthin auf 600 Schmelzen gebracht.

<sup>4)</sup> Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1021 (Stahlw.-Aussch. 357).



Als Anhaltspunkt für die richtige Regelung des Wärmedurchsatzes dienen die Kurvenzüge für den Wärmebedarf und die Anfangsgasmenge beim Füllen des Ofens in Abhängigkeit von der Gewölbestärke. Die Mittelwert-

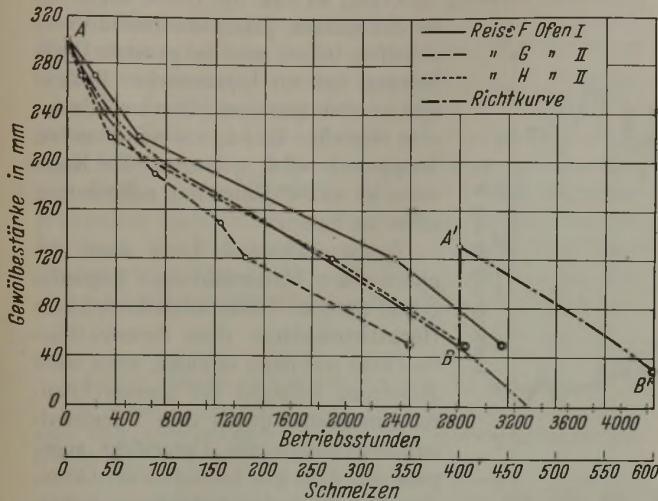


Bild 10. Aenderung der Gewölbestärke bei steigendem Ofenalter.

kurve in Bild 11 gibt an, welcher Wärmedurchsatz bei einer bestimmten Gewölbestärke einzuhalten ist. Bei festliegender Höhe des Braunkohlenstaubzusatzes und bekannter Stundenleistung ist damit auch die Gasmenge je t Rohstahl gegeben.

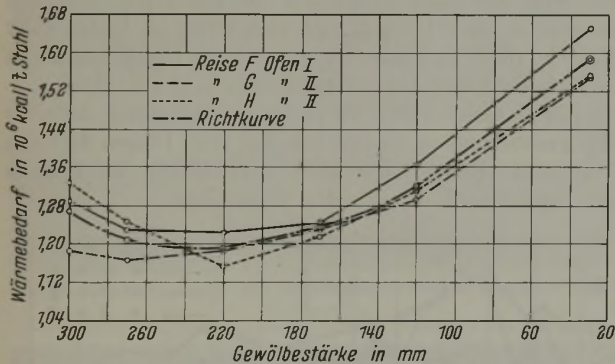


Bild 11. Aenderung des Wärmebedarfs bei abnehmender Gewölbestärke.

Bezogen sich die bisherigen Ausführungen auf den Wärmedurchsatz und die Wärmekosten in Abhängigkeit von Stundenleistung und Höhe der Karburierung, so soll im folgenden die hohe Bedeutung der planvollen Wärmeführung für die Haltbarkeit des Unterofens dargelegt werden.

Im Verlaufe der Untersuchungen setzte gleichzeitig mit den Ermittlungen über die zweckmäßige Höhe der Karburierung, der richtigen Verbrennung und Flammenlage eine planmäßige Ueberwachung der Zugverhältnisse und der Kamintemperatur ein. Es wurde der Unterdruck über und unter dem Gitterwerk sowie am Kaminfuß laufend aufgezeichnet, ebenso die Kamintemperatur. Die Zugverhältnisse der Kammern zeigt Bild 12, in dem der Zug in der linken und rechten Gitterkammer oberhalb des Gitterwerks sowie die Abgastemperatur am Kaminfuß dargestellt sind. Diese Reise F des Ofens II betrug 423 Schmelzen. Beide Kammern zeigen einen ungleichen Zustand, wobei besonders auf die Vorgänge zwischen den Punkten A und B, d. h. zwischen 165 und 200 Schmelzen, hingewiesen sei. Bei „A“ mußte wegen Störung des Sechsfarbenschreibers die Ueberwachung der Kamintemperatur für eine Zeit von 10 bis 12 Tagen unterbleiben. Hierdurch wurde die rechte Luftkammer, die bei Punkt „C“ der linken

Kammer noch völlig gleichwertig war, in kurzer Zeit durch Ueberhitzung und Abfließen der oberen Gittersteine und Verstopfung in tieferen Lagen um 2,5 mm Zug verschlechtert und mußte nach Wiedereinsetzen der Temperaturüberwachung später durch geeignete Maßnahmen wieder ausgeglichen werden. Bei „D“ wurde die gleiche Kammer wiederum erheblich verschlechtert, so daß sie am Ende der Reise nur noch einen Zug von 0,5 mm aufwies. Hier war bei dem Versuch, die nachlassende Leistung durch Erhöhung der Karburierung zu steigern, die Kamintemperatur stark angestiegen.

Nach diesen und ähnlichen Beobachtungen wurde auf Grund der gleichzeitig gemessenen, hier nicht dargestellten Zugverhältnisse unter dem Gitterwerk der Kammern sowie des Kaminzuges festgestellt, daß nur der jeweils bestehende Unterschied des Zuges der genannten Meßstellen zueinander bestimmend für die Maßnahmen zum Offenhalten des Gitterwerks ist. Durch die Ablagerung des Flugstaubes und der Asche des Braunkohlenstaubes bilden sich enge Querschnitte, einmal in der Gitterung selbst und zweitens in den Kanälen unter den Tragsteinen. Zur Vermeidung des Zusetzens der Gitterung wurde nach früheren Veröffentlichungen<sup>3)</sup> diese so durchgebildet, daß die aus

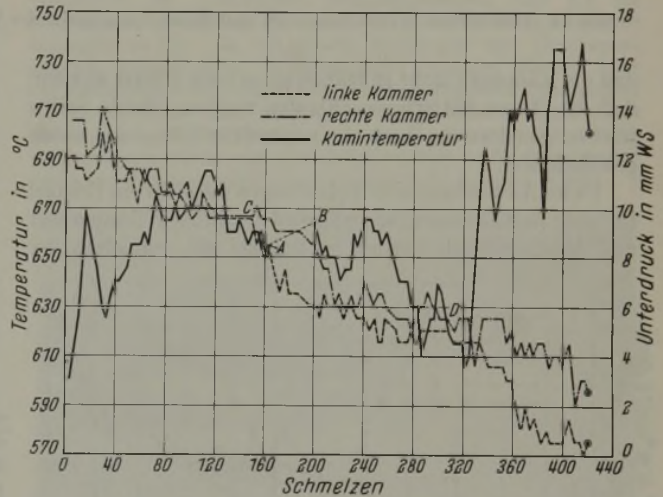


Bild 12. Unterdruck in den Kammern und Kamintemperatur der Reise F, Ofen II.

den oberen Lagen abtropfende Schlacke frei durchfallen konnte. Dennoch setzte sich das Gitterwerk nach etwa 350 Schmelzen meist in einer Kammer erheblich stärker als in der anderen in ganz bestimmter Höhe (15. bis 18. Steinlage) zu.

Dies äußerte sich meßtechnisch in einem dauernden Anstieg des Zuges unter der Kammer. Die an diese Feststellungen angeknüpften Ueberlegungen führten im weiteren Verlauf dazu, den Kammerstaub in den Kanälen unter den Tragsteinen während eines kurzen Sonntagsstillstandes auszuräumen, um den zu engen Durchgangsquerschnitt an dieser Stelle zu beseitigen. Nach der Säuberung besserten sich die Zugverhältnisse wesentlich. Außerdem wurde von dieser Zeit an in dem Augenblick, in dem bei der stets gleichen Meßstellung des Kaminschiebers der Unterschied des Zuges über und unter der Kammer die Höhe von 12 mm überschritten hatte, die in bestimmter Höhe des Gitterwerks bestehende Verstopfung dadurch beseitigt, daß man durch kurzzeitiges starkes Ueberhitzen der Kammer die Schlacken und Staubansätze zum Schmelzen und Heruntertropfen brachte. Dieses Verfahren führte in der Folgezeit zum vollen Erfolg. Es gelang z. B., den Zugabfall einer Kammergitterung, der bereits 23 mm betrug, auf 8 mm Unterschied zu verbessern. Zum Vergleich sei an-



gegeben, daß eine neu zugestellte Gitterung einen Widerstand von 5 bis 6 mm Zugunterschied hat.

In Verbindung mit diesen Maßnahmen wurde die bereits vorher angeführte planvolle Wärmeführung betrieben. Dadurch konnte die Abgastemperatur so gehalten werden,

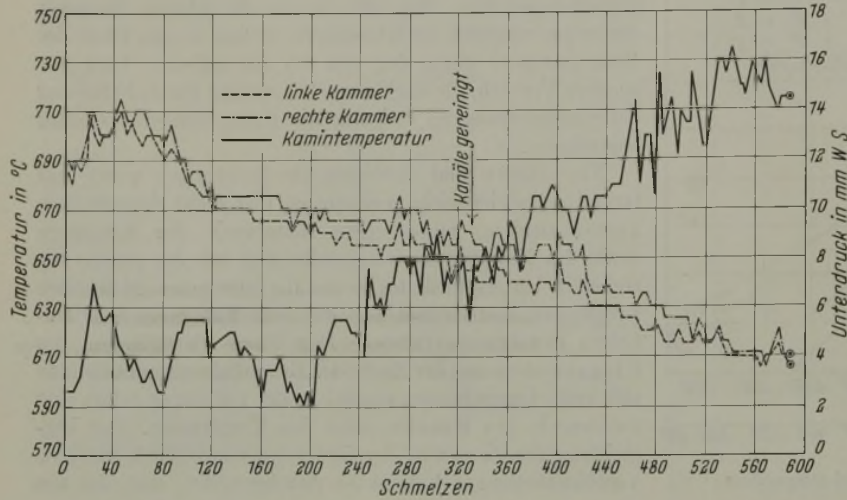


Bild 13. Unterdruck in den Kammern und Kamintemperatur der Reise F, Ofen I.

daß die Kammern nicht zu frühzeitig so hoch erhitzt wurden, daß die oberen Gitterlagen ablaufen mußten. Beide Seiten blieben gleichwertig, und ein ungestörter Ofengang wurde gewährleistet.

Unter Anwendung aller Erfahrungen möge als ein Beispiel für viele Bild 13 zeigen, wie während der Reise F Temperatur und Abzug geregelt wurden, so daß bei 595 Schmelzen der

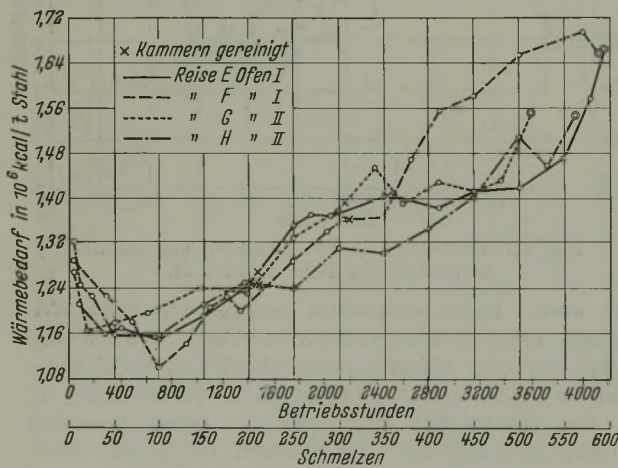


Bild 14. Wärmebedarf der Ofenreisen E und F, Ofen I, und G und H, Ofen II.

Unterofen noch in sehr gutem Zustand war. Die Reise mußte beendet werden, da der Oberofen verschlissen war. Bei 326 Schmelzen wurden die Kanäle gereinigt, die Kammern blieben im weiteren Verlauf vollkommen offen und brauchten nicht „ausgeschmolzen“ zu werden.

Welchen Erfolg diese Maßnahmen brachten, zeigt Bild 14. Je zwei Ofenreisen von Ofen I und II aus der neueren Zeit erreichen ohne Ausbesserung bei fast gleichbleibendem Anstieg des Wärmeverbrauchs 510 bis 595 Schmelzen entsprechend 3600 bis 4200 Betriebsstunden. Nach 1500 bis 2200 Betriebsstunden, also etwa in der Mitte der Ofenreisen, wurden die Kanäle gesäubert.

Die stündliche Schmelzleistung geht aus Bild 15 hervor. Auch hier ist eine ziemlich gleiche Richtung des Anstiegs und Abfalls der Leistungskurve klar zu erkennen. Der Unterschied in der Höhenlage der Kurven E und H

liegt ausschließlich in der inzwischen eingetretenen Veränderung des Einsatzes begründet.

Es ist bekannt, daß sich auch auf Werken, die mit anderen Karburierungsmitteln, wie Teeröl oder Pech, arbeiten, die Kammern vorzeitig zusetzen, so daß die Oefen abgestellt werden müssen. Man kann diesem Uebel abhelfen, indem man die gesamte Ofenführung auf ein harmonisches Zusammenarbeiten zwischen Ober- und Unterofen einstellt. Es ist, wie weiter unten ausgeführt wird, gelungen, die Kammern bis zu 940 Schmelzen vollkommen offen zu halten.

Zusammenfassend kann über die planmäßige Wärmeführung folgendes gesagt werden: Grundsätzlich wird eine Höchstlebensdauer eines Siemens-Martin-Oefens nur dann erreicht, wenn seine Beheizung während der ganzen Ofenreise möglichst genau dem Wärmeaufnahmevermögen des Unterofens angepaßt ist. Dies gilt besonders für Oefen, die mit karburiertem Koksofengas betrieben werden. Bei den Oefen in Oberbilk waren noch erhöhte Schwierigkeiten dadurch gegeben, daß — bedingt durch be-

engte Platzverhältnisse — die Kammern für diese scharf betriebenen Oefen zu klein bemessen sind. Trotzdem wird auch hier nicht der ganze Gitterraum für den Wärmeaustausch ausgenutzt, da sich schon nach kurzer Zeit im Verlaufe der Reise im Gitterwerk tote Ecken und Zonen bilden, die wegen ungenügend hoher Temperaturen sehr bald ausfallen<sup>5)</sup>.

Engste Querschnitte im gesamten Abzugsweg der Gase sind genauestens zu überwachen, vor allen Dingen darf sich kein zusätzlicher enger Querschnitt bilden, wie z. B. in den Sammelkanälen unter den Tragsteinen.

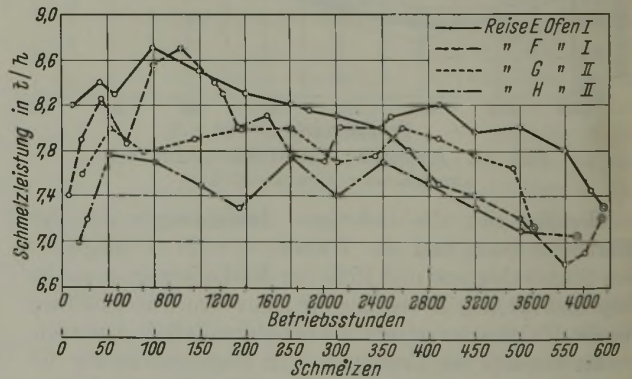


Bild 15. Schmelzleistung der Ofenreisen E und F, Ofen I, und G und H, Ofen II.

Bei den der Arbeit zugrunde liegenden Betriebsbedingungen kann also ein Silikaofen der vorliegenden Bauart auf eine Haltbarkeit von äußerstens 650 Schmelzen oder 4500 Betriebsstunden gebracht werden. Dies entspricht einer Erzeugung von rd. 35 000 t bei einem durchschnittlichen Wärmeverbrauch von  $1,42 \cdot 10^6$  kcal/t (einschließlich Anheizen und Warmhalten) und einer mittleren Leistung von 7,7 t/h. Alle kleineren Ausbesserungen werden während des Sonntags durchgeführt, das Gewölbe wird nur während des Betriebs durch das bereits geschilderte „Aufschweißen“ ausgebessert. Nach diesem abschließenden Ergebnis war nunmehr die Grundlage dafür geschaffen, die Oefen mit einem Chrom-Magnesit-Gewölbe auszurüsten. [Schluß folgt].

<sup>5)</sup> Buell, W. C.: Steel 97 (1935) Heft 5 bis 26; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 604/10 u. 660/63.



## Untersuchungen über Bruchbildungen an geschweißten Bauwerken aus Stahl St 52.

Auf Grund eingehender Untersuchungen behandelte Walter Grosse<sup>1)</sup> die Frage, welcher Anteil an der Bruchbildung von dicken Gurtlamellen aus Stahl St 52 beim Einschweißen in Balkenträger dem Stahl, dem Profil und der Schweißausführung zuzuschreiben ist. Stahl St 52 erfährt beim Aufbringen von Schweißraupen Eigenschaftsänderungen, die ihn in dem Einflußbereich der Schweißnaht außergewöhnlich empfindlich gegen Beanspruchungen machen, bei denen die Dehnbarkeit der aufgehärteten Zone überschritten wird. Durch geeignete Maßnahmen bei der Herstellung von Schweißverbindungen dürfte es möglich sein,

der Entstehung von größeren Aufhärtungszone vorzubeugen und die zur Auslösung der Querrisse erforderlichen Verformungen zu vermeiden. Das Erschmelzen der Stähle St 52 als Feinkornstähle ermöglicht es nicht, die mit der Aufhärtungsneigung in Verbindung stehende Anrißgefahr zu beseitigen. Die bisherigen Erfahrungen sprechen nicht für einen Zusammenhang zwischen der Stahlbewährung beim Einschweißen in ein Bauwerk und der Aufschweißbiegeprüfung. Die Gefahr der Ribbildung im hochwertigen Baustahl kann erst durch eine weitere Herabsetzung der härtenden Elemente Kohlenstoff und Mangan ausgeschaltet werden.

\* \* \*

An den Bericht schloß sich folgende Erörterung an:

A. Krisch, Düsseldorf: Von der Berliner Zoobrücke wurde auch dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung ein Abschnitt zur Untersuchung übersandt.

Ansichten der in dem Abschnitt gefundenen Ribstelle sind in den Bildern 28 bis 30 wiedergegeben, bei denen die Risse

magnetischen Durchflutung parallel der Schweißnaht den Rib durch Steg, Schweißnaht und Gurt; er geht weit in den Mutterwerkstoff hinein.

Vor der Untersuchung des Werkstoffes wurde nachgeprüft, ob in dem Abschnitt noch erhebliche Eigenspannungen waren, die die Ribbildung hätten beeinflussen können. Die Ausführung von röntgenographischen Spannungsmessungen ergab an der Oberfläche des Abschnittes Druckspannungen von 9,2 bis 37,6 kg/mm<sup>2</sup> parallel zur Schweißnaht und von 0 bis 36,3 kg/mm<sup>2</sup> senkrecht zu ihr. Da bei diesen Messungen nur Druckspannungen, dagegen keine Zugspannungen gefunden wurden, liegt die Vermutung nahe, daß es sich bei den gefundenen Spannungen im wesentlichen um ausgesprochene Oberflächenspannungen handelt, die für die Tragfähigkeit des Bauwerkes ohne Belang sind, da ihnen bereits von sehr niedrigen, über große Querschnitte verteilten Zugspannungen das Gleichgewicht gehalten wird<sup>2)</sup>.



Bild 28. Ribstelle parallel zur Schweißnaht magnetisch durchflutet; Vorderseite.

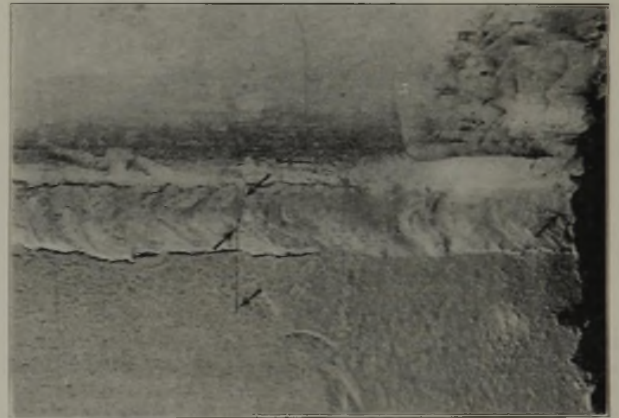


Bild 30. Ribstelle parallel zur Schweißnaht magnetisch durchflutet; Rückseite.



Bild 29. Ribstelle senkrecht zur Schweißnaht magnetisch durchflutet; Vorderseite.

Um die Ausdehnung des Risses senkrecht zur Schweißnaht festzustellen, wurde eine etwa 20 mm dicke Scheibe herausgeschnitten und diese abgehobelt, bis der Rib freigelegt werden konnte (Bild 31). Wie schon die magnetischen Prüfungen gezeigt hatten, geht der Rib über die Schweißnaht sowohl in das Steg- als auch in das Gurtblech hinein. Der Rib war stark verrostet. Er ist also vermutlich vor Aufbringen des ersten Schutzanstriches entstanden, der an einer Stelle in den Rib eingedrungen ist. Hierfür spricht auch, daß an einer Stelle (rechts in Bild 31) die Schweißnaht nicht getrennt war (vgl. auch Bild 28 und 29). Offenbar ist nach oder während der Ausführung der Schweißarbeiten dieser Rib von einem Schweißer bemerkt und auf der Vorderseite in der Schweißnaht geflickt worden, ohne daß er den Rib im Stegblech ausbesserte. Am Grund dieser Ausbesserung sind stärker oxydierte Stellen zu erkennen.

Die chemische Zusammensetzung zeigt Zahlentafel 2. Im Gurtblech wurde der hohe, von O. Kommerell<sup>3)</sup> mit 0,25 %

<sup>2)</sup> Siehe die entsprechenden Ergebnisse von F. Wever und A. Rose bei röntgenographischen Spannungsmessungen an Hallenstützen. Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 18 (1936) S. 31 33; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 736 37.

<sup>3)</sup> Bautechn. 17 (1939) S. 161/63 u. 218/21.

(durch Pfeile hervorgehoben) durch magnetische Aufschwemmung von Feilspänen deutlich gemacht worden sind. Bild 28 und 29 zeigen eine Seite des Abschnittes nach Durchflutung in zwei zueinander senkrechten Richtungen. In Bild 28 (Durchflutung parallel der Schweißnaht) sieht man nur einen verhältnismäßig kleinen Rib über und unter der Schweißnaht; dem äußeren Aussehen nach scheint hier eine nachträgliche Ausbesserung der Schweißnaht über eine größere Länge und besonders des Risses vorgenommen zu sein. Dieses Bild und Bild 29 (Durchflutung senkrecht zur Schweißnaht) lassen außerdem noch Risse in der Längsrichtung der Schweißnaht erkennen. Bild 30 (Rückseite) zeigt bei der

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 441/53 (Werkstoffaussch. 499).



Zahlentafel 2. Chemische Zusammensetzung der untersuchten Teile.

	% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Cu	% N <sub>2</sub>
Stegblech . . .	0,19	0,67	1,36	0,023	0,020	0,38	0,0053
Schweißnaht . . .	—	—	—	—	—	—	0,041
Gurt . . . . .	0,20	0,82	1,14	0,027	0,023	0,53	0,0102

angegebene Kohlenstoffgehalt nicht bestätigt, auch nicht der hohe Stickstoffgehalt. Da der Träger aus mehreren Abschnitten hergestellt ist und diese verschiedenen Schmelzungen entstammen, sind die Abweichungen verständlich. Der hier untersuchte Abschnitt entspricht also in seiner Zusammensetzung auch den neuen Vorschriften der Deutschen Reichsbahn, besonders im Kohlenstoffgehalt. Der Stickstoffgehalt des Steges liegt im Bereich der bei Siemens-Martin-Stahl üblichen Werte, während

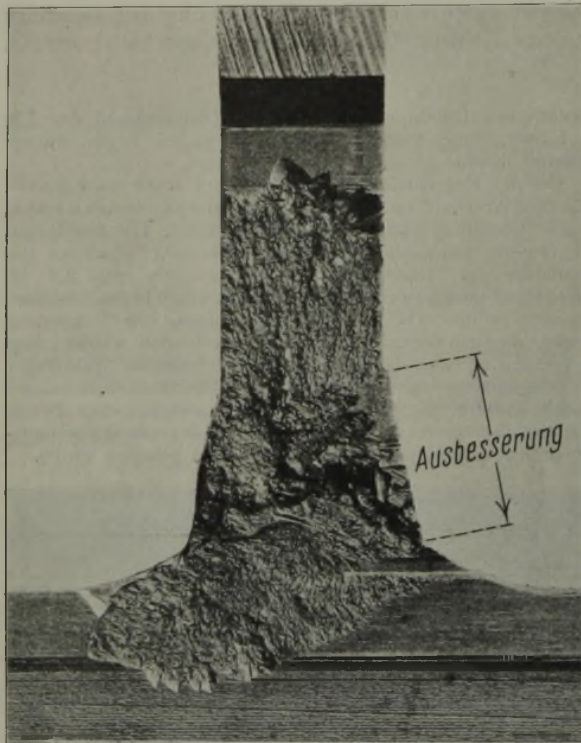


Bild 31. Ansicht des freigelegten Risses senkrecht zur Schweißnaht.

der Gehalt des Gurtes einen sicheren Anhalt über das Herstellungsverfahren nicht gibt; für einen Siemens-Martin-Stahl liegt der Wert ungewöhnlich hoch, für einen Thomasstahl an der untersten Grenze. Der Stickstoffgehalt der Schweißnaht ist üblich.

Die mechanische Prüfung beschränkte sich auf die Ermittlung der Kerbschlagzähigkeit des Gurtbleches. Ein Teil der Proben, die aus der Mitte der Gurtbreite in der Längsrichtung dicht am Riß entnommen wurden, wurde  $\frac{1}{4}$  h bei 880° geglüht und an Luft abgekühlt. Im Anlieferungszustand ergab sich im Mittel 4,7, nach der Wärmebehandlung 11,1 mkg/cm<sup>2</sup>. Die Kerbschlagzähigkeit des Gurtbleches ist in Anbetracht seines großen Querschnittes im Anlieferungszustand nicht schlecht. Die durch eine Wärmebehandlung der kleinen DVM-Proben von 10 × 10 × 55 mm<sup>3</sup> (3 mm tiefer Rundkerb) erreichte Verbesserung ist erheblich.

Zur Nachprüfung, ob etwa der Werkstoff des Gurtes oder des Steges schweißbrüsig sei, wurden aus beiden Abschnitten Proben mit einem Querschnitt von 60 × 65 bzw. 60 × 30 mm<sup>2</sup> zu Streifen von 1 mm Dicke ausgeschmiedet und ausgewalzt und anschließend der Schweißbrüsigkeitsprüfung nach Focke-Wulf<sup>4)</sup> unterworfen. Es wurden sowohl Proben aus dem Steg als auch aus dem Gurt geprüft, aber auch Proben aus Steg und Gurt miteinander verschweißt. Zur Prüfung auf Schweißrisse wurden die Proben einer Hin- und Herbiegung unterworfen, wobei keine Unterschiede in der Biegezahl gefunden wurden. In keinem Fall wurde eine Schweißbrüsigkeit, gekennzeichnet durch Anlauffarben auf der Bruchfläche, beobachtet.

<sup>4)</sup> Müller, J.: Luftf.-Forsch. 11 (1934) S. 93/103.

Es war zu vermuten, daß sowohl am Gurt als auch im Steg harte Stellen durch die Schweißung entstanden sind, so daß es von Bedeutung war festzustellen, wie sich diese beiden Werkstoffe beim Bruch verhalten, sobald harte und weiche Stellen im gefährdeten Querschnitt nebeneinander liegen, ohne daß ein zusätzlicher Einfluß der Schweißung besteht. Hierzu wurden aus dem Steg und aus dem Gurt je zwei Flachzerißstäbe mit einem Querschnitt von 45 × 12 mm<sup>2</sup> herausgearbeitet und an beiden Rändern mit dem Schweißbrenner gehärtet. In der Mitte des Stabes wurde über den Querschnitt zur Nachprüfung die Vickers-Härte gemessen; danach sind am Rand Härten bis 490, in einem Fall auch 510 gefunden worden, während die Stabmitte weich blieb (185 bis 195). Um nun für einen spröden Bruch möglichst günstige Vorbedingungen zu schaffen, wurden die Seiten angekerbt. Die Ergebnisse der Zugversuche zeigt Zahlentafel 3. Zwei Proben sind spröde gebrochen. Aber auch

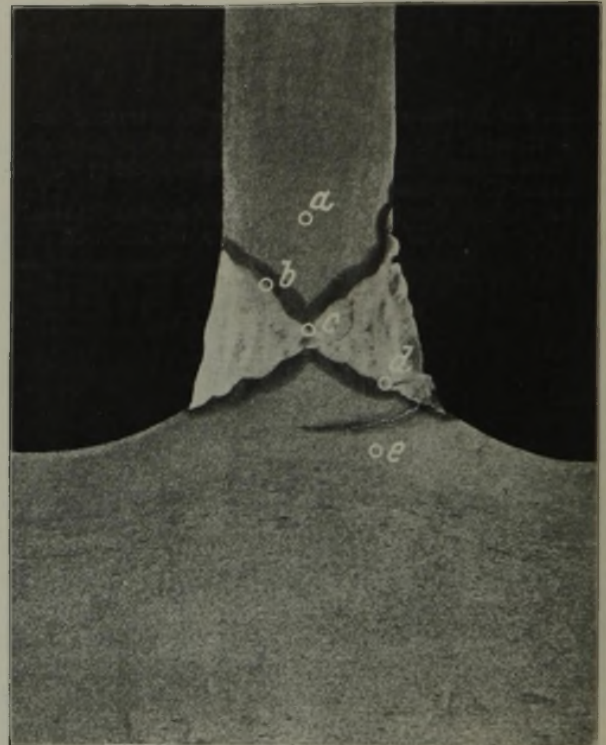


Bild 32. Schnitt durch die Schweißnaht nahe dem Querriß, geätzt, mit einem Längsriß.

Zahlentafel 3. Ergebnisse von Zugversuchen an gekerbten Proben mit gehärteten Rändern.

Probe	Bruchaussehen
Steg Probe 1	Riß von einem Kerb ausgehend über die halbe Probenbreite, im äußeren Rand feinkörnig, in der Mitte gröber, schwache Abschiebungen in der Mitte.
Steg Probe 2	Spröder Bruch von einem Kerb zum andern ohne nennenswerte Querschnittsverminderung.
Gurt Probe 1	Desgleichen.
Gurt Probe 2	Wie beim Steg, Probe 1, aber Riß nur über etwa $\frac{1}{6}$ der Stabbreite.

die Proben, bei denen der Riß im weichen Kernwerkstoff aufgefangen wurde, zeigen keine größere bildsame Formänderung mehr. Dementsprechend sieht man auch in den Kraft-Dehnungs-Schaubildern keinen Lastabfall, wie er sonst im Gebiet der Bruch-einschnürung stattfindet. Dagegen ergaben ähnliche Versuche an 12 mm dicken Blechen aus Stahl St 52 deutliche Schiebebrüche in der nichtgehärteten Zone, also günstigere Ergebnisse.

Zur metallographischen Untersuchung der Schweißstelle wurden mehrere Scheiben herausgearbeitet. In Bild 32 ist ein Querschnitt nahe dem Riß nach Ätzung mit Kupferammonchlorid wiedergegeben. Man sieht in ihm auch den Riß parallel zur Schweißnaht (vgl. Bild 29), der in das Gurtblech hinein etwa über die halbe Stegbreite läuft. Ein Abdruck nach Baumann



brachte weder im Gurt- noch im Stegblech stärkere Seigerungen zum Vorschein. Bild 33 gibt die Wurzel der X-Naht wieder. Das Bild zeigt u. a. einen Riß, der zwischen Schweißgut und Uebergangszone beginnt und dann in das Schweißgut hinein verläuft. Das Stegblech und der Gurt zeigen ein feinkörniges Gefüge aus Ferrit und Perlit; die Walzrichtung ist an dem schwach ausgeprägten Zeilengefüge noch zu erkennen. Bild 34 gibt den Uebergang vom Gurt zur Schweißnaht mit einer Rißstelle wieder. Ausgesprochene Martensitstellen oder andere Ungleichmäßigkeiten sind in diesem und anderen Bildern nicht zu finden.

Um festzustellen, in welchem Maße durch den Schweißvorgang Änderungen der Härte der zu verbindenden

sonst unter 200 liegt. In der Uebergangszone liegen die härtesten Stellen ebenfalls nahe dieser Ausbesserung der Schweißnaht; im Schnitt 1 wurden Härten von 444 (nahe dieser harten Kante als Einzelwert), im Schnitt 2 von 308 an der entsprechenden Stelle und von 366, 383 und 402 am unteren Ende dieser Kante erreicht. Schnitt 3 und 4 lieferten ähnliche Werte. Die Werte über 300 sind in die Bilder 35 und 36 eingezeichnet. Die Uebergangszone weist also gerade auf den Außenseiten der Konstruktion vielfach — anscheinend durch die Ausbesserung verursacht — sehr hohe Härten auf, die mehrfach für bedenklich erklärt werden<sup>5)</sup>. Da solche hohen Werte in nennenswerter Anzahl und in den einzelnen Schnitten an entsprechenden Stellen gefunden wurden, dürften Meßfehler sehr unwahrscheinlich sein. Gerade durch die härtesten Stellen der Ausbesserung läuft der in Bild 32 sichtbare Längsriß.

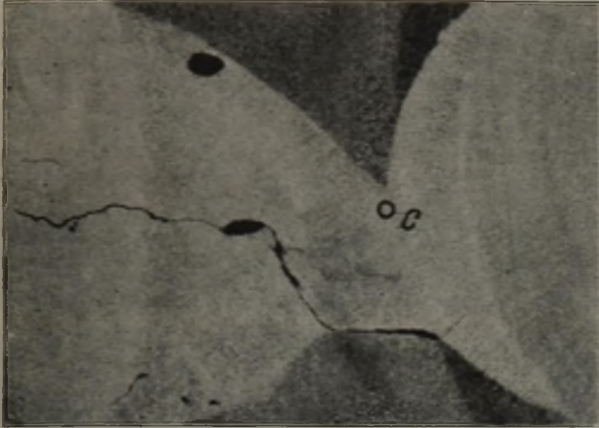


Bild 33.

Wurzel der Schweißnaht mit Rissen, geätzt (rd.  $\times 10$ ).

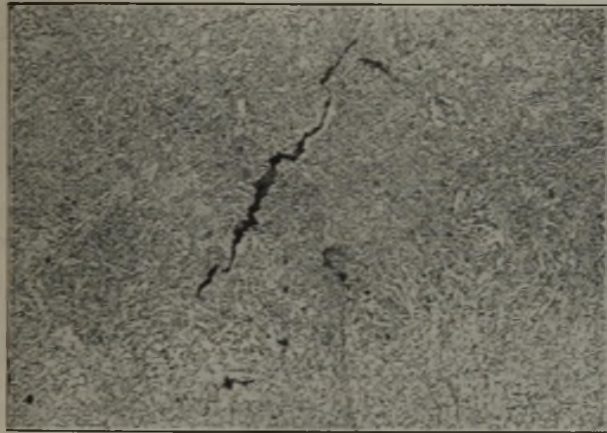
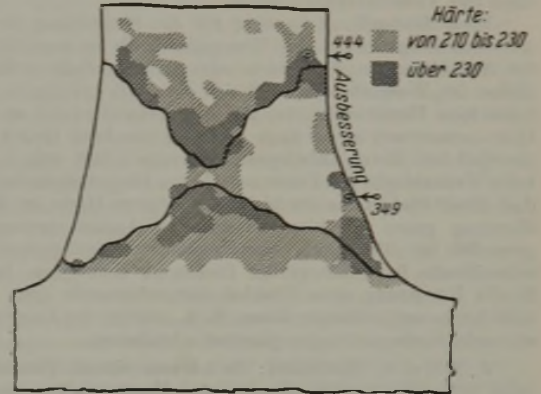


Bild 34.

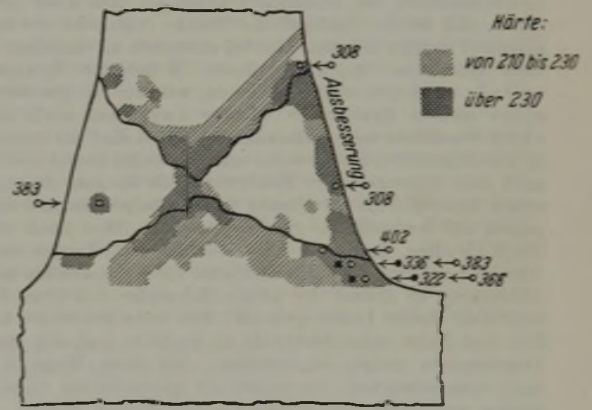
Uebergangszone mit Riß, geätzt (rd.  $\times 100$ ).

Teile hervorgerufen wurden, wurden neben der Rißstelle zwei Scheiben von etwa 14 mm Dicke senkrecht zur Schweißnaht entnommen und beiderseitig auf Härte geprüft. Hierzu wurde das Gebiet um die Schweißnaht poliert, in quadratische Felder von 2 mm Seitenlänge eingeteilt und in der Mitte jedes Feldes ein Vickers-Eindruck mit 10 kg Belastung ausgeführt. Für den Steg ergab sich danach eine mittlere Härte von 187 bis 193 Einheiten, für den Gurt eine solche von 181 bis 193 Einheiten, entsprechend einer Zugfestigkeit von etwa 65 bis 67 kg/mm<sup>2</sup>. Im Schweißgut wurden im allgemeinen ähnliche Härten über größere Bezirke gefunden.

Namentlich in den Uebergangsschichten zeigen aber diese Proben bedeutend höhere Härten (vgl. Bild 35 und 36). Die vier Schnitte durch die Schweißnaht, von denen zwei nur im Abstand von etwa 2 mm (Sägeschnitt) liegen, zeigen in vielem große Ähnlichkeit. Die Grenze für die härteren Schichten fällt fast überall auf größere Längen mit der Grenze des Steg- oder Gurtwerkstoffes zusammen, während das Schweißgut weicher ist. Die Nahtwurzel gehört dagegen bei allen Schnitten zu den härteren Schichten. Außerdem weist bei allen Schnitten eine Kante der Schweißnaht, und zwar die in den Bildern 28, 29 und 31 erkennbare Ausbesserung, härtere Stellen auf; in einem Fall ist die ganze Kante hart. Von dieser harten Kante abgesehen, ist nur eine einzige Härtestelle im Schweißgut gefunden worden mit einer Härte von 383. Die ausbesserte harte Kante des Schweißgutes erreicht Härten bis 349, während die Härte des Schweißgutes



Schnitt 1.



Schnitt 2.

Bild 35 und 36. Vickers-Härte (bei 10 kg Belastung) im Gebiet der Schweißnaht.

Auf der anderen Seite haben die Untersuchungen an dem Werkstoff ergeben, daß er gegen örtliche Aufhärtungen empfindlich zu sein scheint, während er sonst nicht ungünstig zu beurteilen ist.

W. Eilender, Aachen: Herr Grosse hat ausgeführt, daß auch normalgeglühte Feinkornstähle St 52 zur Rißbildung neigen. Er schlägt deshalb eine Herabsetzung der Zugfestigkeit vor, um auf diese Weise jede Anrißbildung mit Sicherheit zu vermeiden. Ich glaube, daß dies dem Brückenbau nicht zusagt. Auch nach meiner Ansicht ist eine derartige Herabsetzung der Festigkeit nicht erforderlich. Praktisch lassen sich Anrisse nie ganz vermeiden, und man hat deshalb dafür zu sorgen, daß sie sich möglichst wenig schädlich auswirken können, d. h., daß sie durch eine dahinterstehende zähe Uebergangszone rechtzeitig abgebremst werden. Dies ist ja der Zweck der neuen St-52-Güte. Ich glaube, daß man nur dann zu Stählen niedrigerer Zugfestigkeit übergehen müßte, wenn bewiesen wird, daß auch bei der neuen St-52-Güte derartige nicht vermeidbare Anrisse zum verfrühten Dauerbruch führen.

R. Wasmuth, Dortmund: Wenn ich Herrn Grosse recht verstanden habe, so ist nach ihm die Härteannahme der Feinkornstähle in der Uebergangszone ebenso hoch wie die

<sup>5)</sup> Hauttmann, H.: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 7 (1939) S. 41/47; Graf, O.: Wiss. Abh. dtsh. Mat.-Prüf.-Anst. 1. F., Nr. 2. Berlin 1939. S. 19; Kühnel, R.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 381/90 u. 405/12 (Werkstoffaussch. 496).



der Grobkornstähle. Diese Feststellung deckt sich rein erscheinungsmäßig mit unseren Erfahrungen, sie ist aber nur bedingt richtig. An sich zeigen nämlich aluminiumberuhigte Feinkornstähle, wenn man als Maßstab die reine Abschreckhärte zugrunde legt, die durch Ablöschen in Öl oder Wasser erreicht wird, eine geringere Härtefähigkeit als aluminiumfreie Grobkornstähle. Die Härte in der Übergangszone der Schweißnaht bei Feinkorn- und Grobkornstählen ist aber merkwürdigerweise die gleiche, allerdings nur, wenn man sie mit den üblichen Härtemeßverfahren feststellt. Mißt man aber nach W. Bischof<sup>6)</sup> die Härteunterschiede im Gefüge mittels mikroskopisch feiner Härtemessungen, so sind diese bei Feinkornstählen geringer als bei Grobkornstählen. Die „Mikrohärtekurve“ zeigt geringere Ausschläge um den Mittelwert. Der Mittelwert selbst liegt aber in etwa derselben Größenordnung wie bei den Grobkornstählen, nämlich bei etwa 280 Vickers-Härteeinheiten.

Diese Feststellung ist aber für die Beurteilung der aufgeworfenen Fragen nicht das Wesentliche. Es ist unerheblich, ob die Aufhärtung in dem einen oder anderen Falle größer oder kleiner ist. Wesentlich ist, daß sich die Aufhärtungen (auftretende feine Härterisse) beim Feinkornstahl nicht so schädlich auswirken in der Lage sind, wie dies beim Grobkornstahl der Fall ist. Beim Aufschweißbieveversuch läßt sich vor allem beim Weiterbiegen der Probe zu höheren Biegeiwinkeln feststellen, daß dieser Stahl trotz der gleichen mittleren Härte im Schweißübergang gegen die hier auftretenden Anrisse unempfindlich geworden ist. Der Sinn, normalgeglühten Feinkornstahl für zu schweißende Bauwerke großer Dicken zu verwenden, liegt also in der Benutzung eines Stahles, der auftretende erste Anrisse aufnehmen und abfangen kann, d. h., der in der Lage ist, entstehende Kerbspannungen plastisch abzubauen.

J. Dörnen, Dortmund: Es ist nun einmal Tatsache, daß beim Schweißen von Stahlbauten das Handwerkliche eine große Rolle spielt. Wir sind tatsächlich mehr oder weniger von der Geschicklichkeit des Schweißers abhängig. Ich habe den Eindruck, daß bei der Rüdersdorfer Brücke doch sehr viel hat ausgebessert werden müssen. Hierbei entstehen an einzelnen Stellen stets erhebliche Spannungsspitzen. Erhebliche Spannungsspitzen entstehen schon immer da, wo der Schweißer mit einer neuen Elektrode wieder ansetzen muß. Bei den vielen Versuchen mit geschweißten Trägern sind die ersten Risse in den Halsnähten fast stets an solchen Stellen entstanden. Denn nach dem Abbrennen der Elektrode kühlt bis zum Ansetzen der neuen Elektrode die betreffende Stelle ziemlich aus und muß von neuem auf Schweißhitze gebracht werden. Dem kann man dadurch abhelfen, daß zwei Schweißer mit zwei Zangen von einer Maschine arbeiten. Ist die Elektrode eines Schweißers nahe am Abbrennen, so nimmt der zweite Schweißer mit einer frischen Elektrode dessen Lichtbogen auf. Der erste Schweißer hat nun Zeit und Ruhe, seine Elektrode zu wechseln und sich für deren Verschweißen richtig einzustellen. Auf diese Weise schweißt man ununterbrochen, vermeidet die geschilderten ungünstigen Stellen und bringt das Werkstück auf größere Wärme. Dieses Verfahren, das auch wirtschaftlich ist, wird bei uns laufend angewendet, bei Stahl St 52 stets.

Was Herr Grosse über den Bedarf des Schweißgutes bei dem Wulstprofil dargelegt hat, ist nicht ganz zutreffend. Dieser Bedarf hängt von dem Flankenwinkel der Stumpfnaht ab. Diesen hat Herr Grosse mit 120° aufgezeichnet. Es genügt ein Winkel von nur 70°. Damit dürfte das Wulstprofil den geringsten Aufwand an Schweißgut haben.

Zur Frage der Höhe des Wulstes weiß Herr Grosse, daß wir um jeden Millimeter gekämpft haben. Mir ist der Wulst nie hoch genug gewesen. Ich habe ihn mir immer 50 mm hoch gewünscht; das konnte aber nicht gewalzt werden. Ein Wulstprofil mit einem Wulst von 50 mm Höhe und einem Winkel an der Spitze des Wulstes von 80° würde meinen Ansprüchen restlos genügen. Es darf nicht vergessen werden, daß die Verbindung Gurtung—Stegblech für verschiedene Dicken des Stegbleches, die an demselben Bauwerk wechseln, passen muß. Bei den Rahmen im Duisburger Hauptbahnhof beispielsweise wechselt die Dicke der Stegbleche von 15 bis 40 mm. Auch muß daran gedacht werden, daß der Wulst oder die Rippe nur so hoch werden darf, daß man das Profil beispielsweise für die Herstellung von Rahmen flach nach beiden Seiten biegen kann, ohne daß sich an dem Wulst oder an der Rippe Schäden zeigen.

Sodann möchte ich noch auf etwas aufmerksam machen, was ich an einem Trägerstück der Zoo-Brücke festgestellt habe. Hier ist augenscheinlich die Stoßnaht des Stegbleches an einem Querschnitt, an dem die Gurtplatten ungestoßen durchgehen, erst

nach dem Herstellen der Halsnaht geschweißt worden. Man sieht ganz deutlich, wie die Stoßnaht auf die Halsnaht gezogen worden ist. Von den hier herrschenden Spannungen muß man natürlich das Schlimmste erwarten.

Einer V-Naht ziehe ich die X-Naht vor, weil sie erstens symmetrisch liegt und zweitens unter sonst gleichen Verhältnissen den geringsten Bedarf an Schweißgut hat. Bei gleichliegenden Umständen benötigt sie nur die Hälfte an Schweißgut wie die V-Naht. Auch ist daran zu denken, daß man bei einer V-Naht die durch die Unsymmetrie bedingten Verwerfungen nicht immer, wie z. B. an Universalstößen, durch entsprechende Lagerung der zu verschweißenden Teile vor dem Schweißen ausgleichen kann.

Bemerkt sei, daß ich unter Verwendung von Wulstprofilen aus St 52 über 3000 m Halsnaht geschweißt habe, ohne daß sich etwas Nennenswertes gezeigt hat. Nur an der Kaiserbergbrücke in Duisburg sind gewisse kleine Risse aufgetreten, die sich leicht haben ausschleifen lassen, über die man aber im übrigen heute erheblich ruhiger denkt als vor vier Jahren. Die Abkühlung stellt für die Schweißnaht eine sehr weitgehende Probelastung dar. Ist diese überstanden, so wird sich an einer im übrigen handwerklich richtig geschweißten Naht kaum noch Schlimmes zeigen. Das Handwerkliche spielt aber eine große Rolle dabei.

R. Kühnel, Berlin: Man kann nicht sagen, daß das Wulstprofil ungeeignet ist; es ist wohl richtiger zu sagen, daß es besondere schweißtechnische Erfahrungen erfordert.

J. Dörnen: Man kann eben am Wulstprofil alles feststellen, weil es sich im Gegensatz zu anderen Profilen einwandfrei durchstrahlen läßt.

K. Jurczyk, Aachen: Daß durch bauliche Maßnahmen ein großer Teil der Schwierigkeiten beim Schweißen von Stahl St 52 beseitigt werden kann, dürfte außer Zweifel sein. Die von Herrn Daeves<sup>7)</sup> geäußerte Ansicht deckt sich vollständig mit meiner Auffassung.

Aber auch schweißtechnisch sind Verbesserungen möglich, deren Einflüsse die metallurgisch möglichen Gütesteigerungen weit übertreffen. Als man anfangs, Brücken zu schweißen, lagen bereits reiche Erfahrungen aus dem Behälterbau vor. Man dachte jedoch nicht daran, diese zu übertragen, sondern hat wieder von vorne angefangen. Die vielfach geübte Praxis, die Halsnähte von Blechträgern durch zwei Schweißer gleichzeitig von beiden Seiten schweißen zu lassen, erinnert stark an die Rißprobe der Deutschen Reichsbahn. Es ist niemals möglich, daß beide Schweißer immer genau auf der gleichen Höhe arbeiten. So kann man diese Art von Schweißung ziemlich als das Ungünstigste in bezug auf Spannungen bezeichnen, das es gibt. Im Behälterbau hat man vor 15 Jahren zunächst ähnlich gearbeitet, aber dann sogar bei Kesselblech I Risse in Stahl und Schweiß bekommen, zumindest aber bei der Druckprobe, so daß man von einem Durchschweißen langer Nähte sehr bald abgekommen ist.

Ich erinnere mich an einen Fall, der im strengen Winter 1929/30 vorkam. Ein etwa 14 m langer wassergeschweißter Behälter von 3 m Dmr. und 40 mm Wanddicke aus einem Stahl mit Molybdänzusatz von rd. 50 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit war bei einer Druckprobe längs aufgerissen. Der Bruch sah sehr grobkristallin aus. Man stritt lange über die Ursache des Mißerfolges. Die einen behaupteten, der Stahl wäre vollkommen ungeeignet, die anderen sagten, es wäre nach dem Schweißen nicht richtig normalgeglüht worden. Andere wollten die Schuld einigen Schlackeneinschlüssen und Dopplungen, die an der einen oder anderen Stelle des Langrisses feststellbar waren, zuschieben. Schließlich kam der Lieferzeitpunkt heran, und ich wurde gebeten, den Versuch zu machen, ob die Schweißung elektrisch möglich sei. Der Riß wurde durch Einstemmen von Stempeln etwas auseinander und herausgedrückt; dann wurden etwa alle Meter starke Heftschweißungen angebracht, die fast die ganze Blechdicke auf eine Länge von rd. 0,25 m verbanden, und zwar wurden die einzelnen Lagen treppenförmig abgestuft, damit dann beim Zuschweißen die Einbrandkrater nicht alle an derselben Stelle zu liegen kamen. Der Behälter wurde während des Schweißens in einer bestimmten Weise angewärmt. Nach Fertigstellung erfolgte die Druckprobe, während der die Schweißnähte mit Zuschlaghämmern abgehämmert wurden und sich als einwandfrei fest und dicht erwiesen. Der aus dem Mantel zum Einschweißen von Stützen herausgeschnittene Werkstoff erwies sich bei der Prüfung als einwandfrei und zäh. Da sich die kleinen Proben gut verformen ließen, erhielt man ein tadelloses Bruchgefüge, im Gegensatz zu dem Grobgefüge bei dem praktisch verformungslosen

<sup>6)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 519/30 (Werkstoffaussch. 502).

<sup>7)</sup> Siehe Erörterung zu Kühnel, R.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 381/90 u. 405/12 (Werkstoffaussch. 496).



Bruch des großen Risses. Ähnliche Erfahrungen sind auch an Behältern mit Stahl von etwa 34 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit gemacht worden, wodurch wohl der überragende Einfluß der Schweißweise als bewiesen angesehen werden kann.

Auch die Nahtform ist von beträchtlichem Einfluß auf die Spannungen in der Schweißnaht. Die Halsnähte sind meist in X- oder K-Form hergestellt. Bei von mir kürzlich durchgeführten Messungen an Blechschweißungen von 120 mm Dicke habe ich gefunden, daß gerade in der X-Naht bedeutende Oberflächenspannungen auftreten. Bild 37 zeigt Querschliffe durch verschiedene Nahtformen. Es sollte der Einfluß der Nahtform und der Schweißweise auf die auftretenden Spannungen und Schrumpfungen festgestellt werden. Es sind Nahtformen mit schmalem parallelem Schlitz, mit schlankem V, mit X- und mit üblichem offenen V in fünf Versuchsreihen hergestellt worden. Auf die besonderen Bedingungen dieser verschiedenen Versuchsreihen einzugehen, würde hier zu weit führen. Die auf Bild 37 sichtbaren Meßpunkte stammen von Bohrungen, die nach einer seitwärts auf die Bleche nach dem Heften aufgelegten Schablone hergestellt worden waren, und die nach dem Schweißen und Durchschneiden der Bleche die Verformungen zu messen gestatteten.

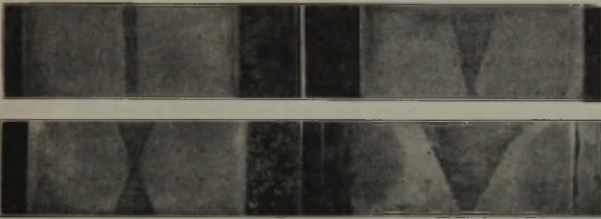


Bild 37. Querschliffe durch verschiedene Schweißnahtformen.

Bei den X-Nähten konnte man feststellen, daß sich beide Seiten der Bleche konkav nach außen gewölbt hatten. Am Rande traten starke Zugspannungen auf und in der Mitte besonders hohe Druckspannungen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß erst die eine Hälfte der Naht geschweißt wird, dann wird die Wurzel in der Mitte von der Rückseite ausgekreuzt und schließlich, nachdem die erste Seite inzwischen vollkommen erkaltet ist, die zweite Seite geschweißt. Dadurch schrumpft diese Seite, wobei sich die Bleche etwa um die Wurzellagen herum zu drehen versuchen.

Nach meiner Ansicht sind die Einflüsse von Konstruktion, Schweißweise und Nahtform vielleicht die ausschlaggebendsten bei der ganzen behandelten Frage.

W. Bischof, Dortmund: Zweckmäßig wird der Schadensfall der Zoo-Brücke als ein Sonderfall betrachtet, denn bei den bis jetzt bekanntgewordenen Untersuchungen sind erhebliche Abweichungen in den Ergebnissen, die natürlich zu Widersprüchen führen können, festzustellen. Herr Krisch hat beispielsweise einen Kohlenstoffgehalt von 0,18 bis 0,19 % festgestellt, Herr Kühnel<sup>8)</sup> gab 0,17 bis 0,21 % an, Herr Grosse in Übereinstimmung mit O. Kommerell<sup>9)</sup> 0,25 %. Im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke, das Gelegenheit hatte, ein Stück des schadhaften Trägers zu untersuchen, wurde 0,22 bis 0,24 % C gefunden. Auch die Angaben der anderen Legierungsgehalte weichen — teils noch erheblicher — voneinander ab. Für Stickstoff gaben Herr Grosse und das Reichsbahn-Zentralamt 0,012 % an, Herr Krisch 0,010 und 0,005 %, im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke wurden 0,006 % gefunden.

Man wird zugeben müssen, daß bei solchen grundsätzlichen Unterschieden auch ein verschiedenes Verhalten der Stähle zu erwarten ist. Widersprüche entstehen, wenn aus Untersuchungen etwa einer Lamelle mit ungünstiger Zusammensetzung oder sonstigen besonders ungünstigen metallurgischen Eigenschaften Schlußfolgerungen für eine Gesamtbeurteilung des Stahles St 52 gezogen werden.

W. Grosse, Peine: In der Zoo-Brücke ist eine ganze Menge Lamellen eingebaut worden, die von verschiedenen Schmelzen mit 0,20 bis 0,25 % C und unterschiedlichem Mangan- und Stickstoffgehalt stammen. Daß alle Stähle dieselbe Bruchbildung zeigen, deutet auf eine Beziehung hin und daß es sich um keinen Sonderfall handelt.

W. Bischof: Dann darf aber nicht, wie es geschieht, etwa die Aufhärtung infolge ungünstiger Zusammensetzung zur Klärung der Bruchursache herangezogen werden, oder in Zusammenhang hiermit etwa die angeblich zu hohe Festigkeit des Stahles,

da bei den verschiedensten Zusammensetzungen des Werkstoffes der Zoo-Brücke die Aufhängungen und die Festigkeitszahlen auch sehr verschieden ausgefallen sind. Es müssen vielmehr andere, allerdings bisher in den Erörterungen nur gestreifte Einflüsse mitgewirkt haben.

So hat man festgestellt, daß das Gefüge feinkörnig gewesen ist, und daraus den Schluß ziehen wollen, daß im Hinblick auf das günstige Verhalten von Feinkornstahl der Werkstoff der Zoo-Brücke sich hätte einwandfrei beim Schweißen verhalten müssen. Diese Folgerung wäre aber nur richtig, wenn der Stahl auch sonst einwandfrei gewesen wäre. Ein Aufschweißbiegeversuch mit dem angelieferten Werkstoff ergab bei den Untersuchungen des Forschungsinstituts der Vereinigten Stahlwerke in Übereinstimmung mit der Feststellung von Herrn Kühnel einen sehr niedrigen Biegewinkel und spröden Bruch. Bemerkenswerterweise konnte jedoch eine zweite Probe aus dem gleichen Lamellenstück nach der von Herrn Wasmuth empfohlenen Normalglühung bis über 48° gebogen werden, ohne zu brechen.

Weiter wurden in dem untersuchten Stück starke Kohlenstoffseigerungen festgestellt. Derartige Seigerungen verhalten sich genau so wie grobkörnige Stellen. Hierin liegt vielleicht eine von den zweifellos mehrfachen Ursachen dafür, daß der feinkörnige Stahl im Anlieferungszustand verformungslos beim Aufschweißbiegeversuch gebrochen ist. Neben der Verteilung des Kohlenstoffs gibt es natürlich noch andere Einflüsse, die bei der Ribbildung mitwirken.

Unabhängig hiervon ist vor allen Dingen wichtig, daß mit dem Auftreten von Anrissen in Schweißen gerechnet werden muß. Wie Herr Eilender schon sagte, sollte der Stahl so beschaffen sein, daß sich die Risse bei den vorkommenden Beanspruchungen nicht oder nur schwer in ihm fortsetzen können. Die Konstrukteure würden in einer außerordentlich bedauernden Lage sein, wenn sie den Stahl im Drehgestell auch nicht um den geringsten Betrag verbiegen dürften, um auf jeden Fall auch nur einen einzigen Anriß zu vermeiden. Es läßt sich auch heute noch kein sicherer Nachweis erbringen, ob Risse nach dem Schweißen vorhanden sind oder nicht. Ich möchte eine Sicherheit gegen das Auftreten von Rissen auch nicht in der Verwendung eines weicheren Stahles sehen, nicht einmal von Stahl St 37. Daher halte ich auch die Notwendigkeit für den Uebergang zu dem weicheren Stahl nicht für genügend begründet. Hierbei wäre vielleicht noch zu erwähnen, daß die Festigkeit nicht allein ausschlaggebend ist, was ich daraus schließe, daß eine Reihe der im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke untersuchten Stähle St 52 auch bei niedriger Festigkeit schlechte Biegewinkel beim Aufschweißbiegeversuch ergab, wenn nur die Streckgrenze niedrig lag. Es wäre vielleicht empfehlenswert, diese Zusammenhänge bei der geplanten Untersuchung der verschiedenen Verfahren zur Prüfung der Schweißbarkeit mit zu berücksichtigen.

H. Hauttmann, Oberhausen: In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Herrn Grosse haben auch wir festgestellt, daß zwischen der Härte und dem Auftreten der ersten Anrisse im Einflußgebiet des Schweißgutes ein Zusammenhang besteht. Wir haben auch gefunden, daß die Feinkornstähle in gleichem Maße aufhärten wie gewöhnliche gleich zusammengesetzte Stähle. Proben von Feinkornstahl oder Grobkornstahl, soweit verformt, daß Risse im Einflußgebiet auftreten, ergeben bei Dauerbeanspruchung die gleiche Senkung der Dauerzugfestigkeit, d. h. bei Dauerbeanspruchung ist ein Anriß im Feinkornstahl unter den gleichen Verhältnissen gleich gefährlich wie beim Grobkornstahl. Wenn der Feinkornstahl Nutzen bringen soll, muß auch er so verarbeitet werden, daß kein RiB im Einflußgebiet entsteht.

An Halsnähten können Anrisse in der aufgehärteten Schicht der ersten, meist mit zu dünnen Elektroden geschweißten X-Nahtlagen beim Auskreuzen der Wurzel mit dem Preßluftmeißel entstehen. Durch Ausschleifen statt Meißeln wird die Gefahr der Anrißbildung vermieden.

H. Bennek, Essen: Einigkeit besteht wohl darüber, daß auch in Feinkornstählen bei entsprechender Beanspruchung Risse auftreten. Ob diese Risse die Möglichkeit eines Dauerbruchs, also eine Gefahr bedeuten, möchte ich jetzt nicht im einzelnen erörtern; das Gegenteil zu behaupten, wie es hier gesehen ist, scheint mir jedenfalls gewagt. Sicherlich neigt der Feinkornstahl auch bei den üblichen Bedingungen des Aufschweißbiegeversuchs weniger leicht zum Durchschlagen als üblich erschmolzener Stahl, weil die Brüche von den Einschlußzeilen abgefangen werden. Wenn der Konstrukteur hierin die wesentliche Sicherheit seines Bauwerkes sehen will, wie stellt er sich dann dazu, wenn der Feinkornstahl nicht bei +20°, sondern bei tiefen Temperaturen beansprucht wird? Auch beim Feinkornstahl tritt der Uebergang vom Verformungs- zum Trennungsbruch auf, und zwar bei Temperaturen, die durchaus im

<sup>8)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 381/90 u. 405/12 (Werkstoffaussch. 496).

<sup>9)</sup> Bautechn. 17 (1939) S. 161/63 u. 218/21.



Bereich der praktisch vorkommenden liegen. Die Brücken werden aber auch im Winter befahren, und wo sieht man dann den Unterschied?

Die Meinungsverschiedenheiten über die Probe von Rüdersdorf weisen darauf hin, daß es dringend erwünscht wäre, einmal die Ergebnisse der an diesem Werkstoff durchgeführten Proben mit allen Werten, besonders auch den Abmessungen, zu erhalten.

R. Wasmuht: Es ist selbstverständlich, daß auch der Feinkornstahl mit sinkender Temperatur an Zähigkeit einbüßt. Es ist aber eine bekannte Tatsache, daß der Zähigkeitsabfall bei diesem Stahl bei tieferen Temperaturen erfolgt als bei Grobkornstahl. Tatsächlich hat normalgeglühter Feinkornstahl auch noch bei  $-20^{\circ}$  recht annehmbare Zähigkeitseigenschaften<sup>10)</sup>.

K. Klöppel, Darmstadt: Ein Teil des Gurtcs der Rüdersdorfer Brücke soll ausgebaut und untersucht werden.

Die Annahme, daß feine Querrisse in den Uebergangszonen der Längsnähte starrer Konstruktionen vorhanden sein können, ist sehr zweckdienlich für die Beurteilung der verschiedenen den Trennbruch begünstigenden Einflüsse und für die Wahl von Gegenmaßnahmen. An Längsschliffen in Uebergangszonen sind wiederholt Querrisse festgestellt worden, wenn mit dem Durchflutungsgerät gearbeitet wurde. Vielleicht sind solche feine Risse auch in Platten aus Stahl St 52 vorhanden, die einen Verformungsbruch ergaben. Wahrscheinlich fehlen sie aber bei Schweißkonstruktionen aus dünneren Blechen, die längsgerichteten Zwängspannungen der Naht nur geringen Widerstand bieten. Bei sehr starren Konstruktionen, also bei dickwandigen, ist jedoch mit derartigen Fehlstellen zu rechnen, die im übrigen mit der üblichen Röntgendurchleuchtung nicht zu entdecken sind. Offenbar verhalten sich auch die Stähle gegenüber diesen feinen Rissen sehr unterschiedlich. Schon das Werkstoffgefüge, das bei größeren Plattenabmessungen zwischen den Rand- und Innenzonen größere Unterschiede aufweist als bei dünneren Platten, kann zum Teil erklären, weshalb sich bei manchen Stählen diese Querrisse bis zum Trennbruch fortsetzen, bei den anderen aber überwunden werden. Sehr weiche Randzonen der Platten sollten in dieser Hinsicht günstig zu beurteilen sein.

Vielleicht ist es zweckmäßig, sich mit solchen feinen Querrissen „zu befreunden“, denn man ist zunächst nicht imstande, sie mit absoluter Zuverlässigkeit zu vermeiden. Manche Brücken, die solche feinen Querrisse zeigten — dabei ist natürlich nicht an solche Risse wie beim Fall Zoo gedacht —, haben im Betrieb durchaus ihre Pflicht und Schuldigkeit getan.

Die Eigenspannungen waren im Fall Zoo wohl größer als im Fall Rüdersdorf. Eine etwaige ungünstige Auswirkung der Quersteifen, wovon Herr Grosse sprach, scheidet im Fall Zoo aus, da dort allein die Quersteifigkeit der außerordentlich dicken Gurtplatten der Querspannungszonierung der Halsnaht schon einen kaum überbietbaren Widerstand entgegengesetzt. Daraus erkläre ich mir auch die Regelmäßigkeit und Vielzahl der Halsnahttrisse in der Zoo-Brücke. Herr Grosse hat in seinem Versuch nur einen zweiachsigen Spannungszustand erzeugt, während in der Halsnaht ein nahezu idealer dreiachsiger Spannungszustand vorliegt.

Herr Graf hat schon festgestellt, daß solche mit kleinen Querrissen behafteten Längsnähte nach ihrer Herausarbeitung noch eine Zugschwellfestigkeit von etwa  $18 \text{ kg/mm}^2$  hatten. Dieser Wert ist überraschend hoch. Bemerkenswerterweise entspricht diese Ursprungszugfestigkeit der Ursprungsbiegefestigkeit der geschweißten I-Träger üblicher Ausführung. Auch mit diesem Ergebnis wäre die Annahme, daß in den stark beanspruchten Halsnähten feine Querrisse in den Uebergangszonen vorhanden sein können, in Einklang zu bringen.

Zur Frage der Begrenzung der chemischen Zusammensetzung des St 52 kann man wohl sagen, daß die nach dem Fall Zoo getroffene Maßnahme den Fall Rüdersdorf wider Erwarten leider nicht verhindern konnte.

Ueber die Mängel des Aufschweißbieveversuchs sind wir uns durchaus im klaren und teilen auch die Auffassung, daß er für die Abnahme wenig geeignet ist. Andererseits muß aber gesagt werden, daß es zur Zeit keine Untersuchung gibt, die den Verhältnissen im Bauwerk so nahekommt wie der Aufschweißbieveversuch, obwohl auch er die Vorgänge im Bauwerk nicht wirklichkeitstreu wiedergibt. Er erfährt aber vor allem einigermaßen den Einfluß der Größenabmessungen und der Eigenspannungen. Ferner liefert er den spröden Bruch, wie wir ihn an Bauwerken beobachtet haben, unter statischer Belastung. Meines Erachtens ist der Aufschweißbieveversuch zur Zeit

durch keinen anderen zu ersetzen. Wenn man auch die Zusammenhänge mit den Vorkommnissen in den Bauwerken noch nicht ganz übersehen kann, so darf gesagt werden, daß ein Stahl, der im Aufschweißbieveversuch unter Verformung bricht, auch im Bauwerk zweifellos weniger gefährlich ist als ein beim Aufschweißbieveversuch spröde brechender Stahl.

R. Mailänder, Essen: Ich möchte noch auf einen Punkt hinweisen, den man nicht außer acht lassen darf. Wenn bei der einen Brücke ein Anriß in der Naht durchschlägt und bei einer anderen Brücke nicht, so darf man die Erklärung nicht nur in Unterschieden der verwendeten Stähle suchen; denn es kommt auch noch darauf an, ob die vorhandenen Zugspannungen über einen größeren oder kleineren Bereich auftreten, ob sie schon durch den Anriß mehr oder weniger ausgelöst werden.

E. H. Schulz, Dortmund (nachträgliche schriftliche Äußerung): Es ist zweifellos erfreulich, daß durch die sehr zahlreichen Untersuchungen zur Frage der Bruchbildungen an geschweißten Bauwerken aus St 52 über die Bedeutung des Werkstoffes heute wohl volle Klarheit herrscht. Man muß sich meines Erachtens durchaus der Feststellung von R. Kühnel<sup>5)</sup> anschließen, daß zu einer Beunruhigung über das Verhalten der aus St 52 hergestellten geschweißten Bauwerke kein Grund vorliegt, soweit die Werkstofffrage in Betracht kommt, und unter der Voraussetzung, daß die gewonnenen Erkenntnisse auch ausgenutzt werden. Für diese Erkenntnisse spielen auch die Beiträge von Herrn Grosse eine beachtliche Rolle, besonders was die Klärung der Entstehung der Risse bei den Brücken Zoo und Rüdersdorf anbelangt. Wenn dazu zugegeben ist, daß diese Risse auf die von Herrn Grosse dargelegten Ursachen zurückzuführen sind, so können aber meines Erachtens die Folgerungen, die Herr Grosse aus seinen Untersuchungen zieht, keineswegs auf den Stahl St 52 schlechthin übertragen werden. Es ist doch schließlich die Tatsache nicht ohne Bedeutung, daß die bekannten Schadensfälle nur bei einer ganz bestimmten Art des St 52 aufgetreten sind. Die Untersuchungen von Herrn Grosse wurden auch mit dieser Stahlart durchgeführt; und es erscheint die Annahme doch wohl sehr berechtigt, daß eben diese Art des Baustahles St 52 ein besonderes Gepräge hat, das bei den andern Arten durchaus nicht in gleicher Weise vorzuliegen braucht.

Herr Grosse kommt nun auf Grund seiner Beobachtungen zu der Forderung, bei den schweren Konstruktionen zu einem weicheren Stahl überzugehen, einer Forderung, die ja auch von anderen Stellen schon erhoben worden ist<sup>11)</sup>, die aber ebenso wie der Uebergang wieder von dickeren Abmessungen nur zu dünneren — bis zu etwa 30 mm Dicke beispielsweise — einen Rückgang in der Entwicklung des Stahlbaues darstellen würde, für den keine Veranlassung vorliegt.

Für die Zusammensetzung des nach Ansicht von Herrn Grosse zu harten Stahles der Zoo-Brücke sollen die zu hohen Gehalte an Kohlenstoff, Mangan und Silizium kennzeichnend gewesen sein. Die von ihm angegebene Zusammensetzung kann nun aber nicht als gültig für den gesamten Werkstoff der Zoo-Brücke angesehen werden, weil von den verschiedenen Stellen durchaus verschiedene Analyseergebnisse vorliegen; ferner haben sich auch Probestücke mit geringeren Gehalten an den genannten Elementen ebenso schlecht verhalten wie das als zu hart bezeichnete; ich halte daher die Schlußfolgerung auf die Härtebarkeit kaum für begründet.

In eigenen Versuchen wurde an dem Werkstoff der Zoo-Brücke in der Uebergangzone eine Härte von 236 bis 317 Brinelleinheiten gefunden, im Stegblech eine solche von 217 bis 297 Brinelleinheiten. Da der Werkstoff nach unseren Feststellungen schon im Walzzustand verhältnismäßig hart war — nämlich 162 bis 200 Brinelleinheiten, wobei Spitzen von 170 bis 220 Brinelleinheiten in Seigerungszone lagen —, so kann durchaus nicht von einer starken Aufhärtung des Werkstoffes bei der Zoo-Brücke gesprochen werden, auch wenn die Schweißungen mit einer dünnen Elektrode durchgeführt worden sind. Besonders bemerkenswert erscheint mir diese Feststellung, wenn man die von Herrn Grosse in Bild 7 bis 9 angegebenen Härtewerte damit vergleicht. Hier werden z. B. für  $0,18\% \text{ C}, 0,5\% \text{ Si}$  und  $1,2\% \text{ Mn}$  Härtewerte von 360 bis 480 Brinelleinheiten angegeben, für noch kohlenstoffreichere Stähle von  $0,20\% \text{ C}, 0,5\% \text{ Si}$  und  $1,2\% \text{ Mn}$  weiterhin 320 bis 400 Brinelleinheiten. Hier scheint zunächst einmal ein Widerspruch vorzuliegen, da der kohlenstoffärmere Stahl um 40 bis 80 Brinelleinheiten härter gefunden wurde als der kohlenstoffreichere Stahl sonst gleicher Zusammensetzung;

<sup>11)</sup> Schaper, G.: Bautechn. 16 (1938) S. 346/47; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 807/09, 980 u. 1094. Bierett, G., und W. Stein: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 427/31 (Werkstoffaussch. 417). Hauttmann, H.: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 7 (1939) S. 41/47.

<sup>10)</sup> Wasmuht, R.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 209/12 (Werkstoffaussch. 456).



außerdem liegen diese Härtewerte ganz besonders hoch, jedenfalls kommen sie bei Chrom-Kupfer-Stahl in dieser Höhe nicht vor. Dabei ist beachtlich, daß diese Härten bei Schweißen an 30 mm dicken Profilen mit einer 5-mm-Elektrode gefunden wurden. Einen gewissen Unterschied weisen schon die *Bilder 10 bis 12* gegenüber diesen Feststellungen auf. Hier wurden bei einer 5 mm dicken Elektrode nur 290 bis 300 Brinelleinheiten gefunden, während nach *Bild 7 bis 9* Werte von 340 bis 400 Brinelleinheiten erwartet werden sollten. Derartig hohe Härtewerte wie in *Bild 7 bis 9* für 50 mm Blechdicke und 5-mm-Elektrode werden auch von H. Hauttmann<sup>5)</sup> mit dem Rollhärteprüfer, der jedenfalls die Höchst Härten bei größeren Belastungen am besten zu erfassen gestattet, nicht annähernd erreicht. Wenn Herr Grosse bei Härten von mehr als 300 bis 310 Brinelleinheiten schon bei geringeren Verformungen ein Aufreißen in der Härtezone zu befürchten glaubt, so wäre nur zu folgern, daß die von ihm betrachtete Stahlart nicht geeignet ist. Da aber andererseits bei den anderen Arten des St 52 diese Höchst Härtewerte meist nicht erreicht und nur selten wenig überschritten werden, so können die an den von Herrn Grosse angegebenen Stählen gefundenen Mängel nach meiner Ansicht nicht auf die anderen Arten übertragen werden. Das wird auch durch die Ansicht von Herrn Grosse bestätigt, daß Winkel von nur 2 bis 30° beim Bruch der Aufschweißbiegeprobe gefunden wurden; diese sind nach unseren Erfahrungen in der Tat außerordentlich gering.

Abgesehen davon bin ich aber noch keineswegs überzeugt, daß selbst bei Aufhärtung auf weniger als 300 Brinelleinheiten bei bleibenden Verformungen bis zu 4% unter keinen Umständen eine Ribbildung eintritt. Die Entstehung von Rissen hängt ja auch nicht nur von der Aufhärtung ab, sondern nach den Untersuchungen im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke<sup>6)</sup> sehr weitgehend vom Gefüge des Grundwerkstoffes, dann aber wahrscheinlich auch noch von weiteren nicht genau geklärten Ursachen.

Dazu ist beachtlich, daß bei dem Stahl der Zoo-Brücke von Herrn Grosse die Kerbschlagzähigkeit nur als etwas tief gegenüber den Vergleichsstählen angesehen wird. Der Unterschied ist aber meines Erachtens durchaus nicht so gering; so zeigt das *Bild 5* im Werkstoff der Zoo-Brücke bei 20° den Wert 7,5 mkg/cm<sup>2</sup> gegenüber 11,5 bzw. 15,2 in den Vergleichsstählen. Ohne daß ich der Kerbschlagzähigkeit nach dem üblichen Prüfungsverfahren für die Prüfung des St 52 eine grundlegende Bedeutung beimessen möchte, halte ich doch einen Wert von 7,5 mkg/cm<sup>2</sup> für einen Werkstoff, der die Aufschweißbiegeprüfung aushalten soll, für ziemlich gering. Jedenfalls aber ist auch schon aus diesem Grunde ein Vergleich zwischen dem Werkstoff der Zoobrücke und den anderen Stählen zum mindesten unsicher. Das gilt auch für die Kerbschlagzähigkeit des Stahles der Rüdersdorfer Brücke; hierfür wurde angegeben in Walzrichtung 8 bis 12 mkg/cm<sup>2</sup> und in Querrichtung 4 bis 6 mkg/cm<sup>2</sup> — das sind Werte, die nach unseren Erfahrungen mit Chrom-Kupfer-Stahl nicht als hoch anzusehen sind. Durch eine verschärfte Kerbschlagprobe, wie die von O. Graf, würde dieser Unterschied wahrscheinlich noch deutlicher in Erscheinung treten. Auf diesen Punkt haben ja die Herren Kommerell und Wasmuht in der Erörterung<sup>7)</sup> bereits eingehend hingewiesen.

Herr Grosse erwähnt dann neben der Aufhärtung noch die Möglichkeit einer Kaltverformung des Stahles durch das Auskreuzen, wodurch noch eine zusätzliche Härtung in der Uebergangszone bewirkt werden soll. Hiermit wird ein Umstand angedeutet, der im allgemeinen wohl wenig in Erscheinung tritt, aber bei den Mangan-Silizium-Stählen eine gewisse Bedeutung zu haben scheint. Es ergab sich nämlich beim Stahl der Zoo-Brücke ein besonders starker Einfluß einer Kaltverformung, der sich nach meiner Ansicht entgegen der Auffassung von Herrn Grosse nicht mit Sicherheit durch die Erwärmung beim nachträglichen Aufbringen von weiterem Schweißgut beseitigen läßt, sondern durch die Erwärmung in seiner Wirkung eher zunimmt. Es ergab sich an den uns zur Verfügung gestellten Probestücken nämlich mehrfach und ohne Streuung nach 10prozentiger Kaltverformung und Anlassen bei 250° nur noch eine Kerbschlagzähigkeit von 0,6 bis 0,7 mkg/cm<sup>2</sup>, während mindestens 6 mkg/cm<sup>2</sup> hätten erwartet werden können<sup>12)</sup>. Daß aber nicht nur beim Auskreuzen, sondern auch beim Schweißen Kaltverformungen auftreten können, die sich bei entsprechend empfindlichen Werkstoffen in einer Versprödung äußern, zeigt *Bild 38* an den Kraftlinien eines nach A. Fry<sup>13)</sup> geätzten Längsschliffes durch die Aufschweißbiegeprobe eines St 37, dessen Empfindlichkeit nicht geringer ist als die des Werkstoffes der Zoo-Brücke. Hiernach

möchte ich annehmen, daß die Aufhebung des Verformungseinflusses beim Auskreuzen durch das Erwärmen beim Schweißen nicht so wichtig ist wie die Tatsache, daß solche Verformungen durch das Schweißen sogar noch entstehen. Also darf dieser Umstand bei entsprechend empfindlichen Stählen, zu denen zum mindesten der Werkstoff der Zoo-Brücke zu rechnen ist, nicht übersehen werden.

Schließlich kommt Herr Grosse auf die Korngröße zu sprechen. Es muß hier vielleicht nochmals betont werden, daß nach der Feststellung von R. Wasmuht<sup>14)</sup> und von W. Bischof<sup>6)</sup> nicht so sehr die Austenit- oder die McQuaid-Ehn-Korngröße maßgebend ist, sondern die sekundäre Perlit-Ferrit-Korngröße. Eine geringe McQuaid-Ehn-Korngröße gibt nur eine gewisse Gewähr, daß auch die sekundäre Korngröße gering ist. Der Einfluß der Korngröße scheint aber bei der Zoo-Brücke völlig durch andere Umstände überlagert worden zu sein, zu denen u. a. vielleicht auch die oben gemachten Feststellungen zu rechnen wären.

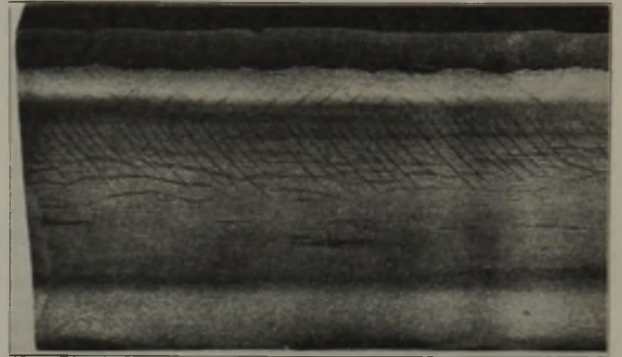


Bild 38. Kraftlinien in einer nichtgebogenen Aufschweißbiegeprobe aus einem Stahl St 37. (Ätzung nach A. Fry, rd.  $\times 1$ .)

Herr Grosse glaubt dann weiter, daß unmittelbar nach dem Schweißen keine Risse gefunden werden, obwohl er beim Verschweißen von Gurtblechen in einer Kaltmischung auch unmittelbar nach dem Schweißen sehr viel kleine Querrisse gefunden hat, die nach ihrer Größe auch den Rissen bei den Reckversuchen ähneln. Ebenso fand er vor einer zusätzlichen Biegebeanspruchung auch Risse in den Wulstprofilen. Es ist vielleicht doch weniger wichtig, ob die Risse beim Schweißen oder ob sie erst beim Bau auftreten, zumal wenn sie röntgenographisch, wie Herr Grosse auch angegeben hat, unter Umständen nicht feststellbar sind. Wesentlich ist die Sicherheit gegen die Fortsetzung der Risse auf Grund einer geringen Trennempfindlichkeit des Werkstoffes. Anscheinend sind diese kleinsten Risse eben äußerst schwer oder gar nicht zu vermeiden; wichtig ist daher eine solche Beschaffenheit des Grundwerkstoffes, daß diese Risse sich nicht mehr in ihn hinein vergrößern, sondern gewissermaßen „aufgefangen“ werden.

W. Grosse, Peine (Schlußwort): Aus den Erörterungsbeiträgen geht hervor, daß grundsätzlich zweierlei Ansichten über die Auswirkung der in der Härtezone gebildeten Anrisse bestehen. Die Herren Schulz, Wasmuht, Bischof und Eilender glauben, sich mit dem Vorkommen von Rissen in Schweißkonstruktionen abfinden zu können in der Hoffnung, daß in einem bestimmten Stahl St 52 die an den Kerben vorliegenden Spannungsspitzen abgebaut werden und das Weiterreißen von dem noch gesunden Nachbarwerkstoff abgefangen wird. Zu dieser Auffassung führten die Beobachtungen bei Aufschweißbiegeversuchen an Feinkornstählen über das allmähliche Fortschreiten der von der Härtezone ausgehenden Anrisse, die nicht zu einem einschnürungslosen Durchschlagen der Biegeproben führen. Da beim Aufschweißbiegeversuch die Proben rein statisch beansprucht werden, kann er über das Verhalten eines bereits angerissenen Werkstoffes bei einer Wechselbeanspruchung nichts aussagen. Dauerbrüche entstehen fast ausnahmslos nicht als Folge kleiner Werkstofffehler, sie nehmen vielmehr ihren Ausgang vor allem von Kerben (scharfen Gewindegängen, Drehriefen, Meißelhieben, Oberflächenfehlern), von kleinen im wechselbeanspruchten Werkstoff befindlichen scharfkernigen Trennungen (Härte-, Flocken- und Spannungsrissen) und von groben Werkstofffehlern wie Lunkern oder großen Schlackeneinschlüssen. Es ist mir unerklärlich, wie man für die zur Erörterung stehenden Brüche kleine Kohlenstoffseigerungen, die übrigens nur in der von Herrn Bischof untersuchten Lamelle gefunden wurden, oder

<sup>14)</sup> Wasmuht, R., und C. Salzmann: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 453/56.

<sup>12)</sup> Schulz, E. H., und K. Buchholtz: Z. VDI 73 (1929) S. 1577.

<sup>13)</sup> Stahl u. Eisen 41 (1921) S. 1093/97.



eine geringe Alterungskerbzähigkeit verantwortlich machen will, aber die Anrisse, die sich dazu in einer stark aufgehärteten Zone und in einem reichlich ungünstigen Spannungsfeld befinden, als unerheblich ansehen kann. Nach den Betriebserfahrungen führen scharfe Kerben in wechselbeanspruchten Bauteilen unvermeidlich zu einem Dauerbruch. Da kein Grund zu der Annahme vorliegt, daß ein in wechselbeanspruchten Brücken eingebauter Werkstoff sich anders verhält und auch im Feinkornstahl kein Mittel zur Vermeidung von Dauerbrüchen gegeben sein dürfte, können die aus den statischen Aufschweißbiegeversuchen gezogenen Folgerungen nicht über die in Anrissen liegenden Gefahren hinwegtäuschen. Aus diesen Erwägungen heraus haben die Herren Hautmann und Bennek wie auch ich Bedenken gegen die bedingungslose Hinnahme der in geschweißten Bauten aus St 52 vorgeschriebenen Anrisse.

Die Herren Schulz, Wasmuth und Bischof messen den unterhalb der Schweißnaht liegenden Härtezone eine geringe Bedeutung bei. Herr Schulz stützt sich dabei auf die Feststellung, daß bei einer nachträglichen Untersuchung der Uebergangszonen eines aus der Zoo-Brücke ausgebauten Trägers Härtewerte zwischen 236 und 317 Brinelleinheiten gefunden wurden. Herr Schulz läßt aber außer acht, daß die beim Legen der Einzelraupen entstehenden Härtespitzen heute gar nicht mehr feststellbar sind, weil sie durch die Anlaufwirkung beim Aufbringen der weiteren Schweißraupen abgebaut wurden. Die zur Auslösung der Rißbildung gehörende Beanspruchung der Träger erfolgte jedoch zu einem Zeitpunkt, als die Härtespitzen noch Höchstwerte hatten. Die wahre Größe der Aufhärtungen geht aus den Untersuchungen von Herrn Krusch hervor, der bei der Prüfung des Zoo-Trägers feststellte, daß an den Stellen, die durch Aufbringen einer einzelnen Raupe nachträglich ausgebessert waren, in der Uebergangszonen Härtewerte von 308 bis zu 402 Brinelleinheiten vorlagen. Diese Werte decken sich gut mit den Zahlen in Bild 7. Bei der Umzeichnung des Bildes ist ein Fehler unterlaufen, auf den schon die ungleichmäßige Aufteilung der Kohlenstoffgehalte in der Abszissenachse hinweist; die Zahlen 0,18 und 0,26 % in der Abszissenachse müssen durch 0,22 und 0,30 % ersetzt werden. Damit fällt auch der von Herrn Schulz festgestellte Widerspruch dieses Bildes zu den Bildern 10 bis 12.

Herr Wasmuth unterscheidet bei Betrachtung der Härteunterschiede zwischen Fein- und Grobkornstählen St 52. Er bestätigt, daß auch nach seinen Untersuchungen im Uebergang von Schweißraupe zu Mutterwerkstoff kein Unterschied in der Höhe der Aufhärtung bei beiden Stahlarbeiten besteht. Meine Untersuchungen haben weiterhin gezeigt, daß sich die Stähle beider Erschmelzungsarten nicht in den Aufhärtungswerten, sondern auch in der Anrißbildung im gebildeten Aufhärtungsband gleichartig verhalten. Die Erfahrungen der Praxis werden erst später zeigen, ob die Wirkung der Anrisse auf Dauerbruchbildung in beiden Stahlsorten verschieden ist.

Herr Bischof lehnt es ab, die infolge ungünstiger Stahlzusammensetzung vorgekommenen Aufhärtungen in Zusammenhang mit den Schäden an der Zoo-Brücke zu bringen. Er übersieht dabei, daß auch in den am weichsten legierten Lamellen für diese Brücke bei der gewählten Arbeitsweise Aufhärtungen vorkommen mußten, die als erste Vorbedingung für die Entstehung von Anrissen anzusprechen sind. Durch die Vermutung, daß Rißerscheinungen unabhängig von der Stahlgüte in allen Schweißverbindungen vorkommen, lehnt

Herr Bischof den Einfluß der wenig dehnbaren Härtezone gänzlich ab. Er setzt sich hiermit über die Tatsache hinweg, daß in Schweißverbindungen aus Siemens-Martin-Stahl St 37 bislang weder im Betriebe noch bei Laboratoriumsversuchen Rißbildungen eintraten. In dem Fehlen von Anrissen bei diesem Stahl sehe ich den Grund seiner Bewährung bei zahlreichen geschweißten Großbauwerken, die unter ähnlichen Arbeitsbedingungen entstanden sind wie die zu Bruch gegangenen Brücken aus Stahl St 52. Es dürfte kein Zufall sein, daß bei den röntgenographisch auf Anrisse gut prüfbar geschweißten Bauten aus Dornen-Profilen Güte St 37 kein einziger Querriß gefunden wurde.

Aus den Untersuchungen über die Zoo-Brücke und über die Rüdersdorfer Brücke glaubt Herr Schulz die Folgerung ziehen zu können, daß Mangan-Silizium-Stahl St 52 eine besondere Neigung zur Härterißbildung hat, die den anderen Arten des St 52 nicht eigen zu sein braucht. Meine Untersuchungen sind nicht beim Mangan-Silizium-Stahl stehen geblieben. In den Kreis der Untersuchungen wurde auch Chrom-Kupfer-Stahl einbezogen. Ich habe festgestellt, daß bei den chromhaltigen Grobkornstählen beim Auftragen einer Schweißraupe Aufhärtungen vorkommen, die in ihrer Größenordnung die beim Mangan-Silizium-Stahl bekanntgegebenen Werte meist übersteigen. Ich fand bei einem Stahl mit 0,21 % C, 0,40 % Si, 1,09 % Mn und 0,33 % Cr Härtespitzen von 453 Brinelleinheiten. Bei Reckversuchen an Zerreißproben mit Schweißraupen gingen beispielsweise die Proben aus diesem Stahl schon bei einer Dehnung von rd. 4 % ohne Einschnürung zu Bruch. Daß der Chrom-Kupfer-Stahl auch beim Einschweißen in eine Konstruktion einschnürungslos durchschlagen kann, beweist der statische Biegeversuch von K. Schreiner<sup>10)</sup> an einem Träger mit nur 30 mm dicken Nasenprofilen aus Chrom-Kupfer-Stahl. O. Graf berichtete in einer Sitzung des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, daß bei einer nachträglichen Untersuchung dieses Trägers auf einer kurzen Länge viele Querrisse in der gehärteten Uebergangszonen gefunden wurden. Nach diesen Ergebnissen glaube ich Herrn Schulz nicht folgen zu können, wenn er die vorgekommenen Bruchbildungen nur mit einer bestimmten Stahlarbeit in Zusammenhang bringen will.

Nach meinen Untersuchungen hängt die Aufhärtungsneigung beim St 52 in hohem Maße von den Gehalten an den zur Abschreckhärtung Anlaß gebenden Elementen ab. Die Feststellung, daß mit einer Herabsetzung der härtenden Legierungsbestandteile die Gefahr der Anrißbildung herabgemindert oder beseitigt wird, macht es notwendig, die Aufgabe der rißfreien Schweißung eines höherwertigen Baustahls auch von der Legierungsseite aus zu verfolgen.

Bei den heute gebräuchlichen Stählen St 52 muß der handwerklichen Ausführung der Schweißkonstruktion besondere Beachtung geschenkt werden. Es sind alle Maßnahmen zu ergreifen, welche die Aufhärtungen auf ein Mindestmaß herabsetzen, vor allem, wenn Verformungen der Schweißnahtzone bei Ausführung der Schweißarbeiten nicht ganz vermeidbar sind.

Bestätigt sich die an großen Versuchsträgern gemachte Feststellung, daß sich T-förmige Flanschprofile mit hinreichend hohem Stegansatz aus Stahl St 52 auch bei Ausführung von Großbauwerken rißfrei verschweißen lassen, dann ist mit diesem Bauelement ein Mittel gegeben, auch von der konstruktiven Seite her die Rißbildung in Schweißkonstruktionen zu meistern.

<sup>10)</sup> Stahlbau 11 (1938) S. 156/60.

## Umschau.

### Fortschritte im ausländischen Walzwerksbetrieb<sup>1)</sup>.

#### Warm- und Kalt-Bandblech-Walzwerke der Youngstown Sheet & Tube Company in Indiana Harbor.

W. C. Kernahan<sup>2)</sup> beschreibt diese neueste Anlage für die Herstellung von Bandblech, die durch einige besondere Einrichtungen und Anordnungen der Fördermittel bemerkenswert ist und 24 Warmwalzgerüste älterer Bauart ersetzen soll.

Eine neue Blockstraße mit Walzen von 1165 mm Dmr. und 2540 mm Ballenlänge walzt Blöcke, deren übliche Größe 1420 × 610 × 2130 mm<sup>3</sup> beträgt, zu Brammen von 75 bis 150 mm Dicke, 1470 mm größter Breite und bis zu 4,6 m Länge. Zwischen dem Zufuhrrollgang und dem Walzrollgang ist eine Drehscheibe angeordnet, um den Block mit dem gewünschten Ende zur Block-

straße hin zu drehen; die Fahrbahn für die Scheibe ruht auf den Balken einer Waage, die selbsttätig das Gewicht des Blockes feststellt, wenn er sich über der Drehscheibe befindet. Die Walzenzapfen liegen in Preßstofflagern (mit Faserstoffeinlage). Die Walzrollgänge, Kant- und Verschiebevorrichtung, Brammendrücker und Brammenstapler haben Druckfetttschmierung. Die Brammenschere kann einen Druck bis zu 1000 t erzeugen.

Die Walzen werden durch einen 8000-PS-700-V-Gleichstrom-Doppelanker-Umkehrmotor mit 50/120 U/min angetrieben; den Strom liefert ein Umformer, der aus zwei 3000-kW-700-V-Gleichstrommaschinen und einem 5000-PS-2200-V-Drehstrommotor mit 360 U/min besteht. Zwei 150-PS-Motoren mit 460 U/min, die den Strom von zwei 150-kW-Gleichstrommaschinen erhalten und durch Leonardschaltung gesteuert werden, bewegen die Druckschrauben. — Die Tiefofenanlage umfaßt neun Öfen mit vier Zellen, und zwar einen zu 2,13 × 4,27 m<sup>2</sup>, vier zu 2,13 × 3,66 m<sup>2</sup> und vier zu 1,5 × 2,7 m<sup>2</sup>. Die Brammen werden auf Wagen zum Lager der Bandblechstraße geschafft und dort geputzt.

<sup>1)</sup> Siehe Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 461/62.

<sup>2)</sup> Blast Furn. 27 (1939) S. 929/33; Steel 105 (1939) Nr. 16, S. 56, 58 u. 60; Nr. 17, S. 56, 68 u. 60.



Zahlentafel 1. Angaben über die Warm- und Kalt-Bandblechstraßen.

I. Warm-Bandblechstraße.									
Bezeichnung der Gerüste	Walzen				Antriebsmotoren				Abstand vom vorigen Gerüst m
	Anzahl	Durchmesser der Arbeitswalzen mm	Durchmesser der Stützwalzen mm	Ballenlänge mm	Leistung PS	Drehzahl je min	Stromart	Spannung V	
1. Zunderbrechgerüst mit senkrechten Stauchwalzen	2	—	—	—	zwei zu 300	514	Drehstrom	2200	—
1. Vorwalzgerüst	2	1016	—	1370	3000	144	Drehstrom	2200	8,53
2. Vorwalzgerüst <sup>1)</sup>	4	622	1142	1370	2500	240	Drehstrom	2200	12,19
3. Vorwalzgerüst <sup>1)</sup>	4	571	1142	1370	2500	257	Drehstrom	2200	17,07
4. Vorwalzgerüst <sup>1)</sup>	4	571	1142	1370	2500	257	Drehstrom	2200	25,30
2. Zunderbrechgerüst mit waagerechten Walzen	2	647	—	1370	500	150/600	Gleichstrom	600	—
1. Fertigerüst	4	571	1142	1370	3000	200/400	Gleichstrom	600	—
2. Fertigerüst	4	571	1142	1370	3000	200/400	Gleichstrom	600	5,5
3. Fertigerüst	4	571	1142	1370	3000	200/400	Gleichstrom	600	5,5
4. Fertigerüst	4	571	1142	1370	3000	200/400	Gleichstrom	600	5,5
5. Fertigerüst	4	571	1142	1370	3000	200/400	Gleichstrom	600	5,5
6. Fertigerüst	4	571	1142	1370	2000	230/460	Gleichstrom	600	5,5

Den Strom für die Fertigstraße liefern zwei Umformer mit je einem 8400-PS-360-U/min-11 000-V-Drehstrom-Antriebsmotor mit je zwei 3000-kW-600-V-Gleichstrommaschinen.

II. Kalt-Bandblechstraße mit fünf Gerüsten.

Bezeichnung der Gerüste	Walzen				Antriebsmotoren				Abstand von Mitte Gerüst bis Mitte Gerüst m	Ueber- setzungs- verhältnis	Höchst- drehzahl der Walzen U/min	Walz- geschwin- digkeit m/s
	Anzahl	Durchmesser der Arbeitswalzen mm	Durchmesser der Stützwalzen mm	Ballenlänge mm	Leistung PS	Drehzahl min	Stromart	Spannung V				
1. Gerüst	4	455	1245	1220	1500	300/600	Gleichstrom	600	4	5,88	102,2	1,22/2,44
2. Gerüst	4	455	1245	1220	1750	300/600	Gleichstrom	600	4	3,95	152,2	1,8/3,6
3. Gerüst	4	455	1245	1220	1750	300/600	Gleichstrom	600	4	2,62	220,1	2,72/5,46
4. Gerüst	4	455	1245	1220	1750	300/600	Gleichstrom	600	4	1,89	317,4	3,8/7,6
5. Gerüst	4	455	1245	1220	1750	175/347	Gleichstrom	600	4	unmittelbarer Antrieb	437,0	4,2/10,46

Die Größe des Umformers wurde nicht angegeben.

<sup>1)</sup> Diese drei Gerüste haben einen Satz senkrechter Stauchwalzen vor sich, von denen jede durch einen 150 PS-Motor für Gleichstrom von 230 V mit 460/1150 U/min angetrieben wird.

Die beiden mit Gas oder Oel heizbaren Durchstoßöfen von 5,5 m Breite und 25,9 m Länge sind für eine Nennleistung von 61 t und bei verstärktem Betrieb von 81 t kalt eingesetzter Brammen von 150 mm Dicke und 4,9 m Länge entworfen worden, die auf etwa 1230° erwärmt werden. Sie haben flache Hängedecken und Wärmeschutzschichten an den Seitenwänden und Herdböden. Der Wind wird in zwei zweizügigen Hohlziegelrekuperatoren auf etwa 400° erwärmt und hat einen Druck von 75 mm. Jeder Ofen hat eine Hebevorrichtung für Brammenpakete, von denen jedesmal eine Bramme zum Einsetzen in den Ofen abgezogen wird. Nicht genügend erwärmte Brammen können durch einen Magnetkran und einen Querförderer wieder zum Brammeneinsatzende der Ofen geschafft werden.

Die Warmbandblechstraße (Bild 1) walzt die Brammen zu Bandblechen von 200 bis 1320 mm Breite und bis zu 0,95 mm geringster Dicke. Im ersten Vorwalzgerüst erfährt die Bramme eine Abnahme von 50%. Zahlentafel I gibt Auskunft über die Hauptabmessungen der Walzen, Größe der Motoren usw. Im Abstand von etwa 38,4 m vom letzten Vorwalzgerüst steht eine Endenschere mit umlaufenden Messern vor dem Zunderbrechgerüst der Fertigstraße. Die kegeligen Zapfen der Stützwalzen haben Gleitlager mit Oelschmierung, die der Arbeitswalzen Rollenlager. Die Lager aller Rollgänge, Arbeitswalzen, Druckschrauben, Enden- und fliegenden Scheren haben Druckfettsschmierung, die Lager der Vorgelege, Kammwalzen und Stützwalzen dagegen Druckölschmierung.

Der Bedarf an Kühlwasser erfordert etwa 8 m<sup>3</sup>/min; hiervon sind zwei Drittel gefiltertes Wasser, das danach zum Abspritzen des Zunders verwendet wird. Der Zufluß des Wassers in den Kühlvorrichtungen wird durch Ventile an jedem Kühler geregelt, deren Temperatur überwacht wird. Der übrige Teil, d. h. das letzte Drittel des Kühlwassers, ist Gebrauchswasser, das in den Abwasserkanal geht. Das durch Düsen austretende Druckwasser zum Abspritzen des Zunders hinter dem ersten und zweiten Zunderbrechgerüst wird durch Ventile geregelt, die durch Druckluftzylinder auf elektrischem Wege gesteuert werden. Mehrstufige elektrisch geregelte Schleuderpumpen erzeugen das Druckwasser von etwa 80 kg/cm<sup>2</sup>. Hinter der Fertigstraße steht die übliche fliegende Schere zum Schneiden von 4,2 bis 8,38 m langen Blechen und Rohrstreifen bis zu 16,76 m Länge.

Die Leistungsfähigkeit der neuen kontinuierlichen Bandstahlstraße beläuft sich auf etwa 88 500 t/Monat oder 1060 000 t je Jahr. Dieser Leistung sind 26 Arbeitstage je Monat, bei täglich 24stündiger Arbeitszeit und einem stündlichen Ausbringen der Brammenwärmöfen von mehr als 70 t zugrunde gelegt.

Bemerkenswert ist eine neuartige Einrichtung, um einen Teil der Bandblecherzeugung seitlich von der Auslafrichtung

des Walzgutes hinter der fliegenden Schere abzuführen. Ein au einem Querförderwagen angebrachter Abschnitt des Auslafringanges kann so ausgerichtet werden, daß er mit einem Satz von Drallrollenführungen<sup>3)</sup> (Bild 2) zusammenarbeitet. Hierdurch wird das Bandblech hochkant gestellt, das durch Treibrollen geht und durch einen Wimmeler in Windungen geworfen wird, worauf es über ein Förderband und durch einen weiteren Treibrollensatz zu einem Haspel mit stehendem Wickelkopf gelangt, der es zum Bund aufwickelt. Der Haspel kann Bandbleche von 200 bis 1145 mm Breite zu Bündeln von 760 bis 1220 mm äußerem Dmr. und 635 mm innerem Dmr. bei 0,95 bis 3,5 mm Dicke bis zum Höchstgewicht von 3175 kg wickeln. Die Bunde gelangen dann auf dem langen Hauptförderband zum Vorratslageraum.

Steht der Querförderwagen hinter der fliegenden Schere in der Auslafrichtung des Bandbleches, so läuft das Walzgut über einen 122 m langen Rollgang zu zwei unter Hüttenflur angeordneten Haspeln oder darüber hinaus zu Staplern und Waagen. Die Haspel wickeln das Bandblech von 200 bis 1295 mm Breite und 0,95 bis 3,9 mm Dicke zu Bündeln von 760 bis 1220 mm äußerem Dmr. und 635 mm innerem Dmr. bis zum Höchstgewicht von 5443 kg auf, die auf zwei Abzweigförderbändern zum vorerwähnten Hauptförderband für Bunde geschafft werden. Die Stapelvorrichtung kann Bleche von 200 bis 1295 mm Breite, 2 bis 8 mm Dicke in Längen von 4,2 bis 8,38 m sowie Rohrstreifen bis zu 16,76 m Länge aufstapeln. Die Bleche und Rohrstreifenpakete werden zum Abkühlen auf Roste gelegt.

Von den beiden Durchlaufbeizen, denen die Bunde vom Vorratslagerplatz durch zwei Sonderrollgänge zugeführt werden, kann die ältere Bandbleche von 200 bis 1295 mm Breite verarbeiten; sie besteht aus einer Maschine zum Abrollen und Richten des Bandes, einer Teilschere, einer Heftvorrichtung, an die sich die übliche Schlingengrube, Treibrollen, Säure- und Wasserbehälter, Haspel zum Wiederaufwickeln usw. anschließen. Die zweite Durchlaufbeize kann Bandbleche von 200 bis 965 mm Breite verarbeiten. Platz für eine dritte Anlage wurde vorgesehen. Die gebeizten Bunde werden gewogen und gehen zum Lager, von wo aus sie zum Kaltwalzwerk gelangen. Dieses enthält zwei einzelnstehende Umkehr-Vierwalzengerüste mit Arbeitswalzen von 410 mm Dmr. und Stützwalzen von 1245 mm Dmr. bei 1070 mm Ballenlänge, deren Anordnung auf dem Lageplan nicht angegeben ist, sowie ein Walzwerk mit fünf hinter-einanderstehenden Gerüsten, über die Zahlentafel I Auskunft gibt. Die Zapfen der geschmiedeten Arbeitswalzen haben Rollenlager, die Stahlgußstützwalzen Gleitlager mit Oelschmierung. Kammwalzen und Vorgelege haben Weißmetallager. Vor-

<sup>3)</sup> Siehe Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 929.



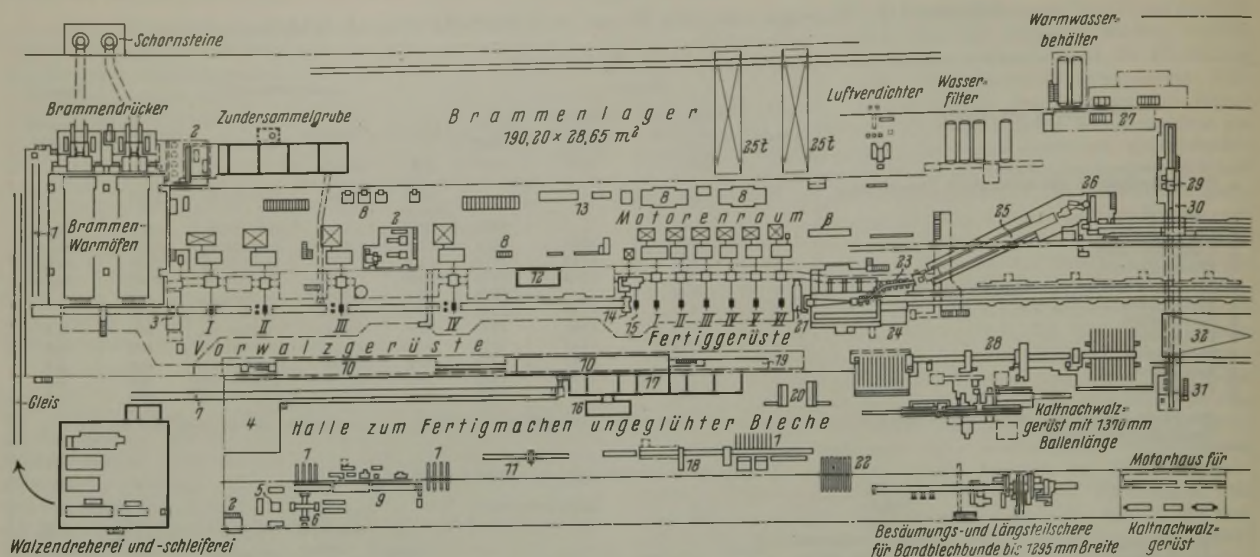


Bild 1. Grundriß der Warm- und Kalt-Bandblech-

- |                      |                                |                             |  |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|--|
| 1 Querförderer       | 8 Umformer                     | 15 Zunderbrechgerüst        | 22 Paketquerförderer                                     |
| 2 Pumpe              | 9 Spül- und Trockenvorrichtung | 16 Zundergrube              | 23 Drallrollenführung                                    |
| 3 Zunderbrechgerüst  | 10 Schalt- und Steueranlage    | 17 Betriebsbüro             | 24 Endgrube  |
| 4 Ladeplattform      | 11 Richtmaschine               | 18 Einöl- und Richtmaschine | 25 Förderband  |
| 5 Säulenheizmaschine | 12 Oelfilter                   | 19 Steuerbühne              | 26 Haspel  |
| 6 Drehtisch          | 13 Schaltbretter               | 20 Schere                   | 27 Schaltraum  |
| 7 Verladegleis       | 14 Entenschere                 | 21 Fliegende Schere         | 28 Besäumungs- und Längsteilschere für ungeglühte Bleche |

gelege, Lager usw. haben Druckölschmierung. Zusammen mit einer monatlichen Leistungsmöglichkeit der älteren Anlage von 7000 t können die Kaltwalzwerke 22 000 t/Monat oder 264 000 t je Jahr kaltgewalzter Bleche erzeugen.

Die beiden nicht dargestellten elektrolytischen Durchlaufreinigungsanlagen zum Entfernen des beim Kaltwalzen gebrauchten Oels von der Bandblechoberfläche bestehen aus je einem Abrollhaspel, einer Schweißvorrichtung, einem Wascher, elektrolytischen Bad, Spülbehälter, Warmwasserbehälter, Trockner, Treibrollen zum Fördern des Bandbleches und Haspel zum

ein Umformer mit einem Drehstrommotor und einer 1000-kW-250-V-Gleichstrommaschine.

Die örtlichen Verhältnisse zwangen dazu, die Bunde, die nicht durch die Durchlaufbeize und zum Kaltwalzwerk gehen, vom Vorratslagerplatz durch ein unterirdisches Förderband, das das lange Bundförderband, den Auslaufrollgang und den Kühlrost

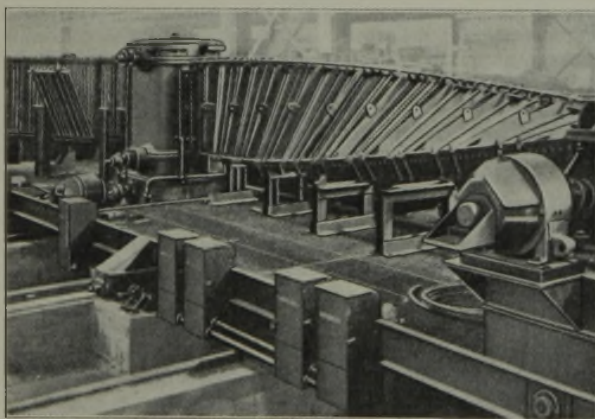


Bild 2. Drallrollenführung für Bandblech.

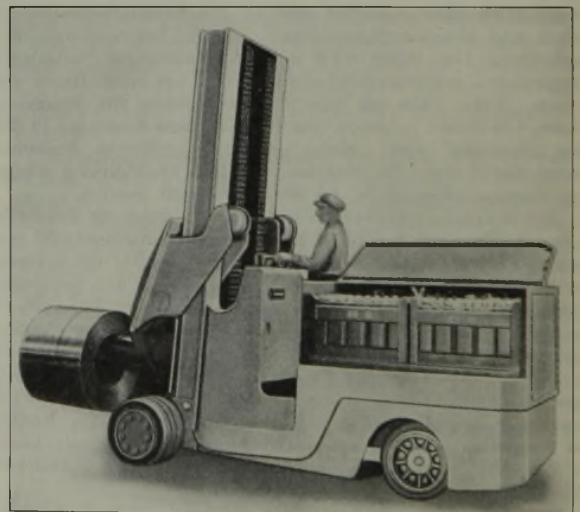


Bild 3. Ausleger-Hubwagen.

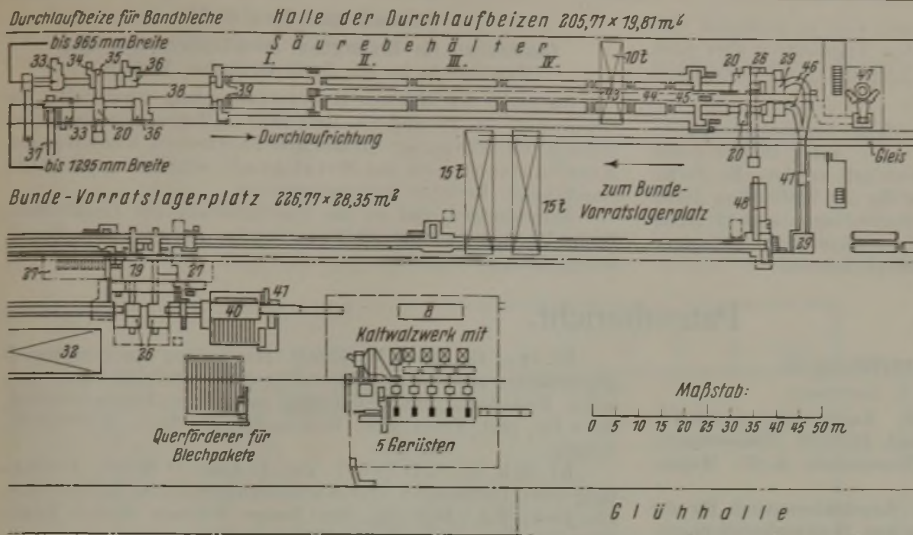
Wiederaufwickeln. Auf der einen Seite der Reinigungsanlage befinden sich sieben, auf der anderen Seite vier gasbeheizte Glühöfen für satzweisen Einsatz, von denen zehn je zwei Kammern haben und zum Glühen der Bandblechbunde für die Weißblechherstellung dienen, während der elfte Ofen vier Kammern zum Glühen der Bunde für die Schwarzblechherstellung hat.

Zum Kaltnachwalzen sind zwei Walzwerke vorgesehen worden, und zwar ein alleinstehendes Vierwalzengerüst mit Arbeitswalzen von 410 mm Dmr., Stützwalzen von 1245 mm Dmr. und 1070 mm Ballenlänge, das durch einen 300-PS-250-V-Gleichstrommotor mit 575/1150 U/min angetrieben wird, sowie eine Walzenstraße aus zwei Vierwalzengerüsten mit Arbeitswalzen von 460 mm Dmr., Stützwalzen von 1245 mm und 1070 mm Ballenlänge. Bemerkenswert ist der Antrieb dieser Walzenstraße; jedes Gerüst und jeder Haspel ist unmittelbar mit seinem Motor gekuppelt, um die Trägheitsverluste zu vermindern und eine rasche Beschleunigung zu erreichen. Jedes Gerüst wird durch einen 350-PS-250-V-Gleichstrommotor angetrieben; den Strom liefert

für Bleche unterfährt, der weiteren Verarbeitung in den neben der Bandblechstraße angeordneten Hallen zuzuführen. Dabei werden Bunde mit dünner Blechdicke durch einen mit Ausleger versehenen Hubwagen (Bild 3) waagrecht auf das Vorderende des Förderbandes gelegt, aber nach einer kurzen Strecke durch eine Kippvorrichtung senkrecht aufgerichtet. Bunde mit dicker Blechstärke werden hinter der Kippvorrichtung jedoch durch einen Kran aufrecht gestellt. Am Ende des Förderbandes werden die aufgerichteten Bunde durch einen Aufzug bis auf Hüftenflur gehoben, und eine Kippvorrichtung legt sie wieder um, damit ein Auslegerhubwagen sie fassen und zu den weiteren Verarbeitungseinrichtungen in den Hallen befördern kann, in denen Bleche und Bandblechbunde fertiggemacht und versandt werden.

Die an der Stapelvorrichtung hinter den Haspeln der Bandblechstraße gebildeten Blechpakete werden zu einem Kühlrost von 10,7 x 45,7 m<sup>2</sup> gebracht, wo sie etwa 4 h abkühlen, dann gehen die Tafeln durch eine Richtmaschine mit Rollen von 82 mm Dmr., weiter über ein Förderband zu einer Besäum- und





straßen der Youngstown Steel & Tube Co.

29 Kippvorrichtung	35 Besäummaschine	42 Hauptförderband für warme Bunde
30 Bandquerförderband	36 Heftmaschine	43 Kaltwasserbehälter
31 Aufzug und Kippvorrichtung	37 Sonderrollgänge und Kippvorrichtung	44 Warmwasserbehälter
32 Kühlrost für ungeglühte Bleche und Röhrenstreifen	38 Schlingengrube	45 Trockner
33 Abroll- und Richtmaschine	39 Klemmrollen	46 Rollbahnen
34 Schweißmaschine	40 Stapler	47 Dunstabzuganlage
	41 Waage	48 Abnahmestelle für Bunde

Längsteilschere, werden an einer besonderen Teilschere auf Maß geschnitten und durchlaufen wieder eine Richtmaschine mit 88 mm dicken gestützten Richtrollen, worauf sie in einer Stapelvorrichtung gesammelt und auf einen Querfördertisch gelegt werden. Mit diesen zu einem Maschinensatz zusammengefaßten Einrichtungen werden ungeglühte Bleche von 200 bis 1295 mm Breite, 2 bis 8 mm größter Dicke und 0,76 bis 9,75 m Länge fertiggemacht.

Zum Kaltnachwalzen von Bunden und Tafeln aus Bandblech von 200 bis 1295 mm Breite, 1 bis 3,9 mm Dicke und bis zu 7,32 m Länge dient ein Zweiwalzengerüst mit 1370 mm Ballenlänge, dessen Walzendurchmesser nicht angegeben wird. Ein 200-PS-250-V-Gleichstrommotor mit 500/1000 U/min treibt die Walzen über Vorgelege an. Der Aufwickelhaspelmotor hat 200 PS und 300/900 U/min; der Bremshaspelstromerzeuger hat eine Leistung von 60 kW bei 77 V und 400/1200 U/min. Der Umformer besteht aus einem 700-PS-2200-V-Drehstrommotor mit 1200 U/min und drei 250-V-Gleichstrommaschinen, und zwar eine zu 1 bis 150 kW, die zweite 1 bis 200 kW, die dritte 1 bis 10 kW. Das Walzwerk hat noch folgende Hilfseinrichtungen: geneigte Förderbahn, zwei seitliche hintereinander angeordnete Ablegevorrichtungen, vor und hinter der Walze je einen Tisch und einen Stapler.

Zur Verarbeitung der Bandbleche von 200 bis 1295 mm Breite in Rollen bis zu 11,34 t Gewicht dient ein Maschinensatz, der aus Bundaufnehmer, Abrollrichtmaschine, Ablauftrommel, Besäum- und Längsteilschere mit Schrottzerteiler, Zughaspel, Schere, Auslaufgurtförderer und von Hand bedienter Stapelvorrichtung besteht. Die Durchlaufgeschwindigkeit beim Zerteilen des Bandes in Tafeln ist 0,5 bis 1,5 m/s, beim Aufwickeln 0,5 bis 2,5 m/s. Die Vielseitigkeit dieses Maschinensatzes wird durch folgende Aufstellung möglicher Bestellungen gekennzeichnet:

1. abwickeln, richten und wiederaufwickeln;
2. abwickeln, besäumen und längsteilen, wiederaufwickeln;
3. abwickeln, richten, in Tafeln auf Maß schneiden, aufstapeln;
4. abwickeln, richten, besäumen, in Tafeln auf Maß schneiden, aufstapeln;
5. abwickeln, besäumen, längsteilen und wiederaufwickeln;
6. abwickeln, besäumen, in Tafeln auf Maß schneiden, aufstapeln;
7. abwickeln, in Tafeln auf Maß schneiden und aufstapeln.

Die ungewöhnlich lange und leistungsfähige Einöl- und Richtmaschine kann Tafeln bis zu 7,32 m Länge verarbeiten; durch Auswechseln der 89 mm dicken Richtrollen gegen solche von 63 mm Dmr. können Bleche von 1,0 bis 3,2 mm Dicke zu höchster Glätte gerichtet werden.

Der vorerwähnte Maschinensatz sowie die Einöl- und Richtmaschine sind so eingerichtet, daß man von beiden Enden aus das zu behandelnde Gut einführen kann. Außerdem sind alle Stellen dieses Maschinensatzes, die in unmittelbare Berührung mit dem Bandstahl kommen, mit einer mit Kunstharz getränkten Faser-

stoffmasse der Firma „Micarta“ ausgekleidet, um Kratzer zu vermeiden.

Zum Beizen von Blechtafeln ist eine vierarmige Säulenbeizmaschine der Bauart Mesta mit drei Beizbottichen vorgesehen worden. Die Tafeln werden in einen Beizkorb, der auf einen Drehtisch gestellt wird, gefüllt und einem Arm der Beizmaschine übergeben oder der Beizkorb mit den gebeizten Tafeln von ihm abgenommen, wobei der Drehtisch jedesmal um 90° gedreht wird. Die gebeizten Tafeln gelangen dann zu einer Spül- und Trockenvorrichtung, die aus einem Eintauchsäurebehälter, einem Spülwasserbehälter, einem Behälter zum Abspritzen der Tafeln mit alkalischer Lösung und einer Heißluft-Trockenvorrichtung besteht, worauf die Tafeln durch Luft von Raumtemperatur vor dem Aufstapeln gekühlt werden. Mit dieser Einrichtung können Bleche von 200 bis 1295 mm Breite, 1 bis 8 mm Dicke und 1,52 bis 6,10 m Länge behandelt werden.

H. Fey.

### Der Film als Hilfsmittel der Unfallverhütung.

Gerade in unseren Tagen, wo uns bewußt ist, was Volkskraft und Volksgesundheit für die Erhaltung einer Nation bedeuten, gilt der Grundsatz, daß es noch edler und nützlicher ist, Unfälle zu verhüten als Unfälle zu vergüten. Die Ursache der weitaus meisten Unfälle liegt in dem Verhalten des arbeitenden Menschen. Das macht es erforderlich, den mechanischen Gefahrenschutz durch eine Einwirkung auf den arbeitenden Menschen zu ergänzen, die ihn von seiner Sorglosigkeit, ja Gefahrenblindheit heilen und ihn in die Lage versetzen soll, selbsttätig und selbstverantwortlich für seine Sicherheit zu sorgen. Nachdem für diese Erziehungsarbeit Wort und Schrift, Bild, Rundfunk und Kurzfilm eingesetzt worden sind, ist die Hütten- und Walzwerksberufsgenossenschaft in Essen nunmehr dazu übergegangen, einen großen Unfallverhütungsfilm herzustellen, der versucht, den Beschauer gleichsam unbewußt in das Gebiet der Verantwortung zu führen, um damit auch den schwer Belehrbaren zu erfassen.

Mit solchen Ausführungen leitete der Vorsitzende der Hütten- und Walzwerksberufsgenossenschaft, Essen, H. Cuntz, die Uraufführung dieses Filmes mit dem Titel „Der Unbekannte“ ein.

Der Betriebsführer eines Hüttenwerks stellt bei einem Durchblättern der Unfallakten fest, daß sich an einem bestimmten Tage in verschiedenen Jahren immer wieder schwere Unfälle ereignet haben und nimmt aus einem gewissen Aberglauben das Herannahen dieses Tages zum Anlaß, um gerade an diesem Tage auf eine besonders gründliche Beachtung der Unfallvorschriften zu dringen. Das gibt Gelegenheit, die verschiedenen Unfallverhütungsvorschriften vorzuführen.

Im weiteren Verlauf wird dann an verschiedenen Stellen des Betriebes das Entstehen von Unfallvorgängen gezeigt, der Unfall selbst aber durch das Dazwischentreten eines guten Geistes, eben des „Unbekannten“, im letzten Augenblick verhindert. Der gute Geist soll die Aufmerksamkeit, das Wachsein und die selbstlose Hilfsbereitschaft des unfallsicher Arbeitenden verkörpern. Der erzieherische Wert des Filmes ist darin zu sehen, daß er das Erstrebenswerte als selbstverständlich und meist vorhanden hinstellt. Tausend kleine und große Sünder werden den Film in absehbarer Zeit sehen und sicher im Stillen Besserung geloben.

Der Film bringt darstellungstechnisch sehr schöne Bilder aus den Hüttenbetrieben. Er stellt allerdings bei der Schnelligkeit, mit der ein solcher Vorgang abrollt, außerordentlich hohe Anforderungen an die Auffassungsgabe, so daß derjenige, der die Handlung aus dem praktischen Leben nicht schon kennt, schwer in der Lage sein wird, den Kern zu erfassen. Für die Arbeiter der Hütten-



und Walzwerke trifft die Voraussetzung wohl in größerem Umfange zu. Sie werden den Inhalt ihren Angehörigen aber auch erklären und ihnen auf diesem Wege Verständnis für ihren Beruf und ihre Arbeit wecken können.

Die Herstellung des Filmes ist durch die kinematographische Abteilung der Firma Fried. Krupp A.-G. unter Beratung der Hütten- und Walzwerksberufsgenossenschaft erfolgt. Es dürfte sich empfehlen, daß die Hüttenwerke für die Vorführung dieses Filmes im Kreise ihrer Belegschaft Sorge tragen und in ihrem Bereich auch auf die allgemeinen Lichtspielhäuser zur Aufnahme dieses Filmes in ihren Spielplan Einfluß nehmen.

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen.

(Patentblatt Nr. 23 vom 6. Juni 1940.)

Kl. 7 a, Gr. 22/03, K 149 946. Kammwalzengerüst für Walzgerüste. Erf.: Otto Mödder und Dietrich Timmermann, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 a, Gr. 24/04, K 147 494. Kegelraderantrieb für die Rollen von Röllgängen, insbesondere von Walzwerksröllgängen. Erf.: Dipl.-Ing. Kurt Rosenbaum, Rheinhausen, und Wilhelm Müllenbach, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 b, Gr. 3/70, D 76 264. Ziehpressen für Hohlkörper mit gekühltem Ziehring. Erf.: Josef Holtmeier, Dortmund. Anm.: Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 7 b, Gr. 3/70, R 98 686. Vorrichtung zum Herstellen von dünnwandigen Rohren oder Hohlkörpern, insbesondere aus Stahl. Erf.: Dr.-Ing. Walter Reinecken, Düsseldorf-Gerresheim. Anm.: Rheinmetall-Borsig, A.-G., Berlin.

Kl. 18 b, Gr. 43, K 151 785. Verfahren zur Herstellung eines hochwertigen Stahles im basischen Herdofen. Erf. zugl. Anm.: Paul Kühn, Zwönitz.

Kl. 18 b, Gr. 16/01, T 49 371. Verfahren zur Gewinnung einer zur Ferromanganerzeugung geeigneten phosphorarmen Schlacke beim Roheisenwindfrischen. Erf.: Dr. Eduard Herzog, Duisburg-Hamborn. Anm.: August-Thyssen-Hütte, A.-G., Duisburg-Hamborn.

Kl. 18 b, Gr. 19, T 50 528. Verfahren und Vorrichtung zum Einbringen von Zusatzstoffen in den Konverter. Erf.: Dr. Walter Eichholz, Duisburg-Hamborn, und Dr. Gerhard Behrendt, Duisburg-Laar. Anm.: August-Thyssen-Hütte, A.-G., Duisburg-Hamborn.

Kl. 18 c, Gr. 2/34, G 89 100. Verfahren und Vorrichtung zum rißfreien Oberflächenhärten von Zahnradflanken. Gleason Works, Rochester, N. Y. (V. St. A.).

## Wirtschaftliche Rundschau.

### Zur Lage der englischen Eisenwirtschaft.

Kaum irgendwo in der Welt sind die Vorbedingungen für den Aufbau und die Entwicklung einer Eisenindustrie günstiger als in England. Schier unerschöpfliche, über weite Landesteile verbreitete Vorräte an Kohlen und Eisenerzen (s. Bild 1), äußerst günstige Verkehrsverhältnisse, sowohl binnen- als auch außenwirtschaftlich gesehen, hatten denn auch bewirkt, daß die englische Eisenindustrie von etwa der Mitte des 18. bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts eine überragende Stellung einnahm. An der Roheisen-, Rohstahl- und Walzwerkserzeugung der Welt war sie bis in die 1890er Jahre mit ungefähr einem Drittel beteiligt gewesen, hatte seitdem allerdings rasch an internationaler Bedeutung verloren. Um die Jahrhundertwende war ihr Anteil bereits auf ein Viertel gesunken, und kurz vor dem Weltkrieg betrug die Rohstahlerzeugung nur noch 10 % der Weltgewinnung. An die Stelle Englands hatten sich andere Länder gesetzt, insbesondere die Vereinigten Staaten von Nordamerika und das Deutsche Reich, zu denen noch in den letzten Jahren Rußland getreten ist. Der Gründe für diese immerhin auffallende Entwicklung sind verschiedene. In der Hauptsache erklären sie sich einerseits aus der ablehnenden Haltung des Engländers allem Neuen gegenüber und andererseits aus seiner liberalistischen Wirtschaftsauffassung. Jene ließ ihn so bahnbrechende, noch dazu im eigenen Lande gemachte Erfindungen wie das Thomasverfahren in seiner Bedeutung völlig verkennen, und diese veranlaßte ihn, privatwirtschaftlicher Vorteile halber die heimische Erzeugung zu vernachlässigen und lieber billigere fremde Rohstoffe und Halbwaren einzuführen. Die Folgen waren, daß die Werke bis in die letzten Jahre hinein weder zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit in ausreichendem Maße ausgebaut noch nach betriebswirtschaftlichen und organisatorischen Gesichtspunkten zusammengefaßt

### Metall und Erz e. V.

#### Gesellschaft für Erzbergbau, Metallhüttenwesen und Metallkunde im NS.-Bund Deutscher Technik.

An Stelle der üblichen Hauptversammlung veranstaltet die Gesellschaft am 28. und 29. Juni 1940 in Berlin eine ausgesprochene Arbeitstagung. In den drei Fachkreisen Erzbergbau, Metallhüttenwesen und Metallkunde wird eine große Reihe einschlägiger Berichte erstattet werden.

Anmeldungen sind an die Geschäftsstelle der Gesellschaft, Berlin W 35, Lützowstr. 89/90, zu richten, die auch über Einzelheiten Auskunft erteilt.

Kl. 18 c, Gr. 12/10, M 142 609. Herstellung von Tempergegenständen und -werkstücken mit großem Verschleißwiderstand, hoher Festigkeit, großer Dehnung und guter Bearbeitbarkeit. Erf.: Dr. phil. Franz Roll, Leipzig. Anm.: Meier & Weichert, Leipzig.

Kl. 22 h, Gr. 7, D 78 687. Zus. z. Anm. D 76 719. Vorrichtung zum Verflüssigen von Karburierungsmitteln, insbesondere von Pech. Erf.: Dipl.-Ing. Emil Lange, Mülheim (Ruhr). Anm.: Deutsche Eisenwerke, A.-G., Mülheim (Ruhr).

Kl. 24, k Gr. 1, D 74 880. Aufhängung der abhebbaaren Deckel von Lichtbogenöfen. Erf.: Dipl.-Ing. Emil Gerlach, Duisburg. Anm.: Demag-Elektrostahl, G. m. b. H., Duisburg.

Kl. 42 k, Gr. 20/01, L 95 087. Vorrichtung zur Konstanthaltung und Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit statisch wirkender Werkstoffprüfmaschinen mit hydraulischem Antrieb. Erf.: Wilhelm Marx, Düsseldorf-Gerresheim. Anm.: Losenhäuserwerk, Düsseldorf-Maschinenbau, A.-G., Düsseldorf-Grafenberg.

Kl. 42 k, Gr. 23/01, L 95 077. Härteprüfmaschine. Erf.: Wilhelm Marx, Düsseldorf-Gerresheim. Anm.: Losenhäuserwerk, Düsseldorf-Maschinenbau, A.-G., Düsseldorf-Grafenberg.

Kl. 80 b, Gr. 5/03, R 105 851. Verfahren zur Herstellung von Schlackenzement aus basischer Hochofenschlacke mit erhöhtem Gipszusatz. Erf.: Albrecht Dümmler, Wülfrath. Anm.: Rheinische Kalksteinwerke, G. m. b. H., Wülfrath, Rhld.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 23 vom 6. Juni 1940.)

Kl. 10 a, Nr. 1 486 972. Lichtabschirmung gegen Fliegerricht bei Kokereianlagen. Paul Egger, Düsseldorf I.

Kl. 18 c, Nr. 1 486 736. Vorrichtung zum Öffnen und Schließen der Deckel bei Schmelzbädern. G. Siebert, G. m. b. H., Hanau a. M.

Kl. 31 c, Nr. 1 486 911. Blockausdrückvorrichtung. Ludwig Bönnhoff, G. m. b. H., Wetter (Ruhr).

und ausgerichtet wurden. Erst in jüngster Zeit sind Bestrebungen nach dieser Richtung stärker gefördert worden. Große gemischte Betriebe kennt man in England erst seit wenigen Jahren, und das „reine“ Walzwerk spielt im Gegensatz zu Deutschland dort noch eine beträchtliche Rolle. So kam es dahin, daß das einst führende Eisenland der Welt mit der größten Eisenausfuhr zum größten Eisenbezieher wurde.

Die Nachteile der dadurch bewirkten Auslandsabhängigkeit hatten sich zwar schon im Weltkrieg bemerkbar gemacht, aber keine entscheidende Abkehr von dem einmal eingeschlagenen Wege herbeizuführen vermocht. Anläufe zu einer Aenderung in der Mitte der 1920er Jahre wurden bald wieder aufgegeben. Die Erfahrungen der Krisenjahre ließen es dem privatwirtschaftlich eingestellten Denken der englischen Industriellen mit Zustimmung der Regierung als richtiger erscheinen, „die Erzeugungsmöglichkeit nicht durch die Rücksicht auf die höchstmögliche Nachfrage zu bestimmen, sondern eine Lücke zu lassen, die durch die Einfuhr ausgefüllt werden kann“.

Inzwischen hat sich diese Lücke, deren Entstehen schließlich auch dem Vertrauen auf die Insellage und die angeblich meerbeherrschende Flotte entsprungen ist, bereits in vieler Hinsicht als bedenklich für die englische Eisenwirtschaft erwiesen.

Von der Kohlenseite her drohen ihr allerdings kaum Schwierigkeiten, zumal da durch die kriegerischen Ereignisse in Frankreich die Versorgung der französischen Eisenindustrie mit Kohle und Koks hinfällig geworden ist. Hieran ändert auch die Tatsache nichts, daß die Einfuhr von Grubenholz aus den skandinavischen und baltischen Ländern, die rd. 8 % der Gesamtholzeinfuhr Englands ausmacht, ein Ende gefunden hat.

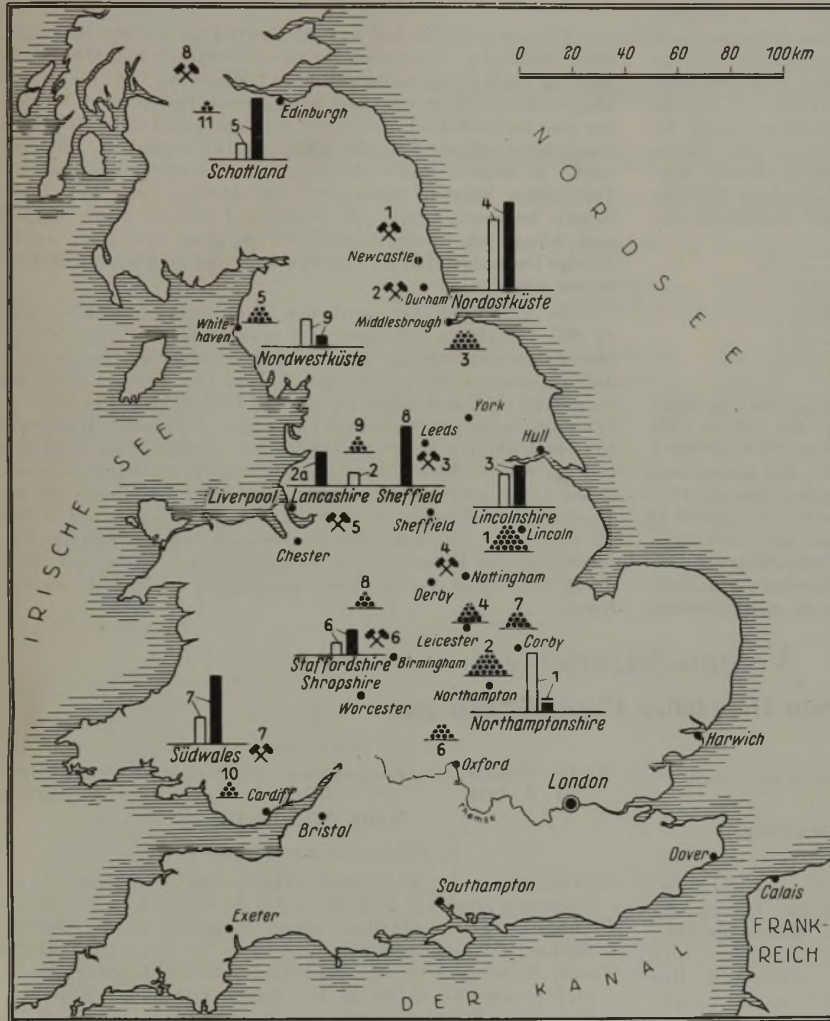


Anders sieht es dagegen mit der Erzversorgung aus. Die Versorgung an Eisenerzen, Manganerzen und Kiesabbränden erreichte in 1938:

Jahr	in Roherz mengen		im Eisengehalt rund	
	Eigenförderung	Einfuhr	Eigenförderung	Einfuhr
1913	16 253	8967	5100	4484
1937	14 442	7849	4300	3925
1938	12 049	5854	3600	2927
1939	13 000	5400	3900	2700

Dem Eisengehalt nach waren die englischen Hochofen 1939 zu rd. 40 % auf den Bezug ausländischer Erze angewiesen, ein

Die Aussichten für eine Steigerung der Roheisenerzeugung sind mithin sehr schlecht. Selbst wenn es gelänge, die fehlenden Ausländererze in gesteigertem Maße durch heimische Erze zu ersetzen, was an sich wegen der sehr unzulänglichen Förderleistungen der Erzgruben unwahrscheinlich ist, würde der englischen Eisenindustrie damit nicht geholfen sein. In der Hauptsache stehen nur noch die ärmeren Erzsor ten mit 25 bis 30 % Fe zur Verfügung, zu deren Verhüttung die Hochofenwerke jedoch nicht in der Lage sind, weil ihre Leistungsfähigkeit seit Jahren keine Erweiterung mehr erfahren hat und Hochofenreserven nicht vorhanden sind. Dabei hat die Roheisenerzeugung seit dem Weltkrieg keine Fortschritte gemacht. Während sie 1913 mit



Eisenerzförderung im Jahre 1938 in 1000 t (nach Bezirken).

1	Lincolnshire	4456
2	Northamptonshire	3905
3	Yorkshire	2073
4	Leicestershire	1086
5	Cumberland	748
6	Oxford	865
7	Rutland	744
8	Staffordshire	152
9	Lancashire	122
10	Süd wales	264
11	Schottland	23

Steinkohlenförderung im Jahre 1938 in 1000 t (nach Bezirken).

1	Northumberland	13 653	Nordengland
2	Durham	32 040	
3	Yorkshire	43 282	Mittelengland-Ost
4	Derbyshire	32 676	
	Nottinghamshire		Mittelengland-West
	Leicestershire		
5	Lancashire		17 314
	Cheshire		
6	Nordwales		19 901
	Staffordshire		
	Salop		Südengland
	Worcestershire		
	Warwickshire		63 477
7	Süd wales		
8	Monmouthshire	30 968	

Roheisen- und Rohstahlerzeugung im Jahre 1938 in 1000 t (nach Bezirken).

Roheisen		Rohstahl	
1	Derby, Leicester, Nottinghamshire, Northamptonshire und Essex	1 623 400	380 000
2	Lancashire und York (einschließlich Sheffield), Cheshire	354 900	—
2a	Teile von Lancashire und Yorkshire, Cheshire	—	890 000
3	Lincolnshire	882 000	1 100 400
4	Nordostküste	1 862 500	2 315 200
5	Schottland	415 900	1 627 000
6	Staffordshire, Shropshire, Worcester und Warwick	321 900	634 500
7	Süd wales und Monmouth	675 600	1 787 500
8	Sheffield	(siehe Nr. 2)	1 546 900
9	Nordwestküste	733 100	283 200

Bild 1. Standorte des englischen Bergbaues und der Eisenindustrie. (Die Zahlen an den Symbolen weisen auf die Verteilung nach den verschiedenen Bezirken hin.)

Satz, der sich unter Berücksichtigung der Manganerze und Zuschläge auf 45 % erhöht. Diese Abhängigkeit vom Auslande beruht vor allem darauf, daß England, wie erwähnt, in überwiegender Maße an der Verwendung phosphorarmer Erze festgehalten hat, und das Thomasverfahren, das zeitweilig aufgegeben worden war, erst in den letzten Jahren erneut in größerem Umfange durchführt (Werke Corby und Ebbw Vale). Die Vorräte an eigenen hochwertigen phosphorarmen Erzen gehen aber mehr und mehr ihrer Erschöpfung entgegen; ihre Förderung ist 1938 gegenüber 1913 fast um die Hälfte gesunken. Es ist nun die große Frage, in welchem Umfange England seine Erzeinfuhr aufrecht erhalten kann. Infolge des spanischen Bürgerkrieges hat es sich auf die hochwertigen schwedischen und norwegischen Erze umgestellt, die von der Gesamteinfuhr von 5,2 Mill. t im Jahre 1938 1,9 Mill. t oder mehr als ein Drittel ausgemacht haben. Sie fehlen der britischen Erzversorgung heute gleichfalls, ein schwerwiegender Ausfall. Er müßte schon durch gesteigerte Einfuhr von Erzen aus Algerien und Tunis oder aus noch weit entlegeneren Ländern ausgeglichen werden, was aber durch die Entwicklung der Dinge, namentlich auch seit dem Eintritt Italiens in den Krieg, auf ungeahnte Schwierigkeiten stoßen dürfte.

10 424 000 t einen Höchststand erreicht hatte, betrug sie in den letzten sechs Jahren:

1934	6 065 000 t	1937	8 629 000 t
1935	6 527 000 t	1938	6 871 000 t
1936	7 845 000 t	1939	8 100 000 t (geschätzt)

Zur Deckung des Roheisenbedarfs mußten daher noch beträchtliche Mengen eingeführt werden, so 1937 648 000 t und 1938 401 000 t, denen allerdings eine Ausfuhr von 156 000 t und 96 000 t gegenüberstand. An der Einfuhr des Jahres 1937 waren beteiligt: Belgien mit 80 000 t, Frankreich mit 46 000 t, die Niederlande mit 11 000 t, Schweden mit 29 000 t, die Vereinigten Staaten mit 214 000 t, Britisch-Indien mit 191 000 t und Kanada mit 36 000 t. Die europäischen Länder sind inzwischen mit ihren Lieferungen gänzlich ausgefallen, und mit einem Einfuhrückgang aus den übrigen Ländern kann bestimmt gerechnet werden. Empfindlich trifft England auch der Verlust der schwedischen und norwegischen Eisenlegierungen, die von der Gesamteinfuhr des Jahres 1938 über 81 % ausgemacht haben und für die es kaum einen Ersatz gibt, da die Vereinigten Staaten, die beträchtliche Mengen von Eisenlegierungen, besonders von Ferrochrom herstellen, keine Ausfuhrmengen verfügbar haben.



Im Gegensatz zur Roheisenerzeugung hat sich die englische Flußstahlerzeugung günstig entwickelt, während das Puddelverfahren im Aussterben begriffen und das Paketierverfahren ohne Entwicklungsmöglichkeiten ist. Im einzelnen verlief die Kurve der Rohstahlerzeugung, die im Jahre 1913 11 Mill. t betragen hatte, seit 1934 wie folgt:

1934 . . . . .	9 191 000 t	1937 . . . . .	13 455 000 t
1935 . . . . .	10 207 300 t	1938 . . . . .	10 744 300 t
1936 . . . . .	12 209 000 t	1939 . . . . .	13 900 000 t (geschätzt)

Die technische Leistungsfähigkeit der Stahlwerke liegt gegenwärtig zwischen 14,5 und 15 Mill. t; trotzdem reicht sie nicht aus, den Bedarf des Landes zu decken. Von der gesamten Flußstahlerzeugung entfallen über 90 % auf das Siemens-Martin-Verfahren, das überwiegend auf dem Schrotteinsatz beruht. Ob es England gelingen wird, seine Flußstahlerzeugung zu halten oder gar noch geringfügig zu steigern, ist daher eine Schrottfrage, da nach dem Vorhergesagten ein verstärkter Einsatz von Roheisen nicht in Betracht kommt. Aber auch von der Schrotseite her sind die Aussichten keineswegs günstig. Von dem Gesamtverbrauch der Stahlwerke an Roheisen und Schrott entfielen in den Jahren 1937/38 etwa 56 % auf Schrott. Obwohl der heimische Entfall an sich wie in jedem Industrielande im Wachsen begriffen ist, reicht er doch nicht zur Bedarfsdeckung der Stahlwerke aus. Laut nachstehender Uebersicht

Jahr	Schrotteinfuhr	Schrottausfuhr
1934 . . . . .	353 340 t	227 523 t
1935 . . . . .	444 730 t	170 895 t
1936 . . . . .	1 104 977 t	141 509 t
1937 . . . . .	970 065 t	234 520 t
1938 . . . . .	806 300 t	175 967 t
1939 . . . . .	700 000 t	t

ist England, das früher ein bedeutendes Ausfuhrland war, zu einem Schrotteinfuhrland großen Stils geworden. In den Jahren 1936 bis 1938 wurden durchschnittlich 1 Mill. t Schrott eingeführt, und der Rückgang 1939 beruht lediglich darauf, daß monatelang eine abwartende Haltung eingenommen wurde. Die Einfuhr stammte 1937 neben Belgien (54 000 t), Frankreich (18 000 t) und den Niederlanden (87 000 t) größtenteils aus den Vereinigten Staaten (715 000 t). Während die europäischen Länder als Schrottlieferer ganz ausfallen, haben die Vereinigten Staaten die Ausfuhr im laufenden Jahre stark gedrosselt, wie sich die amerikanische

Stahlindustrie überhaupt seit längerer Zeit lebhaft für ein Schrottausfuhrverbot einsetzt.

Die unzureichende Stahldecke hat nun die Walzwerke ihrerseits gezwungen, nicht unerhebliche Mengen von Halbzeug einzuführen, wie nachstehende Uebersicht zeigt:

	Gesamteinfuhr t	davon aus			
		Deutschland t	Belgien t	Frankreich t	Luxemburg t
1934	487 888	52 080	218 477	115 614	28 309
1935	373 550	16 722	182 021	99 658	26 372
1936	563 839	59 033	199 721	168 338	47 120
1937	631 797	53 981	204 461	180 710	59 574
1938	354 173	31 568	77 015	111 224	11 957

Trotz großem Bedarf war die Einfuhr in den letzten Jahren stark rückläufig, namentlich bei einem Vergleich mit den Jahren 1927 bis 1931, wo sie meist weit über 1 Mill. t lag. Die Walzwerke klagten denn auch ständig über ungenügende Belieferung. Wiederrum sind hauptsächlich diejenigen europäischen Länder als Halbzeuglieferer aufgetreten, die jetzt gänzlich ausfallen. England bleibt in seinem Halbzeugbezug mithin vornehmlich auf die Vereinigten Staaten angewiesen, die Anfang 1940 mit Lieferungen begonnen haben. In welchem Umfange diese möglich sind, hängt wie in den übrigen Fällen ganz davon ab, welche Erfolge Deutschland in der Unterbindung der englischen Zufuhren haben wird.

An sich sind die englischen Walzwerke imstande, über 14 Mill. t Stahl zu verwalzen und etwa 11 bis 12 Mill. t Fertigerzeugnisse herzustellen. Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß sie etwas einseitig auf das Walzen von Blechen aller Art eingestellt sind, und daher ein gewisser Einfuhrbedarf an Fertigerzeugnissen wie Stab- und Formstahl, Bandstahl, Walzdraht usw. besteht, der bisher gleichfalls von europäischen Festlande gedeckt wurde. Eine Umstellung auf den Kriegsbedarf beegnet daher nicht unerheblichen Schwierigkeiten. Andererseits ist die Ausfuhr an Eisen und Stahl seit 1913 von etwa 5 Mill. t bis 1939 auf 2 Mill. t gefallen, was besagt, daß England die Einfuhrkosten für Rohstoffe und Erzeugnisse aus Eisen und Stahl durch seine Ausfuhr von Eisenerzeugnissen nicht mehr decken kann.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

#### Fachausschüsse.

Mittwoch, den 26. Juni 1940, 15.15 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

#### 157. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Die Durchführung der Kontenrahmen- und Kostenrechnungs-Richtlinien. Bericht über die Tagung der Reichsgruppe Industrie am 25. April 1940. Berichterstatter: Dipl. rer. techn. W. Eppner, Düsseldorf.
2. Buchführungsrichtlinien und Kontenrahmen der Eisen schaffenden Industrie. Berichterstatter: Dipl.-Kfm. F. Blom, Düsseldorf.
3. Ergänzungen aus der Praxis zu den Buchführungsrichtlinien und zum Kontenrahmen der Eisen schaffenden Industrie. Berichterstatter: Dr. rer. pol. L. Kluitmann, Düsseldorf.
4. Aussprache.

#### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Arnhold, Karl, Dr.-Ing. E. h., Professor, Amtsleiter, Reichswirtschaftsministerium, Berlin W 8, Behrenstr. 43. 31 001
- Asche, Richard, Obergeringieur, Stahlwerke Braunschweig G. m. b. H., Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Peter-Josef-Krahe-Str. 1. 30 001
- Behrendt, Anton, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Abt. Düsseldorf (vorm. Haniel & Lueg), Düsseldorf-Grafenberg; Wohnung: Düsseldorf 1, Sohnstr. 5a. 36 027
- Boecker, Willy, Dipl.-Ing., Kattowitz (Oberschles.), Bismarckstraße 6. 40 138
- Boog, Friedrich von, Dipl.-Ing., Alpine Montan-A.-G., Hermann Göring, Leoben-Donawitz; Wohnung: Werkshotel. 39 132
- Brandt, Heinrich, Ingenieur, Hamburg-Altona 1, Museumsstr. 16. 19 062
- Femir, Mehmet, cand. rer. met., Freiberg (Sachs.), Schließfach 23. 38 032

#### Gestorben:

Müller, Theodor, Generaldirektor a. D., Düsseldorf. \* 6. 3. 1869, † 14. 6. 1940. 03 025

#### Neue Mitglieder.

##### A. Ordentliche Mitglieder:

- Bornitz, Hans, Dr.-Ing., Bergwerksdirektor, Doggererz A.-G. Blumberg (Baden); Wohnung: Am Eichberg 1. 40 252
- Hildebrand, Fritz, Abteilungsleiter, Siepmann-Werke, Belecke (Möhne); Wohnung: Külbe 8. 40 253
- Pongs, Hermann, Obergeringieur, Gießereileiter, Lindener Eisen- und Stahlwerke G. m. b. H., Hannover-Linden; Wohnung: Hannover, Braunauer Str. 20. 40 254

##### B. Außerordentliche Mitglieder:

- Hratzki, Wilhelm, cand. rer. met., Freiberg (Sachs.), Silbermannstraße 5 I. 40 255
- Hummel, Walter, cand. rer. met., Bochum-Werne, Zur Werner Heide 9. 40 256
- Wischendorf, Karl, cand. rer. met., Berlin-Charlottenburg 2, Kantstr. 140 (Gartenhaus, b. Wutschke). 40 257

### Eisenhütte Oberschlesien,

#### Zweigverein des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

Donnerstag, den 27. Juni 1940, 16 Uhr, findet im Bismarckzimmer des Casinos der Donnersmarckhütte, Hindenburg O.-S., die

#### 45. Sitzung des Ausschusses „Stahlwerk und Werkstoff“

statt mit nachstehender Tagesordnung:

1. Ueber den Einfluß von Aluminium auf die Anomalität von verschieden vordesoxydiertem Stahl in Abhängigkeit von Kohlenstoff, Silizium und Mangan. (2. Teil.) Berichterstatter: Dipl.-Ing. R. Ziegler, Trzynietz.
2. Die Schmelzführung beim Roheisen-Erz-Verfahren mit Thomasroheisen im kippbaren Großraumofen. Berichterstatter: Dipl.-Ing. K. Ziegler, Witkowitz.
3. Verschiedenes.