

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik

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 31

5. August 1943

63. Jahrgang

	Seite		Seite
Die Schweißbarkeit von Feiblechen und ihre Prüfung. Von Fritz Eisenkolb in Thale (Harz) . . .	553	des Zirkons als Phosphat. — Verhalten des Stahles bei erhöhten Temperaturen. — Zehn Fragen aus der Dampfwirtschaft.	
Stahlaufbilder eines gemischten Eisenhüttenwerks. Von Hans Wilhelm Benschmidt in Dortmund (Schluß von Seite 537)	558	Patentbericht	570
Umschau	567	Wirtschaftliche Rundschau	571
Fortschritte in der Probenahme von Schüttgütern. — Die Bestimmung		Buchbesprechungen	571
		Vereinsnachrichten	572

Die Schweißbarkeit von Feiblechen und ihre Prüfung.

Von Fritz Eisenkolb in Thale (Harz).

[Bericht Nr. 628 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*]]

(Beurteilung der Schweißbarkeit von Feiblechen nach dem Tiefungsversuch an Blechstreifen, auf die eine Schweißnaht längs der Mittellinie über den vollen Querschnitt durch Gasschweißung ohne Zusatzwerkstoff gezogen ist. Einfluß der chemischen Zusammensetzung, Erschmelzungsart und Glühbehandlung von Feiblechen auf das Ergebnis des Schweißnaht-Tiefungsversuches. Gefüge der untersuchten Proben.)

In den Normen für Feibleche nach DIN 1623 wird vorgeschrieben, daß jedes Blech der Gruppen „Handelsbleche“ und „Qualitätsbleche“ von 0,5 mm Dicke und mehr im Azetylschweißverfahren schweißbar sein muß. Wenn nun auch im allgemeinen jedes aus weichem Stahl gewalzte Feiblech diese Bedingung erfüllt, so ist doch zu beachten, daß durch die fortschreitende Entwicklung der Blechverarbeitung das Gasschweißen in immer stärkerem Umfange angewendet wird, und man heute vielfach nicht nur Dichtsein der Schweißnaht, sondern auch noch genügend Kaltbildsamkeit verlangt, um anschließende Formgebungsarbeiten vornehmen zu können, ohne daß das geschweißte Werkstück vorher ausgeglüht werden muß. Um nun die Schweißbarkeit von Feiblechen beurteilen zu können, mußte ein geeignetes Prüfverfahren gefunden werden, das im besonderen auf die Verformbarkeit der Schweißnaht Rücksicht nimmt.

Zur Prüfung der Schweißbarkeit von dickeren Blechen wird vor allem der Biege- und Faltversuch herangezogen¹⁾. Bei der Prüfung von dünnen Blechen hat man sich bisher vorwiegend mit hochfesten legierten Stählen für den Flugzeugbau befaßt. Hier ging es hauptsächlich um die Feststellung, ob die Bleche zur Schweißrissigkeit neigen, und dementsprechend sind auch die Prüfverfahren dafür ausgearbeitet²⁾. Für die Prüfung der üblichen Feibleche

aber kommen diese Verfahren nicht in Betracht. Auch der einfache Falt- oder Doppelfaltversuch erwies sich als unbrauchbar, denn abgesehen von der Schwierigkeit, die ersten Anrisse beim Falten festzustellen, hing das Ergebnis des Versuchs infolge der Kleinheit der beanspruchten Probenstelle sehr stark von Zufälligkeiten ab. Wir gelangten deswegen bei unseren Versuchen schließlich zu folgendem Verfahren. Auf der Mittellinie eines üblichen, 90 mm breiten Prüfstreifens, wie er sonst für den Tiefungsversuch bei Feiblechen angewendet wird, schweißt man von Hand aus mit einem der vorliegenden Blechdicke angepaßten Kleinschweißbrenner eine Naht, die hier aber nicht zwei getrennte Stücke zu verbinden hat, sondern die lediglich den Stahl längs der Mittellinie über den ganzen Querschnitt umschmelzen soll. Ein Zusatzdraht wird nicht benutzt. An mehreren Stellen längs dieser Naht, und zwar abwechselnd von beiden Seiten, wird nun der Tiefungsversuch ausgeführt. Die erhaltenen Tiefungswerte ergeben ein Maß für die Verformbarkeit der Schweißnaht und damit für die Brauchbarkeit des Bleches.

Die Ausführung einer Schweißnaht in der angegebenen Art ist seit langem bekannt. J. Müller²⁾ nennt sie „Einbrennprobe“ und führt an, daß auch sie zur Beurteilung der Schweißrissigkeit von Flugzeugbaustählen herangezogen wurde. Schon bei der Ausführung dieser Prüfung kann man gewisse Schlüsse auf die Schweißbarkeit des Bleches ziehen. Während nämlich beim einwandfreien Blech der Schmelzfluß dünnflüssig und tropfenförmig scharf begrenzt ist und gleichmäßig mit der Brennerbewegung fortschreitet, ist das Schmelzbad beim schlecht schweißfähigen Blech unregelmäßig begrenzt, und man kann hier eher von einem Kriechen längs der Naht als von einem Fließen sprechen. Dazu kommt noch, daß bei Blechen mit höherem Kohlenstoffgehalt, auch wenn man mit neutraler Flamme arbeitet, ein Sprühen eintritt, das auf die Verbrennung des Kohlenstoffs zurückgeht. Die Schweißnaht ist dann von grieseliger Beschaffenheit. Bei besonders schlecht schweißbaren Blechen treten in der Naht oder auch neben der Naht Risse auf.

*) Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Siebel, E.: Handbuch der Werkstoffprüfung, Bd. 2. Hrg.: E. Siebel. Berlin 1939. Dasselbst Damerow, E. A., und W. Steurer: Technologische Prüfungen, B. Prüfung von Schweißungen. S. 377/92.

²⁾ Müller, J.: Luftf.-Forsch. 11 (1934) S. 93/103. Z. VDI 78 (1934) S. 1293/94; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 495. Luftf.-Forsch. 17 (1940) S. 97/105; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 914/15. Zeyen, K. L.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 901/06. Bollenrath, F., und H. Cornelius: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 563/76 (Werkstoffaussch. 379). Bardenheuer, P., und W. Bottenberg: Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 375/83 (Werkstoffaussch. 396). Eilender, W., und R. Pribyl: Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 443/48 (Werkstoffaussch. 403). Werner, O.: Wiss. Abh. dtsh. Mat.-Prüf.-Anst. 1 (1939) S. 75/79. Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 449/58 (Werkstoffaussch. 459). Antonioli, A.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 540/45.

Bei der einwandfrei ausgeführten Naht soll der ganze Querschnitt des zu prüfenden Bleches erfaßt werden, und die Naht selbst darf keine rinnenförmige Vertiefung aufweisen. Wäre dies der Fall, so würde beim nachfolgenden Tiefungsversuch die Naht längs aufreißen und der Tiefungsversuch damit ungültig. Das Schweißen wird mit neutraler Flamme ausgeführt. Ist ein Sauerstoffüberschuß vorhanden, so wird die Flamme zu heiß, und es findet statt



Bild 1.



Bild 2.

Bilder 1 und 2. Schweißnaht-Tiefungsproben an einem gut (Bild 1) und einem schlecht (Bild 2) schweißbaren Blech.

des Umschmelzens ein Durchschneiden des Bleches statt. Bei Überschuß von Azetylen ist eine Kohlenstoffaufnahme zu befürchten, wodurch die Schweißnaht ungünstige Eigenschaften erhält. Eine besondere Vorbereitung der Blechstreifen ist nicht unbedingt erforderlich, jedoch ist es vorteilhaft, namentlich bei dünneren, sich beim Schweißen leicht verwerfenden Blechen, den Streifen in der Mittellinie leicht abzukanten, so daß er ein flaches Dach bildet. Die Schweißung wird dann an der Biegekante vorgenommen. Vor dem Tiefungsversuch wird der Streifen mit dem Holzhammer wieder eben geklopft. Anfänglich bestanden Bedenken, daß der Ausfall der Probe durch die Geschicklichkeit des Schweißers maßgebend beeinflusst werden könnte. Es stellte sich aber heraus, daß der Versuch von jedem einigermaßen geübten Schweißer ausgeführt werden kann. Es ist nur darauf zu achten, daß die Naht gleichmäßig ausfällt und der ganze Querschnitt von der Umschmelzung erfaßt wird. Bei den laufenden Versuchen wurde Linksschweißung angewendet, doch kann selbstverständlich die Naht auch in Rechtsschweißung ausgeführt werden.

Der Tiefungsversuch, der nach DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 101 ausgeführt wird, ist abwechselnd auf beiden Seiten des Bleches vorzunehmen, um daraus Mittelwerte ableiten zu können. Im allgemeinen ist der Streubereich der Werte gleich, ob die Tiefung von der Unterseite oder von der Oberseite des Bleches aus erfolgt. Tiefungen mit Längsrissen in der Schweißnaht wurden ausgeschieden, da sie auf fehlerhafte Schweißungen zurückgeführt wurden.

Bei schlecht schweißfähigem Blech ergaben sich kurze Querisse in der Schweißnaht, mitunter war auch ein sternförmiges Aufreißen festzustellen. Bei einem gut schweißbaren Blech dagegen war das Einreißen des Tiefungseindrucks halbmondförmig bis kreisrund, ganz ähnlich wie bei einem gut geglühten Feinblech ohne Schweißnaht. Der Werkstoff hatte also in diesem Falle gar keine besondere Änderung erfahren. In den *Bildern 1 und 2* sind zwei Schweißnaht-Tiefungsproben von einem gut und schlecht schweißbaren Blech wiedergegeben. Es ist noch erwähnenswert, daß das Aufreißen der Tiefungseinbeulung immer senkrecht zur Naht erfolgt, auch wenn diese in der Walzrichtung des Bleches ausgeführt worden ist. Würde ein Längsriß auftreten, so wäre dies auf unrichtiges Schweißen zurückzuführen und der Versuch ungültig.

Es war naheliegend, einen Vergleich der Tiefungswerte an der Schweißnaht mit jenen am Ausgangsblech anzustellen. Man wird zu diesem Zweck die Schweißnaht nur bis zur Hälfte des Prüfstreifens ausführen, so daß genügend Platz für die Entnahme der üblichen Tiefungsproben bleibt. Es sind deswegen in den *Zahlentafeln 1 bis 3* auch immer die Tiefungswerte am Ausgangsblech mit angeführt.

Nach der Höhe des durchschnittlichen Tiefungswertes werden drei Gruppen für die Schweißbarkeit unterschieden. Ein Blech wird als sehr gut schweißbar bezeichnet, wenn der Tiefungswert mindestens 90 % des für Tiefziehbleche der vorliegenden Blechdicke geltenden Normwertes nach DIN 1623 erreicht, wenn also durch die Schweißung nur eine geringe Änderung der Verformbarkeit eingetreten ist. Beträgt der Tiefungswert mindestens 70 % des Soll-Wertes, so wird das Blech als gut schweißbar bezeichnet, und erst wenn der Tiefungswert darunter liegt, gilt es als schlecht schweißbar oder bei sehr geringen Tiefungen als unbrauchbar für Schweißzwecke. Diese Prozent-

Zahlentafel 1. Ergebnisse von Schweißnaht-Tiefungsversuchen an Feinblechen.

Blech Nr.	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Blechdicke mm	Mittlere Tiefung im Ausgangszustand mm	Mindesttiefung für Tiefziehbleche nach DIN 1623 mm	Mittlere Tiefung an der Schweißnaht		Schweißbarkeit
									mm	% vom Sollwert	
1	0,05	Spur	0,35	0,006	0,020	1,50	11,8	10,8	11,1	103	sehr gut
2	0,09	Spur	0,33	0,013	0,033	1,90	12,6	11,8	11,7	99	sehr gut
3	0,06	Spur	0,30	0,012	0,029	0,95	10,6	10,0	9,4	94	sehr gut
4	0,07	0,17	0,12	0,010	0,031	0,95	10,4	10,0	9,4	94	sehr gut
5	0,04	Spur	0,27	0,008	0,067	1,00	10,7	10,2	9,5	93	sehr gut
6	0,08	0,14	0,23	0,017	0,040	1,00	10,9	10,2	9,0	88	gut
7	0,02	Spur	0,22	0,095	0,080	0,95	9,8	10,0	8,5	85	gut
8	0,10	Spur	0,30	0,022	0,040	0,75	10,1	9,4	7,9	84	gut
9	0,11	Spur	0,35	0,012	0,048	1,45	11,1	11,3	9,5	84	gut
10	0,10	Spur	0,33	0,016	0,056	2,00	12,3	12,0	9,3	78	gut
11	0,09	Spur	0,30	0,018	0,060	0,90	10,3	9,9	7,0	71	gut
12	0,14	Spur	0,20	0,022	0,073	1,25	10,3	10,6	7,4	69	schlecht
13	0,18	Spur	0,45	0,018	0,080	1,00	8,2	10,2	4,9	48	schlecht
14	0,13	Spur	0,18	0,022	0,072	0,90	9,0	9,9	4,2	43	schlecht

Zahlentafel 2. Einfluß des Kohlenstoff- und Schwefelgehaltes auf die Schweißbarkeit von 1 mm dickem Feinblech.

Behandlung des Feinbleches	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Tiefung in mm			Schweißbarkeit
						am Blech	Soll-Wert für Tiefziehblech	an der Schweißnaht	
Normalgeglüht	0,18	Spur	0,45	0,018	0,080	9,8	10,2	5,3	schlecht
2 h bei 1050° in H ₂ geglüht, danach normalgeglüht	0,02	Spur	0,44	0,015	0,078	12,2	10,2	10,8	sehr gut
2 h bei 1000° in Fe ₃ O ₄ geglüht, danach normalgeglüht	0,01	Spur	0,44	0,017	0,146	10,2	10,2	8,8	gut

sätze wurden in Anlehnung an die Schweißbeiwerte 0,9 und 0,7 gewählt, wie sie bei der Berechnung von geschweißten Kesseln und Stahlbauteilen angewendet werden. Einzelne aus dem Rahmen fallende schlechte Ergebnisse wurden nicht gewertet, da sie auf Zufälligkeiten zurückgehen können, die mit der eigentlichen Schweißbarkeit nichts zu tun haben. In Zweifelsfällen wurde die Prüfung wiederholt.

Bei der laufenden Untersuchung von Blechen nach diesem Verfahren zeigte es sich, daß es genügt, bei nichtgedoppelten

aus dem Kopfteil der Blöcke aus unberuhigten Stählen, vorkommen kann, besonders wenn die Durchschnittszusammensetzung bereits verhältnismäßig hohe Kohlenstoff- und Schwefelgehalte aufweist. Es ist aber festzustellen, daß sich ein höherer Schwefelgehalt keineswegs so stark auswirkt, wie ursprünglich angenommen wurde. Dies ist namentlich dann der Fall, wenn der Kohlenstoffgehalt verhältnismäßig niedrig liegt. Umgekehrt waren die Tiefungswerte bei höherem Kohlenstoffgehalt sehr ungünstig, auch wenn nur wenig



Bild 3.

Schweißnaht eines sehr gut schweißbaren Bleches mit 0,05 % C, Spur Si, 0,35 % Mn, 0,007 % P und 0,020 % S. Widmannstädtisches Gefüge mit wenigen feinen Einschlüssen.

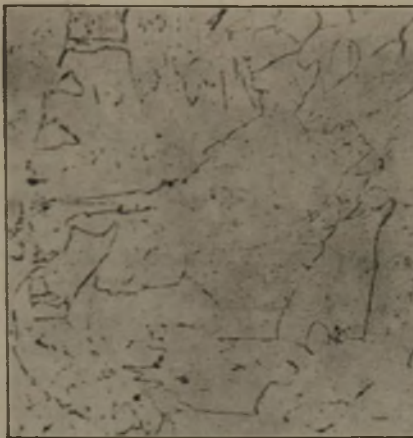


Bild 4.

Schweißnaht eines schlecht schweißbaren Bleches mit 0,07 % C, 0,07 % Si, 0,28 % Mn, 0,011 % P und 0,047 % S. Widmannstädtisches Gefüge mit zahlreichen feinen Einschlüssen.



Bild 5.

Ausgangsgefüge zu Bild 4. Kistengeglühtes, ungeschweißtes Blech. Ferrit mit Schlackeneinschlüssen.

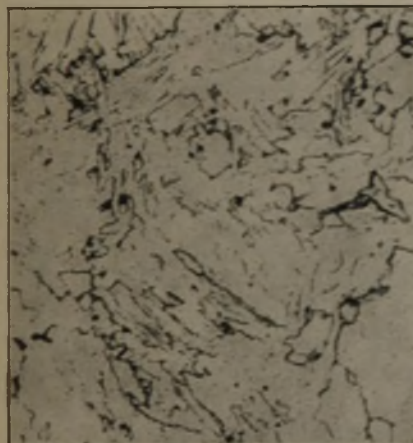


Bild 6.

Schweißnaht wie in Bild 4, jedoch 2 h bei 700° nachgeglüht. Widmannstädtisches Gefüge mit zahlreichen feinen Ausscheidungen und Rekristallisation.

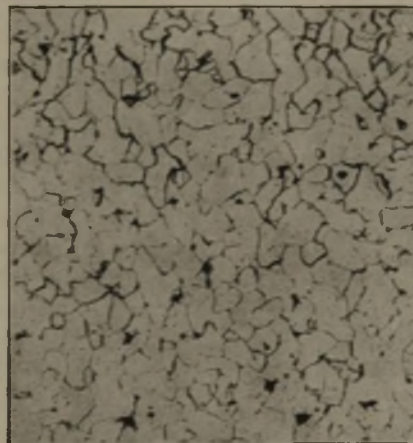


Bild 7.

Schweißnaht wie in Bild 4, jedoch nachträglich bei 930° normalgeglüht. Feines und regelmäßiges Korn.

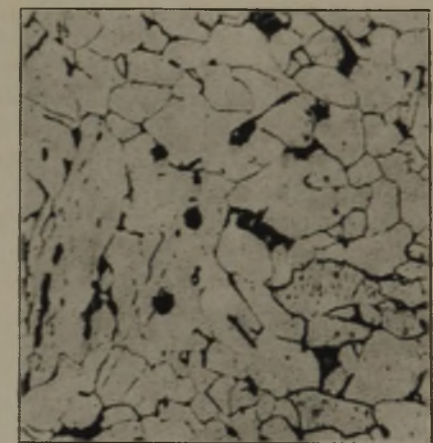


Bild 8.

Wie Bild 7, jedoch Übergang von Schweißnaht zum nicht umgeschmolzenen Blechanteil. Grobes und unregelmäßiges Korn.

Bilder 3 bis 8. Gefüge von Schweißnaht-Tiefungsproben aus 1,25 mm dicken Feinblechen. (× 200; geätzt mit alkoholischer Salpetersäurelösung.)

Blechen nur die Blechmitte zu prüfen, da dort, bedingt durch die Seigerungsvorgänge im Block, der größere Anteil an nichtmetallischen Beimengen angetroffen wird, deren Höhe die Schweißfähigkeit am meisten beeinflusst. Bei gedoppelten Blechen wurden die Proben von beiden Kopfenden entnommen. Sind die Proben aus dem seigerungsreichen Teil des Bleches noch gut schweißfähig, dann ist dies von den seigerungsarmen Gebieten um so eher zu erwarten.

Es wurden verschiedene Feinbleche auf ihre chemische Zusammensetzung untersucht, um zu sehen, wie sich die einzelnen Bestandteile auf die Höhe der Tiefung an der Schweißnaht auswirken. Eine Auswahl der Ergebnisse ist in *Zahlentafel 1* enthalten. Danach ergeben sich jedesmal dann die schlechtesten Tiefungswerte, wenn der Kohlenstoff- und Schwefelgehalt beide recht hoch sind, wie es bei starken Seigerungen, also bei Blechen

Schwefel vorhanden war. Selbstverständlich sind es nicht nur der Kohlenstoff- und Schwefelgehalt allein, welche die Schweißbarkeit der Feinbleche beeinflussen können, und es wurden auch Blechproben mit an sich günstiger Zusammensetzung, aber schlechter Schweißbarkeit beobachtet.

Es war nun auch bemerkenswert, das Verhalten von Blechen aus beruhigten Schmelzen kennenzulernen, da bei diesen die Seigerungen wesentlich geringer sind. Hier war aber zu bedenken, daß durch den Zusatz von Silizium die Schweißbarkeit verringert werden könnte. Es sei an die frühere Annahme erinnert, daß durch den Siliziumzusatz bei Baustahl St 52 dessen Schweißbarkeit beeinträchtigt³⁾ wird. Unsere Versuche (*Zahlentafel 1*) ergaben nun, daß die beruhigten Schmelzen mit Siliziumgehalten bis 0,17 % nach dem Schweißnaht-Tiefungsversuch günstige Werte liefern,

³⁾ Siehe Mantel, W.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 222/28 (Werkstoffaussch. 581).

so daß gegen die Verwendung von beruhigtem Stahl für gut schweißbare Feinbleche grundsätzlich keine Bedenken bestehen. Allerdings wurde bei anderen Versuchen auch festgestellt, daß bei beruhigten Stählen bei an sich günstiger chemischer Zusammensetzung schlechte Schweißbarkeit auftreten kann. Es müssen also noch andere Einflüsse vorliegen, deren Ursache in der Schmelzbehandlung angenommen werden muß. Hinsichtlich des Erschmelzungsverfahrens war zwischen Thomasstahl und Siemens-Martin-Stahl nach unseren Versuchen kein Güteunterschied festzustellen.

Zum Einfluß des Kohlenstoff- und Schwefelgehaltes auf die Schweißbarkeit sei noch folgender Versuch beschrieben (*Zahlentafel 2*). Aus einer 1 mm dicken Blechtafel aus unberuhigtem Stahl wurden aus der Seigerungszone Probestreifen entnommen, welche die in *Zahlentafel 2* angegebene chemische Zusammensetzung hatten und sich als sehr schlecht schweißbar erwiesen. Durch Glühung in Wasserstoff konnte nun eine sehr starke Entkohlung erreicht werden, während der Schwefelgehalt dabei praktisch unverändert blieb. In diesem Zustand ergab der Schweißnaht-Tiefungsversuch trotz dem hohen Schwefelgehalt sehr gute Werte. Eine weitere Probe aus diesem Blech wurde in schwefelhaltigem Walzzunderpulver geglüht. Auch hier trat eine starke Entkohlung ein, dabei wurde aber außerdem von dem Blech Schwefel aufgenommen, so daß sich der Schwefelgehalt fast auf das Doppelte anreicherte. Wie aus *Zahlentafel 2* ersichtlich, ist die Schweißbarkeit immerhin noch als gut zu beurteilen. Zum Gefüge dieser drei Proben ist zu sagen, daß im Ausgangszustand stark zeitiges Gefüge vorlag. Durch die Wasserstoffglühung und die Glühung in Eisenoxyd sind die Zeilen völlig beseitigt worden, doch trat nach der Wasserstoffbehandlung trotz nachfolgender Normalglühung Grobkorn auf, während das in Walzzunder geglühte Blech nach der anschließenden Normalglühung feinkörniges Gefüge hatte.

Zahlentafel 3.

Einfluß der Glühbehandlung auf die Schweißbarkeit von 1,25 mm dickem Feinblech mit 0,07% C, 0,07% Si, 0,28% Mn, 0,011% P und 0,047% S.

Glühbehandlung	Tiefung in mm			Schweißbarkeit
	am Blech	Soll-Wert für Tiefziehblech	an der Schweißnaht	
Kistengeglüht	10,9	10,8	6,7	schlecht
Normalgeglüht	11,6	10,8	7,0	schlecht
Nach dem Schweißen 2 h bei 700° geglüht	—	10,8	9,0	—
Nach dem Schweißen normalgeglüht	—	10,8	10,7	—
Nach dem Schweißen mit dem Schweißbrenner geglüht.	—	10,8	8,4	—

Es wurde auch der Einfluß der Glühbehandlung der Bleche auf die Schweißbarkeit untersucht. Nach den Versuchen ist es ziemlich gleichgültig, ob ein gut schweißbares Blech kistengeglüht oder normalgeglüht vorliegt, denn in beiden Fällen ergeben sich nach dem Schweißnaht-Tiefungsversuch zufriedenstellende Werte. Ebenso ließ sich schlechte Schweißbarkeit durch die Glühbehandlung kaum beeinflussen. Schlecht schweißbare Bleche, die kistengeglüht vorlagen, blieben auch schlecht schweißbar, wenn sie normalgeglüht wurden (*Zahlentafel 3*). Wir konnten weiter feststellen, daß selbst ungenügend geglühte Bleche nach dem Schweißnaht-Tiefungsversuch gute Ergebnisse

lieferten, wenn der ausgewalzte Stahl an sich gut schweißbar war. Anders war es aber, wenn die Glühung in Wasserstoffgas erfolgte. So wurde ein Versuch mit als schlecht schweißbar befundenen Blechen aus beruhigtem Stahl durchgeführt. Die chemische Zusammensetzung dieses Bleches (*Zahlentafel 3*) war nicht ungünstig. Durch die Wasserstoffglühung wurde der Kohlenstoffgehalt von 0,07 auf 0,04% vermindert, während die sonstigen Gehalte praktisch gleichblieben. Der an dieser Probe nach der Wasserstoffglühung ausgeführte Schweißnaht-Tiefungsversuch ergab nun weitaus günstigere Werte, als am Ausgangsblech ermittelt worden waren, so daß die Schweißbarkeit nach der Wasserstoffglühung als sehr gut bezeichnet werden konnte.

Was die Oberflächenbeschaffenheit anbelangt, so ergab sich bei den untersuchten Feinblechen kein Unterschied im Schweißverhalten für den gebeizten und ungebeizten Zustand.

Bei der Gefügeuntersuchung von gut und schlecht verformbaren Schweißnähten war in beiden Fällen in der Schweißnaht Widmannstättisches Gefüge anzutreffen, das meist von grobkörniger Beschaffenheit war. Der Unterschied im Gefüge einer guten (*Bild 3*) und einer schlechten (*Bild 4*) Schweißnaht war höchstens der, daß die schlechte Schweißnaht meist mehr punktförmige Schlackeneinschlüsse und feine Ausscheidungen aufwies. Das Ausgangsgefüge zu *Bild 4* ist in *Bild 5* wiedergegeben und zeigt kistengeglühtes Blech, das kleinere Schlackeneinschlüsse, aber fast keinen Perlit mehr enthält.

Der Versuch ist naheliegend, die Verformbarkeit spröder Schweißnähte durch eine nachträgliche Glühbehandlung zu verbessern. Der einfachste und vom Schweißer selbst leicht auszuführende Weg ist das Ausglühen mit dem Schweißbrenner. Derartige Versuche haben aber gezeigt, daß diese Form des Ausglühens doch sehr mangelhaft ist und nur eine geringe Verbesserung bringt. Ein zweistündiges Glühen bei 700° ergibt nach dem Schweißnaht-Tiefungsversuch wohl eine wesentliche Verbesserung, doch ist eine sehr gute Verformbarkeit erst durch eine Normalglühung zu erzielen. Leider hat diese aber meistens einen sehr starken Verzug der Werkstücke zur Folge, so daß diese Behandlungsart deswegen meist nicht in Betracht kommt. In *Zahlentafel 3* sind die Ergebnisse von Versuchen mit einer Blechprobe aus beruhigtem Stahl mit üblicher Zusammensetzung, die sich sowohl im kistengeglühten als auch im normalgeglühten Zustand als schlecht schweißbar erwiesen hatte, wiedergegeben. Die *Bilder 6 bis 8* zeigen Schliffbilder aus der Schweißnaht nach der Glühung bei 700 und 930°. Die *Bilder 7 und 8* mit dem bei 930° normalgeglühten Gefüge lassen erkennen, daß in der Schweißnaht durch die Normalglühung ein feinkörniges und regelmäßiges Korn entsteht, wie man es sonst durch die Normalglühung zu erreichen wünscht, während die Übergangszone ein gröberes Korn aufweist, das stellenweise sehr unregelmäßig geformt ist. Das Gefüge der bei 700° geglühten Probe hat noch die ursprüngliche Gestalt, nur ist festzustellen, daß sich die Anzahl der feinen Ausscheidungen vermehrt hat und zum Teil wohl auch rekristallisierte Körner vorliegen. Es ist anzunehmen, daß bei dem raschen Abkühlen der Schweißnaht Spannungszustände und dadurch ausgelöste Kaltverformungen eingetreten sind, die bei einer solchen Glühung zur Rekristallisation führen.

Zahlreiche Vergleiche zwischen den nach dem Schweißnaht-Tiefungsversuch erhaltenen und den bei der Verarbeitung der Bleche im Betrieb gewonnenen Ergebnissen über die Schweißbarkeit erbrachten eine völlige Übereinstimmung. Es handelte sich dabei vor allem um die Verwendung von

Feiblechen zu gesickten Rohren und Trommeln, die unbedingt dicht sein mußten.

Zusammenfassung.

Zur Beurteilung der Schweißbarkeit von Feiblechen wird folgendes Prüfverfahren angewendet. Auf der Mittellinie eines 90 mm breiten Prüfstreifens schweißt man von Hand aus mit einem der vorliegenden Blechdicke angepaßten Kleinschweißbrenner ohne Zusatzwerkstoff eine Naht, die den Stahl an der Mittellinie über den vollen Querschnitt umschmelzen soll. An mehreren Stellen längs dieser Naht, und zwar abwechselnd von beiden Seiten, wird nun der bei Tiefziehblechen übliche Tiefungsversuch ausgeführt. Je nach dem erhaltenen Tiefungswert wird das Blech als sehr gut, gut oder schlecht schweißbar bewertet.

Der Einfluß der chemischen Zusammensetzung, Er-

Zu dem Bericht wurde schriftlich wie folgt Stellung genommen.

H. Hauttmann, Oberhausen: Die von Herrn Eisenkolb entwickelte Prüfung der Schweißbarkeit von Feiblechen halte ich für einen richtungweisenden Fortschritt. Vor allem nimmt die Einfachheit der Durchführung und die logische Auswertung für das Verfahren ein. Es wäre zu wünschen, daß die vorgeschlagene Prüfung zur Erfahrungssammlung in größerem Umfang bei der Feiblecherzeugung angewendet wird, vor allem um Unterlagen darüber zu bekommen, wie der Versuch auf die verschiedenen Stahlarten anspricht. Herr Eisenkolb bringt in *Zahlentafel 1* leider nur die Ergebnisse von weichem Siemens-Martin-Stahl mit ziemlich engen Gehaltsgrenzen. Der Phosphorgehalt liegt z. B. mit einer einzigen Ausnahme bei dem geringen Wert von 0,022 % und weniger. Ich nehme deshalb an, daß die Gruppeneinteilungen „sehr gut“, „gut“ und „schlecht“ mit über 90, 90 bis 70 und unter 70 % des Normtiefungswertes nach DIN 1623 auch nur für die untersuchte Stahlart gelten sollen. Jedenfalls ist denkbar, daß für andere Stahlsorten, z. B. für weiche Thomasgüten verschiedener Erschmelzungsweise, andere Unterteilungen zu entwickeln sind und der notwendigen Übereinstimmung mit der Praxis näherkommen.

Auch wäre die Frage der Gruppeneinteilung in Abhängigkeit von der Blechdicke näher zu prüfen. Wir selbst haben derartige Versuche an Blechdicken von 1 und 2 mm durchgeführt und die nachstehenden Ergebnisse an einem mit Silizium und Aluminium beruhigten Thomasstahl erhalten (jeder Tiefungswert ist das Mittel von zwölf Einzelbestimmungen):

Blechdicke mm	Tiefung in % vom Sollwert nach DIN 1623 bei Glühbehandlung			
	A	B	C	D
1	83	84	87	90
2	95	95	96	96

Hieraus geht hervor, daß Werkstoff aus der gleichen Schmelzung und jeweils gleicher Glühbehandlung in verschiedene Gütegruppen fällt, je nachdem, ob das Blech 1 oder 2 mm dick ist. Es wird somit notwendig sein, durch vermehrte Anwendung des Prüfverfahrens nach Herrn Eisenkolb auch einen Einblick in die Abhängigkeit der Schweißbarkeitsprüfung von der handwerklichen Ausführung zu erhalten.

Da ich der Ansicht bin, daß sich das Verfahren keineswegs auf Feibleche zu beschränken braucht, sondern auf größere Dicken ausgedehnt werden kann, haben wir zur Zeit Erfolg versprechende Untersuchungen an Blechen von 10 mm Dicke in Arbeit.

A. Krüger, Hagen-Haspe: Das von Herrn Eisenkolb angegebene Verfahren zur Beurteilung der Schweißbarkeit von Feiblechen scheint nach seinen Versuchsergebnissen recht brauchbar zu sein, zumal da die Durchführung dieser Prüfmethode sehr einfach ist und mit überall vorhandenen Prüfeinrichtungen vorgenommen werden kann. Eine Nachprüfung der Versuchsergebnisse durch eigene Versuche soll erfolgen.

W. Lohmann, Laurahütte: Meines Erachtens kommt für Feibleche, besonders da es sich um eine Schweißung ohne Zusatzwerkstoff handelt, nur die Linksschweißung in Frage. Infolgedessen ist der Bemerkung von Herrn Eisenkolb, daß bei den laufenden Versuchen Linksschweißung angewendet wurde, doch selbstverständlich die Naht auch in Rechtsschweißung aus-

schmelzungsart und Glühbehandlung von Feiblechen auf das Ergebnis des Schweißnaht-Tiefungsversuches wurde untersucht. Im allgemeinen wurden schlechte Tiefungswerte bei hohem Kohlenstoff- und Schwefelgehalt gefunden. Die Verwendung von siliziumberuhigtem Stahl für gut schweißbare Feibleche ist möglich. Ob eine Kistenglühung oder Normalglühung der Feibleche durchgeführt wird, ist für die Schweißbarkeit ohne Belang, ebenso ein Schweißen im gebeizten oder ungebeizten Zustand. Die Verformbarkeit spröder Schweißnähte wird durch eine nachträgliche Glühbehandlung (Glühen bei etwa 700° oder Normalglühen) verbessert. Das Gefüge der Feibleche in und außerhalb der Schweißnaht bei den verschiedenen Glühbehandlungen wurde geprüft.

Die Ergebnisse des Schweißnaht-Tiefungsversuches stehen mit dem Schweißbarkeitsverhalten der Feibleche im Betrieb in Übereinstimmung.

geführt werden kann, nicht ganz zustimmen. Vom Herrn Eisenkolb werden Risse bei der Prüfung, die in Richtung der Naht auftreten, mit der Begründung ausgeschaltet, daß es sich um fehlerhafte Schweißungen handelt. Derartige Fehler brauchen aber nicht allein auf das handwerkliche Können des Schweißers zurückzuführen sein, sondern können ebensogut durch die Schweißbarkeit des Bleches verursacht werden. Vielleicht müßte man nach dieser Richtung weitere Versuche anstellen. Ohne Kenntnis der Einzelheiten dieser Versuche läßt sich jedenfalls keine Entscheidung fällen. Zudem stützen sich die Versuche nach *Zahlentafel 1* erst auf Einzelwerte. Ein Beleg durch Großzahlforschung erscheint wünschenswert. Es ist nicht angängig, schlechte Einzelwerte ohne weiteres auszuschalten.

W. Püngel, Dortmund: Die von Herrn Eisenkolb vorgeschlagene Prüfungsart dürfte nach den vorliegenden Ergebnissen bei einwandfreier Durchführung wegen ihrer großen Einfachheit geeignet sein, die Schweißbarkeit von Feiblechen mit der Gasschweißung zu bestimmen. Da aber diese Prüfungsart über andere Schweißarten, besonders über die elektrische Widerstandsschweißung, nichts aussagt, wäre dies zweckmäßiger in der Überschrift zu kennzeichnen.

Die Bezeichnung „Schweißnaht-Tiefungsversuch“ dürfte nicht den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen, da es sich gar nicht um eine eigentliche Naht handelt, sondern eher um eine Raupe, obwohl auch diese Bezeichnung nicht voll zutrifft. Treffender erscheint die Bezeichnung „Einbrenn-Tiefungsversuch“.

Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, sind genauere Angaben über die Durchführung der Erhitzung mit dem Gasbrenner erforderlich. Nach unseren Erfahrungen müßte die Erwärmung maschinell erfolgen, wobei auch der Abstand des Brenners genau festgestellt werden müßte.

Von wesentlichem Einfluß auf das Ergebnis der Tiefungsprüfung ist zweifelsohne die Höhe der Erwärmung beim Einbrennen und die Abkühlung. Hier müßte doch — um Streuungen zu vermeiden — zum mindesten vorgeschrieben werden, in welcher Weise die Abkühlung nach dem Erhitzen vorgenommen werden soll.

Es bestehen große Bedenken dagegen, bei dünnen Blechen die Streifen in der Mittellinie abzukanten und die Erwärmung an der Biegekante durchzuführen. Es ist zu erwarten, daß in solchen Fällen die verschiedene Art der Erhitzung und die Kaltverformung zu ganz verschiedenen Gefügeausbildungen und damit zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können.

Ferner ist aber auch die Nachricht nach dem Schweißen als unzureichend zu verwerfen, da durch die hierbei auftretende Kaltverformung die Tiefung erheblich beeinflußt werden kann.

Der Ansicht von Herrn Eisenkolb, daß wenn Proben aus dem seigerungsreichen Teil des Bleches gut schweißbar sind, an Proben aus dem seigerungsarmen Gebiet um so bessere Schweißbarkeit zu erwarten ist, kann in dieser allgemeinen Form nicht zugestimmt werden. Es ist bekannt, daß — in gewissen Grenzen — z. B. ein höherer Phosphorgehalt die Gasschweißbarkeit verbessert.

In diesem Zusammenhang sei noch darauf hingewiesen, daß bei der Gasschweißung — entgegen den Feststellungen mit dem vorgeschlagenen Prüfverfahren — sehr wohl Unterschiede zwischen Thomas- und Siemens-Martin-Stahl festzustellen sind. So neigen Thomasstähle häufig zu stärkerer Gas-

entwicklung und ergeben eine „schaumige“ Ausbildung der Naht, während diese bei Siemens-Martin-Stählen meist glatt ist.

K. L. Zeyen, Berlin: Bei der von Herrn Eisenkolb vorgeschlagenen Prüfmethode soll nach seinen Angaben eine Naht geschweißt werden, d. h. der Stahl soll längs der Mittellinie über seinen ganzen Querschnitt durch einen Schweißbrenner umgeschmolzen werden. Herr Eisenkolb führt dann aber weiter aus, daß die Ausführung einer Schweißnaht in der angegebenen Art seit langem bekannt ist und von Müller²⁾ als „Einbrennprobe“ benannt wurde. Diesem kann nicht zugestimmt werden. Bei den sogenannten Anschmelz- oder Einbrennproben, und zwar sowohl bei dem Fokker- als auch Focke-Wulf-Versuch, werden die Bleche nur oberflächlich angeschmolzen und nicht durchgeschmolzen⁴⁾. Eine solche Prüfung, die den Werkstoff ganz anders (und zwar stärker) beansprucht als ein Umschmelzen über den ganzen Querschnitt, hat, wie Herr Eisenkolb vorher richtig ausführt, den Zweck, festzustellen, ob ein Stahl Neigung zu Schweißrissigkeit hat; und ein solches Verfahren kommt, wie Herr Eisenkolb selbst angibt, für die Prüfung der üblichen Feinbleche nicht in Betracht. Dann darf man aber logischerweise auch nicht sagen, daß bei der „Einbrennprobe“ die Ausführung einer Schweißnaht in der von Müller²⁾ angegebenen Art erfolge. Das Blech soll dabei doch nur oberflächlich angeschmolzen und darf nicht durchgeschmolzen werden.

Da die von Herrn Eisenkolb vorgeschlagene Prüfung nach den von ihm mitgeteilten Unterlagen wohl als Abnahmeversuch geeignet wäre, halte ich es für zweckmäßig, ihre Durchführungsart genau festzulegen. Es wäre richtig, festzulegen, daß dabei die Linksschweißung angewendet wird, weil diese für dünne Bleche auch praktisch durchweg nur Anwendung findet. Auch die Brennergröße sollte, je nach der zu prüfenden Blechdicke abgestuft, angegeben werden.

F. Eisenkolb, Thale: Es ging uns zunächst vor allem um die Ausarbeitung eines einfachen Verfahrens für die Betriebsüberwachung, und dabei hat sich die beschriebene Arbeitsweise unter den bei uns gegebenen Verhältnissen durchaus bewährt. Soll nun darüber hinaus ein allgemein gültiges Prüfverfahren geschaffen werden, so ist es selbstverständlich richtig, wie es ja auch in einzelnen Erörterungsbeiträgen vorgeschlagen wurde, die Arbeitsbedingungen und die Auswertungsart noch genauer festzulegen. Dazu ist es aber notwendig, noch weitere Erfahrungen auf anderen Werken zu sammeln.

Herrn Hauttmann kann ich mitteilen, daß inzwischen eine größere Zahl von Untersuchungen mit Feinblechen höheren Phosphorgehaltes (0,065 bis 0,100 %) ausgeführt worden ist, die bei durchweg günstigen Ergebnissen nach dem beschriebenen Verfahren auch bei der Verarbeitung gut entsprochen haben.

Was den Einfluß der Blechdicke anbelangt, so zeigte es sich auch bei unseren laufenden Prüfungen, daß bei dickeren Feinblechen sich im allgemeinen günstigere Ergebnisse einstellen.

⁴⁾ Zeyen, K. L., und W. Lohmann: Schweißen der Eisenwerkstoffe. Düsseldorf 1943. S. 164/65.

Wir führen dies hauptsächlich darauf zurück, daß in diesem Falle die Abkühlung nach dem Durchschweißen langsamer verläuft und somit ähnlich wie eine Nachglühung wirkt. Für die Werkstoffbeurteilung würde sich daraus ergeben, daß eine Schmelze, die für dünnere Bleche ungenügende Schweißbarkeit gezeigt hatte, noch brauchbar sein kann für dickere Feinbleche.

Schließlich möchte ich noch erwähnen, daß wir den Schweißnaht-Tiefungsversuch außer zur Beurteilung des handwerklichen Könnens verschiedener Schweißer auch zur Überwachung der richtigen Einstellung von Schweißmaschinen herangezogen haben.

Herr Lohmann hat sicher mit seiner Bemerkung recht, daß Längsrisse in der Schweißnaht auch durch ungenügende Schweißbarkeit verursacht werden können. Bei den bei uns zur Untersuchung gelangten Blechen allerdings ergaben sich nach der Tiefung fast ausschließlich nur dann Längsrisse, wenn die Naht nicht einwandfrei ausgeführt worden war. In Zweifelsfällen kann man sich bei der Einfachheit des Verfahrens leicht durch eine Wiederholungsprobe überzeugen, welcher Fehler wirklich vorliegt.

Zu dem Vorschlag des Herrn Pügel, das Prüfverfahren besser mit „Einbrenn-Tiefungsversuch“ zu bezeichnen, verweise ich auf den Erörterungsbeitrag von Herrn Zeyen. Im übrigen haben auch wir uns lange überlegt, ob eine andere Bezeichnungsart als „Schweißnaht-Tiefungsversuch“ angebracht sei; wir sind aber schließlich doch bei diesem Ausdruck verblieben, da es sich letzten Endes auch hier um eine „Naht“ handelt, die im Prüfstreifen nach dem Schweißen zurückbleibt.

Die von Herrn Pügel gemachten Vorschläge über die Festlegung der genauen Arbeitsbedingungen für den Fall einer allgemeineren Anwendung des Verfahrens sind auch von uns bereits in Betracht gezogen worden. Seinen Bedenken gegen das Abkanten der Prüfstreifen aus dünneren Blechen und das nachherige Ausrichten kann ich entgegenhalten, daß sich bei dem von uns angewendeten geringen Biegewinkel (etwa 30°) und einem verhältnismäßig großen Biegehalbmesser keine ungünstige Beeinflussung der Prüfergebnisse bemerkbar machte, wobei es natürlich Voraussetzung ist, daß das Ausrichten in vorsichtiger Weise erfolgt. Um von Zufälligkeiten aber unabhängig zu sein, was namentlich für vergleichbare Untersuchungen an verschiedenen Arbeitsstätten wichtig ist, erscheint die Anwendung einer Einspannvorrichtung angebracht, in welcher sich die Streifen beim Schweißen nicht verziehen können. Auch darüber sind bei uns bereits Versuche ausgeführt worden.

Zu der Bemerkung des Herrn Zeyen über die Ausführung der „Einbrennprobe“ verweise ich auf die schon erwähnte Arbeit von Müller²⁾, in welcher es auf Seite 96 ausdrücklich heißt: „Ein Stück des zu prüfenden Bleches oder Rohres wird mit dem Schweißbrenner nach Schweißart bis zum Durchschmelzen flüssig gemacht, indem man ohne Schweißspalt und ohne Zusatzdraht vom Rande nach dem Innern zu oder umgekehrt einbrennt.“ Daraus wurde abgeleitet, daß bei dünneren Blechen die Einbrennprobe bis zum Umschmelzen des gesamten Querschnittes vorgenommen wird.

Stoffflußbilder eines gemischten Eisenhüttenwerks.

Von Hans Wilhelm Benseid in Dortmund.

[Bericht Nr. 205 des Ausschusses für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.]

(Schluß von Seite 537.)

III. Bereinigte Bilanzen der hüttenmännischen Hauptbetriebe.

Aus den Bilanzen der Selbstkostenbogen und Betriebsangaben sowie aus den dazugehörigen Bildern geht hervor, daß in diesen Mengenaufstellungen zum Teil noch erhebliche Unvollkommenheiten oder Fehler enthalten sind. Die zwischen Einbringen und Entfall auftretenden ungeklärten Restglieder sind zum Teil recht beachtlich. In den Fe-Bilanzen tritt z. B. beim Hochofen ein positives Restglied auf; allerdings muß hierbei berücksichtigt werden, daß die Verluste alle gesondert aufgeführt sind. Aus diesen Überlegungen geht schon hervor, daß alle einzelnen Zahlen der Bilanzen noch einmal auf ihre Genauigkeit und Zuverlässigkeit durchgeprüft werden müssen. Durch eine ausgedehnte Prüfung der Wiegegenauigkeit und der Zuverlässigkeit der sonstigen Messungen und ermittelten Zahlen wurde eine

große Anzahl Werte bereinigt. Andere Angaben können wiederum nicht bereinigt werden, da keine Unterlagen hierfür zu erlangen waren. Es handelt sich hier vornehmlich um Zahlen, die schon von vornherein sehr ungenau waren. Hieraus geht hervor, daß auch in den endgültig bereinigten Bilanzen sowohl die Einzelposten als auch die Summen noch keinen Anspruch auf höchste Genauigkeit erheben können. So ist es auch selbstverständlich, daß in den einzelnen Bilanzen zwischen Einbringen und Entfall, selbst bei Einrechnung aller Verluste, immer noch Restglieder auftreten, die durch die Ungenauigkeit der einzelnen Zahlen und Messungen hervorgerufen sind. In den *Zahlentafeln 2 bis 6* mit den bereinigten Bilanzen ist daher in einer Spalte der überlegungsgemäße Genauigkeitsgrad der Einzelposten der absoluten Mengen in Prozent angegeben, d. h. daß die

betreffende Zahl bis zu diesem Betrag größer oder kleiner sein kann. In einer anderen Spalte sind die Änderungen der bereinigten Zahl gegenüber der ursprünglichen Zahl in Prozent eingetragen. Im folgenden wird auf die bereinigten Bilanzen der absoluten Mengen und der Fe-Mengen der hüttenmännischen Hauptbetriebe eingegangen.

1. Im Hochofenbetrieb.

Zahlentafel 2 zeigt die bereinigte Stoffbilanz des Hochofens.

a) Kritik der Bilanz der absoluten Mengen der Zahlentafel 2.

Zu der unbereinigten Bilanz sind Luftfeuchtigkeit und Spritzwasser usw. weder auf der Einbringe- noch auf der Entfallseite in der Bilanz aufgenommen. Dies ist jedoch

Zahlentafel 2. Bereinigte Stoffbilanz des Hochofens.

	Bereinigte Menge in t/Jahr	Ge-schätzter Genauigkeitsgrad in %	Bereinigter Fe-Gehalt in %	Bereinigte Fe-Menge in t/Jahr	% vom Fe-Einbringen
Einbringen					
1. Erze und Fremdschlacke	1 467 199	± 0,2	(45,57)	669 410	71,40
2. Kalk	84 458	± 0,2	0,4	338	0,04
3. Schrott aus Abbruch	1 000	± 50	98	980	0,10
Kreislaufstoffe 2. Ordnung					
4. Kaminbären	8 214		54,5	4 477	0,48
5. Konverterstaub	33 450		11,5	3 847	0,41
6. Separationseisen	8 069		72	5 810	0,62
7. Thomasschlacke	2 191		12	263	0,03
8. Siemens-Martin-Schlacke	41 491	± 0,2	17	7 053	0,75
9. Tiefofenschlacke	1 675		55	921	0,10
10. Stoßofenschlacke	4 141		65	2 692	0,29
11. Walzzunder	27 384		65	17 800	1,91
Summe Kreislaufstoffe 2. Ordnung	126 615			42 863	
Kreislaufstoffe 1. Ordnung					
12. Thomasroheisen fest	22 988	± 0,5	92,5	21 264	2,27
13. Schlackeneisen	11 306	± 0,2	46,83	5 295	0,56
14. Pfannenschlacke und Rinneneisen	6 525	± 5	22	1 436	0,15
15. Mischerschlacke	1 093	± 0,2	31,5	344	0,04
16. Gichtstaubbriketts	69 270	± 0,1	40,50	28 058	2,99
17. Gichtstaubschlamm aus Staub (Staub sack)	52 064	± 5	(18,04)	12 889	1,37
18. Gichtstaub aus Klärteich	50 259	± 5	(14,24)	7 159	0,76
19. Gichtstaub auf der Gicht aufgedreht	11 324	± 50	35	3 963	0,42
20. Einblasgichtstaub	302 591	± 10	45,01	136 196	14,53
21. Einblasgichtgas	84 273	± 5			
Summe Kreislaufstoffe 1. Ordnung	611 693			216 604	
22. Koks	796 055	± 0,2	0,925	7 346	0,78
23. Wind	3 031 550	± 2			
23a. Wasser	24 256	± 30			
Gesamteinbringen	6 142 826			937 541	100,00
Entfall					
24. Roheisen, flüssig	734 420	± 0,05	93	683 011	72,85
25. Hochofenschlacke	513 950	± 5	0,9	4 626	0,49
Abfall- und Ausschlußstoffe und Verluste					
26. Roheisen fest	53 381	± 0,3	92,5	49 377	5,27
27. Roheisen in Schlackeneisen	8 147	± 10	93	7 576	0,81
28. Pfannenschlacke und Rinneneisen	6 525	± 5	22	1 436	0,15
29. Mischerschlacke	1 093	± 0,2	31,5	344	0,04
30. Gichtstaub					
a) für Briketts	61 830	± 0,1	45,01	28 058	2,99
b) aus dem Staub sack für Schlamm	28 635	± 5	45,01	12 889	1,37
c) im Rohgas für Schlamm	28 093	± 5	25	7 024	0,75
d) im Reingas	160	± 20	25	40	0,00
e) im Verlustgas	18 874	± 50	35	6 606	0,70
f) Verluste beim Transport	1 811	+100 -50	45,01	815	0,09
g) im Abwasser	9 190	+50 -25	25	2 298	0,25
h) zum Einblasen	302 591	+2 -10	45,01	136 196	14,53
31. Einblasgichtgas	84 272	± 5			
32. Gichtgas	4 070 160	± 1,5			
Erhalt ohne Wasser	5 923 132				
33. Wasser	167 794	± 25			
Gesamtentfall	6 095 796			940 296	100,29
Gesamteinbringen	6 142 826			937 548	100,00
Gesamtentfall	6 095 796			940 296	100,29
Restglied	-47 030	-0,77		+2 748	+0,29

in der Zahlentafel 2 in dem Posten 23a geschehen. Auf der Entfallseite ist diese Menge im Posten 33 enthalten, der sich aus der gesamten durch die Öfen gehenden Wassermenge zusammensetzt. Der Unterschied zwischen Gesamtentfall und Gesamteinbringen hat sich auf $-47030 t = 0,77\%$ (bezogen auf das Einbringen) in dieser bereinigten Bilanz verringert. Es ist nicht anzunehmen, daß man die Bilanz der absoluten Mengen für den Hochofen viel genauer erhält, da der Hauptgenauigkeitsfaktor die großen Gas- und Windmengen sind.

Selbst bei den genauesten Gasmessungen wird man einen Genauigkeitsgrad von $\pm 0,5\%$ der Gesamtmenge zulassen müssen. Falls man die Bilanz nur auf Messungen aufbaut, wird man sogar einen Genauigkeitsgrad bis schätzungsweise $\pm 1,5\%$ zulassen müssen. Am genauesten wird eine Wind- und Gasmengenberechnung über eine Kohlenstoffbilanz sein.

Der Unterschied der Gesamtbilanz, der durch die festen Stoffe hereinkommt, kann nicht sonderlich groß sein. Der Genauigkeitsgrad der von auswärts eingebrachten Stoffe und der Kreislaufstoffe 2. Ordnung liegt im Durchschnitt bei $\pm 0,2\%$.

Obwohl der Genauigkeitsgrad der Kreislaufstoffe 1. Ordnung und der Abfall- und Ausschlußstoffe bei rd. $\pm 5\%$ liegt, kann sich hierdurch in der Bilanz ebenfalls kein größerer Unterschied zwischen Entfall und Einbringen ergeben, da die Mengen nahezu im gleichen Betrage auf der Einbringe- und Entfallseite auftreten, vorhandene Ungenauigkeiten dieser Einzelposten sich also ausgleichen. In der vorliegenden Bilanz liegen die Verhältnisse sogar so, daß die festen Stoffe den Unterschied zwischen Entfall und Einbringen, der durch die Gasmengen hereinkommt, verringern. Das erkennt man an der Fe-Bilanz. In dieser Bilanz ist ein Überschuß vorhanden. Das wird zum Teil daran liegen, daß entweder die eingebrachte Menge an Eisenträgern in Wirklichkeit größer oder die entfallene Menge geringer ist. Hieraus ist zu folgern, daß auch bei den festen Stoffen, die Eisenträger sind, ein Überschuß in der Bilanz auftritt, wodurch in der Bilanz der absoluten Mengen die Fehlmenge, hervorgerufen durch die Gasmengen, um diesen Betrag vermindert wird. Nimmt man an, daß die Überschußmenge von $+2748 t Fe = 0,29\%$ des Fe-Einbringens durch ein wirkliches Mehreinbringen an Eisenträgern bedingt ist, so müssen also bei einem Gehalt von $50\% Fe$ 5790 t an Eisenträgern mehr eingebracht worden sein; dadurch würde der Unterschied der absoluten Mengen (47 030) um diesen Betrag (5790) von $-0,77$ auf $-0,86\%$ angewachsen sein. Hieraus folgt, daß eine Änderung des Fe-Restgliedes um 3% eine Änderung des Restgliedes in der Bilanz der absoluten Mengen — unter Annahme eines 50prozentigen Fe-Gehaltes — um 1% hervorruft.

b) Kritik der Bilanz der Fe-Mengen der Zahlentafel 2.

Der Überschuß an Fe in der unbereinigten Bilanz ist in dieser bereinigten Bilanz von $+6974 t$ auf $+2748 t$ gesunken. Er liegt mit $+0,29\%$ des Fe-Einbringens in der normalen Genauigkeitsgrenze. Andererseits ist es denkbar, daß bei einer genauen Mengenüberwachung dieser Bilanzunterschied noch weiter herabgesetzt werden kann, so daß er schätzungsweise in den Grenzen von $\pm 0,1\%$ des Fe-Einbringens liegt. Der positive Bilanzunterschied entspricht der Betriebstendenz, nämlich, möglichst viel zu erzeugen bei möglichst geringem buchmäßigem Einbringen. Wodurch dieser positive Bilanzunterschied bedingt ist, ist schwer festzustellen. Wie schon unter a) festgestellt ist,

kann er einmal dadurch zustande kommen, daß 1. das Fe-Einbringen höher liegt als angegeben oder 2. der Fe-Gehalt geringer ist als angegeben. Es ist anzunehmen, daß in bestimmten Grenzen beides der Fall ist.

Zu 1. Ein sich auf den Bilanzunterschied auswirkendes Mehreinbringen an Fe ist möglich durch erhöhtes Einbringen

Zahlentafel 3. Bereinigte Stoffbilanz des Thomaswerks.

	Bereinigte Menge in t/Jahr	Ge-schätzter Genauig-keits-grad in %	Berein-igter Fe-Gehalt in %	Berei-nigte Fe-Menge in t/Jahr	% vom Fe-Ein-brin-gen
Einbringen					
1. Roheisen	733 305	± 0,05	90	681 974	94,18
Kreislaufstoffe 2. Ord-nung					
2. Walzwerksschrott . . .	18 897	± 2	99,09	18 725	2,59
Kreislaufstoffe 1. Ord-nung					
3. Mündungsbären . . .	1 466	± 15	50	733	0,10
4. Kleine Bären und Gieß-abfälle	6 151	± 15	80	4 920	0,68
5. Knochen und Trichter.	805	± 5	99,24	799	0,11
6. Restblöcke	9 670	± 5	99,24	9 597	1,33
7. Mühleneisen	1 682	± 0,3	92	1 547	0,21
Summe Kreislaufstoffe 1. Ordnung	— 19 774			36 321	5,02
Zusätze: Mn-Träger					
8. Spiegeleisen 8 bis 10 %	4 250		87,5	3 719	0,51
9. Spiegeleisen 12 bis 14 %	326		83,5	272	0,04
10. Ferromangan 76 % . .	1 064	± 0,2	18,5	196	0,03
11. Ferromangan 50 % . .	2 432		45	1 094	0,15
12. bis 15. Ferrosilizium verschiedener Sorten . .	362	± 0,2		90	0,01
Weitere Zusätze:					
16. bis 21. verschiedene Sorten	566	± 0,2		101	0,01
Summe Metallträger . . .	— 780 976				
Zuschläge:					
22. Weißkalk	103 633		0,2	209	0,03
23. Kohlungsmittel	597	± 0,2	1	6	0,00
24. Koksgrus	91		1	1	0,00
Summe Zuschläge	104 321				
25. bis 30. Konverteraus-mauerung	17 939	± 0,2		121	0,02
31. Gebläsewind	525 423	± 10			
Summe Einbringen	1 428 659			724 104	100,00
32. Lünier Sand (in Schlacke)	4 351	± 0,2	0,2	9	0,00
Gesamteinbringen ein-schließlich Lünier Sand	1 433 010	± 3,5		724 113	100,00
Gesamteinbringen	1 433 010				
abzüglich 31. Gebläsewind.	525 423				
Einbringen fest und flüssig	907 587	± 0,28			
Entfall der absoluten Mengen					
33. Thomasstahl	660 035	± 0,1			
Schlacke:					
34. Thomasschlacke mit Bären	172 364	± 3			
35. Thomaspfannenschlacke	5 199	± 5			
36. Konverterstaub (Dach-staub)	10 403	± 0,2			
37. Konverterstaub mit Schutt aus Thomashalle	29 065	± 0,2			
Summe Schlacken	217 031	± 1			
Bären:					
38. Thomaspfannenbären .	3 650	± 25			
39. Kaminbären an Siem-ens-Martin-Werk	1 731	± 0,2			
40. Kaminbären an Hoch-oven	8 214	± 0,2			
41. Mündungsbären	1 466	± 15			
42. Kleine Bären und Gieß-abfälle	6 155	± 15			
Summe Bären	21 216	± 10			
Stahlabfälle und Aus-schuß:					
43. Knochen und Trichter.	805	± 5			
44. Restblöcke	9 670	± 5			
45. Ausschubblöcke	4 977	± 0,1			
Summe Stahlabfälle und Ausschuß	15 452	± 3,5			
Entfall fest und flüssig . .	913 734	± 0,6			
Einbringen fest	907 587				
Entfall fest und flüssig . .	913 734				
Restglied	+ 6 147				
Gesamteinbringen	1 433 010				
Entfall fest und flüssig . .	913 734				
Restglied	— 519 276				

Siehe im folgenden Teil dieser Zahlentafel

Zahlentafel 3. (Schluß)
Bereinigte Stoffbilanz des Thomaswerks.

	Berei-nigte Menge in t/Jahr	Ge-schätzter Genauig-keits-grad in %	Berei-nigter Fe-Gehalt in %	Berei-nigte Fe-Menge in t/Jahr	% vom Fe-Ein-brin-gen
Entfall der Fe-Mengen					
46. Thomasstahl	660 035		99,24	655 187	90,48
47. Thomasschlacke	164 139		10,50	17 235	2,38
Abfall- und Ausschuß-stoffe:					
48. Ausschubblöcke	4 977		99,21	4 938	0,68
49. Separationseisen	8 069		72	5 810	0,80
50. Thomaspfannenbären . .	2 920		85	11 411	1,58
51. Thomasbären	10 505				
52. Kaminbären an Siem-ens-Martin-Werk	1 731		65	1 125	0,16
53. Kaminbären an Hoch-oven	8 214		54,5	4 477	0,62
54. Konverterstaub	33 450		11,5	3 847	0,53
55. Mündungsbären	1 466		50	733	0,10
56. Kleine Bären und Gieß-abfälle	6 151		80	4 920	0,68
57. Knochen und Trichter.	805		99,24	799	0,11
58. Restblöcke	9 670		99,24	9 597	1,33
59. Mühleneisen	1 682		92	1 547	0,21
Summe Abfall- und Aus-schußstoffe	89 646			49 204	6,80
			Fe-Gesamtentfall . .	721 626	99,66
			Fe-Gesamteinbringen	724 113	100,00
			Fe-Gesamtentfall . .	721 626	99,66
			Restglied	— 2 478	— 0,34

Siehe im vorstehenden Teil dieser Zahlentafel

an fremden Eisenträgern und Kreislaufstoffen 2. Ordnung innerhalb der angegebenen Grenzen des Genauigkeitsgrades, durch die der Überschuß theoretisch gerade gedeckt werden könnte. Außerdem wäre denkbar, daß ein Betrag an stillen Reserven aus dem Vorjahr in die Öfen eingebracht ist. Weiterhin kann sein, vor allem bei den hohen Restgliedern der Walzwerke und des Siemens-Martin-Werkes, daß ein kleiner Teil der Abfallstoffe dieser Betriebe, deren buch-mäßiger Entfall zudem in den Walzwerken prozentual gering ist, ungewogen zum Hochofen gegangen und dort eingebracht ist. Dieser nicht gewogene Teil der Eisenträger ist nicht in dem in den Zahlentafeln angegebenen Genauigkeitsgrad eingeschlossen; dieser bezieht sich nur auf die wirklich festgestellten und angegebenen Mengen.

Zu 2. Es ist denkbar, daß der Fe-Entfall innerhalb des Genauigkeitsgrades geringer ist als angegeben und daß die aufgeführten Gichtstaubverluste geringer sind und dadurch ein Teil des Überschusses verschwindet. Man kann an-nehmen, daß alle unter 1 und 2 aufgeführten Gründe bei dem positiven Bilanzunterschied an Fe mitspielen.

2. Im Thomaswerk.

Zahlentafel 3 zeigt die bereinigte Stoffbilanz des Thomas-werkes.

a) Kritik der Bilanz der absoluten Mengen der Zahlentafel 3.

Im Gegensatz zur bereinigten Bilanz des Hochofens hat sich in der bereinigten Bilanz des Thomaswerkes gegenüber der zu bereinigenden Bilanz wenig geändert.

Den größten Ungenauigkeitsfaktor in der Bilanz der absoluten Mengen bildet hier ebenfalls die eingebrachte Windmenge. Im Gegensatz zum Hochofen ist die entfallene Gasmenge nicht gemessen, sie ist der Großteil des Unter-schiedes zwischen dem festen Entfall und dem Gesamt-einbringen mit der absoluten Menge von 519 276 t. Ein besonderes Restglied, das sich nur aus Ungenauigkeiten zusammensetzt, kann daher in diesem Falle nicht gebildet werden. Der Unterschied zwischen festem Entfall und festem Einbringen hat in dieser Bilanz mit + 6147 t un-gefähr die gleiche Höhe wie in der unbereinigten Bilanz. Dieser Überschuß ist durch das Wandern des Luftsauer-stoffes in die Schlacke zu erklären.

Zahlentafel 4.

Bereinigte Stoffbilanz des Siemens-Martin-Werks.

	Bereinigte Menge in t/Jahr	Geschätzter Genauigkeitsgrad in %	Bereinigter Fe-Gehalt in %	Bereinigte Fe-Menge in t/Jahr	% vom Fe-Einbringen
Einbringen					
Roheisen:					
1. Thomasroheisen vorgeblasen	85 820	+ 0,5 - 1	99,5	85 391	31,77
2. Mischroheisen	1 481	± 0,05	93	1 377	0,35
3. Stahleisen 8/10	328		89	293	0,07
4. Stahleisen 10/12	2 536		87	2 197	0,56
5. Stahleisen 12/14	320	± 0,3	85	272	0,07
6. Stahleisen	75 317		91,5	68 915	17,57
Summe Roheisen	165 794	+ 0,4 - 0,6		158 444	40,39
7. Kokillenbruch	16 897	± 0,25	93,6	15 916	4,03
Kreislaufstoffe 1. Ordnung					
8. Knochen und Trichter	3 278	± 3	98	3 212	0,82
9. Gießabfälle	7 159	± 3	97	6 944	1,77
10. Siemens-Martin-Anschußblöcke	1 644	± 0,05	98,78	1 624	0,41
11. Siemens-Martin-Bären	16 782	± 15	85	14 265	3,64
Summe Kreislaufstoffe 1. Ordnung	28 863	± 10		26 045	6,64
Kreislaufstoffe 2. Ordnung					
12. Thomasanschlußblöcke	4 977	± 0,1	99,21	4 938	1,26
13. Kaminbären	1 731	± 0,2	65	1 125	0,39
14. Thomasbären	13 034	± 30	85	10 220	2,60
15. Walzwerkschrott	106 623	± 3	99,09	105 653	26,93
16. Walzunder	21			13	0,00
Summe Kreislaufstoffe 2. Ordnung	125 376	± 2		121 949	31,08
Schrott:					
17. Schrott aus Hilfsbetrieben	29 483	± 1	93,5	29 046	7,40
18. Konzernschrott	7 538	± 0,2	93,5	7 415	1,89
19. Fremdschrott	7 493	± 0,2	93,5	7 381	1,88
20. Stahlwalzen	672	± 0,25	98	658	0,17
21. Cu-armer Schrott	6 363		99	6 298	1,61
22. Cu-haltiger Schrott	916		98	898	0,23
23. Ni-Schrott	1 196	± 0,2	97	1 160	0,30
24. Ni-Blöcke	789		97	765	0,20
25. Mn-Schrott	67		87	58	0,01
Summe Schrott	54 752	± 0,6		53 679	13,69
26. Späne	11 656	± 1	93,5	11 579	2,95
27. Erze und Schlacken	5 017			2 825	0,72
28. bis 30. Mn-Träger	1 833			803	0,20
31. bis 33. Si-Träger	1 512	± 0,25		657	0,17
34. bis 37. Weitere Zusätze	977			288	0,07
38. bis 40. Zuschläge	15 315			70	0,02
41. bis 51. Ausmauerung	13 118	+ 10 - 25		165	0,04
Einbringen fest und flüssig	441 158	+ 1,75 - 2,30			
52. bis 54. Summe Gas und Wind	632 097	± 8			
Gesamteinbringen	1 073 255			392 330	100,00
Entfall der absoluten Mengen					
55. Siemens-Martin-Stahl	356 903	± 0,13			
56. Knochen und Trichter	3 278	± 3			
57. Gießabfälle	7 159	± 3			
58. Anschlußblöcke	1 644	± 0,05			
59. Umschmelzeisen	1 048	± 0,1			
60. Schlacke auf Schmalspurwagen	37 807	± 2			
61. Schlacke aus Gießhalle	19 546	± 0,25			
62. Siemens-Martin-Pflanzenbären	1 831	± 25			
Entfall fest	429 206	± 0,41			
Einbringen fest und flüssig	441 158				
Entfall fest	429 206				
Bestglied	- 11 952				
Gesamteinbringen	1 073 255				
Entfall fest	429 206				
Bestglied	- 644 049				
Entfall der Fe-Mengen					
63. Siemens-Martin-Stahl	356 903		93,78	352 567	89,87
Abfall- und Ausschlußstoffe:					
64. Knochen und Trichter	3 278		98	3 212	0,82
65. Gießabfälle	7 159		97	6 944	1,77
66. Ausschlußblöcke	1 644		98,78	1 624	0,41
67. Umschmelzeisen	1 048		97	1 017	0,26
68. bis 70. Siemens-Martin-Bären	16 782	± 5	85	14 265	3,63
71. Siemens-Martin-Schlacke	41 763	± 0,2	17	7 100	1,81
Summe Abfall- und Ausschlußstoffe	71 674				
Gesamt-Fe-Erhalt				386 729	98,57
Gesamt-Fe-Einbringen				392 320	100,00
Gesamt-Fe-Erhalt				386 729	98,57
Bestglied				- 5 591	- 1,43

b) Kritik der Bilanz der Eisenmengen der Zahlentafel 3.

Die bereinigte Fe-Bilanz des Thomaswerkes schließt mit einem Verlust von 2478 t ab. Dies ist der Posten, in dem die Streuung und das als Abbrand durch die Kamine abgehende unwiederbringliche Fe enthalten ist. Eine Trennung dieser beiden Posten ist nicht möglich, da eine Messung des unwiederbringlichen durch die Kamine verlorengehenden Fe schlecht möglich ist. Nimmt man an, daß die Streuung gleich Null ist, also die gesamten 2478 t Fe = 0,34 % des Fe-Einbringens unwiederbringlicher Verlust sind, so wird das der wirklichen Verlustmenge ziemlich nahekommen.

3. Im Siemens-Martin-Werk.

Zahlentafel 4 zeigt die bereinigte Stoffbilanz des Siemens-Martin-Werks.

a) Kritik der Bilanz der absoluten Mengen der Zahlentafel 4.

Im Siemens-Martin-Werk sind die Gasmengen gegenüber den Mengen an festen und flüssigen Stoffen prozentual noch erheblich größer als im Thomaswerk. Da die Menge der Verbrennungsluft nicht gemessen ist, sondern nur mittels der Luftüberschubzahl λ errechnet ist, weiterhin die Abgasmengen nicht gemessen sind, schwankt der geschätzte Genauigkeitsgrad der Gesamtbilanz in weiten Grenzen, nämlich bis ± 8 %.

Anders liegen die Verhältnisse jedoch, wenn man Einbringen und Entfall der festen Stoffe miteinander vergleicht. Auffällig ist hierbei der immer noch erhebliche Verlust an festen Stoffen mit 11 952 t. Ein Teil dieser Menge ist so zu erklären, daß die Menge an Ausmauerungsstoffen, die in die in der Bilanz aufgeführten Einfallstoffe geht, als zu hoch angenommen ist. Daß dies aber nur einen Teil des Verlustes ausmachen kann, erkennt man daran, daß in der Fe-Bilanz ebenfalls noch ein erheblicher Verlustposten vorhanden ist.

b) Kritik der Bilanz der Fe-Mengen der Zahlentafel 4.

Das in der unbereinigten Bilanz ausgewiesene Restglied in Höhe von - 8757 t ist in dieser bereinigten Bilanz auf - 5591 t zurückgegangen. Es hat mit 1,42 % des Fe-Einbringens eine immer noch erhebliche Höhe. Über den Verbleib dieser Fe-Mengen können nur Vermutungen ausgesprochen werden. Ein geringer Teil ist als unwiederbringlicher Abbrand durch die Kamine gegangen.

Entweder hat nun das Siemens-Martin-Werk ein geringeres Fe-Einbringen oder ein erhöhtes Fe-Ausbringen als in Zahlentafel 4 angegeben. Ein geringerer Teil dieses Restgliedes ist vielleicht dadurch zu erklären, daß die Fe-Gehalte der eingebrachten Stoffe geringer und die der entfallenen Stoffe höher sind. Ein noch höherer Eisengehalt ist z. B. bei der Siemens-Martin-Schlacke denkbar, sowohl hervorgerufen durch eine höhere Eisenverschlackung als auch durch einen erhöhten Betrag an mitgelaufenem metallischen Eisen. Das würde mit dem Hochofen insofern übereinstimmen, als dieser ja einen Eisenüberschuß in seiner Bilanz hat. Weiter besteht die Möglichkeit, daß die Untergewichte der Fe-Mengen, die auf werkseigenen Wagen ins Siemens-Martin-Werk kommen, in Wirklichkeit noch größer sind als angenommen, da bei den beschränkten Platzverhältnissen auf dem Werksschrottplatz die werkseigenen Wagen dort nicht immer besenrein geleert werden können. Das heißt also, daß das Taragewicht wesentlich höher und das Nettogewicht dadurch wesentlich geringer sein kann, als beim Wiegen angenommen wird.

4. In den Walzwerken.

Die *Zahlentafeln 5 und 6* zeigen die bereinigten Stoffbilanzen des Blockwalzwerkes und des Walzwerkes I. Die beiden Walzwerke werden hier der Einfachheit halber gemeinsam besprochen.

a) Kritik der Bilanzen der absoluten Mengen der Zahlentafeln 5 und 6.

Aus den Bilanzen ist zu ersehen, daß durch die Bereini- gung die Fehlmengen in den Walzwerken geringer geworden sind. Da in den Bilanzen der Walzwerke die absoluten Mengen den Fe-Mengen in einfacher Weise entsprechen, kann sofort zur Kritik der Bilanzen übergegangen werden.

b) Kritik der Bilanzen der Fe-Mengen der Zahlentafeln 5 und 6.

Wie in den Bilanzen der absoluten Mengen sind in den Bilanzen der Fe-Mengen durch die Bereini- gung die Fehl- Zahlentafel 5. Bereinigte Stoffbilanz des Blockwalzwerkes.

	Berei- nigte Menge in t/Jahr	Ge- schätzter Genauig- keits- grad in %	Berei- nigter Fe- Gehalt in %	Berei- nigte Fe- Menge in t/Jahr	% vom Fe- Ein- brin- gen
Einbringen					
1. Rohblöcke vom Thomas- werk	485 677	± 0,1	99,09	481 257	73,56
2. Rohblöcke vom Siemens- Martin-Werk	174 364	± 0,13	99,09	172 777	26,40
3. Rohblöcke von auswärts 246		± 0,2	99,09	244	0,04
Summe Stahleinbringen . .	660 287	± 0,11	99,09	654 278	100,00
4. Sauerstoff, Wasser usw. in Schlacke (Übersatz) . . .	4 233				
Gesamteinbringen	664 520	± 0,12		654 278	100,00
Entfall					
5. Gute Ware	585 727	± 0,28	99,09	580 397	88,71
6. Schrott	64 037	± 2	99,09	63 455	9,70
7. Tiefenschlacke	1 675	± 0,3	55	921	0,14
8. Walzzunder	10 258	± 0,3	65	6 668	1,02
Gesamtentfall	661 697	+ 0,5 - 0,8		651 441	99,57
Gesamteinbringen	664 520			654 278	100,00
Gesamtentfall	661 697			651 441	99,57
Restglied	- 2 823		(99,09)	- 2 837	- 0,43

Zahlentafel 6. Bereinigte Stoffbilanz des Walzwerkes I.

	Berei- nigte Menge in t/Jahr	Ge- schätzter Genauig- keits- grad in %	Berei- nigter Fe- Gehalt in %	Berei- nigte Fe- Menge in t/Jahr	% vom Fe- Ein- brin- gen
Einbringen					
1. Vorblöcke vom Block- walzwerk	348 057	± 0,3	99,09	344 890	100,00
2. Sauerstoff, Wasser usw. in Schlacke	1 455				
Gesamteinbringen	349 512	± 0,3		344 890	100,00
Entfall					
3. Gute Ware	312 060	± 0,2	99,09	309 221	89,66
4. Schrott	31 261	± 2	99,09	30 977	8,98
5. Walzzunder	4 231	± 0,3	65	2 750	0,80
Gesamtentfall	347 552	± 0,36		342 948	99,44
Gesamteinbringen	349 512			344 890	100,00
Gesamtentfall	347 552			342 948	99,44
Restglied	- 1 960		(99,09)	- 1 942	- 0,56

mengen in diesen sowie in den hier nicht aufgeführten Walz- werken kleiner geworden. Sie ergeben für alle Walzwerke zusammen die immerhin noch erhebliche Summe von 11 855 t Fe, die nur zum kleinen Betrag als im Abwasser usw. als unwiederbringlich verloren angesehen werden kann. Es ist anzunehmen, daß ein größerer Teil dieser Fe-Menge in zusätzlichen Walzzunder-, Tief- und Stoßenschlacken- mengen entfällt. Falls hiervon ein Teil unverbucht in den Hochofen eingebracht wäre, so würde dadurch die Über- schußmenge in der Fe-Bilanz des Hochofens erklärt. Die Fehlmengen sind zu hoch, als daß sie allein in den Grenzen der Wiegegenauigkeit liegen könnten, obwohl ein geringer Teil der Fehlmenge so erklärt werden kann. Es kann

vermutet werden, daß ein Teil dieser Menge Kreislaufstoff 4. Ordnung geworden ist.

IV. Verluste in den hüttenmännischen Hauptbetrieben.

1. Bestimmung des Begriffs: Verlust.

Unter Verlust versteht man nach H. Euler die Fe- Menge, die unwiederbringlich verlorengeht, also nicht mehr in technisches Eisen oder in Stahl umzuwandeln ist.

2. Verluste und Restglieder.

Zieht man in einer Bilanz den Gesamtentfall von dem Gesamteinbringen ab, so erhält man ein Restglied. In diesem Restglied sind einmal die in einer Stoffbilanz auf- tretende Streuung und weiterhin die Verluste enthalten, unter der Voraussetzung natürlich, daß bei dem Entfall die Verluste nicht schon besonders aufgeführt sind. Dieses Restglied ist in seiner Höhe unsicher. In einigen Betriebs- bilanzen, z. B. im Siemens-Martin-Werk und in den Walz- werken, sind in diesen Restgliedern die auftretenden Ver- luste enthalten. Im Hochofen dagegen sind die Verluste alle einzeln aufgeführt, so daß das Restglied nur noch die Streuung enthält. Da, wie hieraus zu ersehen ist, Verluste und Bilanzrestglieder zusammenhängen, kann eine Behand- lung dieser Posten erst nach den bereinigten Betriebs- bilanzen vorgenommen werden. Im Gegensatz zu den Kreislaufstoffen ändert sich nämlich durch eine Bereini- gung gerade die Größe der Restglieder und auch der Verluste, die ja im allgemeinen nicht meßtechnisch erfaßt werden können.

3. Bedeutung.

Den Verlusten kommt eine erhebliche Bedeutung zu, da man aus den vorhandenen Rohstoffen eine Höchstmenge an guter Ware herausholen will. Das Ziel eines jeden Be- triebsmannes muß daher sein, diese Verluste herabzusetzen oder ganz zu beseitigen. Daher ist es notwendig zu wissen, wie sich die Verluste auf die einzelnen Betriebsstellen ver- teilen.

4. Aufteilung der Verluste in den einzelnen Be- trieben.

In der *Zahlentafel 7* erscheinen alle Restglieder + Fe- Verluste der hüttenmännischen Hauptbetriebe in der ersten Spalte. Soweit möglich, sind diese Posten aufgeteilt in die wirklich nachweisbar auftretenden Verluste und in ein ver- bleibendes Restglied. Die wirklich nachweisbaren Verluste sind weiterhin unterteilt in vermeidbare und unvermeid- bare Verluste. Es ist natürlich Ansichtssache, inwieweit sich Verluste vermeiden lassen oder nicht.

1. Im Hochofenbetrieb ist der bei weitem größte Verlustposten das in der Hochofenschlacke gebundene Eisen. Dieser Verlustposten ist in diesem Zusammenhang fast voll- auf als unvermeidbarer Verlust zu bezeichnen. Inwieweit durch hüttenmännische Vorkehrungen der durchschnittliche Eisengehalt in der Hochofenschlacke herabgesetzt werden und damit der Verlust verringert werden kann, steht hier nicht zur Erörterung.

2. Will man den Eisenverlust durch Verringerung des Gichtstaubes, der mit dem Reingas abgeführt wird, ver- kleinern, so würde das eine noch weitere Reinigung des Gases bedingen. Das ist jedoch, vom stoffwirtschaftlichen Standpunkt gesehen, wertlos, da die mit dem Reingas abgeführte Menge zu klein ist. Dieser Verlust ist also un- vermeidbar.

3. Der dritte Verlustposten im Hochofen ist der im Ver- lustgichtgas enthaltene und nicht wieder in den Hochofen eingebrachte Gichtstaub. Ist dieser Staub einmal beim Begichten mit dem Gichtgas aus dem Ofen gewirbelt, so ist er mit Ausnahme des Teiles, der sich auf der Gicht nieder- schlägt und in der Bilanz als Abfall- oder Kreislaufstoff

geführt wird, auch als unwiederbringlich zu betrachten. Vermeidbar wäre ein Teil dieses Verlustes, wenn in die Öfen möglichst wenig freier Staub und noch weniger Feinerz als bisher eingeführt würde, so daß der Staubgehalt des Gichtgases insgesamt niedriger würde. Dadurch würden der Staubgehalt des Verlustgases und damit die Eisenverluste durch den mitgeführten Gichtstaub auch geringer sein. Eine weitere große Rolle hierbei spielt der Druck im Ofen. Je höher der Druck, desto größer ist der Druckunterschied zwischen dem Ofeninnern und der freien Atmosphäre, um so größer ist die Geschwindigkeit des beim Begichten aus dem Ofen entströmenden Verlustgases. Je größer diese Geschwindigkeit ist, um so mehr Staubteilchen werden mitgerissen. Eine Herabsetzung des Gasdruckes, der bei den behandelten Öfen verhältnismäßig hoch ist, würde die Eisenverluste durch Verminderung des verlorengehenden Gichtstaubes natürlich auch verringern. Jedoch ist eine Druckänderung im Hochofen von verschiedenen weiteren wichtigen Punkten abhängig, so daß der weitaus größte Teil des Verlustes doch als unvermeidbar angesehen werden muß. Man sieht an diesem Beispiel, daß vermeidbare und unvermeidbare Verluste sich nicht immer klar voneinander trennen lassen, sondern ineinander übergehen.

4. Der größte Teil des Gichtstaubes, der beim Transport verlorengeht, wird an der Stelle hochgewirbelt, an der der Staub aus dem Talbotwagen in den offenen Staubbunker gelassen, dort angefeuchtet und dann als Schlamm wieder in die Öfen eingebracht wird. Diese Verluste durch das Hochwirbeln des Staubes würden sich durch geeignete Maßnahmen nahezu vollkommen vermeiden lassen.

5. Das gleiche gilt für den Gichtstaub, der mit dem Abwasser verlorengeht. Dieser Verlust kann durch geeignete Kläranlagen auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden.

6. Ob durch geeignete und wirtschaftliche Maßnahmen das Eisen aus der granulierten Schlacke wiedergewonnen werden kann, entzieht sich der Kenntnis des Verfassers. Es wäre denkbar, den Schlackensand an den Verladerrutschen über Magnettrommeln laufen zu lassen, um so das Eisen wieder daraus zu gewinnen. Einstweilen ist dieser Verlustposten ebenfalls als unvermeidbar zu betrachten.

7. Das in der Bilanz auftretende Restglied von — 2748 t (also Fe-Überschuß) ist sicherlich nur zu einem kleinen Teil dadurch zu erklären, daß die wirklichen Verluste als zu groß angenommen sind. Vermutlich ist dieser Überschuß durch andere Maßnahmen zustande gekommen, z. B. durch Einsatz „stillter Reserven“.

8. Im Thomaswerk ist das in der Thomasschlacke chemisch gebundene Eisen größtenteils als unvermeidbarer Verlust anzusehen. Durch das Mahlen der Schlacke zu Thomasmehl wird der weitaus größte Teil des in der Schlacke befindlichen metallischen Eisens herausgeholt und als Kreislaufstoff der Erzeugung wieder zugeführt, so daß bis auf einen kleinen Rest an fein zermahlenem metallischem Eisen kein Verlust entsteht. Es wäre denkbar, durch besondere Vorkehrungen beim Erzeugungsgang die Menge an chemisch gebundenem Eisen in der Schlacke, die ja mit rd. 10,5%, bezogen auf Thomasschlacke, für einen Stoff, der nicht im Erzeugungsgang bleibt, recht beachtlich ist, herabzusetzen, oder durch chemische Aufbereitung der Schlacke diese Eisenmenge wieder für den Erzeugungsgang nutzbar zu machen. Ob dies möglich ist, ist eine hüttenmännische und chemische Frage.

9. Die Höhe der unwiederbringlichen Blasverluste an Fe beim Thomasverfahren ist natürlich schwer festzustellen. Eindeutige Zahlen hierüber sind nicht gefunden worden. Nimmt man an, daß das Restglied mit 0,34 % des Fe-Einsatzes der unwiederbringliche Blasverlust an Fe ist, so ist das eine Zahl, die den wirklichen Verhältnissen wohl nahe kommt. Der Genauigkeitsgrad dieser Zahl, vor allem da sie gegenüber dem Gesamteinsatz so klein ist, ist natürlich gering. Er wird besonders noch dadurch herabgesetzt, daß in diesem Restglied die Streuung aller Einzelposten enthalten ist. Nimmt man also an, daß diese 0,34 % der unwiederbringliche Blasverlust an Fe sind, der sich einmal aus festen feinverteilten Teilchen von chemischen Verbindungen des Fe, z. B. Fe₂O₃, und des weiteren aus verdampften Fe-Teilchen zusammensetzt, so müßte man diesen Posten als unvermeidbaren Verlust betrachten. Es wird technisch und wirtschaftlich schwierig sein, diesen Verlust herabzusetzen, jedoch ist er sicherlich durch eine geeignete bauliche Ausbildung der Kamine zu beeinflussen. Dies ist heute durch Abdeckung der Thomaskamine 1. aus Luftschutzgründen, 2. zur Vanadin-

Zahlentafel 7. Fe-Verluste und Restglieder in den einzelnen Betrieben nach den bereinigten Bilanzen.

	Fe-Verluste + Restglieder			Wirkliche Verluste				Verbleibendes Restglied	
	in t/Jahr	geschätzter Genauigkeitsgrad in %	in % des Fe-Einbringens	davon				in t/Jahr	in %
				vermeidbar		unvermeidbar			
Hochofen									
1. Hochofenschlacke	4 575	± 10	0,49	0,11	4 575	0,49			
2. Gichtstaub des Reingases . .	40	+ 50 — 25	0,00		40	0,00			
3. Gichtstaub des Verlustgases .	2643	+ 100 — 50	0,28	1000	0,11	1 643	0,17		
4. Gichtstaub, der beim Transport verlorengeht	818	+ 100 — 50	0,09	750	0,08	68	0,01		
5. Gichtstaub im Abwasser . . .	2 298	+ 100 — 50	0,24	2100	0,22	198	0,02		
6. Granulationschlacke und Hüttenbims (an Granalien-Fe) . .	1 515	± 30	0,16			1 515	0,16		
7. Restglied ¹⁾	— 2 748		— 0,29					— 2 748	— 0,29
Hochofen Summe	9 138		0,97						
Thomaswerk									
8. Thomasschlacke	16 952	± 4	2,34			16 952 ²⁾	2,34		
9. Restglied	2 478		0,34			2 478 ²⁾	0,34		
Thomaswerk Summe	19 430		2,68						
Siemens-Martin-Werk									
10. Restglied	5 919	+ 100 — 50	1,51			78 ²⁾	0,02	5 841	1,49
Blockwalzwerk									
11. Restglied	2 876		0,44			333 ²⁾	0,05	2 543	0,39
Walzwerk I									
12. Restglied	1 727		0,50			138 ²⁾	0,04	1 589	0,46
Walzwerk II									
13. Restglied	2 221	+ 100 — 50	1,41			139 ²⁾	0,09	2 082	1,32
Walzwerk III									
14. Restglied	1 572		1,49			118 ²⁾	0,11	1 454	1,38
Walzwerk IV									
15. Restglied	3 259		1,19			161 ²⁾	0,06	3 098	1,13
Gesamtsumme	46 142		2)	3850	2)	28 433²⁾	2)	13 859	2)

¹⁾ Das Restglied ist negativ, es drückt also eine Überschussmenge aus.

²⁾ Die Prozentzahlen sind jeweils solche der Einzelbetriebe. Summen können daher von ihnen nicht gebildet werden.

³⁾ Unwiederbringlicher Abbrand.

gewinnung und 3. zur Reinhaltung der Atmosphäre in starkem Maße geschehen.

10. Beim Siemens-Martin-Werk ist nur ein Posten zu behandeln, nämlich das Bilanzrestglied. In diesem Posten ist als einziger unwiederbringlicher Verlust das mit dem Abgas abgehende Fe enthalten. Dieser Verlust, der unvermeidbar ist, bewegt sich natürlich in kleinen Grenzen und spielt keine Rolle. Festgestellt ist dieser Verlust bisher anscheinend noch nicht; dies wird auch schwierig sein, da er zu klein ist. Wird er einmal mit 0,2 % angenommen, so sind das im vorliegenden Fall 78 t Fe. Es würde als verbleibendes Restglied dann noch eine Menge von $5919 \text{ t} - 78 \text{ t} = 5841 \text{ t}$ Fe bleiben, das sind 1,49 % des Gesamteinsatzes, von denen nicht eindeutig gesagt werden kann, wo sie geblieben sind. Es ist möglich, daß hier eine Verlustverlagerung von einem Betrieb zum anderen stattgefunden hat. Denkbar ist, daß bei der Verrechnung der Kreislaufstoffe zwischen dem Thomaswerk, dem Siemens-Martin-Werk und dem Hochofen der Eisengehalt der Kreislaufstoffe zuungunsten des Siemens-Martin-Werkes im Durchschnitt zu niedrig angenommen ist. Es bleibt nicht zu verkennen, daß die Ermittlung eines genauen Durchschnittseisengehaltes der Kreislaufstoffe wegen ihrer Vielzahl und schwankenden Zusammensetzung schwierig, wenn nicht unmöglich ist. Aus diesen Überlegungen geht hervor, daß es sich bei dem größten Teil des Restgliedes also auf keinen Fall um wirkliche Fe-Verluste des Siemens-Martin-Werkes handeln kann.

11. bis 15. In den Restgliedern der einzelnen Walzwerke ist jeweils der unvermeidbare Verlust enthalten, nämlich der Teil des Abbrandes, der verweht wird und mit den Schuhen weggetragen wird. Von dem beim Walzen durch das Wasser weggeschwemmten Zunder geht ebenfalls ein Teil unwiederbringlich verloren. Hierfür war kein bestimmter Wert zu erhalten oder im Schrifttum zu finden. Es hat wenig Zweck, diesen Abbrand zu der gewaltigen Stahlmenge in Beziehung zu setzen, da dieser Posten mit jedem Profil einen anderen Wert annimmt. Man wird den Verhältnissen leichter und wesentlich einfacher gerecht, wenn man diesen Abbrand zu der gewogenen Walzzundermenge ins Verhältnis setzt. Es wird also ein fester Prozentsatz von 5 % des Walzzunders als unwiederbringlicher Verlust angenommen. Diese Zahl wird sicherlich durch die verschiedenen örtlichen Verhältnisse Änderungen erfahren. Eine Menge von 1376 t Walzzunder mit 889 t Fe ist also als unvermeidbarer und unwiederbringlicher Verlust zu betrachten. Die Höhe dieses Betrages wird ungefähr in den richtigen Grenzen, vielleicht eher sogar zu hoch als zu tief liegen. Diesen Verlust zu verringern, wird praktisch, schon wegen der Kleinheit dieses Postens, nicht möglich sein. Die verbleibenden Restglieder in den Walzwerken dürften zum geringen Teil durch Übergewicht an die Kunden und zum weiteren dadurch erklärt sein, daß das Fe zu Kreislaufstoff 4. Ordnung wird.

5. Die Gesamt-Fe-Verluste des Eisenerzwerkes.

Addiert man die Fe-Restglieder und -Verluste aller Betriebe der *Zahlentafel 7*, so ergibt sich für das gesamte Hüttenwerk eine Fe-Verlust- und -Fehlmenge von 46 142 t/Jahr. Setzt man diese Menge ins Verhältnis zu der gesamten von auswärts in die Hüttenbetriebe eingebrachten Fe-Menge von 850 874 t plus einer vom Lager kommenden Fe-Menge von 8614 t, so ergibt sich eine Zahl von $46\,142 : 859\,488 = 5,37\%$. Dies ist also die nach den bereinigten Bilanzen für das gesamte Hüttenwerk auftretende Verlustzahl. Es muß jedoch an dieser Stelle sofort festgestellt werden, daß sich diese Zahl bei einer weiteren überlegungsmäßigen Be-

trachtung vermindert. Wie bereits festgestellt, können die wirklichen in den Walzwerken und im Siemens-Martin-Werk auftretenden Fe-Verluste auf keinen Fall so groß sein, wie der Betrag des jeweiligen Restgliedes ausmacht. Legt man jedoch nur den nach *Zahlentafel 7* errechneten wirklichen Verlust zugrunde, so dürfte diese Zahl zu gering sein, da von dem verbleibenden Restglied wahrscheinlich auch noch ein Teil unwiederbringlich verlorengeht. Nach Würdigung dieser und weiterer Einzelheiten kommt der Verfasser zu dem Schluß, daß die richtige Verlustzahl des gesamten Werkes rd. 4,4 % beträgt, d. h. also, daß von der von auswärts in das Hüttenwerk eingebrachten Fe-Menge 95,6% in technisches Eisen umgewandelt und 4,4% unwiederbringlich verlorengegangen sind. Nach Prüfung aller Möglichkeiten einer Verlustminderung nach den vorhandenen technischen Gegebenheiten wäre im betrachteten Zeitabschnitt eine Herabsetzung der Fe-Verluste auf 3,8 bis 4 % möglich gewesen.

Zu diesen letzten drei für das Hüttenwerk angegebenen Verlustzahlen ist festzustellen, daß sie Zahlen sind, die nur für das betrachtete Werk und den betrachteten Zeitabschnitt gelten. Man kann diese Verlustzahl nur mit großer Vorsicht als Vergleichszahl zu anderen Werken oder selbst zu anderen Zeitabschnitten des gleichen Werkes benutzen. Hierbei spielt nämlich einmal die Anzahl der Erzeugungsstufen, das Mengenverhältnis von Thomas- zu Siemens-Martin-Stahl, der Durchschnitts-Eisengehalt des Möllers usw. eine Rolle. Andererseits geben diese Zahlen eine Unterlage dafür, in welcher Größenordnung sich die Gesamtverluste eines gemischten Hüttenwerkes bewegen. Es kann nach Aufstellung dieser Zahl festgestellt werden, daß sie wesentlich geringer ist, als im allgemeinen angenommen wird.

V. Stoffwirtschaftliche Betriebskennzahlen.

1. Zweck.

Das Zahlengebäude eines Werkes oder eines Betriebes setzt sich einmal aus den absoluten Zahlen, des weiteren aus den Verhältniszahlen zusammen. Geben die absoluten Zahlen eines Werkes, z. B. die Roheisen- und Stahlerzeugungszahlen, ein Bild über den Erzeugungsumfang der Werke oder Betriebe, also die Grundlage zu ihrer quantitativen Beurteilung, so können erst die Verhältniszahlen ein Bild über die Betriebsführung, Arbeitsweise usw., also die Grundlagen zu ihrer qualitativen Beurteilung geben. Auf Grund dieser Verhältniszahlen, deren gebräuchlichste mit Betriebskennzahlen bezeichnet werden, ist es erst möglich, Betriebsvergleiche zwischen den verschiedenen Zeitabschnitten des gleichen Betriebes und zwischen verschiedenen, jedoch gleichartigen Betrieben in gleichen Zeitabschnitten zu ziehen. Wichtig bei Bildung und beim Vergleich dieser Kennzahlen sind vor allem die Voraussetzungen, unter denen sie gebildet worden sind.

Die Kennzahlen dienen dazu, den Betrieb leicht zu überwachen und mit ihrer Hilfe schnell Abweichungen vom Normfall usw. festzustellen. Mit ihrer Hilfe wird es in vielen Fällen möglich sein, auf Grund von Vergleichen mit anderen Werken und des damit verbundenen Erfahrungsaustausches das zu erreichen, worauf diese Vergleiche abzielen, nämlich auf eine Leistungssteigerung und Kostensenkung.

2. Die Forderung nach Eindeutigkeit.

Ein Vergleich von gleichartigen Betrieben auf Grund von Kennzahlen ist nur möglich, wenn diese Kennzahlen in der gleichen Weise gebildet werden. Es darf nicht sein, daß der eine Betrieb eine bestimmte Kennzahl in einer anderen Weise bildet als der zweite Betrieb. Um ein Beispiel zu

nennen: Das Ausbringen im Stahlwerk darf nicht von einem Betrieb in der Weise errechnet werden, daß man die gute Ware zum gesamten Einbringen ins Verhältnis setzt, und beim zweiten, daß man gute Ware + Schrottblöcke ins Verhältnis setzt zum Einbringen abzüglich des Kreislaufschrotts 1. Ordnung. Nur mit in der gleichen Weise gebildeten Kennzahlen kann man also Betriebe in zweckdienlicher Weise miteinander vergleichen und aus den dann vorhandenen Unterschieden der Kennzahlen Rückschlüsse auf die Güte ziehen. Selbst die augenblicklich in den Betrieben gebräuchlichsten Kennzahlen haben den Nachteil, nicht immer ganz eindeutig zu sein. Dies liegt zum Teil daran, daß bei ihrer Bildung absolute Mengen zueinander ins Verhältnis gesetzt werden, also Mengen, die vielfach eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung haben. Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, sind alle in dieser Arbeit gebildeten Kennzahlen auf Fe bezogen. Es wäre überhaupt zweckmäßig, wenn alle gebräuchlichen Kennzahlen, wie Ausbringen, Stoffausnutzungsgrad usw., immer auf Fe bezogen würden, da das sehr zu ihrer Eindeutigkeit beiträgt. Des weiteren sind wegen der Einfachheit der Betriebsüberwachung und der Eindeutigkeit die stoffwirtschaftlichen Kennzahlen weitgehend zu beschränken. Wie man z. B. bei einer Dampfturbine eine erhebliche Anzahl von Wirkungsgraden bilden kann, lassen sich in der Stoffwirtschaft gleichfalls eine größere Menge an Kennzahlen aufstellen. Es wurden daher zunächst alle möglichen stoffwirtschaftlichen Betriebskennzahlen für die einzelnen Betriebe gebildet. Die Vielheit dieser Grade verwirrt jedoch und läßt den eigentlichen Zweck der Kennzahlen vollkommen in den Hintergrund treten. Von allen diesen ursprünglich gebildeten Kennzahlen wurden, um das verwickelte Bild zu entwirren und möglichst einfach und eindeutig zu gestalten, nur noch die im folgenden behandelten drei Kennzahlen beibehalten.

3. Die wichtigsten Betriebskennzahlen.

Diese drei restlichen und in dieser Arbeit besonders behandelten Kennzahlen sind der Ausbeutegrad η_{an} , der Kreislaufstoffgrad η_{K} und der Stoffausnutzungsgrad η_{s} , die sich alle nur auf die Fe-Menge beziehen. Geht man von der allgemeinen Stoffbilanz aus, die sowohl für die absoluten Mengen als auch für die Fe-Mengen gilt:

Einbringen von auswärts (Ea) + Einbringen an guter Ware aus den vorgelagerten Betrieben (Eg) + Kreislaufstoff 1. Ordnung (K_1) + Kreislaufstoffe 2. Ordnung (K_2) = Ausbringen an guter Ware (G) + Abfall (R) + Ausschub (F) + Verluste (V),

so erhält man den Ausbeutegrad η_{an} als Verhältnis zwischen dem Fe-Ausbringen an guter Ware zu dem Gesamt-Fe-Einbringen, also der gesamten linken Seite der Bilanzgleichung.

$$\eta_{\text{an}} = \frac{G}{Ea + Eg + K_1 + K_2}$$

Es ist hier bewußt für das Ausbringen an Fe ein neues Wort, nämlich „Ausbeutegrad“, gebildet worden, um den auf verschiedene Weise gebildeten, bisher gebräuchlichen Ausbringegraden nicht noch einen neuen zuzufügen, wodurch eine noch größere Verwirrung entstände. Es muß nochmals betont werden, daß der Ausbeutegrad η_{an} sowie die beiden folgenden Grade sich nur auf die Fe-Mengen beziehen.

Der Kreislaufstoffgrad η_{K} ist das Verhältnis der Fe-Mengen in den Kreislaufstoffen 1. Ordnung (K_1) + Kreislaufstoffen 2. Ordnung (K_2) zum Gesamteinbringen.

$$\eta_{\text{K}} = \frac{K_1 + K_2}{Ea + Eg + K_1 + K_2}$$

Der Stoffausnutzungsgrad η_{s} ist das Verhältnis von Ausbringen an guter Ware (G) zum Ausbringen an guter Ware (G) + Verluste (V).

$$\eta_{\text{s}} = \frac{G}{G + V}$$

Durch diese drei Kennzahlen sind durch η_{s} die Verluste, durch η_{an} das Ausbringen an guter Ware und damit in etwa die Summe von Abfall und Ausschub und durch η_{K} die Höhe der Kreislaufstoffe und damit das übrige Einbringen von auswärts und an guter Ware aus den vorgelagerten Betrieben festgelegt.

Wie aus dieser Betrachtung zu ersehen ist, wird durch diese drei Kennzahlen, die sich nach längeren Überlegungen aus der Menge aller zu bildenden herausgeschält haben, in einfacher und eindeutiger Weise alles Wesentliche über die einzelnen Teile der allgemeinen Bilanzgleichung und damit über die Fe-Mengen in den einzelnen Betrieben ausgesagt. Sie genügen also für eine eindeutige Betriebskennzeichnung. Es ist daher unbedingt notwendig, daß diese Kennzahlen für die einzelnen Betriebe laufend gebildet werden.

In *Zahlentafel 8* folgt eine Aufstellung der drei Fe-Kennzahlen in den verschiedenen Betrieben nach den bereinigten Bilanzen.

Zahlentafel 8.

Die wichtigsten stofflichen Kennzahlen der Betriebe bezogen auf Fe-Mengen nach den bereinigten Bilanzen.

Betrieb	Ausbeutegrad η_{an}	Kreislaufstoffgrad η_{K}	Stoffausnutzungsgrad η_{s}
Hochofen	72,85	37,68	98,64
Thomaswerk	90,48	5,02	97,08
Siemens-Martin-Werk	89,87	37,72	98,44
Blockwalzwerk	88,71	—	99,51
Walzwerk I	89,66	—	99,38
Walzwerk II	88,33	—	98,43
Walzwerk III	91,53	—	98,41
Walzwerk IV	85,16	—	98,63

4. Kritik der Zahlentafel 8.

Die in dieser Zahlentafel aufgestellten Werte für den Ausbeutegrad η_{an} sagen über die Arbeitsweise der einzelnen Betriebe aus.

Der für den Hochofenbetrieb gefundene Wert des Ausbeutegrades besagt also etwas ganz anderes als das in der Praxis häufig gebildete Hochofenausbringen, nämlich das Verhältnis der Menge des erzeugten Roheisens zur Menge des Möllers. Dieses Ausbringen läßt nur den Rückschluß zu, ob der Hochofen mit einem mehr oder weniger eisenreichen Möller betrieben wird, während der Ausbeutegrad darüber aussagt, wieviel von der eingebrachten Fe-Menge in die gute Ware geht, also über die Arbeitsweise des Betriebes Auskunft gibt. Der Ausbeutegrad dürfte nicht sonderlich hoch liegen, was durch die beachtliche Höhe an Kreislaufstoffen 1. Ordnung zu erklären ist, die des weiteren ein Grund für die Höhe des Kreislaufstoffgrades η_{K} sind. Im Gegensatz hierzu ist der Stoffausnutzungsgrad mit $\eta_{\text{s}} = 98,64\%$ als recht hoch zu bezeichnen.

Im Thomaswerk liegt der Ausbeutegrad, obwohl hierbei sämtliche Kreislaufstoffe berücksichtigt sind, höher als der für das betrachtete Geschäftsjahr angegebene Wert des Thomasausbringens von rd. 88,9%, der in dieser Höhe normal ist. Daß der Ausbeutegrad höher liegt als 88,9%, nämlich bei 90,48%, obwohl bei ihm, wie festgelegt ist, alle Kreislaufstoffe berücksichtigt sind, liegt an der Tatsache, daß bei der Bildung des Ausbringens für die absoluten Mengen im Thomaswerk Mengen ins Verhältnis gesetzt werden, die nicht das gleiche sind, nämlich Stahl mit rd. 90% Fe zu Roheisen mit rd. 93% Fe. Dieses Verhältnis

wird ungleich schlechter, als wenn man das Fe in der guten Ware zum Fe des Gesamteinbringens ins Verhältnis setzt. Man sieht an diesem Beispiel wieder deutlich, daß nur die Fe-Kennzahlen wirklich eindeutig sind. Bei einer Ausbringezahl muß theoretisch die Möglichkeit vorhanden sein, daß sie 100 % betragen kann. Das ist beim Fe ohne weiteres der Fall, wenn alles Fe bei diesem Erzeugungsgang in die gute Ware wandert. Setzt man Stahl zu Roheisen ins Verhältnis, besteht diese Möglichkeit nicht, da ja gar nicht alle in dem Roheisen enthaltenen Stoffe in dieser Höhe in den Stahl (gute Ware) gehen dürfen.

Der Kreislaufstoffgrad im Thomaswerk mit $\eta_K = \text{rd. } 5\%$ ist ungefähr gleich der Prozentzahl, die man im allgemeinen als Kühlschrottmenge annimmt. Aus den drei Zahlen ist zu erkennen, daß längst nicht aller Abfall und Ausschub im Thomaswerk, der rd. 6,5 % beträgt, als Kreislaufstoff 1. Ordnung Verwendung findet. Der Stoffausnutzungsgrad ist mit $\eta_s = 97,08\%$, hervorgerufen durch die Fe-Menge, die in die Schlacke geht, am niedrigsten von allen hüttenmännischen Hauptbetrieben.

Im Gegensatz zum Thomaswerk ist der Ausbeutegrad im Siemens-Martin-Werk mit nicht ganz 90 % geringer als der normale Wert für das Ausbringen, was hauptsächlich daran liegt, daß bei der Bildung des Ausbeutegrades η_{au} alle Kreislaufstoffe berücksichtigt sind. Der hohe Kreislaufstoffgrad η_K mit 37,72 % kann nur zum geringeren Teil aus Kreislaufstoffen 1. Ordnung stammen, da, wie aus dem Ausbeutegrad zu ersehen ist, an Abfall- und Ausschubstoffen und damit an Kreislaufstoffen 1. Ordnung höchstens $100 - 89,87\% = 10,13\%$ der Fe-Mengen enthalten sein können. Der Stoffausnutzungsgrad für das Siemens-Martin-Werk liegt sicherlich zu niedrig, weil so gut wie keine wirklichen Stoffverlustquellen gefunden werden konnten.

Das gleiche gilt für die fünf Walzwerke, die mit ihrem Wert für η_s nahe an 100 % kommen müßten. Daß die Werte für η_s in dieser Zahlentafel im Siemens-Martin-Werk und in den Walzwerken zu niedrig liegen, hat seinen Grund darin, daß in der Gleichung $\eta_s = \frac{G}{G + V}$ für die Verluste

die Bilanzrestglieder eingesetzt worden sind, obwohl die wirklichen Verluste, deren Höhe jedoch nicht bekannt ist, wesentlich geringer sind. Im Gegensatz hierzu würde der Stoffausnutzungsgrad im Hochofenbetrieb bei Berücksichtigung der wirklichen Verluste etwas niedriger liegen. In den Walzwerken, deren Kreislaufstoffgrad gleich Null ist, da sie keine Kreislaufstoffe einsetzen, wird der Ausbeutegrad mit dem in den Betrieben gebildeten Ausbringen ziemlich genau übereinstimmen.

5. Der Gesamtausbeutegrad der Walzwerke.

Eine für die Walzwerke wichtige Kennzahl ist der Gesamtausbeutegrad. Er bedeutet in diesem Falle das Verhältnis des Fe in der guten Ware, die aus den Walzwerken entweder nach auswärts oder in andere weiterverarbeitende Betriebe in Höhe von 732 659 t gegangen ist, zu der gesamten von auswärts oder den Stahlwerken in die Walzwerke eingebrachten Fe-Menge in Höhe von 908 916 t. Der Gesamtausbeutegrad der Walzwerke beträgt also

$$\eta_{\text{au}} = \frac{732\ 659}{908\ 916} = 80,61\%$$

Da die Kennzahlen für die Betriebsüberwachung der einzelnen Betriebe von großer Bedeutung sind, andererseits die Forderung gestellt werden muß, daß sie in der richtigen Weise gebildet werden, ist es zweckmäßig, wenn dies von einer neutralen Betriebsüberwachungsstelle, z. B. der Betriebswirtschaftsstelle, laufend geschieht.

C. Das Gesamt-Fe-Flußbild des Eisenhüttenwerks.

Nach den bereinigten Bilanzen ist nun eine Gesamtdarstellung über den Fe-Fluß des betrachteten Eisenhüttenwerks gezeichnet worden (*Bild 10*, s. Heft 30, S. 535). In diesem Schaubild, in dem vor allem auf die Darstellung des Flusses der guten Ware Wert gelegt worden ist, ersieht man sofort die erhebliche Kompliziertheit des Fe-Gesamtflusses, obwohl von einer Verfolgung des Flusses der einzelnen Kreislaufstoffe und der Abfall- und Ausschubstoffe bewußt Abstand genommen ist, da diese sonst das Gesamtflußbild vollkommen unübersichtlich machen würden. Die Abfall- und Ausschubstoffe sind nur an ihrer Entfallstelle, die Kreislaufstoffe nur an ihrer Einbringestelle angedeutet worden. Des weiteren sind jeweils verschiedene Posten auf der Einbringeseite der einzelnen Betriebe aus Gründen der Übersichtlichkeit zusammengefaßt worden. Die Verluste sind ebenfalls zusammengefaßt, da diese Posten gering sind. Verluste und Restglieder sind aus darstellerischen Gründen zum Teil etwas übermaßstäblich gezeichnet.

Ursprünglich war beabsichtigt, ein Flußbild der absoluten Mengen, die an den jeweiligen Erzeugungsvorgängen beteiligt sind, in einem Schaubild für das gesamte Hüttenwerk darzustellen. Ein derartiges Bild aufzustellen, ist aus maßstäblichen Gründen unmöglich. Das Verhältnis der absoluten Mengen des Hochofens mit rd. 6 000 000 t Einbringen zu denen des Feinwalzwerks (Walzwerk III) mit rd. 100 000 t Einbringen läßt dies ohne weiteres erkennen. Man mußte sich daher auf eine Darstellung des Fe-Flusses beschränken.

Zusammenfassung.

Die Aufgabe lautete, den Eisenfluß durch ein gemischtes Eisenhüttenwerk zu verfolgen und diesen Fluß in Stoffflußbildern festzuhalten. Die Schwierigkeiten einer derartigen Arbeit bestehen einmal in der Beschaffung der Unterlagen und des weiteren darin, daß der Eisenfluß in einem gemischten Eisenhüttenwerk erheblich verwickelt ist. Um den Fe-Fluß zu verfolgen, sind die entsprechenden Stoffbilanzen aufzustellen. Die für alle Betriebe geltende Bilanzgleichung lautet:

Einbringen an von außerhalb des Werkes kommenden Stoffen + Einbringen an guter Ware aus den vorgelagerten Betrieben + Kreislaufstoffe 1. Ordnung + Kreislaufstoffe 2. Ordnung = Ausbringen an guter Ware + Abfall + Ausschub + Verluste.

Auf Grund dieser allgemeinen Bilanzgleichung wurde zunächst versucht, für die hüttenmännischen Hauptbetriebe (Warmbetriebe) Fe-Stoffbilanzen nach den Selbstkostenbogen aufzustellen. Da jedoch derartige Bilanzen zu große Lücken aufwiesen, wurden zusätzliche Betriebsangaben eingeholt und auf Grund der Selbstkostenbogen und Betriebsangaben die Stoffbilanzen für die hüttenmännischen Hauptbetriebe mit den entsprechenden Stoffflußbildern aufgestellt. Eine eingehende Untersuchung dieser Bilanzen ergab, daß auch sie noch zum Teil beachtliche Lücken und Fehler aufwiesen, was unter anderem die teilweise erhebliche Höhe der Restglieder zeigte.

Wie die aufgestellten Bilanzen zeigen, spielen die Kreislaufstoffe in einem Eisenhüttenwerk eine besondere Rolle, da sie unter anderem den Eisenfluß erheblich verwickeln und, betrieblich gesehen, einen Verlust an Arbeitsstunden und Kosten sind, sei es durch zusätzliche Belastung der Verkehrsmittel, durch Aufbereitung, durch erhöhten Verbrauch an Hilfsmitteln usw. Die Kreislaufstoffe 1. und 2. Ordnung bilden daher den Gegenstand weiterer Untersuchungen, aus denen hervorgeht, daß die Kreislaufstoffe einen beachtlichen Teil der eingebrachten sowie der entfallenen Stoffe ausmachen. So treten z. B. im Hochofenbetrieb rd. 28 %, im Thomaswerk rd. 5 % und im Siemens-Martin-Werk rd. 38 % Kreislaufstoffe auf. Ein Schaubild

vermittelt Menge und Fluß sämtlicher Kreislaufstoffe des Hüttenwerks.

Eine eingehende Untersuchung der Genauigkeit der verwendeten Zahlen erforderte Änderungen an den einzelnen Zahlen der Stoffbilanzen; dies führt zur Aufstellung bereinigter Bilanzen der absoluten und der Fe-Mengen in allen Betrieben. Trotz der Bereinigungen sind in den einzelnen Bilanzen immer noch Restglieder enthalten, die auch durch eine weitere Prüfung und Bereinigung der Zahlen nicht zu klären sind. Ein wichtiger Posten in der allgemeinen Bilanzgleichung ist der Posten „Verluste“. Die Verluste, die nur auf die Fe-Menge bezogen sind, werden für alle Betriebe einzeln durchgesprochen. In den bereinigten Bilanzen treten zum Teil neben den wirklich ausgewiesenen Verlusten Restglieder auf. Es ist vielfach nicht ohne weiteres zu erklären, wo die durch die Restglieder ausgedrückte Fe-Menge geblieben ist. Zählt man diese Restglieder mit zu den Verlusten, so ergibt sich für das gesamte Hüttenwerk eine Verlustmenge von 46 142 t im Jahr, das sind 5,37 % der von auswärts in das Hüttenwerk eingebrachten Fe-Menge. Jedoch dürfte ein Teil dieser Menge kein wahrer Verlust sein, so daß der wirkliche Verlust bei 4,4 % liegen dürfte, der sich u. U. auf 3,8 bis 4 % verringern ließe.

Zur Betriebskennzeichnung sind des weiteren die drei wesentlichsten Kennzahlen, nämlich der Ausbeutegrad η_{au} , der Kreislaufstoffgrad η_K und der Stoffausnutzungsgrad η_s aufgestellt worden. Das Wesentliche an diesen drei Stoffgraden ist, daß sie vollkommen eindeutig sind, vor allem dadurch, daß sie nur auf Fe-Mengen bezogen werden und daß durch ihre Kenntnis alles Wesentliche über die verschiedenen Teile der allgemeinen Bilanzgleichung ausgesagt wird. Eine Aufstellung der Größe dieser drei Grade für alle Betriebe und eine Kritik schließen sich an.

Eine wichtige Gesamtzahl ist in diesem Zusammenhang der Gesamtausbeutegrad der Walzwerke, der durch das Verhältnis des Eisens in der aus den Walzwerken abgegebenen guten Ware zu der gesamten von auswärts oder aus den Stahlwerken kommenden und in den Walzwerken eingebrachten Eisenmenge dargestellt wird. Dieser Gesamtausbeutungsgrad η_{au} beträgt 80,61 %.

Auf Grund aller vorhandenen Unterlagen ist zum Schluß das Gesamt-Fe-Flußbild des Eisenhüttenwerks in einem Schaubild dargestellt, das ein eingehendes Bild über den Verlauf und die Verwickeltheit des Eisenflusses eines gemischten Eisenhüttenwerks vermittelt.

Umschau.

Fortschritte in der Probenahme von Schüttgütern und Erzschlämmen.

Eine Übersicht über den derzeitigen Stand der mechanischen Probenahme von Schüttgütern und Erzschlämmen auf trockenem und nassem Wege gibt F. J. Pirlot¹⁾. Dieser Art der Probenahme hat man in Europa bisher nur mit verhältnismäßig wenig Zutrauen gegenüberstanden, vielmehr zäh an der alten guten Handprobenahme festgehalten. Doch sind Anzeichen vorhanden, daß dem jede persönliche Beeinflussung ausschließenden mechanischen

und je nach Bedarf 15 bis höchstens 35 Umdrehungen in der Minute macht. Dadurch wird eine richtige Kornverteilung gewährleistet. Dies gilt in ähnlicher Weise für die mit waagerechter Welle betriebene Snyder-Maschine, deren einfache Wirkungsweise aus Bild 2 unschwer zu ersehen ist. Abarten davon sind „Le Brenton“ und „Le Simplex“.

Eine weitere besondere Art, die sich z. B. im Goldbergbau Portugals mit gutem Erfolg durchgesetzt hat, beruht auf dem Grundsatz der Fliehkraft. Sie besteht im wesentlichen aus einem sich waagrecht drehenden Verteiler, der die Körner gegen einen

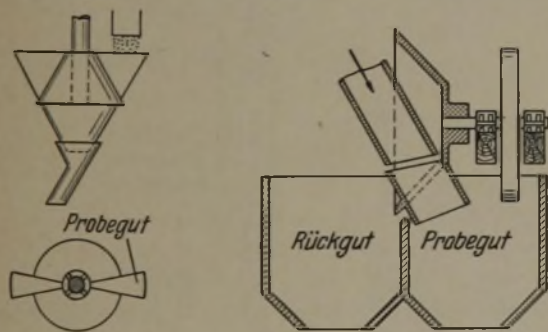


Bild 1.
„Vezin“-Probenehmer.

Bild 2.
„Snyder“-Probenehmer.

Betrieb doch früher oder später Eingang gewährt werden wird. Nach Ansicht des Verfassers kann bei noch so fleißiger und sorgfältiger Handprobenahme nicht der Grad von Genauigkeit der mechanischen Betriebsweise erreicht werden. Dies wird an Beispielen erläutert, in denen einige einfache halb- und vollmechanische Geräte mit dem Handbetrieb verglichen werden.

Außerdem besteht die Möglichkeit, große Probemengen in bedeutend kürzerer Zeit zu verarbeiten, was auch der Genauigkeit und der Ermittlung des wirklichen Gesamtdurchschnittes zugute kommt. Dagegen stößt die Reinigung der Maschine, die nach jedem Gebrauch notwendig ist und bei Wechsel des Einsatzstoffes besonders sorgfältig erfolgen muß, auf manche Schwierigkeit.

Die mechanische Probenahme läßt sich verschieden einteilen, in feste und bewegliche, trocken und naß, senkrecht und waagrecht arbeitende Maschinen. Zu den einfachsten gehören die besonders für Sande und trockene Konzentrate von 0 bis 2 mm geeigneten Bauarten „Jonas“, „Bank“ mit drei übereinanderliegenden Rosten, ferner die senkrecht arbeitende Bauart „Vezin“ und das waagrecht arbeitende Gerät „Snyder“. Die Vezin-Maschine (Bild 1) besteht aus zwei sich mit den Grundflächen berührenden Kegelstümpfen, deren oberer sich um eine senkrechte Achse dreht

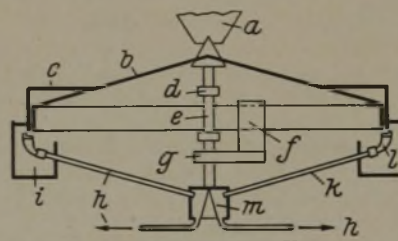


Bild 3. Probenehmer für Erzschlämme.
a = Aufgabetrichter
b = beweglicher Teil
c = feststehender Teil
d = Lager
e = Spindel, 2 bis 10 U/min
f = Motor $\frac{1}{5}$ kW, 3000 U/min
g = Getriebe
h = Probegut
i = Rückgut
k = festes Sammelrohr
l = neigbare Auffangtülle
m = Probeentnahme.

kegelförmigen Teller schleudert. Von dort fallen sie nach Durchlaufen einer Spiralkurve in radial angebrachte Taschen, aus denen je nach Anzahl eine oder mehrere Proben entnommen werden können. Das 1,25 m hohe und 1 m breite Gerät entwickelt bei einer Drehgeschwindigkeit von 180 U/min eine Leistungsfähigkeit von 35 bis 45 t/h.

Maschinen, bei denen die Probenahme auf nassem Wege erfolgt, haben meist einen besonders hohen Grad von Genauigkeit. Sie sind auf dem europäischen Festland bisher kaum zur Verwendung gekommen, wohl deswegen, weil sie sowohl im Bau als auch in der Unterhaltung ziemlich kostspielig sind. In dem Bestreben zur Vereinfachung des Verfahrens kam man auch hier auf die Ausnutzung der Fliehkraft für die Zwecke der Probenahme. Einen recht beachtlichen Erfolg erzielte man mit einer Anlage, deren Querschnitt aus Bild 3 zu ersehen ist. Aus dem Aufgabetrichter stürzt das Probegut über einen Kegel auf einen fest angebrachten Teller, auf dem das Wasser mit dem Erzgut unter Beschreibung einer Spiralkurve der Drehbewegung des kegelförmig ausgebildeten Verteilers anheimfällt. Dadurch scheiden sich die festen Bestandteile sehr gleichmäßig ab. Durch mehrere Öffnungen wird das Probegut in Auffanggefäße abgeführt und gelangt über einen weiteren Kegel in ein Sammelgefäß, aus dem die Untersuchungs-

¹⁾ Revue univ. mines 18 (1942) S. 456/68.

proben entnommen werden können. Die Leistung der Anlage beträgt bei einer Verdünnung von 1:4 und einem Verteiler von 1 m Dmr. etwa 30 m³/h.

Eine der neuesten Anlagen ist die in Murray im Staate Utah (Vereinigte Staaten von Amerika) in Betrieb befindliche „Utah“-Erzprobenahme, die eine ausgesprochene Waagerechteinrichtung darstellt und dadurch eine besonders gute Übersicht und bequeme Reinigungsmöglichkeit gewährleistet.

Die Anlage eignet sich für die Probenahme aller Rohstoffe, wie Blei-, Zink-, Kupfer-, Silber- und Golderze. Peinliche Sauberhaltung, besonders der stark ansetzenden Förderbänder, ist Vorbedingung und Sicherheit für ein einwandfreies Arbeiten. Hierzu sind besondere mechanisch betriebene Bürsten eingebaut. Die Leistung erreicht 125 t/h. Aus Bild 4 ist die Arbeitsfolge deutlich erkennbar. Das zu untersuchende Erz fällt vom Eisen-

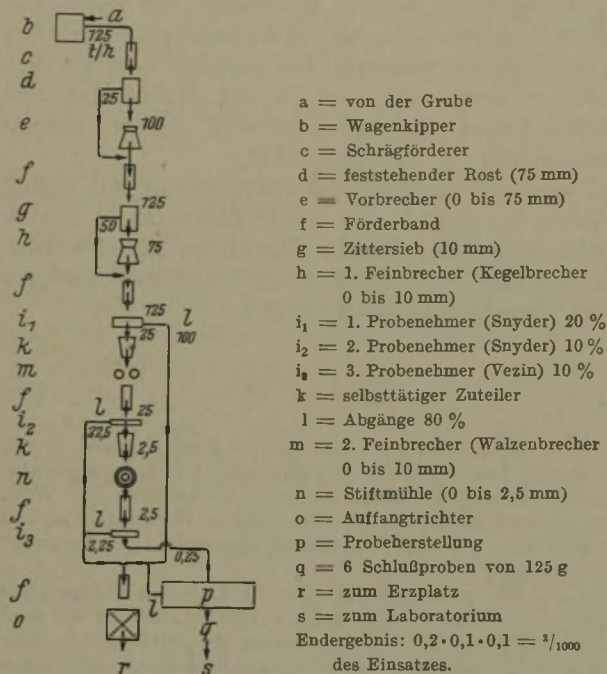


Bild 4. Schema der „Utah“-Erzprobenahme.

- a = von der Grube
 - b = Wagenkipper
 - c = Schrägförderer
 - d = feststehender Rost (75 mm)
 - e = Vorbrecher (0 bis 75 mm)
 - f = Förderband
 - g = Zittersieb (10 mm)
 - h = 1. Feinbrecher (Kegelbrecher 0 bis 10 mm)
 - i₁ = 1. Probennehmer (Snyder) 20 %
 - i₂ = 2. Probennehmer (Snyder) 10 %
 - i₃ = 3. Probennehmer (Vezin) 10 %
 - k = selbsttätiger Zuteiler
 - l = Abgänge 80 %
 - m = 2. Feinbrecher (Walzenbrecher 0 bis 10 mm)
 - n = Stiftmühle (0 bis 2,5 mm)
 - o = Auffangtrichter
 - p = Probenherstellung
 - q = 6 Schlupfproben von 125 g
 - r = zum Erzplatz
 - s = zum Laboratorium
- Endergebnis: $0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = \frac{2}{1000}$ des Einsatzes.

Länge der Anlage 74 m, Breite 8 m und Höhe 12,5 m.

bahnwagen über ein geeignetes Plattenband unmittelbar auf einen Gitterrost, der auf 75 mm Stückgröße absieht. Ein Kegelbrecher der Bauart „Farrel“, der ebenfalls auf 75 mm Stückgröße bricht, vereinigt das Brechgut mit dem erhaltenen Siebgut. Über ein weiteres Förderband gelangt die Mischung auf ein 1 × 1,2 m² großes Rüttelsieb, dem ein starker Magnet vorgeschaltet ist, um jede spätere Beschädigung der empfindlichen Maschinenteile auszuschließen. Der oben geschilderte Vorgang vollzieht sich nun noch einmal, wodurch das Mischgut jetzt bereits eine Korngröße von 0 bis 10 mm erreicht hat. Über ein weiteres Förderband gelangt es in ein Verteilerwerk, das die Gesamtmenge auf 20 % herabsetzt. Nach weiterer Zerkleinerung auf 0 bis 5 mm in einem Rollenbrecher wiederholt sich die Verjüngung auf 10 % der Restmenge. Inzwischen hat sich die Korngröße auf 0 bis 1,65 mm vermindert. Nachdem die Menge um weitere 10 % herabgesetzt ist, findet jetzt die Hauptprobenahme statt, so daß das

Endergebnis $0,2 \times 0,1 \times 0,1 = \frac{2}{1000}$ des Einsatzes beträgt. Nach letzter Zerreibung und Siebung durch ein feines Maschensieb und Entnahme von einem Sechstel des Siebgutes wird die für das Laboratorium geeignete Untersuchungsmenge erreicht.

Arno Wapenhensch.

Die Bestimmung des Zirkons als Phosphat.

In einer Arbeit über die Bestimmung des Zirkons als Phosphat befassen sich A. Claassen und J. Visser¹⁾ auch mit der vom Chemikerausschuß²⁾ des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. angegebenen Bestimmungsweise nach dem Phosphatverfahren. In Übereinstimmung mit einer Reihe älterer Veröffentlichungen hatte der Chemikerausschuß festgestellt, daß beim Arbeiten in 10volumprozentiger Schwefelsäure zu geringe Werte

¹⁾ Rec. trav. chim., Pays-Bas, 61 (1942) S. 103/19; vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 920.

²⁾ Royen, H. J. van, und H. Grewe: Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 505/12 (Chem.-Aussch. 95).

erhalten werden. Er hatte weiterhin gefunden, daß man zu theoretischen Werten kommt, wenn die aus 10prozentiger Schwefelsäure sich abscheidende Zirkonphosphatverbindung in 2prozentiger Säure umgefällt wird. Die obengenannten Verfasser gelangen nach dem Verfahren des Chemikerausschusses zu weniger günstigen Ergebnissen und schlagen wieder ein etwas abgeändertes Verfahren in 10prozentiger Schwefelsäure vor. Es ist deshalb vom Chemikerausschuß eine Nachprüfung seiner Arbeitsweise und des älteren Fällungsverfahrens in 10prozentiger Schwefelsäure veranlaßt worden. Nach dem ersten Verfahren wurde bei einem Gehalt von 85,2 mg ZrO₂ in 50 cm³ eine Abweichung von rd. 0,2 mg festgestellt, während nach dem älteren Verfahren bei 99,3 mg ZrO₂ rd. 2 mg zu wenig erhalten wurden. Die Angaben des Chemikerausschusses bestehen somit zu Recht.

Claassen und Visser weisen ferner darauf hin, daß in der Arbeitsvorschrift des Chemikerausschusses die Trennung von Zirkon und Titan ohne Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd erfolgt, und daß infolgedessen der Zirkonniederschlag titanhaltig ist. Nun ist bekannt, daß sich bei reinen Titanlösungen aus 10prozentiger Schwefelsäure Titan als Phosphat nicht abscheidet. Bei gleichzeitiger Gegenwart von Zirkon finden sich allerdings in dem abgeschiedenen Zirkonphosphat geringe Mengen Titan. Bei der Untersuchung feuerfester Werkstoffe, die ohnehin nur sehr wenig Titan enthalten, können diese geringen Mengen ohne weiteres vernachlässigt werden. Für exakte Untersuchungen ist ohne Zweifel ein Wasserstoffsuperoxydzusatz zu empfehlen, wie er auch in der hierfür gültigen unveröffentlichten Arbeitsvorschrift des Chemikerausschusses vom April 1931 vorgesehen ist.

Hubert Grewe.

Verhalten des Stahles bei erhöhten Temperaturen.

Übersicht über das Schrifttum des Jahres 1942¹⁾.

Einrichtungen zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit.

Eine Dauerstandprüfeinrichtung für die gleichzeitige Untersuchung von sechs Probestäben gibt C. A. Duckwitz²⁾ an (Bild 1). Sie ähnelt in ihrem Aufbau der früher beschriebenen Anlage der Westinghouse Electric & Manufacturing Co.³⁾, bei der zwölf Proben, ebenfalls in kreisförmiger Anordnung, gleichzeitig geprüft werden können.

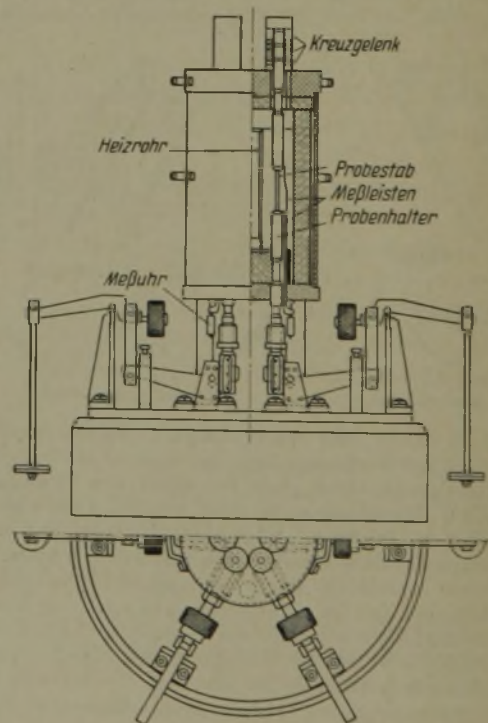


Bild 1. Dauerstand-Prüfeinrichtung für sechs Proben. (Nach C. A. Duckwitz.)

Für die Schwingungsprüfung bei höheren Temperaturen benutzten E. Siebel, W. Steurer und G. Stähli⁴⁾ eine mechanisch betriebene Zug-Druck-Schwingungsprüfmaschine, deren Wirkungsweise aus Bild 2 hervorgeht. Der

¹⁾ Vgl. den letzten Bericht in Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 571/75.

²⁾ Berg- u. hüttenm. Mh. 90 (1942) S. 111/19.

³⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 432.

⁴⁾ Z. Metallkde. 34 (1942) S. 145/50.

am Exzenter a einstellbare Schwingungsaus-
schlag wird über einen Kniehebel b auf die von einem Ofen umgebene Probe c
übertragen und die wirksame Schwingungsbeanspruchung an der
Blattfeder d gemessen. Die beiden Einspannköpfe e_1 und e_2 sind
durch eine Parallelführung f so geführt, daß während des Laufes
der Maschine keine zusätzliche Biegebeanspruchung auf den
Probekörper übertragen wird. Die Zug- oder Druckvorspannung
kann durch Verkürzen oder Verlängern der Pleuelstange durch
eine Verstellmutter g auf den Probekörper aufgebracht werden. Den
Gesamtaufbau der Maschine zeigt Bild 3. Der stufenlos, mit
Hilfe einer doppelten Exzentrizität verstellbare Exzenter wird

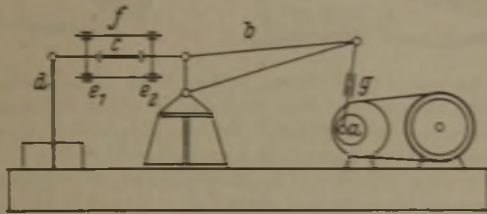


Bild 3. Schematische Darstellung der Prüfmaschine nach E. Siebel, W. Steurer
und G. Stahl für Schwingungsprüfungen in der Wärme.
a = Exzenter e_1 und e_2 = Einspannköpfe
b = Kniehebel f = Parallelführung
c = Probekörper g = Verstellmutter.
d = Meßfeder

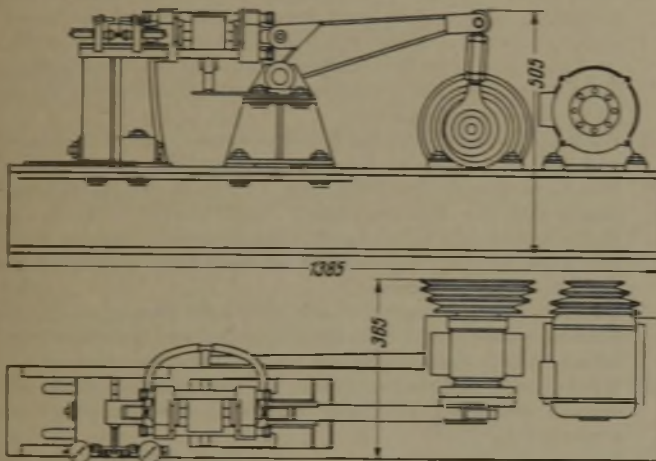


Bild 3. Anbau der Prüfmaschine nach Bild 3.

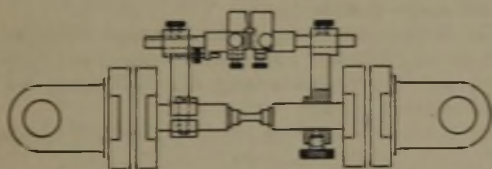


Bild 4. Optisches Dehnungsmeßgerät zur Schwingungsprüfmaschine nach Bild 3.
von einem Synchronmotor angetrieben, der die Einstellung von
750, 1000 und 1500 U/min ermöglicht. Die zur Kraftmessung
dienende Feder ist als Blattfeder ausgebildet. Der Federaus-
schlag wird mittels zweier Meßhühnen durch Herantasten an den
Anschlagbolzen mit einer Tastvorrichtung gemessen. Es wurden
Federn bis zu einem Meßbereich von ± 500 kg verwendet. Mit
Hilfe des in Bild 4 dargestellten optischen Dehnungsmeß-
gerätes kann während des Betriebes der Prüfmaschine die jeweils
auftretende Dehnung des Probekörpers in Abhängigkeit vom Feder-
weg aufgezeichnet werden. Der eigentliche Meßteil des auf die
beiden Einspannstücke aufgesetzten Gerätes besteht aus zwei
Stahlplättchen mit geläppten Schneiden. Die eine Schneide ist
genau senkrecht, während die obere Hälfte der anderen Schneide
eine Neigung von 1:25 aufweist. Durch die in der Mitte ange-
brachten Querschlitz und durch die beiden einander parallelen
Schneidenhälften kann durch Mikrometerschrauben eine beliebig
gewünschte Nullstellung des Spaltes eingeregelt werden. Durch
die Eigenart der Prüfmaschine — der Probekörper legt ent-
sprechend der Federkennlinie einen bestimmten Weg zurück —
bewegt sich die eine Meßschneide entsprechend dem Feder-
weg, während sich der Meßspalt, durch die Dehnung des Probe-
körpers bedingt, gleichzeitig öffnet und schließt. Durch photo-
graphische Aufnahme des durch eine Lichtquelle erhellen Spaltes
ist es möglich, die Dehnung in Abhängigkeit vom Belastungsweg
als Laufdiagramm aufzunehmen.

Der Heizstrom für den elektrischen Ofen wird mittels eines
Widerstandes grob und durch einen Siemens-Z-Überstromregler

fein geregelt, der von einem an der Heizwicklung befindlichen
Thermoelement gesteuert wird. Die Stabtemperatur wird gesondert
mit einem am Stabkopf eingeführten Thermoelement gemessen. Es
ergab sich im ungünstigsten Falle eine Abweichung um $\pm 10^\circ$ von
der Nenntemperatur im zylindrischen Prüfteil des Probekörpers.

Zur Erprobung von warmfesten Legierungen unter wechsellin-
der Biegebeanspruchung wurde von W. P. Welch und
W. A. Wilson⁵⁾ eine Prüfmaschine benutzt, deren Aufbau aus
Bild 5 hervorgeht. Zwecks Abkürzung der Versuchsdauer und
Ausdehnung der Versuche auf eine Lastspielzahl von 500 Mill.
und mehr wurde als Antriebsart das elektromagnetische Resonanz-

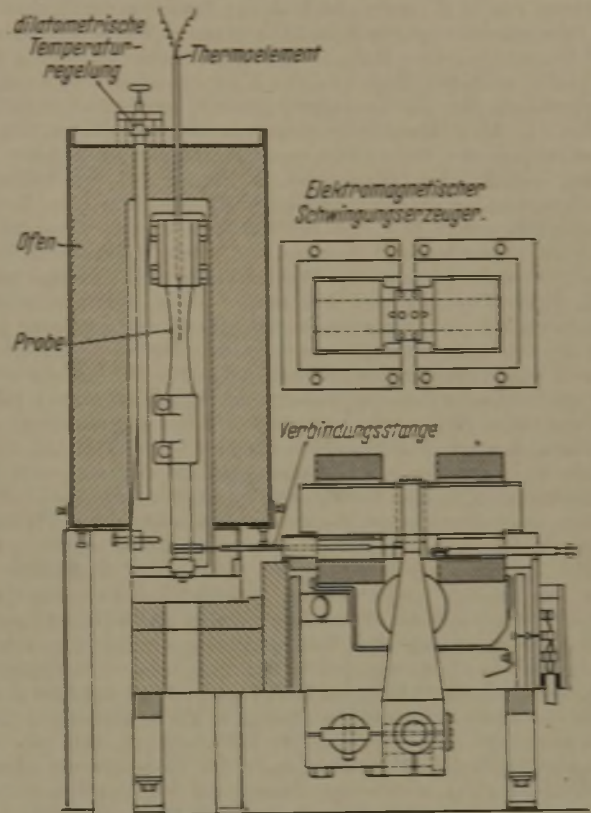


Bild 5. Prüfgerät für Biegeversuche bei erhöhten Temperaturen nach
W. P. Welch und W. A. Wilson.

prinzip angewandt. Während das eine Stabende fest eingespannt
ist, erfährt das freie Probenende eine gleichbleibende Verformung,
die durch eine Verbindungsstange vom Schwingungserzeuger
übertragen wird. Die Frequenz des Schwingungssystems be-
trägt 7200 W/min; der elektrisch beheizte Luftofen ermöglicht
die Prüfung der Werkstoffe bis zu Temperaturen von etwa 533°. Die
Spannungsberechnung erfolgt unter Zugrundelegung der
Durchbiegungs- und Momentenkennlinie für die in der Mitte der
Prüfstrecke liegende höchstbeanspruchte Stelle. Bei einer Gesamt-
länge der Proben von 222 mm beträgt der Durchmesser in der Ein-
spannung etwa 23,5 mm und in der Mitte der Prüfstrecke, die mit
einem Radius von 235 mm eingedreht ist, etwa 14 mm.

Durchführung und Auswertung von Dauerstandversuchen.

Gemeinschaftsversuche⁶⁾ des Werkstoffausschusses des
Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. an einem Chrom-
Molybdän-Stahl mit 0,15% C, 0,8% Cr und 0,5% Mo unter
Beteiligung von 14 Versuchsstellen ergaben, daß bei üblicher
Sorgfalt bei der Ermittlung der Dauerstandfestigkeit nach
DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 117/118 im Luftofen bei
Temperaturen von 500 bis 550° mit einer Streuung der Dauer-
standwerte von etwa $\pm 7,5\%$ gerechnet werden muß. Zum
Vergleich durchgeführte Versuche an diesem Stahl im Salzbad-
ofen mit geschützten Proben ergaben die gleichen Dauerstand-
festigkeitswerte wie die Versuche im Luftofen. Die beobachteten
Streuungen, die unabhängig von der Bauart der Dauerstandprüf-
vorrichtung waren, werden subjektiven Fehlern beim Einbau oder
auch in der weiteren Versuchsführung durch den Bedienenden
zugeschrieben.

Die bekanntesten Schwierigkeiten, an dünnwandigen Rohren
mit Wanddicken von 2 bis 15 mm die Dauerstandfestigkeit zu

⁵⁾ Steel 109 (1941) Nr. 21, S. 62/63.

⁶⁾ Esser, H., S. Eckardt und G. Finke: Arch. Eisen-
hüttenw. 16 (1942/43) S. 1/20 (Werkstoffaussch. 596).

ermitteln, gaben Anlaß zu Versuchen über den Einfluß der Probenform auf die Dauerstandfestigkeit⁷⁾. Aus dem Rohr herausgearbeitete Flachstäbe mit Schulterringen oder Gewindestücken ergaben keine Unterschiede in der Dauerstandfestigkeit gegenüber dem üblichen Rundstab.

Wie beim Dauerstandversuch treten auch bei Schwingungsversuchen in der Wärme unter Umständen recht erhebliche Dehnungen des Probestabes auf. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, auch bei Schwingungsversuchen in der Wärme die im Laufe des Versuchs auftretenden Dehnungen zu messen und bei der Aufstellung von Dauerstandfestigkeits-Schaubildern zu berücksichtigen. Von M. Hempel und H. Krug⁸⁾ wurden zur Ermittlung von Dauerstandfestigkeits-Schaubildern bis zu Temperaturen von 500° Versuche unter Zug-Druck-Wechselbeanspruchung bei gleichzeitiger Messung der eintretenden Dehnungen durchgeführt, über die an anderer Stelle⁹⁾ ausführlich berichtet worden ist. Als Prüfmaschine diente ein Oldruckpulsator, der ein freies Dehnen des Probestabes bei gleichbleibender äußerer Belastung zuließ. Die Dauerversuche wurden bei verschiedenen Mittelspannungen nach dem Wöhler-Verfahren bis zu einer Grenzlastspielzahl von 2 Mill., die bei 666 W/min einer Versuchszeit von etwa 50 h entspricht, durchgeführt. Bei Temperaturen oberhalb 300 bis 400° reicht das Wöhler-Verfahren — infolge unzulässig hoher Dehnung der Werkstoffe — zur Bestimmung der Dauerfestigkeit nicht mehr aus; aus diesem Grunde wurde die Auswertung der Dauerversuche nach einem Dehnungsmeßverfahren vorgenommen, das Höchstbeträge für Dehngeschwindigkeit und bleibende Dehnung vorschreibt. Für jeden Stahl ergeben sich auf diese Weise zwei unterschiedliche Abgrenzungen des Dauerstandfestigkeits-Schaubildes. Die nach dem Dehnungsmeßverfahren ermittelten Grenzspannungslinien umfassen den Belastungsbereich, in dem Dehngeschwindigkeit oder bleibende Verformung keine unzulässigen Werte erreichen, während das Wöhler-Verfahren Grenzspannungen gleicher Lebensdauer angibt.

Die Versuche von E. Siebel, W. Steurer und G. Stähli⁴⁾ an einer mechanisch angetriebenen Zug-Druck-Schwingungsprüfmaschine wurden in der Weise durchgeführt, daß bei überlagerter ruhender und schwingender Beanspruchung der zulässige Festigkeitsbereich so abgegrenzt wurde, daß innerhalb der festgelegten Grenzlastspielzahl (10 Mill.) bei einer Lastspielzahl von 1000 je min weder ein Bruch noch größere bleibende Formänderungen (über 1%) auftraten. Die Eigenart der Prüfmaschine, daß mit dem Auftreten bleibender Formänderungen im Probestab die Vorlast zwangsläufig sinkt, wurde zum Messen der bleibenden Formänderungen und zur Aufnahme von Zeit-Dehnungs-Kurven während des Schwingungsversuchs benutzt. Mit den beiden Meß-

uhren wurde der Lastabfall durch Herantasten an den Bolzen der Meßfeder festgestellt und so auf die Dehnung des Probestabes geschlossen.

[Fortsetzung folgt.]

Anton Pomp.

Zehn Fragen aus der Dampfwirtschaft.



1. Wie ist die Feuerführung? Wie wird die richtige Luftführung überwacht? Wie wird das Rauchen der Schornsteine beobachtet und verhütet? Ist die Frage der Gewährsmöglichkeit von Heizerprämien nachgeprüft?
2. Findet eine Überwachung des Gehalts der Schlacken und Aschen an Brennbarem statt? Des Rostdurchfalls und der Flugkoksverluste? Des Unverbrannten in den Abgasen?
3. Wie wird durch Organisation der Lastverteilung in den Betrieben dafür gesorgt, daß der Dampfdruck hochgehalten wird und sowohl ein Abblasen verhütet als auch ein zu starker Druckabfall vermieden wird?
4. Wird das Kesselwasser durch eigene oder fremde Abhitze oder Abdampf, insbesondere auch durch den Abdampf der Kessel Speisepumpen auf höchstmögliche Temperatur vorgewärmt? Ist nachgeprüft, ob der elektrische Antrieb der Speisepumpen nicht gegenüber dem Dampfantrieb mit Abdampfausnutzung recht unwirtschaftlich ist?
5. Wird nach Möglichkeit das Kondenswasser aus den Leitungen und Heizungen zu den Kesseln zurückgeführt?
6. Wie steht es mit der Pflege der Dichtheit der Abschlämhähne und der Kondensstöpfe? Sind besondere Kolonnen, Werkstatteinrichtungen, Prüfstände, Reservehaltungen, Buchführungen hierfür eingerichtet? Ist der Ablauf aller Kondensstöpfe sichtbar angeordnet?
7. Sind alle Dampfleitungen einschließlich der Flanschen und der Schieber gut isoliert? Sind alle Flanschen und Entwässerungshähne dicht? Steigt nirgends Dampf schwaden empor?
8. Werden die Kolbenmaschinen in regelmäßigen Zwischenräumen indiziert? Wird der Verbrauch der Dampfturbinen gemessen?
9. Werden die Dampfsteuerungen der Dampfhämmer und der Pressen laufend eingeschliften und die Dichtheit an den Ausblaseleitungen überwacht?
10. Ist das Wippenlassen der Dampfhämmer verboten, dichter Abschluß der Hämmer von den Leitungen bei Stillstand gesichert und für Entwässerung der Leitungen bei Wiederinbetriebnahme gesorgt?

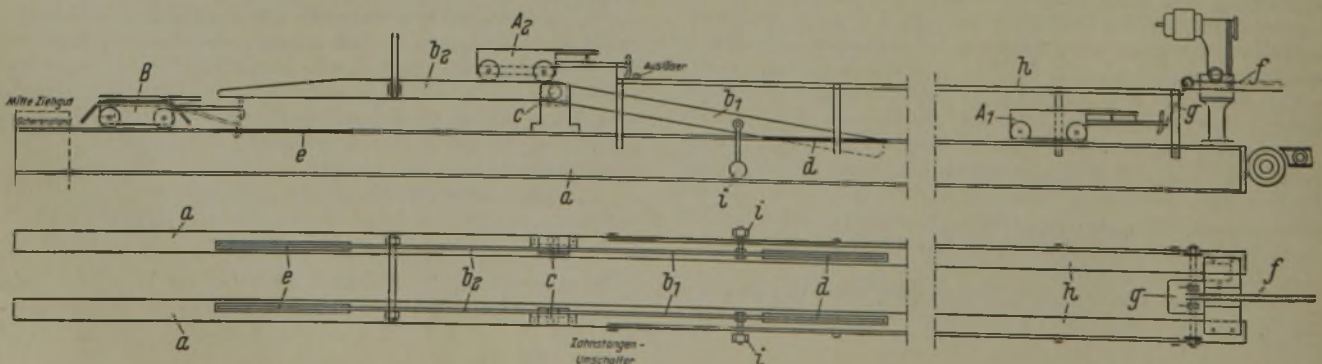
Patentbericht.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 7 b, Gr. 3₀₁, Nr. 732 170, vom 31. Oktober 1939; ausgegeben am 3. März 1943. Döhner A.G. in Letmathe. (Erfinder: Otto Herbert Döhner in Oestrich, Rheingau.) *Ziehbank zum Ziehen oder Richten von Stangen, Rohren, Profilen u. dgl. aus Eisen und Metallen.*

Die Ziehbank wird, um den durch den Rücklauf des Ziehens bedingten Zeitverlust zu vermeiden, in bekannter Weise mit zwei abwechselnd arbeitenden Ziehwagen A, B betrieben. Nach der Erfindung wird der rücklaufende Wagen über eine oberhalb des Ziehbankbettes a angeordnete Wippe b₁, b₂ geführt, die um den Drehpunkt c schwenkbar gelagert ist und mit ihren Enden abwechselnd in die Schlitze d, e einschwenkt. Der am Ende der Ziehbank ankommende Wagen A₁ wird, nachdem er aus der Ziehkette ausgekuppelt ist und die Zange die Ziehangel frei-

gegeben hat, mit Hilfe einer in diesem Augenblick in Bewegung gesetzten Zahnstange f, deren vorderes, mit der Stoßplatte g versehenes Ende auf der Bahn h läuft, zurückgefahren und dabei auf den Teil b₁ der Wippe, die sich durch das Gegengewicht i in der dargestellten Lage befindet, hinaufgeschoben, bis er auf den Teil b₂ der Wippe gelangt und dort die Stelle des mit A₂ bezeichneten Wagens einnimmt. Hier verharrt er, solange sich der andere, jetzt den Ziehvorgang übernehmende, im Bild mit B bezeichnete Wagen im vorderen Teil der Ziehbank befindet und ein Schwenken der Wippe verhindert. Sobald jedoch der Wagen B über den Drehpunkt c der Wippe hinausgefahren ist, schwenkt der Arm b₂ der Wippe unter dem Gewicht des Ziehens A in die Schlitze e ein, wodurch der Wagen auf der schiefen Ebene abläuft und damit vor das Ziehwerkzeug gelangt und für den nächsten Zug bereit ist



Wirtschaftliche Rundschau.

Zur Neuordnung der Eisenbewirtschaftung.

Im Reichsanzeiger Nr. 157 vom 9. Juli 1943 ist die Anordnung EI 7 der Reichsstelle Eisen und Metalle zur Durchführung der Anordnung EI (Neuordnung der Eisenbewirtschaftung) enthalten, die weitere ergänzende und besondere Vorschriften enthält. Im Teil I, der die Abgrenzung der Kontingente bringt, werden zunächst die öffentlichen Hauptkontingente, im § 2 die privaten Hauptkontingente, im § 3 das Bankkontingent, im § 4 die Unterhaltungskontingente und im § 5 die Kontingente für Sonderzwecke behandelt. Die nächsten Paragraphen beziehen sich dann auf Abgrenzung der Fertigungs-Teilkontingente, auf Ausfuhrkontingente oder auf nichtkontingentierte Bedarf. Teil II enthält die allgemeinen Vorschriften. Beachtlich ist besonders § 9, der sich mit der Erteilung von Eisenbezugsrechten bei Verlust oder mangelhafter Lieferung der bestellten Erzeugnisse befaßt, wobei festgestellt wird, daß die Ersatzbeschaffung für durch Feindeinwirkung vernichtete Erzeugnisse aus Eisen und Stahl nicht hierunter fällt, da diese schon früher besonders geregelt worden ist. Im § 14 werden diejenigen Vorschriften oder Anweisungen, Anordnungen und Rundschreiben aufgeführt, die nunmehr überholt sind und außer Kraft treten. Erwähnt sei noch eine beigefügte Übersicht über die Zuständigkeit des durch den GB-Bau verwalteten Bankkontingents (Merkblatt Nr. 1 des Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft).

Die Anordnung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung in Kraft. Sie gilt auch in den eingegliederten Ostgebieten und den Gebieten von Eupen, Malmedy und Moresnet sowie sinngemäß auch im Elsaß, in Lothringen und im Bezirk Bialystok sowie in der Untersteiermark und den besetzten Gebieten Kärntens und Krains.

Beschlagnahme der Bestände an Baueisen.

Die Anordnung E 66 der Reichsstelle Eisen und Metalle (Reichsanzeiger Nr. 158 vom 10. Juli 1943) beschlagnahmt die auf Grund der § 4 bis 6 der gemeinsamen Anordnung der Reichsstelle Eisen und Metalle und der Reichsvereinigung Eisen über Lagerbuchführung und Meldepflicht für Eisen und Stahl meldepflichtigen Bestände der Bauherren und Bauausführenden einschließlich der Mitglieder der Fachgruppe Stahlbau an Baueisen zugunsten des Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft, soweit sie nicht innerhalb der drei nächsten Monate für genehmigte Bauvorhaben benötigt werden. Darüber hinaus werden die jeweiligen Bestände an Eisen und Stahl, Halb- und Fertigerzeugnissen, soweit sie zur Ausführung von Aufträgen für stillgelegte Bauvorhaben beschafft worden sind, beschlagnahmt; dies gilt auch für Restbestände von fertiggestellten Bauvorhaben.

Spaniens Roheisen- und Rohstahlerzeugung im ersten Vierteljahr 1943.

	Roheisenerzeugung			Rohstahlerzeugung		
	1943	1942	1941	1943	1942	1941
	t	t	t	t	t	t
Januar . . .	44 632	43 843	38 013	52 908	55 764	56 764
Februar . . .	39 993	36 498	33 963	46 078	44 217	44 733
März	46 340	45 422	42 049	59 325	54 520	56 448
1. Vierteljahr.	130 965	125 763	114 025	158 311	154 501	157 945

Die Roheisenerzeugung ist im März gegenüber dem Vormonat um mehr als 6000 t und die Stahlerzeugung um mehr als 13000 t gestiegen. Die Leistungen liegen gleichzeitig höher als im März 1942.

Für die Provinz Biskaya ergibt sich eine ähnliche Entwicklung für den März. Im April trat ein kleiner Rückgang ein, doch liegen die Ergebnisse immer noch über denen des Januars und Februars. An Roheisen wurden erzeugt im März 1943: 28877 t und im April 27320 t, an Rohstahl 36788 t und 34256 t.

Die in diesem Jahre eingeleiteten Maßnahmen zur Erhöhung der spanischen Eisenerzförderung haben bisher gute Erfolge gezeitigt. Die monatliche Durchschnittsleistung der Eisenerzgruben konnte von 151400 t im Jahre 1942 auf 165000 t in den ersten Monaten dieses Jahres erhöht werden.

Neuseelands Eisen- und Stahlindustrie und Versorgungslage.

Das neuseeländische Parlament hatte im Jahre 1939 eine Summe von 5000000 £ bewilligt, um in Onakaka ein neuzeitliches Hüttenwerk zu errichten. Gleichzeitig wurde mit der australischen Broken Hill Pty. Co. ein Abkommen auf die Dauer von 20 Jahren getroffen, das die Versorgung des Hüttenwerkes mit australischer Kohle sichern sollte. Der Krieg unterbrach die Ausschachtungsarbeiten, der Plan wurde zurückgestellt. Vorhanden sind in Onakaka ein im Jahre 1918 erbauter Hochofen mit 200 t Tagesleistung, der aber jahrelang ausgeblasen stand, sowie eine im Jahre 1936 um- und ausgebaut Gießerei. Der Hochofen wurde nach gewissen Verbesserungen 1940 wieder angeblasen und arbeitet seitdem; 1942 betrug die gesamte neuseeländische Roheisenerzeugung 56000 t. Die Eisenerzlager von Onakaka und den Ruahine-Range-Bergen werden auf insgesamt 250 Mill. t mit durchschnittlich 51% Fe geschätzt, und zwar sind davon etwa zwei Drittel leicht abbaufähig.

Im Jahre 1943 ist nunmehr der Plan zum Bau des Hüttenwerkes wieder aufgenommen worden und eine amerikanische Gruppe hat eine Abordnung nach Neuseeland geschickt. Beteiligt daran sind neben der Bethlehem Steel Co. und der Landis Steel Co. auch die Maschinenbaufirmen Atlas Engine Co. und die Etna Machine Corp. Es wurde festgestellt, daß ein umgestalteter Plan, der den Bau von drei Hochöfen mit einer Tagesleistung von zusammen 2000 t, einem Stahlwerk von 1700 t und einem Walzwerk mit rd. 1500 t Tagesleistung vorsieht, zusammen mit Nebenbetrieben etwa 9300000 neuseel. £ Kosten erfordern dürfte. Die amerikanische Gruppe hat eine Frist von einem Jahr bekommen und muß während dieses Zeitraumes für die Genehmigung zur Lieferung der Anlagen, Maschinen usw. sorgen. Die Arbeiterbeschaffung für den Bau und Betrieb ist natürlich eine sehr schwierige Frage, so daß es den Anschein hat, als ob auch innerhalb der Jahresfrist der geplante Bau nicht zustande kommen wird.

Die Versorgung Neuseelands in Eisenerzeugnissen hat sich in der letzten Zeit dank amerikanischer Lieferungen etwas gebessert. Trotzdem konnte die private Bautätigkeit noch nicht wieder aufgenommen werden und auch wichtige Ausschreibungen der Bahnen mußten noch zurückgestellt werden. Draht, Baustahl, Blechwaren usw. fehlen fast völlig und werden im Schwarzhandel mit den höchsten Preisen bezahlt. Sehr knapp sind auch landwirtschaftliche Maschinen.

Buchbesprechungen.

Hupfauer, Th., Dr.: Mensch, Betrieb, Leistung. Berlin: Verlag der Deutschen Arbeitsfront (1943). (94 S.) 8^o. 1,20 RM.

Im Auftrag von Dr. Robert Ley und mit einem Vorwort von ihm versehen, zeigt der Verfasser die Überlegungen und Maßnahmen auf, die von Regierung und Partei, besonders von der DAF., in Verbindung mit den Industrieorganisationen (Reichsgruppe Industrie und Refa) auf dem Gebiete der betrieblichen Menschenführung, der Lohnordnung und Leistungssteigerung in den letzten Jahren angestellt und durchgeführt worden sind. Die Betriebsführer werden gleichzeitig aufgefordert, ihre Betriebe nach diesen Gesichtspunkten zu ordnen. Behandelt werden u. a. Erfahrungsaustausch, betriebliches Vorschlagwesen, die Persönlichkeitsbewertung, der Leistungskampf, die gerechte Leistung, die lohnordnenden Maßnahmen und Fragen der Leistungsentlohnung.

Eine Fülle von Erfahrungen auf den genannten Gebieten ist hier von einem Kenner und Können hohen Grades mit sicherer

Hand zu wichtigen Entscheidungen und Ratschlägen durchdacht und ausgearbeitet worden. Dabei besticht die Kunst, auch schwierige Fragen einfach und allgemeinverständlich darzustellen. Von hoher Verantwortung getragen, werden die Belange der Gefolgschaft, des Betriebsführers und des Unternehmers zum Wohl der ganzen Volksgemeinschaft ausgerichtet. Sowohl Wissenschaftler als auch Praktiker werden mit den Vorschlägen und aufgezeigten Möglichkeiten zur Durchführung in einfacher und auch verfeinerter Form zufriedengestellt. Ein Volksbuch, das in die Hand jedes arbeitenden Deutschen gehört. Hans Euler.

Kommerell, Otto, Dr.-Ing., Abteilungspräsident bei der Reichsbahndirektion in Berlin: Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbau en mit Beispielen für die Berechnung und bauliche Durchbildung. 5., neubearb. u. erweit. Aufl. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn. 8^o.

Teil 2: Vollwandige Eisenbahnbrücken. Mit 144 Textbildern. 1942. (XII, 180 S.) 5 RM.

Nach einem Hinweis auf die neuen Ausführungen im ersten Teil des Buches¹⁾ werden die Erkenntnisse aus den an der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart durchgeführten Modellversuchen von O. Graf wiedergegeben. Beachtlich für den Werkstoffachmann erscheint die Bemerkung, daß für eine Bestätigung der Annahme von Graf, ein zum Schweißen geeigneter Stahl müsse mindestens 5 mkg/cm² Kerbschlagzähigkeit auch bei -20° Prüftemperatur haben, und beim Aufschweißbiegeversuch an 50 mm dicken Proben aus St 52 sei ein Mindestbiegewinkel von 40° notwendig, noch keine genügenden Zahlenunterlagen von ungeeigneten Werkstoffen vorliegen. Bei der im nächsten Abschnitt erfolgten Stellungnahme zu den Verfahren und Vorschlägen zur Prüfung der zum Schweißen zu verwendenden Baustähle wird in Übereinstimmung mit den Veröffentlichungen aus den letzten Jahren gefordert, daß bei einem Baustahl für geschweißte Stahlbauten außer chemischen und mechanischen Gütewerten zur Prüfung von Walzerzeugnissen dickerer Abmessungen die Aufschweißbiegeprobe und der Kerbschlagversuch im gealterten Zustand erforderlich erscheinen, ferner zur Prüfung des Zueinanderpassens von Stahl und Schweißdraht die stichprobenartige Anwendung der Reichsbahn-Kehl-nahtprobe auf Schweißnahttrissigkeit. Für andere vorgeschlagene Prüfverfahren wird die Durchführung von Großzahlversuchen als wünschenswert bezeichnet.

Im Abschnitt IV bespricht der Verfasser die Baustähle für zu schweißende Stahlbauten, wobei besonders auf die neuen, mit Silizium und Aluminium beruhigt vergossenen Thomasstähle (St 46) eingegangen und ein noch nicht endgültiger Entwurf der Technischen Lieferbedingungen der Deutschen Reichsbahn für solche Stähle in Dicken ≤ 30 mm wiedergegeben wird. Erwähnung haben auch von der Gutehoffnungshütte durchgeführte Versuche zum Spannungsfreiglühen geschweißter Stahlkonstruktionen gefunden. Stähle St 46 werden bei der Erläuterung der Vorläufigen Vorschriften für geschweißte vollwandige Eisenbahnbrücken im Abschnitt VI bereits mitbehandelt.

Hervorzuheben ist die Bemerkung des Verfassers im Vorwort, daß nach dem Kriege das Schweißen vollwandiger Brücken auch aus St 52 sicher wieder in vollem Umfang aufgenommen werden wird.

Auch in die neue Auflage des Teiles 2 dieser viel gebrauchten Erläuterungen sind damit die neuesten Erkenntnisse auf werkstoff- und prüftechnischem Gebiet eingearbeitet worden und ermöglichen dem Benutzer, sich darüber zu unterrichten. Vielleicht ist die Anregung am Platze, in weiteren Auflagen der Erläuterungen noch einige Ausführungen über normale Thomasstähle und andere als silizium-aluminium-beruhigte Austauschstähle für Siemens-Martin-Stähle aufzunehmen.

Karl Ludwig Zeyen.

Hildebrandt, Hubert, Dr., Ministerialrat und Abteilungsdirigent im Reichsarbeitsministerium, und Dr. Walter Rüdiger, Re-

¹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 895/96.

gierungsrat im Reichsarbeitsministerium: **Die Mobilisierung von Arbeitsreserven** auf Grund der Verordnungen über die Meldung von Männern und Frauen für Aufgaben der Reichsverteidigung vom 27. Januar 1943 und zur Freimachung von Arbeitskräften für kriegswichtigen Einsatz vom 29. Januar 1943. München u. Berlin: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung 1943. (59 S.) 8°. 1,60 RM.

Die vorliegende Schrift will kein Kommentar im üblichen Sinne sein. Die Verfasser haben sich vielmehr die Aufgabe gestellt, nach einer kurzen Darstellung der arbeitseinsatzmäßigen Zusammenhänge die Wege aufzuzeigen, auf denen der zweckmäßigste Einsatz der auf Grund der neuen Verordnungen gewonnenen Reserven erreicht werden kann.

Der mit den Verordnungen verbundene Appell ist an alle gerichtet, die arbeitsfähig sind und für die Kriegswirtschaft Nützliches leisten können, deren bisherige Beschäftigung jedoch ohne die heute notwendige kriegswirtschaftliche Auswirkung blieb. Diese verborgene Arbeitsreserve ihrer Eignung entsprechend auf die richtigen Arbeitsplätze zu lenken, wird mit Recht als eine Aufgabe bezeichnet, die nicht ernst genug genommen werden kann.

Entscheidend für die Wirksamkeit des gesamten Planes ist die Mitarbeit der Betriebe. Ihren vorbereitenden Maßnahmen ist ein besonderer Abschnitt gewidmet. Vom Standpunkt der Eisen schaffenden Industrie aus ist es zu begrüßen, daß die Verfasser der Forderung zustimmen, die noch bei leichten Arbeiten in anderen Industriezweigen eingesetzten ausländischen Arbeitskräfte den schwereren Industrien gegen Ersatz durch geeignete Meldepflichtige zuzuführen.

Der Wert der Schrift liegt in der zusammenfassenden Übermittlung und Erläuterung der Verordnungstexte.

Max Lobeck.

Schmölders, Günter, Professor Dr., Köln, Mitglied der Akademie für Deutsches Recht: **Kartelle und Kartellpreise in der gelenkten Volkswirtschaft**. Stuttgart u. Berlin: W. Kohlhammer, Verlag, 1942. (84 S.) 8°. Kart. 3,60 RM.

Der bereits verschiedentlich mit Veröffentlichungen über Fragen der Preisbildung hervorgetretene Verfasser bringt zu nächst Einblicke in die Geschichte der Kartelle, über welche er dem Leser eine sehr willkommene ausführliche Zeittafel der staatlichen Kartellpolitik in Deutschland zur Verfügung stellt. Nach Erörterungen über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kartelle kommt Schmölders zu neuartigen Überlegungen für die Kartellpreis-Festsetzung. Obgleich es hier dahingestellt bleiben muß, ob und wie weit die von ihm hervorgehobenen Gesichtspunkte im einen oder anderen Einzelfall Berücksichtigung in der praktischen Kartellpolitik finden könnten, ist jedenfalls festzustellen, daß es für den Kartellfachmann von Reiz ist, in dieser Schrift den Versuch zur Erschließung eines Weges zu einer Koppelung von Kartellpreis-Politik und Beschäftigungsgrad der beteiligten Werke zu finden.

Rudolf Wedemeyer.

Vereinsnachrichten.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Baw, Hermann, Dipl.-Ing., Mitglied des Vorstandes der Schieß AG., Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf 10, Alte-Garde-Ufer 37/38. 39 008
- Bremer, Peter, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation AG., Bochum; Wohnung: Bochum-Linden, Brannenweg 3. 19 013
- Geselle, Heinrich, Dipl.-Ing., Leiter der Wärmestelle des Gußstahlwerkes Bismarckhütte der Königs- u. Bismarckhütte AG., Königshütte-Bismarck (Oberschles.); Wohnung: Kattowitz (Oberschles.), Gustav-Freytag-Str. 15. 28 052
- Gillhaus, Friedrich H., Dipl.-Ing., Obering., Dnjepr-Stahl GmbH., Dnjepropetrowsk (Ukraine), Postschließfach 83. 33 031
- Götzen, Gerhard, Direktor, Erkrath (Bz. Düsseldorf), Franz-Seldte-Str. 6. 22 055
- Großstück, Paul, Betriebsingenieur, Hoesch AG., Abt. Hochöfen, Dortmund; Wohnung: Schwerte (Ruhr), Märkische Str. 21. 42 076
- Grunert, Alfred, Ingenieur, Mansfeld AG. für Bergbau u. Hüttenbetrieb, Abt. Kupfer- u. Messingwerke, Hettstedt (Südharz). Wohnung: Burgörner über Hettstedt (Südharz), Wiesenstr. 1; 38 053
- Günter, Erich, Dipl.-Ing., Messerschmidt AG., Augsburg; Wohnung: Sternstraße 1. 43 030
- Henseler, Paul, Mitglied des Vorstandes der Oberhütten, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke AG., Gleiwitz, Heydebreckstraße 16. 34 081

Hofmeier, Heinrich, Dr.-Ing., Deutsche Röhrenwerke AG., Werk Poensgen, Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Ludenberg, Marthastr. 7. 28 069

Neue Mitglieder.

- Fejer, Josef, Betriebsassistent, Gebr. Böhler & Co. AG., P-Werk Kapfenberg-Deuchendorf; Wohnung: Kapfenberg-Hafendorf, Schirmitzbühel 70. 43 166
- Felber, Otto, Direktor, Fa. Otto Wolff, Leipzig C 1, Pfaffendorfer Str. 2; Wohnung: Leipzig N 22, Baader Str. 15. 43 167
- Hauck, Georg, Materialprüfungsingenieur, Triumph-Werke Nürnberg AG., Nürnberg, Fürther Str. 212; Wohnung: Schwander Str. 12. 43 168
- Korff, Adalbert von, Betriebsingenieur, Flugmotorenwerke Ostmark GmbH., Wien-Wienerneudorf; Wohnung: Holzwebersiedlung 49. 43 169
- Lorenz, Max, Dr.-Ing., Hauptabteilungsleiter, Junkers Flugzeug- u. Motorenwerke AG., Dessau; Wohnung: Am Bahnhof 14. 43 170
- Mee, Josef van der, stud. rer. met., Essen, Brandenburger St. 17. 43 171
- Pedersen, Harald, cand. rer. met., Freiberg (Sachs.), Bahnhofstr. 18. 43 172
- Stübner, Bruno Paul, Fabrikbesitzer, Berlin-Karolinenhof, Treppendorferweg 8. 43 173
- Wolf, Karl, techn. Angestellter, Poldihütte AG., Komotau; Wohnung: Komotau II, Grenzstr. 19. 43 174