

# 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 47

25. November 1943

63. Jahrgang

	Seite		Seite
Einfluß des Kaltwalzens auf die Eigenschaften hochfester Stahlbänder. Von Wilhelm Puzicha	853	— Die Bestimmung des Aluminiums in Stählen mit hohen Nickel- und Chromgehalten. — Aufgaben des Reichsausschusses für Arbeitsstudien (Refa)	
Gasersparnis im Hochofen-Winderhitzerbetrieb durch Ueberwachung. Von Kurt Guthmann	860	Patentbericht	869
Umschau	864	Wirtschaftliche Rundschau	870
Die Feststellung von Fehlern mit Hilfe des Zählrohres und von $\gamma$ -Strahlen. — Fortschritte in der Schweißtechnik im Jahre 1942.		Buchbesprechungen	871
		Vereinsnachrichten	872

## Einfluß des Kaltwalzens auf die Eigenschaften hochfester Stahlbänder

Von Wilhelm Puzicha

[Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.]

(Kaltwalzversuche an rd. 2 mm dicken Bändern aus sechs Stählen mit 1. rd. 0,05 % C, 19,6 % Cr und 9,1 % Ni, 2. 0,06 % C, 14,5 % Mn, 15,4 % Cr und 1,4 % Ni, 3. 0,13 % C, 16,6 % Mn, 15,0 % Cr und 1,1 % Ni, 4. 0,19 % C, 18,7 % Mn, 14,4 % Cr und 0,22 % N<sub>2</sub>, 5. 0,57 % C sowie 6. mit 0,25 % C, 1,0 % Mn, 0,7 % Cr und 0,23 % Mo bei Dickenabnahme in einem Stich und in Stufen ohne und mit Schmierung bei Walzanfangstemperaturen von -183 bis +200°. Walzdruck, Voreilung und mittlerer Formänderungswiderstand, Zugfestigkeit, 0,2-Grenze, Bruchdehnung, spezifische Sättigungsmagnetisierung, Neigung zu interkristalliner Korrosion und Gefüge der gewalzten Bänder. Deutung der Verfestigung der Stähle.)

In jüngster Zeit gewinnen Stähle hoher Festigkeit für den Leichtbau mehr und mehr an Bedeutung. Besonders im Luftfahrzeugbau treten Bleche und Bänder, die durch Kaltverformung stark verfestigt sind, mit den Leichtmetallen erfolgreich in Wettbewerb. Von den gebräuchlichen Stahlarten kommen neben unlegierten und niedriglegierten vor allem die austenitischen Stähle in Betracht, die bei hinreichend leichter Verformbarkeit eine besonders hohe Kaltverfestigung aufweisen und dazu den Vorteil der Korrosionsbeständigkeit und leichten Schweißbarkeit bieten. Außerdem sind dort, wo ein unmagnetischer Werkstoff verlangt wird, von vornherein nur diese Stähle am Platze.

Bei den entsprechenden Arbeiten des Schrifttums<sup>1)</sup> werden über die Durchführung der Kaltverformung

trifft. Daher erschien es angebracht, Walzversuche nach bestimmten Stichplänen durchzuführen und die Abhängigkeit der erreichten Festigkeitseigenschaften von den Arbeitsbedingungen des Walzvorganges zu untersuchen, wobei auch die bei austenitischen Stählen allgemein beobachtete  $\gamma$ - $\alpha$ -Umwandlung bei der Kaltverformung durch Messungen der spezifischen Sättigungsmagnetisierung verfolgt werden sollte.

### Versuchsdurchführung

Für die Durchführung der Walzversuche standen sechs Versuchsstähle zur Verfügung<sup>2)</sup>, deren chemische Zusammensetzung in **Zahlentafel 1** angegeben ist. Die Stähle 1 und 2 lagen ursprünglich als Warmband von 2,3 mm Dicke vor und wurden kalt auf 2 mm ge-

Zahlentafel 1.

Chemische Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften der Versuchsstähle im Ausgangszustand

Nr.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	Ni	0,2-Grenze	Zugfestigkeit	Streckgrenzenverhältnis	Bruchdehnung (L = 10 d)	Vickershärte	Spezifische Sättigungsmagnetisierung $\sigma$
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	%	%		cgsg/g
1	0,05	0,37	0,66	0,015	0,012	19,6	—	0,06	9,11 <sup>1)</sup>	23,7	62,6	37,8	63,4	172	1,24
2	0,06	0,36	14,5	0,015	0,006	15,4	—	0,07	1,38	30,5	79,6	38,3	54,5	218	1,75
3	0,13	0,36	16,6	0,030	0,004	15,0	—	Spur	1,08	29,0	74,2	39,1	52,5	201	0,95
4	0,19	0,86	18,7	0,058	0,017	14,4	0,08	< 0,01	0,20 <sup>2)</sup>	39,8	81,3	49,0	66,5	247	0,13
5	0,57	0,15	0,28	0,009	0,019	—	0,08	—	0,07	68,8	102,0	67,5	11,6	348	n. b. <sup>3)</sup>
6	0,25	0,70	1,02	0,015	0,033	0,67	0,12	0,23	0,06	59,0	72,2	81,8	19,5	200	n. b. <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Zusätzlich 0,04% Ti. — <sup>2)</sup> Zusätzlich 0,22% N<sub>2</sub>. — <sup>3)</sup> Nicht bestimmt.

keine näheren Angaben gemacht. Es scheint die Ansicht zu herrschen, daß es für die Eigenschaften des erzeugten Bandes gleichgültig sei, in welcher Weise eine bestimmte Dickenabnahme beim Kaltwalzen erreicht wird, was nach E. Siebel und A. Pomp<sup>2)</sup> für unlegierte Stähle zu-

<sup>1)</sup> Siehe Schrifttumsübersicht in der Arbeit von P o m p, A., und W. Puzicha: Mitt. K.-Wilh. Inst. Eisenforsch. 26 (1943) S. 1336, aus der die vorliegende im wesentlichen ein Auszug ist.

<sup>2)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 11 (1929) S. 7385; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 561.

walzt. Stahl 4 mußte von 3 an 2 mm kaltgewalzt werden, während das Warmband von Stahl 3 bereits 2 mm Dicke hatte. Um einen gleichartigen Ausgangszustand zu gewährleisten, wurden die austenitischen Bänder in Wasser abgeschreckt, und zwar Stahl 1 und 4 von 1050 bis 1080°, Stahl 2 und 3 von etwa 1100°. Zur Erzielung einer sauberen Oberfläche wurden sie gebeizt und anschließend, außer Stahl 3, der 31 mm Breite hatte, auf

<sup>3)</sup> Den Firmen Fried. Krupp AG. und Gebr. Böhrer & Co. sei auch an dieser Stelle für die Ueberlassung der Versuchswerkstoffe bestens gedankt.

28 mm Breite geschnitten. Der Stahl 5 lag mit 1,75 mm Dicke im patentierten Zustand vor, während Stahl 6 von 3 an 2 mm kaltgewalzt und dann bei 730° gegläht worden war. Die Oberfläche der Stähle 5 und 6 war schwarz. Vor dem Kaltwalzen wurden alle Versuchsstreifen, außerdem für die Versuchsreihe III, auf einem Schmirgelband überschleift. Die Festigkeitseigenschaften der Stähle im Ausgangszustand und die spezifische Sättigungsmagnetisierung<sup>4)</sup> der vier austenitischen Bänder gibt ebenfalls *Zahlentafel 1* an.

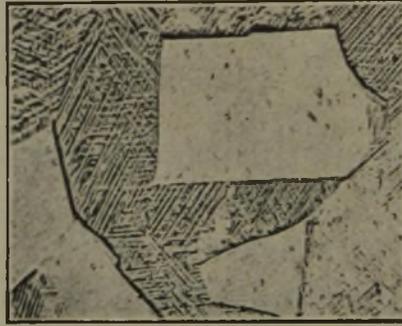
In den *Bildern 1 bis 6* ist das Gefüge der Versuchsstähle im Ausgangszustand wiedergegeben. Die Stähle 1 bis 4 zeigen rein austenitisches Gefüge mit Gleitlinien. Der patentierte Stahl 5 besteht aus Sorbit mit geringen

mäßig, die Walzen nur zu schleifen und nicht zu polieren, um ein gutes Greifen zu erzielen. Die Walzgeschwindigkeit betrug etwa 2 m/min.

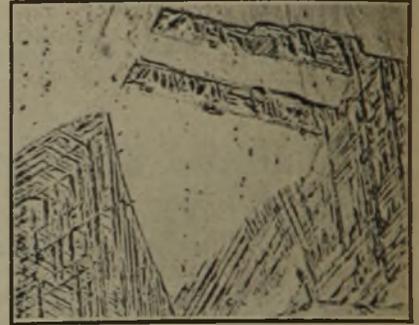
Zur Messung des Walzdrucks war zwischen Anstellschraube und oberem Stützwalzenlager auf beiden Seiten ein von W. Lueg entwickelter Druckmeßbügel eingebaut. Der Meßbügel ist ähnlich wie der in der Werkstoffprüfung zur Eichung von Zerreißmaschinen verwandte Wazau-Bügel aus einem Stück hergestellt und liegt unten auf einer schmalen Fläche in der Mitte auf, während oben eine Kugel den Druck der Anstellschraube überträgt. Die Zusammendrückung des Meßbügels, der nur im elastischen Gebiet belastet wird, zeigt eine mit zwei starren Armen seitlich angebrachte



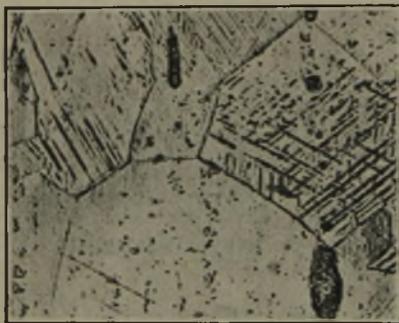
Stahl 1.



Stahl 2.



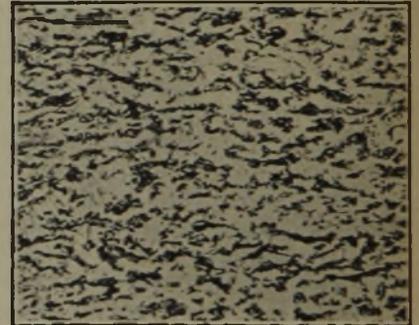
Stahl 3.



Stahl 4.



Stahl 5.



Stahl 6.

Bilder 1 bis 6. Gefüge der Versuchsstähle im Ausgangszustand. (× 500.)

Stähle 1 bis 4 in Chrom-Nickel-Stahl-Beize geätzt, Stähle 5 und 6 in alkoholischer Salpetersäurelösung geätzt.

Ferritresten, während Stahl 6 Ferrit mit körnigem Zementit aufweist, der noch nicht vollständig zusammengeballt ist. Im Vergleich zu den austenitischen ist die Korngröße der beiden letzten Stähle erwartungsgemäß wesentlich kleiner.

Zum Walzen der Bandstähle diente das bereits von W. Lueg und A. Pomp<sup>5)</sup> beschriebene Vierwalzen-Kaltwalzgerüst des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung mit 60 mm Nenndurchmesser der Arbeitswalzen, 180 mm Durchmesser der Stützwalzen und 180 mm Ballenlänge. Die in Gleitlagern laufenden Arbeitswalzen waren auf dem Ballen gehärtet und bestanden aus Stahl mit 1,07 % C und 1,54 % Cr<sup>6)</sup>. Ihre Oberflächenhärte betrug gleichmäßig rd. 100 Shoreinheiten (Schuchardt-&-Schütte-Gerät). Es erwies sich als zweck-

Meßuhr an. Die Ablesung ist dem aufgebrachten Druck unmittelbar verhältnismäßig. Vor dem Einbau wurden die Meßbügel auf einer Zerreißmaschine bis 40 t Druck geeicht. Aus der Ablesung der Meßuhr in tausendstel Millimeter konnte der Druck mit einer Genauigkeit von 100 kg ermittelt werden. Wenn sich über die Länge des Walzstreifens Druckschwankungen ergaben, wurde die mittlere Ablesung ausgewertet.

Die Walzungen wurden in fünf Versuchsreihen durchgeführt. Bei der Reihe I wurden die Stähle bei Raumtemperatur einmal trocken und fettfrei, zum anderen unter Schmierung mit Rüböl mit steigenden Abnahmen in jeweils einem Stich bis zu den höchsten erreichbaren Abnahmen gewalzt. Unter Angleichung an die Betriebsbedingungen wurde dann in der Reihe II unter Schmierung mit Petroleum mit stufenweise aufgebracht Abnahme gewalzt. Dabei waren Walzungen mit 30, 20 und 10 % Dickenabnahme je Stich vorgesehen, um zu untersuchen, welche Stichfolge dem Werkstoff am besten angepaßt ist und die günstigsten Eigenschaften des fertigen Bandes ergibt. Als im Verlauf der Untersuchungen die magnetischen Messungen einen Einfluß der Walztemperatur vermuten ließen, wurden in der Reihe III an Stahl 1 Versuche mit Dickenabnahme in jeweils einem Stich bei Walzanfangstemperaturen von -183, -76, +20 und +100° angesetzt. Die Proben wurden dabei in flüssiger Luft und Kohlensäure-Alkohol-Mischung abgekühlt,

<sup>4)</sup> Bei den magnetischen Messungen wurde als Maßeinheit die auf die Gewichtseinheit bezogene spezifische Sättigungsmagnetisierung  $\sigma$  in cgs-Einheiten/g gewählt. Sie errechnet sich aus der größten Magnetisierungsintensität  $4\pi J_\infty$  oder  $J_\infty$  in Gauß, die auf die Raumeinheit bezogen ist, als  $\sigma = \frac{J}{\gamma}$ , wobei  $\gamma$  das spezifische Gewicht bedeutet. Da  $4\pi\gamma \approx 100$ , lassen sich die für  $4\pi J_\infty$  angegebenen mit den für  $\sigma$  in cgs/g gemessenen Werten in erster Annäherung vergleichen, wenn man sie durch 100 teilt.

<sup>5)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 17 (1935) S. 63/76; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 935.

<sup>6)</sup> Für die freundliche Ueberlassung der Arbeitswalzen sei der Firma Deutsche Edelstahlwerke AG. auch an dieser Stelle bestens gedankt.

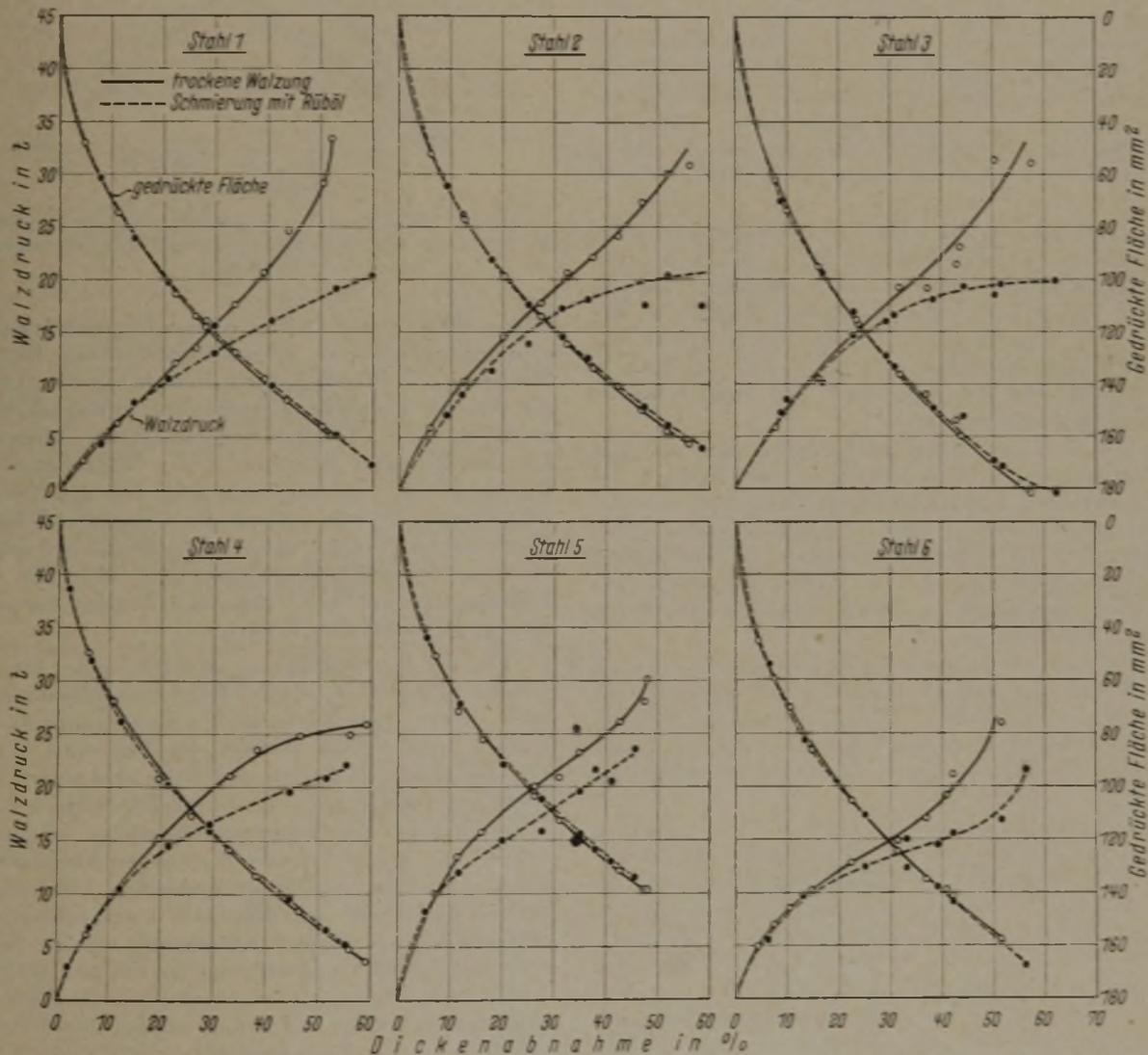
oder in siedendem Wasser erwärmt. Die Ergebnisse dieser Reihe führten zu Walzungen bei 200° Walzaufangtemperatur mit Dickenabnahme in jeweils einem Stich (Reihe IV) und in Stufen (Reihe V). Die Proben wurden dazu in Heißdampfzylinderöl erwärmt, das auch als Schmiermittel diente. Die Walzen wurden gleichzeitig durch Bunsenbrenner an der Auslaufseite auf etwa 130° vorgewärmt.

Für den Zugversuch wurden nach einer Feillehre Proben von 15 mm Breite in der Meßlänge aus den Walzstreifen herausgearbeitet. Die Bruchdehnung wurde einheitlich über 50 mm Länge gemessen. Das entspricht etwa bei einer Probendicke von 1,3 mm der Dehnung für  $L = 10 d$ . Bei den dickeren Proben wird damit die Dehnung etwas zu hoch, bei den dünneren zu niedrig angegeben. Der Zugversuch wurde mit einem bereits von H. Poellein<sup>7)</sup> angewandten Kreuzgehänge durchgeführt, das an jedem Kopf die Zugkraft über zwei senkrecht zueinander stehende Schneiden überträgt und damit genau mittige Belastung sichert. Zur Einspannung dienten 20 mm breite Keilbacken, die mit einem Stift versehen waren, der in eine Bohrung

geführt. Die Proben wurden dabei einheitlich über Spannbacken mit 10 mm Biegerollendurchmesser gebogen. In einzelnen Fällen wurden auch Härteprüfungen nach Vickers vorgenommen.

Zur Bestimmung der spezifischen Sättigungsmagnetisierung wurden aus jedem Probestreifen drei Scheiben von 7 mm Dmr. mit Stempel und Matrize ausgestanzt, die auf der zylindrischen Schnittfläche überfeilt wurden, um die beim Ausstanzen sich bildende kaltverformte Randschicht zu entfernen. Die Messungen wurden auf der magnetischen Waage nach H. Lange und K. Mathieu<sup>8)</sup> durchgeführt.

Von den mit Abnahme in mehreren Stufen gewalzten Bändern der austenitischen Stähle wurden Proben von 100×20 mm<sup>2</sup> bei der Walzung bei Raumtemperatur (Reihe II) und von 70×20 mm<sup>2</sup> bei der Walzung mit 200° Anfangstemperatur (Reihe V) entnommen, um die Bänder auf ihr Verhalten gegen interkristalline Korrosion, wie sie bei austenitischen Stählen, z. B. nach der Erwärmung beim Schweißen, beobachtet wird, zu prüfen. Die Proben wurden dazu durch eine zwei-stündige Glühung bei 700° im Vakuum mit nachfolgen-



Bilder 7 bis 12. Walzdruck und gedrückte Fläche in Abhängigkeit von der Dickenabnahme beim Walzen der Versuchsstähle mit Abnahme in einem Stich bei Raumtemperatur mit und ohne Schmierung. (Reihe I.)

der Probe greift, um ein Rutschen der harten Bänder zu vermeiden. Der Versuch wurde so geführt, daß etwa 3 min nach Beendigung der Feinmessung die Bruchlast erreicht war.

Bei der Reihe II wurden auch Hin- und Herbiegeversuche an den gewalzten Bändern durch-

der Luftabkühlung „empfindlich gemacht“ und dann in einer Lösung von 10 % Kupfersulfat in 10prozentiger Schwefelsäure bis zu 100 h gekocht. Die Unterschiede im Verhalten der verschiedenen Proben waren so deutlich, daß sie nach dem Aussehen beurteilt werden konnten.

<sup>7)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 20 (1938) S. 239-46; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1438-39.

<sup>8)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 19 (1937) S. 247/72.

### Versuchsergebnisse

#### Walzdruck, Voreilung und mittlerer Formänderungswiderstand

Den Walzdruck und die gedrückte Fläche für die Walzung mit Dickenabnahme in einem Stich mit und ohne Schmierung (Reihe I) geben die *Bilder 7 bis 12* an. Die gedrückte Fläche, die sich aus der mittleren Breite  $b_m$  und der gedrückten Länge  $l_d = \sqrt{r \cdot \Delta h}$  errechnet, wobei  $r$  den Walzenhalbmesser und  $\Delta h$  die Dickenabnahme in mm bedeuten, zeigt im allgemeinen nur geringe Unterschiede bei den einzelnen Stählen, die durch kleine Abweichungen im Durchmesser der Walzen, die häufig nachgeschliffen werden mußten, und durch die verschiedene Breitenzunahme bedingt sind. Bei Stahl 3 führt die größere Breite zu höheren, bei Stahl 5 die kleinere Anfangsdicke zu niedrigeren Werten für die gedrückte Fläche.

Der Walzdruck steigt bei den Stählen 1, 2, 3 und 4 bis zu etwa 40 % Dickenabnahme ziemlich gleichmäßig an, während er bei Stahl 5 und 6 zunächst stark, dann etwa geradlinig zunimmt. Bei allen Werkstoffen bis auf Stahl 4 steigt er dann bei 50 bis 60 % Dickenabnahme sehr stark an. Auch bei stärkstem Anziehen der Druckschrauben war auf dem benutzten Walzgerüst keine weitere Dickenabnahme mehr möglich. Der Druck im Walzspalt steigt so hoch an, daß die Abplattung der Walzen eine weitere Dickenabnahme nicht zuläßt. Bei dem stickstofflegierten Stahl 4 dagegen scheint dieser Zustand bei 60 % Dickenabnahme noch nicht erreicht zu sein.

Bei der Walzung mit Rüböl als Schmiermittel liegt der Walzdruck bei allen Stählen um mehr als 5 t für Dickenabnahmen von 50 bis 60 % niedriger als bei trockener Walzung. Der dort bei hohen Abnahmen beobachtete Steilanstieg der Druckkurven tritt hier bei den austenitischen Stählen nicht mehr auf. Bei Stahl 5 deutet er sich noch an, während er bei Stahl 6 immer noch deutlich ausgeprägt ist.

Die Voreilung steigt bei trockener Walzung mit der Dickenabnahme an und zeigt nur bei Stahl 4 bei hohen Abnahmen ein Rutschen im Walzspalt an. Bei Walzung mit Schmierung fällt sie dagegen nach anfänglichem Anstieg bei höheren Abnahmen bis auf Werte, die teilweise unter Null liegen, wieder ab, so daß bei verringerter Reibung<sup>9)</sup> mit einem Rutschen des Walzgutes zu rechnen ist.

Der mittlere Formänderungswiderstand läßt sich aus den Ausgleichskurven als Quotient aus Walzdruck und gedrückter Fläche punktweise berechnen. Er wird durch die Schmierung mit Rüböl um 20 bis 30 kg/mm<sup>2</sup> gegenüber der trockenen Walzung erniedrigt.

Bei der Walzung mit Abnahme in Stufen (Reihe II) wurde von der Wiedergabe des Walzdrucks und der gedrückten Fläche abgesehen, weil die Dickenabnahme je Stich naturgemäß Unterschiede aufweist und daher ein Vergleich ohne unsichere Interpolationen nicht möglich ist. Aus den Zahlenwerten ging hervor, daß der Walzdruck mit steigender Verfestigung zunimmt, während die Voreilung sich entsprechend der Abnahme je Stich etwa um dieselben Beträge bewegt. Die erreichten Gesamtabnahmen übersteigen die bei Walzung mit Abnahme in einem Stich (Reihe I) erzielten um etwa 10 %. Die Verformungsfähigkeit der Stähle ließ noch weitere Stiche zu, jedoch wäre dazu der Uebergang auf ein Walzgerüst mit dünneren Streckwalzen nötig gewesen.

Für die Walzung an Stahl 1 mit verschiedenen Walzanfangstemperaturen (Reihe III)

gibt *Bild 13* den Walzdruck und die gedrückte Fläche an. Die gedrückte Fläche entspricht für alle vier Walzungen derselben Kurve. Der Walzdruck nimmt mit sinkender Walzanfangstemperatur stark zu. Zwischen 55 und 60 % Dickenabnahme scheinen die Kurven sich in einem Punkt vereinigen zu wollen. Diese Beobach-

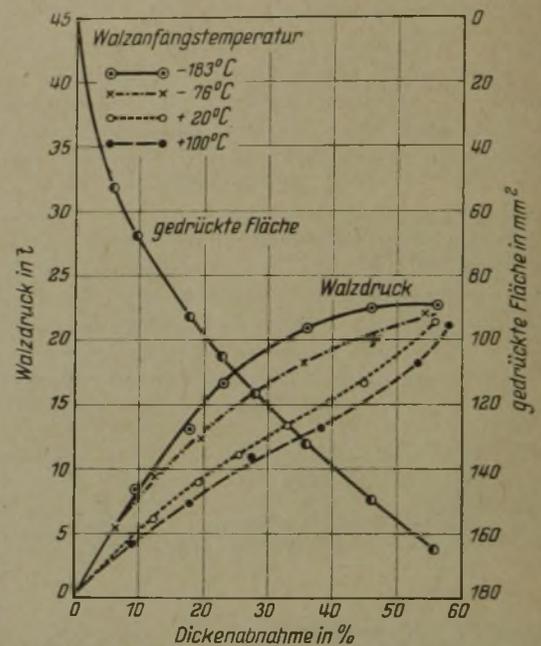


Bild 13. Walzdruck und gedrückte Fläche für Stahl 1 bei Walzung mit verschiedenen Walzanfangstemperaturen. (Reihe III.)

tung steht in guter Übereinstimmung mit Temperaturmessungen, die mit Thermochromstiften hinter der Walze an den Streifen durchgeführt wurden. Unabhängig von der Walzanfangstemperatur entsprach der Farbumschlag dieser Temperaturmeßstifte bei allen Proben mit der höchsten Abnahme einer Walzendtemperatur von etwa 120°. Es zeigt sich also, daß die Erwärmung der gekühlten Proben durch die wärmeren Walzen und durch die in Wärme umgesetzte Formänderungsarbeit etwa zu derselben Endtemperatur führt wie die Abkühlung der auf 100° erhitzten Proben durch die in diesem Fall kälteren Walzen.

Für die Versuchsreihe IV, in der die austenitischen Stähle 1 bis 4 mit steigenden Abnahmen in jeweils einem Stich bei einer Walzanfangstemperatur von 200° gewalzt wurden, sind Walzdruck und gedrückte Fläche in den *Bildern 14 bis 17* aufgetragen. Es ergibt sich für die Stähle 1 bis 3 ein Walzdruck, der bei den höchsten Abnahmen um etwa 10 t tiefer liegt, als er bei den Walzungen bei Raumtemperatur gefunden wurde, während der Unterschied bei Stahl 4 nur 3 t beträgt. Bei Stahl 1 zeigt die Kurve des Walzdrucks bei hohen Abnahmen wieder einen beschleunigten Anstieg, während sie bei den Stählen 2, 3 und 4 nach anfänglich etwas stärkerer Zunahme geradlinig ansteigt, ohne daß jedoch wie bei der Walzung mit Schmierung bei Raumtemperatur die Steigung wieder absinkt. Die Schmierwirkung des von der vorausgegangenen Erwärmung im Oelbad den Proben anhaftenden Heißdampfzylinderöls entspricht also nicht der des Rüböls bei Raumtemperatur. Die Voreilung für Stahl 1 zeigt bei etwa 15 bis 30 % Dickenabnahme gleichbleibende Werte, während sie für höhere Abnahmen stark ansteigt. Bei den übrigen Stählen tritt oberhalb 15 bis 30 % Abnahme ein Abfall ein, der bei Stahl 4 sogar zu negativen Werten führt. Demnach wird der auftretende Fließwiderstand wesentlich vom Werkstoff des Walzgutes mitbestimmt. Stahl 1 hat anscheinend eine höhere,

<sup>9)</sup> Vgl. Lueg, W., und E. Osenberg: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 15 (1933) S. 99/105; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1105.

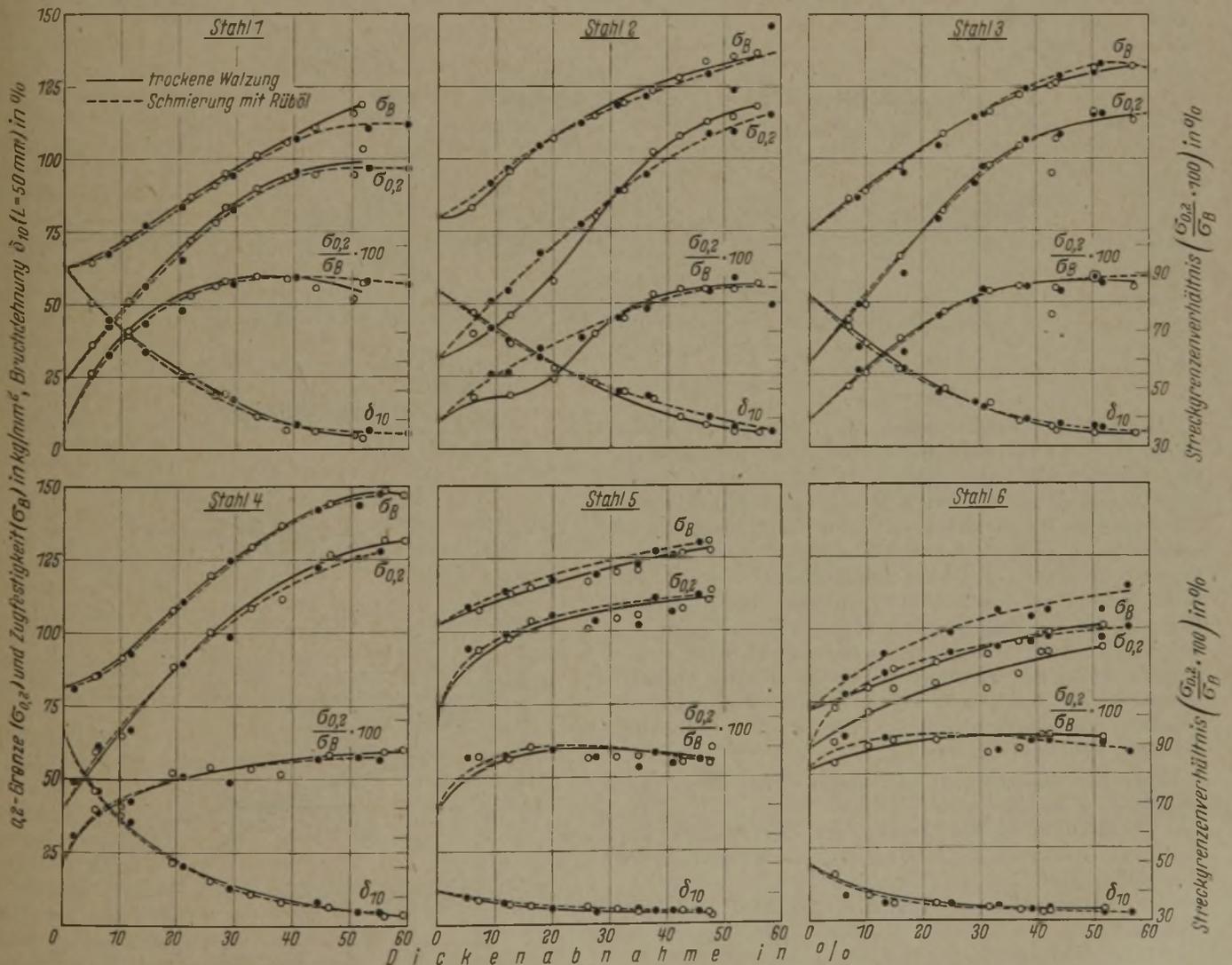


Bilder 14 bis 17. Walzdruck und gedrückte Fläche in Abhängigkeit von der Dickenabnahme in einem Stich bei 200° Walzanfangstemperatur. (Reihe IV.)

Stahl 4 eine wesentlich niedrigere Reibungszahl als die Stähle 2 und 3. Der mittlere Formänderungswiderstand liegt bei 200° Anfangstemperatur um etwa 30 kg/mm² niedriger als bei Raumtemperatur.

Bei den Walzversuchen bei 200° mit stufenweise aufgebracht Dickenabnahme

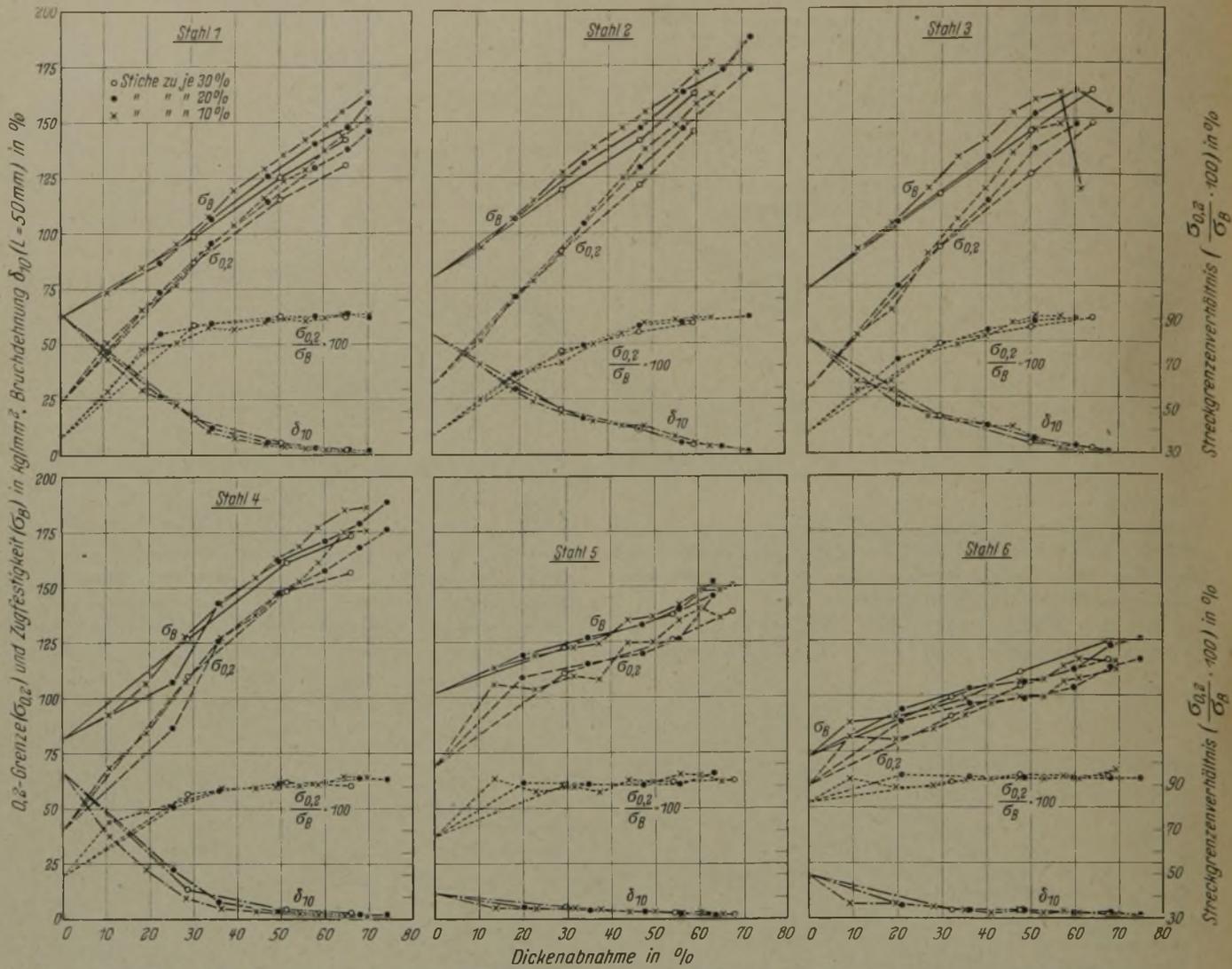
ganz angezogen, um die größte mögliche Abnahme zu erreichen. Voreilung und Walzdruck wurden auch hier wegen der starken Unterschiede in der Abnahme je Stich nicht ausgewertet. Man erkennt aus den Zahlenwerten, daß die Voreilung für ungefähr gleiche Dickenabnahmen etwa den bei Raumtemperatur gefundenen



Bilder 18 bis 23. Festigkeitseigenschaften der mit der Abnahme in einem Stich bei Raumtemperatur mit und ohne Schmierung gewalzten Bänder der Versuchsstähle in Abhängigkeit von der Dickenabnahme. (Reihe I.)

(Reihe V), die wiederum auf die vier austenitischen Stähle 1 bis 4 beschränkt wurden, sah der Stichplan zunächst einen Anfangsstich von 20 bis 30% Abnahme vor, dem weitere Stiche von etwa je 10% folgen sollten. Beim letzten Stich wurden die Druckschrauben

Werten entspricht. Die Bestimmung des Walzdrucks ergibt bei 200° etwas niedrigere Werte als bei der Reihe II. Stahl 4 weist entsprechend seiner hohen Formänderungsfestigkeit vergleichsweise die höchsten Werte für den Walzdruck auf.

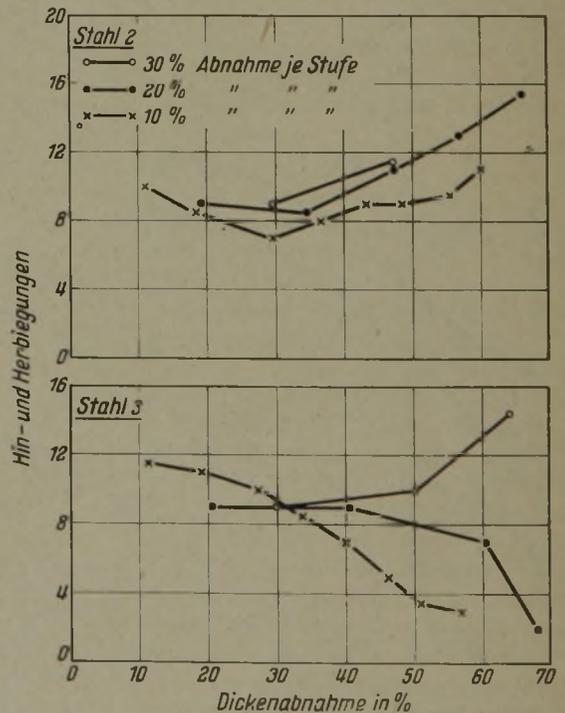


Bilder 24 bis 29. Festigkeitseigenschaften der mit Stufen von 30, 20 und 10 % Dickenabnahme gewalzten Bänder der Versuchsstähle in Abhängigkeit von der Gesamtdickenabnahme. (Reihe II.)

Festigkeitseigenschaften der gewalzten Bänder

Die bei den Walzversuchen mit Abnahme in einem Stich (Reihe I) erreichten Festigkeitseigenschaften des Bandes sind in den Bildern 18 bis 23 für die trockene Walzung und für die Walzung mit Schmierung in Abhängigkeit von der Dickenabnahme aufgetragen. Ein wesentlicher Einfluß der Schmierung auf die Festigkeitseigenschaften des erzeugten Bandes ergibt sich nicht. Stahl 1 erreicht bei 50 % Abnahme bei trockener Walzung für die Zugfestigkeit etwa  $6 \text{ kg/mm}^2$  mehr als bei Walzung mit Schmierung, während bei Stahl 6 die Walzversuche mit Schmierung für die gleiche Dickenabnahme eine um etwa  $10 \text{ kg/mm}^2$  höhere Zugfestigkeit ergeben. Im übrigen können die Kurven fast zur Deckung gebracht werden.

Die austenitischen Stähle zeigen nach anfänglich schwacher Zunahme etwa ab 10 % Verformung einen fast geradlinigen steilen Anstieg der Zugfestigkeit mit der Dickenabnahme, dessen Steigung erst bei über 40 % Verformung bei den Stählen 3 und 4 wieder etwas abnimmt. Während der Chrom-Nickel-Stahl 1 bei 50 % Dickenabnahme etwa  $115 \text{ kg/mm}^2$  Zugfestigkeit erreicht, werden für die Chrom-Mangan-Stähle 2 und 3 130 bis  $140 \text{ kg/mm}^2$  gefunden. Der stickstofflegierte Stahl 4 bleibt dicht unter  $150 \text{ kg/mm}^2$  Zugfestigkeit. Die 0,2-Grenze steigt von den für austenitische Stähle kennzeichnenden niedrigen Werten mit steigender Verformung sehr bald zu höheren Beträgen an. Ihr Verhältnis zur Zugfestigkeit, das gleichfalls aufgetragen wurde, erreicht bei den Stählen 1 und 4 schon bei 20 %



Bilder 30 und 31. Ergebnisse von Hin- und Herbiegeversuchen an Proben von Stahl 2 und 3, nach Kaltwalzung in Stufen von 30, 20 und 10 % Dickenabnahme.

Dickenabnahme den Wert von 80 %, während die Stähle 2 und 3 erst bei etwa 30 % Abnahme diesen Wert erreichen. Für Verformungen von 30 bis 50 %

wird eine Streckgrenze von fast 90 % der Zugfestigkeit gefunden, während bei 50 bis 60 % Abnahme das Streckgrenzenverhältnis teilweise wieder etwas abzufallen scheint. Die Bruchdehnung fällt von ihrem hohen Ausgangswert stetig ab, bleibt aber auch für den Stahl 4 mit fast 150 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit für 50 % Verformung immer noch bei etwa 5 %.

Der vor dem Kaltwalzen patentierte Stahl 5 (Bild 22) mit der hohen Ausgangsfestigkeit von 102 kg/mm<sup>2</sup> erreicht in langsamem Anstieg etwa 130 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit bei 50 % Verformung. Der niedriglegierte Stahl 6 (Bild 23) läßt sich nur auf 100 bis 110 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit bei 50 % Abnahme verfestigen. Für beide Stähle erreicht das schon im Ausgangszustand bei 70 oder 80 % liegende Streckgrenzenverhältnis sehr bald Werte von etwa 90 %. Ihre von vornherein geringere Bruchdehnung wird durch die Kaltverformung nicht so sehr wie die der austenitischen Stähle beeinflusst. Sie sinkt aber bei 50 % Verformung auf etwa 3 % ab. Bei gleicher Zugfestigkeit weisen die austenitischen Stähle eine höhere Bruchdehnung auf als die nicht austenitischen.

Bei der Prüfung der mit stufenweise aufgebracht Verformung gewalzten Proben der Reihe II (Bilder 24 bis 29) ergibt sich im Gegensatz zu früheren Beobachtungen an unlegierten Stählen<sup>2)</sup>, daß bei den austenitischen Stählen 1 bis 4 die Zugfestigkeit und Streckgrenze bei gleicher Gesamtannahme mit der Anzahl der Stiche ansteigen. Der Verlauf der Schaulinien für die Bruchdehnung läßt keine wesentlichen Unterschiede im Vergleich zu der Walzung in einem Stich erkennen. Die Stähle 1 und 3 lassen eine Zugfestigkeit von etwa 160 kg/mm<sup>2</sup> mit Sicherheit erreichen, während die Stähle 2 und besonders 4 sich auf rd. 190 kg/mm<sup>2</sup> verfestigen lassen. Im Vergleich zu der Walzung mit Abnahme in einem Stich sind diese höheren Werte nicht nur durch die höheren Gesamtannahmen, sondern auch dadurch bedingt, daß die Verfestigungskurven bei Verformung in Stufen steiler verlaufen, als wenn die gesamte Dickenabnahme in einem Stich aufgebracht wird. Das Streckgrenzenverhältnis übersteigt teilweise 90 %. Bei Stahl 1 ist zu berücksichtigen, daß bei einer Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes, der hier nur 0,05 % beträgt, auf etwa 0.10 % eine höhere Zugfestigkeit zu erwarten ist.

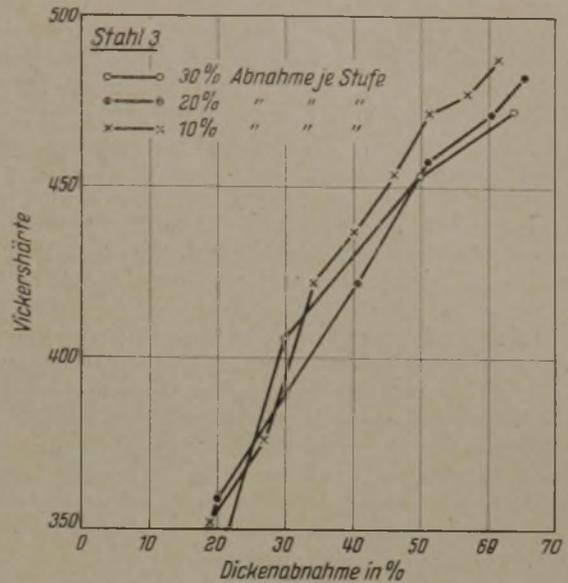
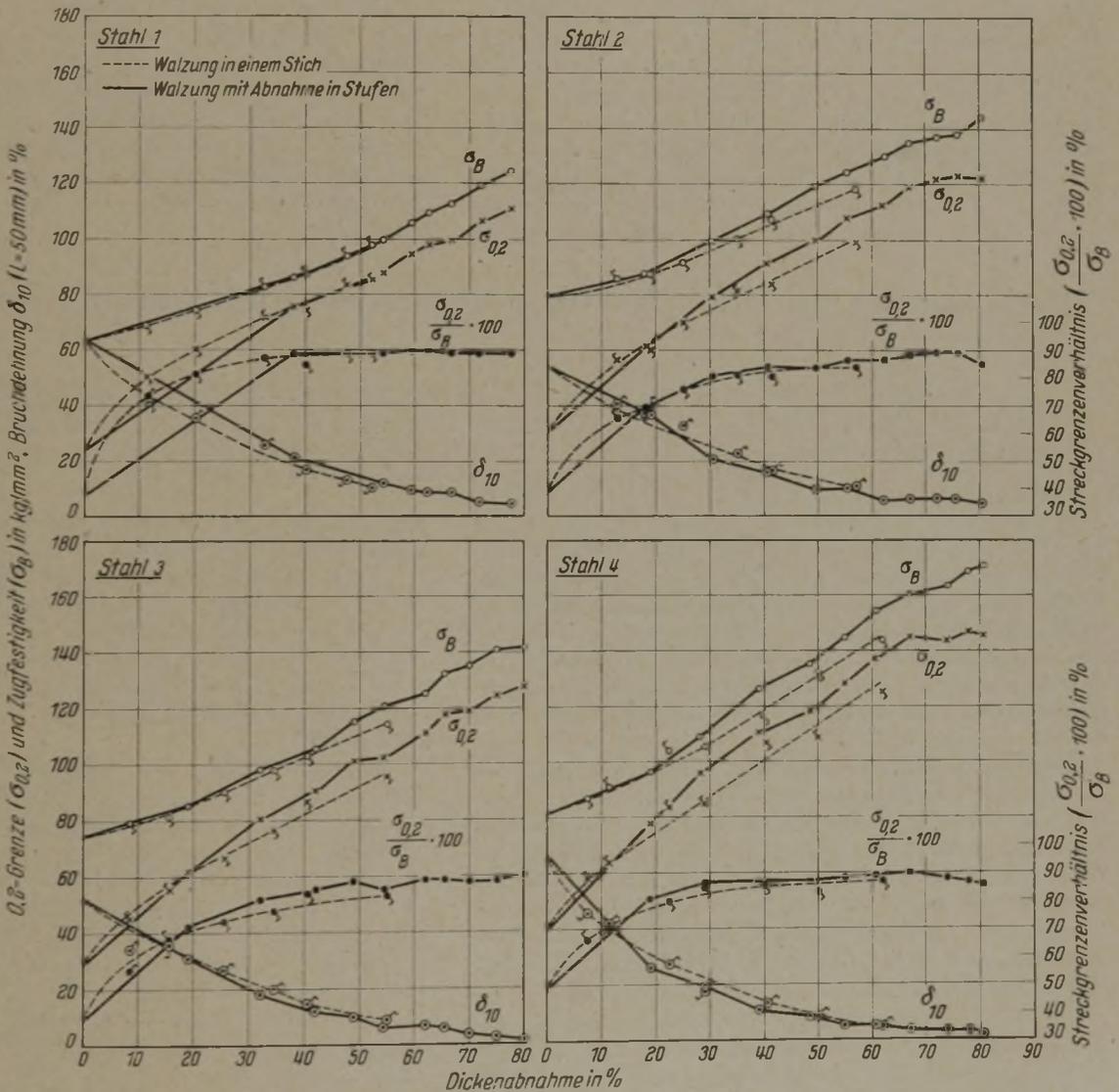


Bild 32. Vickershärte der mit Stufen zu je 30, 20 und 10 % Dickenabnahme gewalzten Proben von Stahl 3.



Bilder 33 bis 36. Festigkeitseigenschaften der mit Abnahme in Stufen und in einem Stich bei 200 ° Walzanfangstemperatur gewalzten Bänder der Stähle 1 bis 4. (Reihe IV und V.)

Eine Besonderheit zeigt sich bei Stahl 3, bei dem die Kurven für die Walzung mit Stichen zu je 20 und je 10 % Abnahme bei über 60 % Gesamtannahme einen plötzlichen Abfall der Zugfestigkeit aufweisen. Einen Hinweis auf die mögliche Ursache dieser Erscheinung geben Hin- und Herbiegeversuche, die an allen Bändern dieser Versuchsreihe durchgeführt wurden. In den Bildern 30 und 31 sind zum Vergleich die Ergebnisse

der Hin- und Herbiegeversuche für die ähnlich zusammengesetzten Stähle 2 und 3 wiedergegeben. Für Stahl 2 (Bild 30) zeigen alle drei Kurven mit steigender Gesamtdickenabnahme eine Zunahme der ertragenen Hin- und Herbiegungen, die bei den Stählen 1, 4 und 5 noch deutlicher in Erscheinung trat. Für Stahl 3 dagegen (Bild 31) steigt die Anzahl der ertragenen Hin- und Herbiegungen für die mit 30 % Abnahme je Stich gewalzten Proben mit abnehmender Dicke ebenfalls noch an, während die mit 20 und besonders die mit 10 % Abnahme je Stufe gewalzten einen starken Abfall aufweisen. Die Vickershärte der Proben folgt einer durchgehend ansteigenden Kurve (Bild 32). Hier ergeben sich auch bei den letzten Stichen für die Walzung mit kleinen Stufen höhere Werte als für die mit großen. Es liegt der Schluß nahe, daß bei der Aufteilung der Verformung in zahlreiche kleine Stiche sich der Beginn einer inneren Schädigung des Werkstoffes andeutet, ähnlich den Zerreißen, wie sie beim Ueberziehen von Draht deutlicher in Erscheinung treten.

Während bei den austenitischen Stählen eine Zugfestigkeit von 160 bis 190 kg/mm<sup>2</sup> erreicht wird, läßt sich Stahl 5 auf eine Zugfestigkeit von 150 kg/mm<sup>2</sup> (Bild 28) und Stahl 6 nur auf etwa 125 kg/mm<sup>2</sup> (Bild 29) verfestigen. Eine Abhängigkeit der erreichten Zugfestigkeit von der Einteilung des Stichplanes läßt sich bei den Stählen 5 und 6 in Uebereinstimmung mit den Feststellungen von Siebel und Pomp<sup>2)</sup> nicht beobachten. Das Streckgrenzenverhältnis liegt bereits im Ausgangszustand bei rd. 70 oder 80 % und steigt sehr bald auf 90 bis 95 % an. Die Steigung der Verfestigungskurven ist wesentlich geringer als bei den austenitischen Stäh-

len. Die Bruchdehnungswerte sind dabei noch etwas geringer als die der austenitischen Stähle höherer Festigkeit. Demnach ist in solchen Fällen, in denen auf hohe Festigkeit bei guter Dehnung Wert gelegt wird, den austenitischen Stählen der Vorzug zu geben, die, wie später gezeigt wird, außerdem in ihrem magnetischen und Korrosionsverhalten weitere Vorteile bieten. Bei den nicht austenitischen Stählen läßt eine Erhöhung der Festigkeit durch eine geeignete Wärmebehandlung wahrscheinlich bessere Erfolge erwarten als die Verfestigung durch Kaltverformung.

Bei der mit den austenitischen Stählen bei 200° Walzanfangstemperatur und Abnahme in Stufen (Reihe V) durchgeführten Walzung wird für Stahl 1 125 kg/mm<sup>2</sup>, für die Stähle 2 und 3 140 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit mit Sicherheit erreicht, während Stahl 4 sogar auf 170 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit verfestigt wird (Bilder 33 bis 36). Das Streckgrenzenverhältnis steigt auch hier bis zu Werten um 90 %. Die Bruchdehnung läßt keine wesentliche Verbesserung erkennen. Bei Stahl 1 ergibt bei Dickenabnahmen bis zu 40 % die Verformung in einem Stiche (Reihe IV) eine etwas höhere Streckgrenze und niedrigere Bruchdehnung gegenüber der in Stufen durchgeführten, läßt aber in der Zugfestigkeit keine Abweichung erkennen. Bei den Stählen 2, 3 und 4 dagegen liegt die Zugfestigkeit bei Abnahme in einem Stiche unter den für Abnahme in Stufen gefundenen Werten, so daß hier wie bei Raumtemperatur auch in der Wärme durch Aufteilung der Dickenabnahme in zahlreiche kleinere Stufen eine höhere Festigkeit zu erreichen ist. (Schluß folgt)

## Gasersparnis im Hochofen-Winderhitzerbetrieb durch Ueberwachung

Von Kurt Guthmann

[Mitteilung Nr. 321 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.\*.]

*Wärmeverbrauch der Winderhitzung. Untersuchung neuzeitlicher Winderhitzer und Ermittlung der zweckmäßigsten Betriebsführung. Gasersparnis auch bei Winderhitzern neuzeitlicher Bauart durch verschärfte Betriebsüberwachung. Ermittlung des Winderhitzer-Wirkungsgrades.)*

Eingehende Betriebsuntersuchungen von W. A. Güldner<sup>1)</sup> an nichtisolierten Hochofen-Winderhitzern älterer Bauart brachten unter gleichzeitiger Einführung einer laufenden Ueberwachung aller Betriebsvorgänge, besonders der Verbrennungszustände und der Temperatur, sehr beachtliche Gasersparnisse von 20 bis 25 % unter gleichzeitiger Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades von im Mittel 60 % auf 75 bis 80 %.

Wie W. A. Güldner angibt, hat man sich daran gewöhnt, für den Eigenbedarf der Winderhitzer einen Wert von etwa 22 % der Gesamt-Gichtgaserzeugung zu nennen, ein Wert, der jedoch als günstig anzusehen ist. Die Gasverbrauchszahlen liegen im allgemeinen zwischen 25 und 30 %, während bei neuzeitlichen, d. h. isolierten und mit einwandfreier Verbrennung arbeitenden sowie laufend überwachten Anlagen ein Eigenbedarf von 16 bis 20 % ausgewiesen wird.

Eindeutig ist heute wohl zu erkennen, daß neuzeitliche Winderhitzer grundsätzlich einen wesentlich geringeren Eigenbedarf an Gichtgas haben, eine Feststellung, die im Zeichen der Energie-Einsparung um so mehr dazu angetan ist, gerade die Winderhitzer älterer Bauart besonders zu überprüfen. Die Erfolge, die Güldner hierbei erzielt hat, sind der beste Beweis für die Notwendigkeit einer solchen, sich sowohl geld-

lich als auch vor allem energiemäßig immer bezahlt machenden Untersuchung.

Nach einem Bericht von E. H. Younglove<sup>2)</sup> hatte ein isolierter, neuzeitlicher Winderhitzer einen Wärmeverlust von 37 620 kcal/m<sup>2</sup>h gegenüber 140 870 kcal/m<sup>2</sup>h bei einem nichtisolierten Winderhitzer, der also viermal höhere Wärmeverluste aufwies. Das bedeutet eine jährliche Ersparnis je Winderhitzer von rd. 15 000 RM.

Nach Unterlagen der „Wärmestelle Düsseldorf“ und früheren Berechnungen von F. W e s e m a n n<sup>3)</sup> schwanken die Angaben über den Wärmeverbrauch für Winderhitzung, wie *Zahlentafel 1* zeigt, zwischen 577 und 1170 × 10<sup>3</sup> kcal/t Hochofenkoks, wobei sich im Mittel 893 × 10<sup>3</sup> kcal/t Trockenkoks ergeben, die etwa 900 Nm<sup>3</sup> Gichtgas je t Trockenkoks entsprechen.

Göldner<sup>1)</sup> gibt für die von ihm untersuchten Winderhitzer einen Verbrauch vor der Untersuchung von 1150 × 10<sup>3</sup> kcal/t Trockenkoks nach der Untersuchung von 950 × 10<sup>3</sup> kcal/t Trockenkoks nach theoretischen

Berechnungen von 750 × 10<sup>3</sup> kcal/t Trockenkoks für die Winderhitzung (720°) an.

Der Wärmebedarf der Winderhitzer eines geschlossenen Industriebezirks wurde kürzlich mit einem Durchschnittsverbrauch von 1160 × 10<sup>3</sup> kcal/t Trockenkoks bei gleicher Windtemperatur ermittelt.

Legt man je Tonne Trockenkoks eine mittlere Gichtgaserzeugung von 4100 Nm<sup>3</sup> entsprechend einer che-

\* ) Vortrag vor der Wärmewirtschaftlichen Tagung am 21. April 1943 in Dortmund. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 633/40 (Hochofenaussch. 216 u. Wärmestelle 316).

<sup>2)</sup> Blast Furn. 28 (1940) S. 461; vgl. auch Köhler, F. Wärme 66 (1943) S. 36/37.

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 717/24 (Wärmestelle 284).

Zahlentafel 1. Gichtgaswärme und Wärmeverbrauch für Winderzeugung und Winderhitzung je Tonne Hochofenkoks [nach Unterlagen der Mitt. Wärmestelle Nr. 284<sup>1)</sup>]

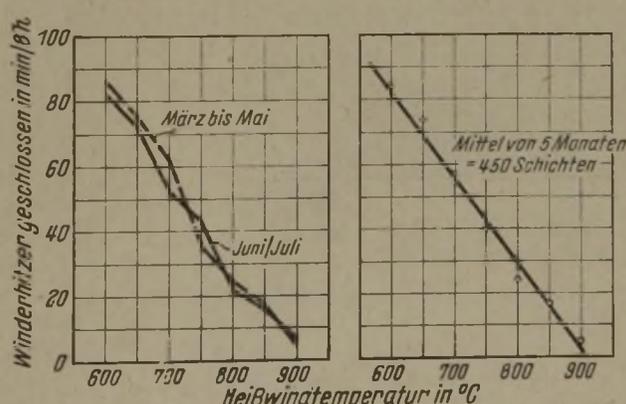
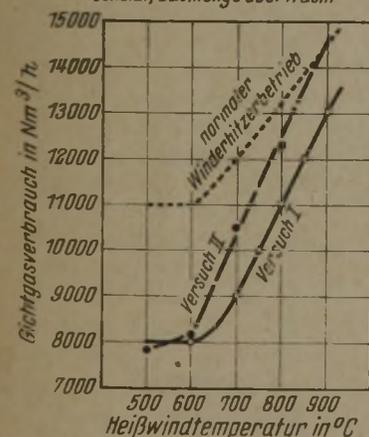
Werk	Jahr der Untersuchung	Chemisch gebundene Wärme im Gichtgas in 10 <sup>3</sup> kcal/t Rohkoks	Wärmeverbrauch, Winderzeugung in 10 <sup>3</sup> kcal/t Hochofenkoks	Wärmeverbrauch, Winderhitzung in 10 <sup>3</sup> kcal/t Hochofenkoks
A	1937	4360	513	1170
B	1937	4120	473	918
B	1939	4170	477	1020
C	1937	3820	428	870
C	1939	3750	431	688
D	1937	3840	471	962
D	1939	4030	520	1000
E	1937	3820	481	577
E	1939	3910	467	818
F	1937	3940	413	907
F	1939	4120	465	885
G	1937	3880	491	830
G	1939	3970	513	881
S	1939	3770	360	1010
J	1937	3680	543	882
J	1939	3710	430	862
		i. M. 3930	i. M. 467	i. M. 893

misch gebundenen Wärme im Gichtgas von rd.  $4 \times 10^6$  kcal/t Hochofenkoks zugrunde, so ergibt der nach der obengenannten Umfrage festgestellte Mittelwert von 28 % für den Eigenbedarf einen Gichtgasverbrauch von 1150 Nm<sup>3</sup>/t Trockenkoks. Als Anhaltswert für den Eigenbedarf der Winderhitzer wird man demnach mit einem mittleren Verbrauch von  $1000 \times 10^3$  kcal oder rd. 1000 Nm<sup>3</sup> Gichtgas/t Trockenkoks für Windtemperaturen zwischen 750 und 850 ° rechnen müssen.

Nach neueren Ermittlungen und Berechnungen von W. Heiligenstaedt beträgt der Eigenbedarf der Winderhitzer in Abhängigkeit von der Heißwindtemperatur bei neuzeitlichen Winderhitzern und solchen alter Bauart:

Heißwindtemperatur °C	Wärmeverbrauch der Winderhitzer in 10 <sup>3</sup> kcal/t Koks			
	nach W. Heiligenstaedt			nach W. A. Güldner (nach der Untersuchung)
	neuzeitliche Bauart	alte Bauart	Mehrverbrauch	
800	1035	1380	} 33%	1150
850	1115	1485		1300
900	1200	1600		1500

Bild 1. Abhängigkeit des Gichtgasverbrauchs von der Heißwindtemperatur.   
 - - - - - normaler Winderhitzerbetrieb   
 - - - - - Versuch II, Winderhitzer zeitweise geschlossen   
 - - - - - Versuch I, Winderhitzer ständig beheizt, Gasmenge überwacht



Heißwindtemperatur °C	Winderhitzer schließen min/8 h
600	80
650	70
700	55
750	40
800	30
850	15
900	-

Bild 2. Winderhitzer „Schließzeit“ und Heißwindtemperatur.

Danach rechnet W. Heiligenstaedt bei alten Winderhitzern mit einem um 33 % höheren Gasbedarf gegenüber solchen neuzeitlicher Bauart.

Wie weit sich durch Verbesserung der Betriebsüberwachung und durch eine zweckmäßige Betriebsführung

auf Grund wärme- und betriebswirtschaftlicher Ueberlegungen noch der Eigenbedarf selbst bei neuzeitlichen Winderhitzern senken läßt, zeigt das Beispiel einer Untersuchung an Winderhitzern folgender Bauart.

Zwei-Winderhitzer-Betrieb mit zwangsläufig betätigten Absperrvorrichtungen (ein Winderhitzer in Bereitschaft):

- Höhe 34 m
- Lichte Weite im Blechmantel 7 m
- Brennschachtdurchmesser 1,8 m
- Ausgitterung Sieben-Loch-Steine mit 15 000 m<sup>2</sup> Heizfläche
- Breunluftzuführung durch Gebläse
- Selbsttätige Umstellung durch Fernsteuerung mit Preßluft (Umstelldauer 1 1/2 min)
- Leistung 100 000 m<sup>3</sup> Wind auf 800 ° je Ofen und h bis 25 000 Nm<sup>3</sup>/h und Winderhitzer.
- Gasmenge

Bei der Beobachtung der selbsttätigen, aber von Hand ausgelösten Betriebsführung der Winderhitzer wurden verschiedene Feststellungen gemacht, die Anlaß zu folgender Untersuchung gaben: Bei normaler, d. h. bei der üblichen Betriebsweise wurden je nach den verlangten Windtemperaturen 11 000 (bei 600 °) bis 14 000 Nm<sup>3</sup> Gichtgas/h (bei 850 ° Heißwindtemperatur) verbraucht (Bild 1), entsprechend einem Eigenbedarf der Winderhitzer von 22 bis 24 %. Die Heißwindtemperatur wurde entsprechend den Anforderungen des Hochofenbetriebs durch ständigen Kaltwindzusatz geregelt.

Bei niedrigen Heißwindtemperaturen wurde jedoch zur Gaseinsparung der auf Wind stehende Winderhitzer noch um eine gewisse über die bisherige (zeitlich auf etwa 2 h festgelegte) Umstellzeit hinaus, auf Grund der noch vorhandenen Speicherwärme betrieben, wobei der Kaltwindzusatz stark gedrosselt oder ganz abgestellt, also besonders überwacht werden mußte. Der auf Gas während des Aufheizens stehende Winderhitzer konnte während dieser Zeit, die als „Winderhitzer-Schließzeit“ bezeichnet wurde, ohne weitere Gaszufuhr geschlossen werden. Eine nähere Untersuchung dieser „Schließzeit“ über 5 Monate = 450 Schichten ergab die in Bild 2 dargestellte Abhängigkeit zwischen Heißwindtemperatur und möglicher Schließzeit, die bei 600 ° Windtemperatur etwa 80 min. bei 800 ° immerhin noch 30 min je Schicht von 8 h betrug. Bei 900 ° wurde die gesamte Speicherung des Winderhitzers zur Einhaltung dieser vom Hochofen benötigten hohen Windtemperatur aufgebraucht, so daß der Winderhitzer genau nach

Zeit umgestellt werden mußte, eine „Schließzeit“ also nicht mehr möglich war.

Weitere Betriebsbeobachtungen, die zu einer verschärften Betriebsüberwachung und damit weiteren Gaseinsparung die Grundlagen geben sollten, legten die

Abhängigkeit zwischen Heißwindtemperatur und Gichtgasverbrauch sowie die Begrenzung der Abgastemperatur fest (Bild 3). Bei einer Heißwindtemperatur von z. B. 750° genügt danach eine Gasmenge von 10 000 Nm<sup>3</sup>/h, wobei eine Abgastemperatur von 140° nicht überschritten werden soll. Die auf Grund dieser Be-

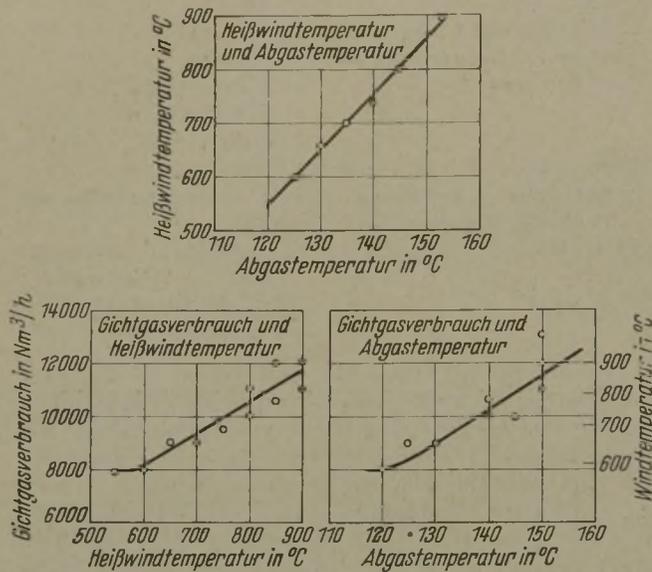


Bild 3. Zusammenhänge zwischen Heißwindtemperatur, Abgastemperatur und Gichtgasverbrauch. Winderhitzer ständig beheizt, Gasmenge überwacht. (Versuch I, 15. bis 18. März.)

obachtungen durchgeführte Betriebsweise ohne „Schließzeit“ brachte weitere erhebliche Gasersparnisse. Bild 4 bringt das Ergebnis der drei Betriebsarten als Abhängigkeit des Gichtgasverbrauchs von der Heißwindtemperatur. Die gegenüber dem nur allgemein überwachten Betrieb erzielte Gasersparnis beträgt bei 800° Windtemperatur:

- bei zeitweise geschlossenem Winderhitzer . . . 7%
- bei scharfer Ueberwachung aller Betriebsvorgänge, insbesondere der Abgastemperatur, der Verbrennungsverhältnisse und damit des Gichtgasverbrauchs sowie des Kaltwindzusatzes . . 17%

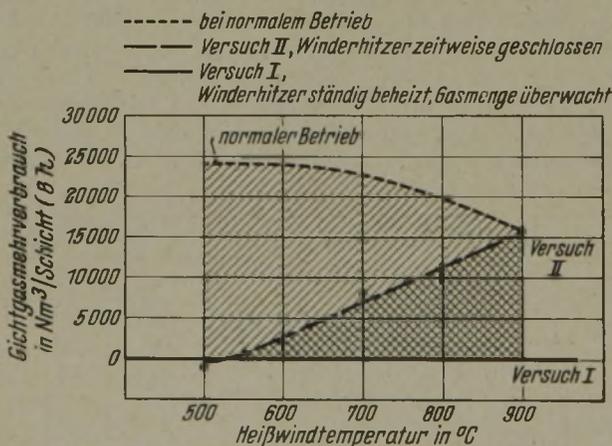


Bild 4. Heizgasersparnis bei verschiedener Winderhitzer-Betriebsweise.

Die Gasersparnis beträgt nach Bild 4 bei 800° Windtemperatur:

- bei zeitweise geschlossenem Winderhitzer etwa . . . 10 000 Nm<sup>3</sup>/8-Stunden-Schicht
- bei dem üblichen, jedoch verschärft überwachten Betrieb . . . . . 20 000 Nm<sup>3</sup>/8-Stunden-Schicht.

Bei niedrigen Windtemperaturen sind die Ersparnisse wegen der durch die stärkere Ueberwachung bes-

seren Ausnutzung der Speicherfähigkeit noch größer. Bei 900° ist ein zeitweises Schließen der Winderhitzer nicht mehr möglich, so daß hier der Wert für die Gasersparnis (von 16 000 Nm<sup>3</sup>/h) sich mit der gegenüber der früheren „normalen“ Betriebsweise erzielten Gasersparnis deckt. Der Eigenbedarf der Winderhitzer konnte durch diese Maßnahme von im Mittel 23 auf 19%, also insgesamt um 17%, gesenkt werden, während

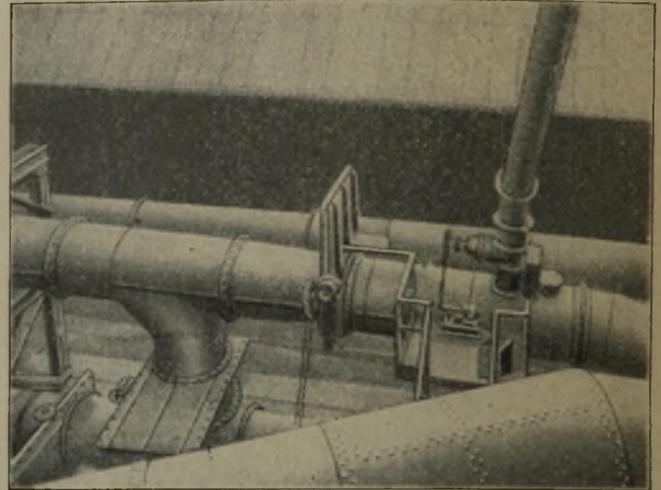


Bild 5. Selbsttätig geregelter Windschieber. (Nach Unterlagen von Siemens & Halske.)

die Gichtgasersparnis bei einer Windtemperatur von 600° monatlich rd. 1,8 × 10<sup>6</sup> Nm<sup>3</sup> Gichtgas (im Wert von 4500 RM.) und bei 900° monatlich noch 1,2 × 10<sup>6</sup> Nm<sup>3</sup> Gichtgas (im Wert von 3000 RM.) beträgt.

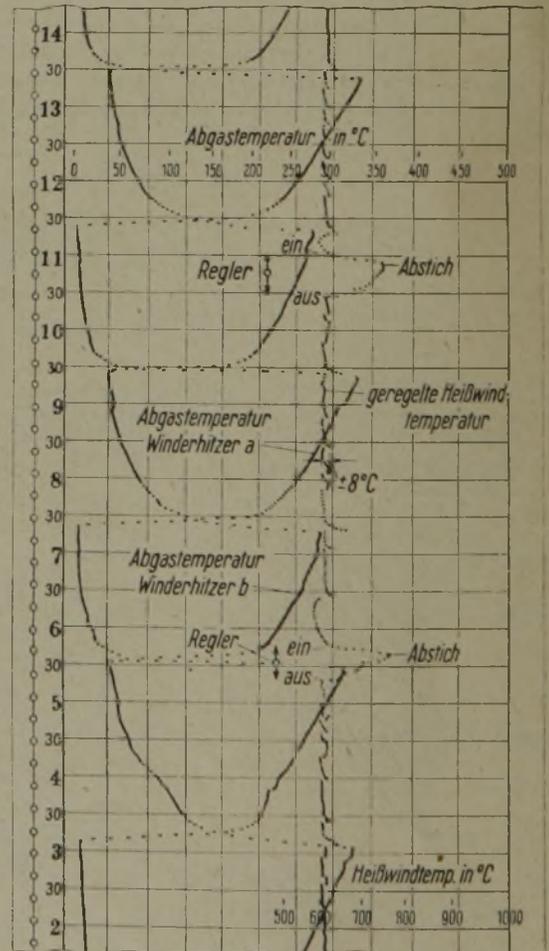


Bild 6. Mit Temperaturregler geregelte Heißwindtemperatur. (Nach Unterlagen von Siemens & Halske.)

Man wird weiter bei Gasüberschuß, der anderweitig nicht untergebracht werden kann, den Winderhitzer als Wärmespeicher betreiben und so immerhin einige

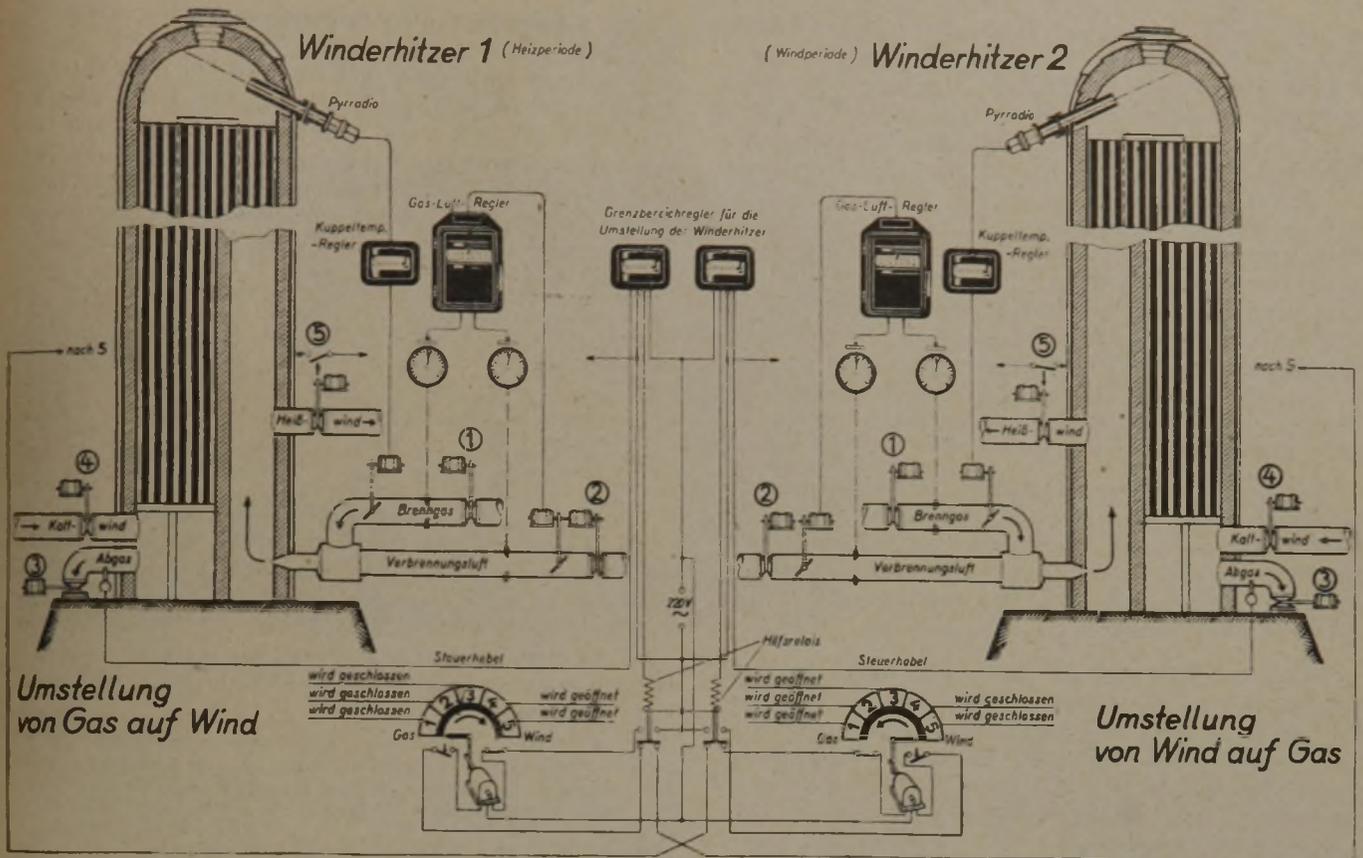


Bild 7. Vollselbsttätige Steuerung einer Winderhizergruppe. (Nach Vorschlägen der Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke, entworfen von Hartmann & Braun.)

10 000 Nm<sup>3</sup> Gichtgas wirtschaftlicher als durch Abfackeln unterbringen können. Hierfür stehen auch die Bereitschafts-Winderhizer zur Verfügung, wobei die Abgastemperatur durch heißere Abgase und höhere Speicherung bis auf 250 oder 300 ° steigen darf.

Die Verwendung eines selbsttätig geregelten Windschiebers, der durch Bemessung des Kaltwindzusatzes die Heißwindtemperatur auf gleicher Höhe hält, ist allerdings Voraussetzung bei Durchführung derartiger

Untersuchungen und ihrer nutzbringenden Anwendung (Bild 5). Die Regelung des Kaltwindzusatzes erfolgt durch den Windschieber in der Kaltwindleitung (rechts im Bild), der von einem Regelgetriebe angetrieben wird. Die Temperaturmeßstelle, ein Nickel-Nickelchrom-Thermoelement, liegt dabei hinter dem Mischventil. In normalem Betrieb wird die Mischwindtemperatur von dem Regler in Grenzen von ± 8 ° gehalten (Bild 6); nur beim Umstellen steigt die Windtemperatur kurzzeitig an.

Selbsttätige Heißwindregelung dürfte nach Ueberschlagsrechnungen im Hochofen selbst eine Ersparnis von etwa 1 % Hochofenkoks bringen, was bei 1 % weniger Wind eine Ersparnis von etwa 1 % der Gichtgasmenge beim Hochofengebläse ausmachen würde.

Die vollselbsttätige Steuerung einer Winderhizergruppe, wie sie nach Vorschlägen

der Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke und Entwürfen von Hartmann & Braun Bild 7 zeigt, dürfte allen Wünschen und Anforderungen an eine Regelung der verschiedenen Vorgänge beim Winderhizer entsprechen. Diese Steuerung erscheint heute von besonderem Wert, da sie weitgehend Arbeitskräfte ersetzt und zur Energie- und vor allem Gaseinsparung beiträgt. Während bisher die Betätigung der Schieber neuzeitlicher Winderhizer in der erforderlichen Reihen-

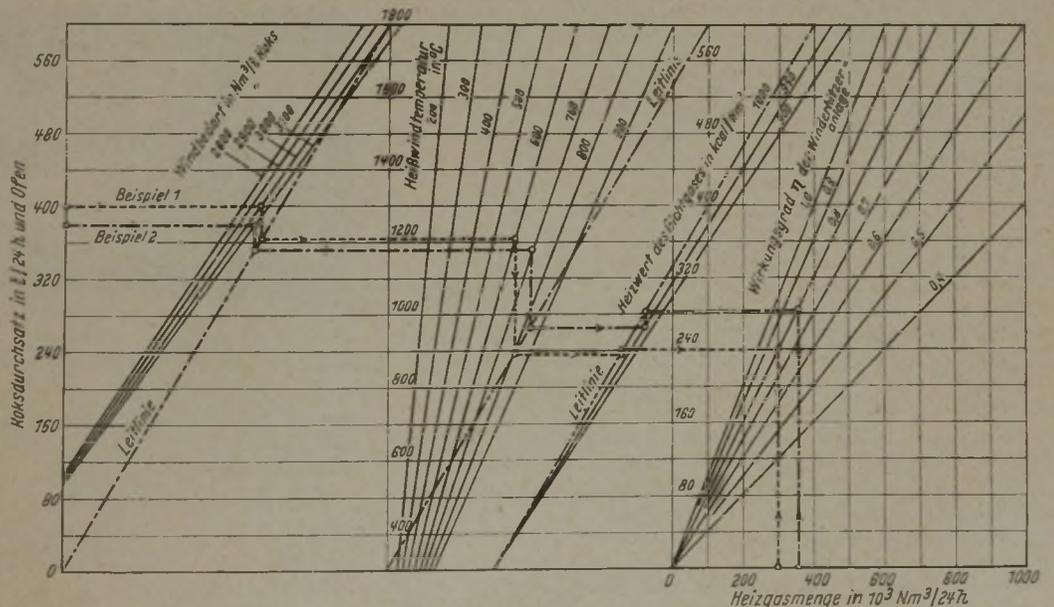


Bild 8. Nomogramm zur Ermittlung des Winderhizer-Soll-Wirkungsgrades. (Nach Unterlagen von E. Senfter.)

folge von Hand und mit Preßluft als Hilfsmittel erfolgt, weiter der Winderhizerwärter die Verbrennungsverhältnisse bei der Aufheizung, die Temperatur der Winderhizerkuppelung und die genügende Erwärmung des Hochofenwindes zu überwachen, also einen umfang-

reichen Aufgabenkreis zu bewältigen hat, wird die Steuerung der einzelnen Winderhitzer nach *Bild 7* vollselbsttätig durchgeführt. Für alle Winderhitzergruppen sämtlicher Hochöfen eines Hochofenwerks ist je Schicht nur noch ein Wärter zur Beobachtung der gemessenen Betriebszahlen erforderlich. So wird bei Erreichung der Kuppel-Höchsttemperatur die Gasmenge so gedrosselt, daß der eingestellte Sollwert der Kuppel-Höchsttemperatur nicht überschritten wird, wobei auch die Verbrennungsluftmenge über Stauränder mit Ringwaagen und Fernsender geregelt wird. Auch die Preßluftsteuerung für die Winderhitzer-Umstellung wird in Abhängigkeit von der Heißwindtemperatur selbsttätig durchgeführt, und zwar gilt die Abgastemperatur als Auslösepunkt. Die für diese Steuerung vorgesehenen Meßgeräte, Steuerteile usw. sind in *Bild 7* eingezeichnet.

In diesem Zusammenhang ist zur kritischen Prüfung der Arbeitsweise, besonders des Wärmeverbrauchs der Winderhitzer sowie zu Vergleichszwecken die Kenntnis des Wirkungsgrades der Winderhitzer, dessen Berechnung wegen der Aufstellung einer Wärmebilanz viel Rechenarbeit erfordert, wichtig.

Für jeden Winderhitzer gibt es eine günstigste Belastung, die von der Größe und der Art des Ausbaues, d. h. des Gitterwerks, bestimmt wird. Für einen guten Winderhitzer kann man heute Abgastemperaturen von unter 150° bis zu 60° und einen Luftfaktor von 1,2 annehmen. Damit ergibt sich der

$$\frac{\text{Feuerungswirkungsgrad} = \text{im Winderhitzer verbrauchte Wärme}}{\text{Wärmecinnahme}} = 0,89 \text{ bis } 0,94.$$

Im Schrifttum finden sich eingehende Berechnungen hierüber<sup>4)</sup>.

Das nach Unterlagen von E. Senfter aufgestellte Nomogramm (*Bild 8*) gestattet nun, den Soll-Wirkungsgrad von Winderhitzern unmittelbar schaubildlich abzulesen, und zwar aus den Betriebsdaten des Hochofens, des Koksdurchsatzes, der Heißwindtemperatur, des Luftbedarfs, des Gichtgas-Heizwertes und der Heizgasmenge. Nachfolgend zwei Beispiele, die im Nomogramm eingezeichnet sind:

	Einheit	Beispiel 1	Beispiel 2
Koksdurchsatz des Einzelofens . . . . .	t/24 h	400	380
Windbedarf . . . . .	Nm <sup>3</sup> /t Koks	3000	3100
Heißwindtemperatur . . . . .	°C	600	700
Unterer Gichtgasheizwert Hu . . . . .	kcal/Nm <sup>3</sup>	980	940
Heizgasmenge . . . . .	Nm <sup>3</sup> /24 h	300 000	360 000
Abgelesener Wirkungsgrad . . . . .	0	80	78,5

**Zusammenfassung**

Auf Grund verschärfter Betriebsüberwachung konnte auch an neuzeitlichen Winderhitzern der Eigenbedarf an Heizgas um 17 % gesenkt werden. Zur schnellen Ermittlung des Soll-Wirkungsgrades von Winderhitzern wird ein Nomogramm angegeben, das gestattet, aus den Betriebsangaben unmittelbar den Winderhitzerwirkungsgrad abzulesen.

<sup>4)</sup> Schack, A.: Der industrielle Wärmeübergang. 2. Aufl. 1940. Heiligenstaedt, W.: Wärmetechnische Rechnungen für Industrieöfen. 2. Aufl. 1941. Rummel, K.: Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 175/85 (Wärmest. 187). Rummel, K., u. G. Scheffels: Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 547/49 (Wärmestelle 197). Rummel, K., u. F. Kessler: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 233/42 (Wärmestelle 238).

**Umschau**

**Die Feststellung von Fehlern mit Hilfe des Zählrohres und von γ-Strahlen**

Das von H. Geiger und W. Müller<sup>1)</sup> erfundene Zählrohr ist bei der Reichsröntgenstelle von A. Trost<sup>2)</sup> so weitgehend verbessert worden, daß in ihm heute ein werkstattgerechtes Prüfgerät zur Messung der Intensität von Röntgen- und γ-Strahlen gesehen werden kann. Von A. Trost wurden auch schon die Anwendungsmöglichkeiten dieses Prüfgerätes unrisen. Besonders erfolgreich war der Einsatz des Zählrohres bei Strahlenschutzmessungen und bei Wanddickemessungen. Als weitere Anwendungsmöglichkeiten wurden die Ermittlungen von Korrosionen in Zellstoffkochern, die Prüfung von Zündschnüren, die Feststellung von Lunkern und noch eine große Zahl weiterer Vorschläge, auf die in diesem Rahmen nicht eingegangen werden kann, angegeben.

Es sollte nun geprüft werden, welche Möglichkeiten die Anwendung des Zählrohres bei der Feststellung von Innenfehlern in nicht zu dickwandigen Werkstücken aus Stahl, z. B. bei der Ermittlung von Lunkern in Stahlgußteilen, bietet. Erfolgversprechend ist die Anwendung von γ-Strahlen, da es dabei möglich ist, eine punktförmige Strahlenquelle nahe an den Fehlerort heranzubringen, was aus Gründen der Fehlererkennbarkeit wichtig ist.

Um diese Prüfung wirtschaftlich zu gestalten, ist es jedoch, besonders bei laufenden Prüfungen, erforderlich, für jeden einzelnen Fall die Prüfbedingungen richtig zu wählen. Die Empfindlichkeit eines Mehrfach-Zählrohres läßt sich bei Anwendung von γ-Strahlen (50 bis 100 mg Mesothorium) in den Stärkeregionen bis zu 100 mm so einstellen, daß Dickenunterschiede bis etwa 1 mm herunter noch erfaßt werden können. Die Ausdehnung des feststellbaren Fehlers

quer zur Durchstrahlungsrichtung bestimmt die geometrische Anordnung von Zählrohr, Prüfstück und γ-Strahler; je näher der γ-Strahler an das Prüfstück herangebracht wird und je weiter das Zählrohr vom Prüfstück oder vom γ-Strahler entfernt ist, um so kleinere Fehler können erkannt werden. Da die Einstellzeit des Zählrohres von der auftretenden Strahlenintensität in der Weise abhängig ist, daß die Einstellzeit bei geringerer Intensität erheblich zunimmt, wird

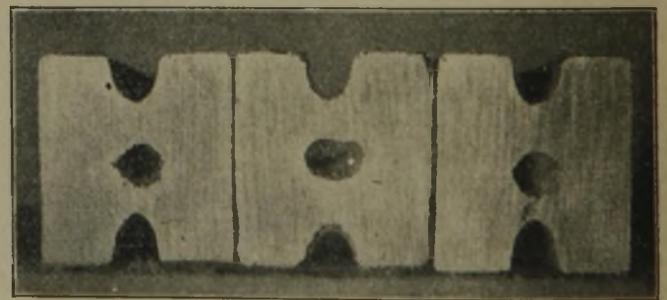


Bild 1. Lunke in Gußstücken von 25×30 mm<sup>2</sup> eines Nickel-Aluminium-Magnetstahles.

bei durch größeren Abstand zwischen γ-Strahler und Zählrohr bedingter geringerer Intensität die Abtastgeschwindigkeit, die durch den Bruch

$$\frac{\text{Durchmesser der im Werkstück durchstrahlten Fläche}}{\text{Einstellzeit des Zählrohres}}$$

gegeben ist, verringert. Je nach der geforderten Fehlererkennbarkeit können bei den angeführten Wanddicken 0,2 bis 1,5 m<sup>2</sup>/h abgetastet werden. Da bei geringeren Wanddicken meist auch kleinere Fehler festgestellt werden müssen, sind die kleineren Prüfleistungen den dünneren Wandabmessungen zugeordnet. Bei einer Prüfgeschwindigkeit von etwa 0,2 m<sup>2</sup>/h können in 10 mm dicken Platten Fehler von 2 mm Durchmesser und 1 mm Tiefe eben noch erkannt werden; bei 25 mm dicken Platten werden jedoch Fehler erst bei 2 mm Durchmesser und einer Tiefe von 3 mm oder bei einem Durchmesser von 3 mm mit 1 mm Tiefe erkannt.

<sup>1)</sup> Z. Phys. 29 (1928) S. 839.

<sup>2)</sup> Z. Phys. 105 (1937) S. 399. Metallwirtsch. 19 (1939) S. 687. Die Entwicklung des Zählrohres zum werkstattgerechten Prüfgerät. Berlin 1940; Z. Phys. 117 (1941) S. 257/64. Haas, R.: Papierfabr. 39 (1941) S. 65. Trost, A.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 668/70. Lindemann, R., und A. Trost: Z. Phys. 115 (1940) S. 456/68.

Bei 55 mm Plattendicke und etwa 0,5 m<sup>2</sup>/h Abtastgeschwindigkeit konnten beispielsweise Fehler mit 5 mm Durchmesser und 3 mm Tiefe noch erkannt werden. Bei 85 mm Plattendicke können gerade noch Fehler mit 5 mm Durchmesser bei 5 mm Tiefe gut erkannt werden.

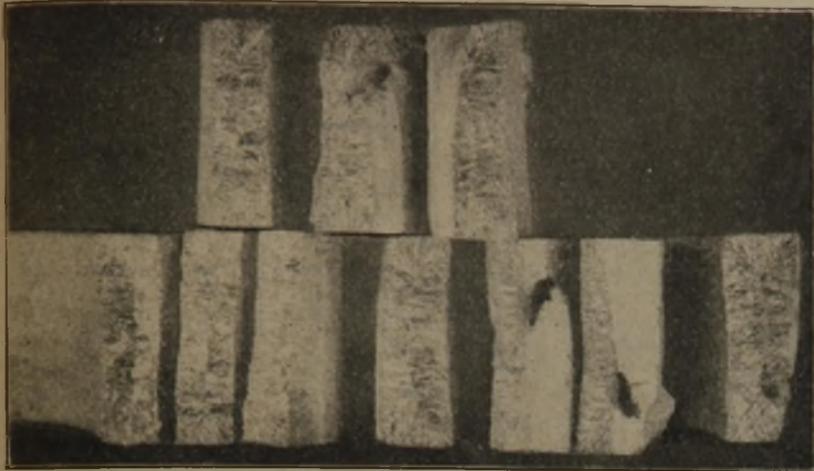


Bild 2. Bruchaussehen fehlerhafter und fehlerfreier Magnetringe.

Einige Beispiele, die bei der Prüfung von Gußstücken auf Lunker anfielen, sollen im folgenden mitgeteilt werden. Bild 1 zeigt Stäbe aus Nickel-Aluminium-Magnetstählen, die wegen Lunker ausgeschieden wurden. Da sich bei diesen Stäben erfahrungsgemäß Fehler nur in der Stabmitte finden, kann sich die Prüfung auf die Stabmitte beschränken, so daß die Stäbe nur einmal durchstrahlt zu werden brauchen. Mit einer Abtastgeschwindigkeit von 20 mm/s können 72 m entsprechend 350 kg/h mit einem Gerät geprüft werden. Zählrohr und Präparat sind hierbei fest angeordnet, die Stäbe werden einfach durchgezogen. Die Prüfkosten betragen je nach den örtlichen Verhältnissen 5 bis 8 RM/h. Bei den gezeigten Stäben ergaben sich daher Prüfkosten von etwa 0,02 RM/kg.

Bild 2 zeigt Magnetringe, bei welchen die Prüfung so erfolgte, daß das Zählrohr fest stand und der  $\gamma$ -Strahler längs der Achse der Magnetzylinder verschoben und der Ring gedreht wurde; die Durchstrahlung erfolgte daher entlang einer Schraubenlinie. Links unten im Bild sind vier gute Brüche, rechts und oben je drei Brüche von als fehlerhaft ausgeschiedenen Ringen. Die Prüfung eines solchen Ringes dauert 20 bis 30 s, so daß bei einem Ringgewicht von etwa 500 g etwa 75 kg/h geprüft werden können.

Bild 3 zeigt Bruchbilder einer besonders schlecht gießbaren Sonderlegierung. Die Prüfung erfolgte wie bei Bild 1.

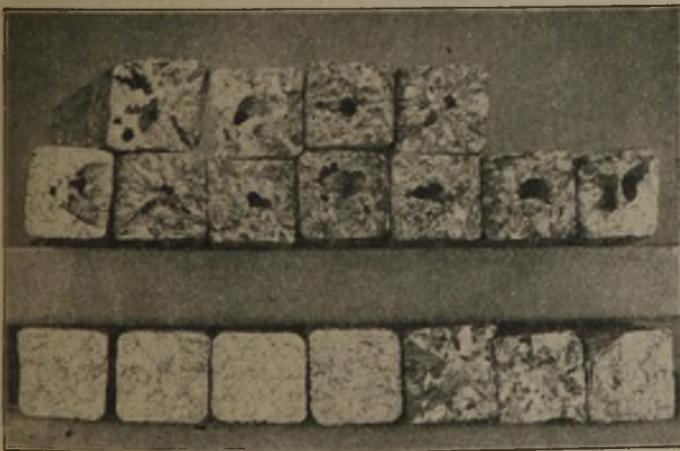


Bild 3. Bruchaussehen fehlerhafter und fehlerfreier Gußstäbe einer schwer zu gießenden Sonderlegierung.

Die sieben Stäbe der untersten Lage wurden als gut bezeichnet, die elf Stäbe der obersten Lage als unbrauchbar ausgeschieden. Die Prüfkosten bei diesen Stäben betragen etwa 4 bis 5 Rpf/kg des untersuchten Werkstoffes.

Als letztes Beispiel soll noch ein großer Magnetring (Bild 4) gezeigt werden, bei dem in der Nähe des Ein-

gusses ein kleiner wurmartiger Lunker festgestellt wurde. Die Prüfungsanordnung wurde hier so getroffen, daß das Zählrohr in der Mitte des Ringes angeordnet und der Strahler am Umfang des Ringes bewegt wurde. Der festgestellte Lunker war nach der Zählrohranzeige an sich noch zulässig, der Ring wurde jedoch gebrochen, um zu zeigen, welche Fehler noch mit größter Deutlichkeit nachgewiesen werden können.

Haben Gußstücke wechselnde Wanddicken, so ist es schwierig, die Prüfung zu mechanisieren, da entsprechend der Dickenänderung die Empfindlichkeit und die Nullpunkteinstellung dauernd verändert werden müssen. Vereinfachen ließe sich das Meßverfahren dadurch, daß man das Zeigergerät und den  $\gamma$ -Strahler in ein Handstück zusammenbaut, wobei die Empfindlicheinstellung und die Nullpunktverschiebung unmittelbar am Zählrohr oder am Meßgerät vorgenommen werden können. Es kann ein Mann alle Bedienungshandgriffe durchführen.

Ein Nachteil dieses Prüfverfahrens ist noch der erforderliche Strahlenschutz, doch läßt sich auch diese Aufgabe, besonders bei Vorrichtungen für laufende Massenprüfungen, in befriedigender Weise lösen.

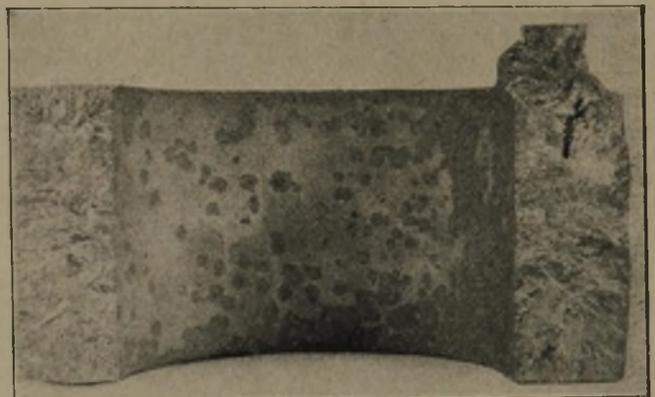


Bild 4. Kleiner Lunker am Einguß eines Magnetringes.

Insgesamt gesehen, ist die Feststellung von Fehlern mit Hilfe von  $\gamma$ -Strahlen und Zählrohr ein Prüfverfahren, das in einer Reihe von Fällen mit Vorteil angewendet werden kann und Beachtung verdient. Es wird sich zweifellos innerhalb der zerstörungsfreien Prüfverfahren, deren Bedeutung heute voll anerkannt wird, seinen Platz sichern.

Helmut Krainer.

## Fortschritte in der Schweißtechnik im Jahre 1942<sup>1)</sup>

### 1. Einfluß des Werkstoffes

Für die Erdölindustrie ist Stahl mit 4 bis 6% Cr und 0,5% Mo, wie schon mehrfach betont wurde, nahezu unentbehrlich. Schweißtechnik bietet er jedoch, wie R. W. Emerson<sup>1)</sup> berichtet, nicht unerhebliche Schwierigkeiten, die vor allen Dingen auf die Neigung zur Lufthärtung zurückzuführen sind. Wird der Stahl ohne Vorwärmung geschweißt, so ist die Gefahr der Ribbildung besonders in den ersten Schweißlagen außerordentlich groß. Die Vorwärmung bei 200 bis 340° ist aber nur in der Lage, eine übermäßige Härtung und Ribbildung zu verhüten. Für die Festigkeitseigenschaften ist sie bedeutungslos, wie Versuche des Verfassers bei Lichtbogenschweißung und Arcatonschweißung bewiesen. Günstige Dehnungswerte werden dagegen bei Spannungsfreiglühung erzielt. Rohrstreifen von 10 mm Dicke ließen sich nach dieser Behandlung ohne jede Schwierigkeiten um 180° biegen. Auch schweißtechnisch ist der Stahl nicht besonders günstig. Vor allen Dingen muß auf richtige Wahl der Stromstärke geachtet werden, die gegenüber unlegierten Elektroden um 10 bis 15 A höher sein soll. Selbst bei guten Elektroden neigt der Stahl zur Porenbildung, was nur durch ein großes Schweißbad verhindert werden kann. Außerdem lassen sich Senkrecht- und Ueberkopfschweißungen nur schwer poren-

<sup>\*)</sup> Letzte Schriftumsübersicht siehe Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 31/34 u. 54/57.

<sup>1)</sup> Weld. J. 20 (1941) S. 239/48.

frei durchführen. Sind sie nicht zu vermeiden, so können nur Elektroden von 3 bis 4 mm Dmr. Anwendung finden. Dies ist auch der Grund, weshalb bei größeren Rohrleitungen Flansch- oder Nietverbindungen noch heute bevorzugt werden. Es ist häufiger vorgeschlagen worden, für diesen Stahl austenitische Elektroden mit 25 % Cr und 20 % Ni (teils mit Karbidbildnern) zu verwenden. Schweißtechnisch stellt dieser Vorschlag eine günstige Lösung dar. Andererseits muß aber berücksichtigt werden, daß sich in der Übergangszone Grobkorn bildet, das durch Wärmebehandlung nicht beseitigt werden kann.

H. Tannheim<sup>2)</sup> prüfte die Eignung des Ellira-Schweißverfahrens<sup>3)</sup> für den Kesselbau. Die Versuche wurden mit einem Kesselwerkstoff M II und einem mit Silizium und Mangan legiertem Zusatzwerkstoff (Zahlentafel 1) durchgeführt. Der Zuwachs des Siliziumgehalts

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung von geschweißtem Kesselblech M II

Werkstoff	% C	% Si	% Mn	% P	% S
Grundwerkstoff . . . .	0,13	0,14	0,65	0,02	0,034
Zusatzwerkstoff . . . .	0,15	0,30	1,80	0,02	0,025
Schweißnaht . . . . .	0,11	0,46	0,85	0,02	0,020

entsteht durch die Reaktion von Eisen und Mangan mit der Kieselsäure der Schlacke. Nach Ermittlungen des Verfassers ist Mangan- und Eisenoxyd in der Schlacke mit der Siliziumzunahme unmittelbar vergleichbar; infolgedessen sind für die Manganabnahme äußere Einflüsse, wie z. B. Oxydation durch Sauerstoff aus der Atmosphäre, nicht maßgebend. Kohlenoxyd soll auf diese Vorgänge keinen wesentlichen Einfluß ausüben. Aus den angestellten Festigkeitsuntersuchungen geht hervor, daß die Eigenschaften der Naht auch ohne Wärmebehandlung außerordentlich günstig waren. Bei einer hohen Nahtfestigkeit wurde eine hohe Dehnung verzeichnet. Das gleiche Bild ergab sich bei Kerbschlagversuchen, die in nichtgeglühtem Zustand die Bedingungen mit über 8 mkg/cm<sup>2</sup> voll erfüllten. In normalgeglühtem Zustand wurde eine Steigerung der Kerbschlagzähigkeitswerte auf einen Mittelwert von 12,3 mkg/cm<sup>2</sup> erzielt. Schwellzugversuche ergaben Dauerfestigkeitswerte in der Nähe der Streckgrenze. Insgesamt sind die gesamten Ergebnisse günstiger als bei einem der anderen Schmelzschweißverfahren.

Den Einfluß von Aluminium auf die Schweißbarkeit von unlegiertem Stahl untersuchten C. E. Sims und F. B. Dahle<sup>4)</sup>. Die Schweißbarkeit wird unter Verwendung umhüllter Elektroden bis zu Gehalten von 0,20 % Al kaum merklich beeinflusst, wobei gasabgebende Elektroden weniger vorsichtig zu behandeln sind als mineralische. Geringe Schweißgeschwindigkeit und geringe Stromstärke begünstigen bei gasabgebenden Elektroden die Porigkeit, und zwar scheint sich die Stromstärke am stärksten auszuwirken. Stähle mit 0,2 % Al lassen sich zufriedenstellend schweißen, und es ist anzunehmen, daß Stähle mit geringerem Aluminiumgehalt sich nicht ungünstiger verhalten. In den Eigenschaften der Schweißnaht wirkt sich der Aluminiumgehalt günstig aus. Der Einfluß von Tonerde konnte bei den vorliegenden Untersuchungen nicht gesondert erfaßt werden. Die Schweißart ist bei gasabgebenden Elektroden besonders zu beachten, und zwar soll bei pendelnder Bewegung und Mehrlagenschweißung die Porigkeit größer sein als bei strichförmiger Schweißung. Für die vielverbreitete Ansicht, daß durch Aluminium die Aufnahme von Wasserstoff und damit eine verstärkte Bildung von sogenannten Fischaugen verursacht werde, lagen keine Anhaltspunkte vor.

Mit Rücksicht auf die Einsparung an Legierungselementen und die damit verbundene Kostenfrage prüfte V. Trunschitz<sup>5)</sup> die Möglichkeit, mit Azetylenüberschuß bei Auftragschweißungen die Schweißnaht aufzukohlen. Zunächst war festzustellen, ob aus der Vorflamme auf ein bestimmtes Verhältnis zwischen Sauerstoff und Azetylen auch bei verschiedenen Brennerbauarten zu schließen war. Bis zu dem praktisch als höchstzulässig ermittelten Azetylenüberschuß von 20 % war kein wesentlicher Unterschied bei den verschiedenen hier geprüften

Brennern festzustellen. Die Kohlenstoffaufnahme wurde an zwei Schweißdrähten folgender Zusammensetzung festgestellt:

	% C	% Si	% Mn	% Mo
Schweißdraht 1 . . . .	0,13	0,12	0,78	0,30
Schweißdraht 2 . . . .	0,49	0,18	0,64	—

Als größtes Verhältnis zwischen Kernflamme und Vorflamme wurde mit Rücksicht auf die Porenbildung 1:2,5 bis 1:3,0 gewählt. Bis zu diesem Wert war die Kohlenstoffaufnahme bei beiden Schweißdrähten ziemlich gleichmäßig. Damit wurde gleichzeitig ein kurvenmäßiges Ansteigen der Härte erzielt. Die bei höchster noch zulässiger Vorflamme erreichte Kohlenstoffaufnahme ist aber derart gering, daß auf diese Art und Weise die Härte eines GA 2 nicht erreicht wird. Außerdem muß darauf hingewiesen werden, daß, wie auch bei hochgekohlten Drähten allgemein, eine Schweißung nur in waagerechter Lage möglich ist, da die dem weichen Stahl eigene Oberflächenspannung mit der Kohlenstoffaufnahme abnimmt. Für manche Arbeiten mag das entwickelte Verfahren anwendbar sein; einen Ersatz für Auftragschweißung mit legierten Schweißdrähten dürfte das Verfahren aber kaum darstellen.

## 2. Arbeitsverfahren

Von A. R. Grunnert<sup>6)</sup> wurde als neues Gas-schweißverfahren die sogenannte Tiefschweißung empfohlen, die auch gegenüber der Nachrechtschweißung noch erheblich herabgesetzte Schweißkosten ergeben soll. Dabei wird mit Hilfe eines Gleichdruckbrenners eine neutral eingestellte, im rechten Winkel zur Blechoberfläche geführte Brennerflamme unter der recht hohen Brenngas-Auströmungsgeschwindigkeit von 130 bis 175 m/s benutzt und möglichst tief in den Schweißspalt mit nicht abgeschragten Blechkanten eingeführt. Hierdurch soll eine so erheblich bessere Ausnutzung der Wärme der Schweißflamme erreicht werden, daß z. B. bei 10 mm dicken Blechen bei gleicher Brennergröße die Tiefschweißung eine um 50 % größere Schweißgeschwindigkeit als die Nachrechtsschweißung und eine Senkung der Schweißkosten um etwa 34 % ergibt. Nach dem Verfahren sind nach Angaben von Grunnert schon zahlreiche Behälter aus legiertem Stahl von 2 bis 6 mm Blechdicke mit bestem Erfolg geschweißt worden. Einwandfreie Einrichtungen und gründliche Erlernung des Verfahrens sollen aber Vorbedingungen für gute Ergebnisse sein.

Die Ausbesserung dickwandiger Stahlgußstücke in unbearbeitetem Zustand bietet bei Beachtung der bekannten Vorsichtsmaßnahmen, besonders bei Vorwärmung, keine besonderen Schwierigkeiten. Sorgfältiger muß dagegen die Vorbereitung zum Schweißen und ihre Durchführung bei Körpern sein, die bereits eine mechanische Bearbeitung bis auf Schleifzugabe erfahren haben. Derartige Ausbesserungsschweißungen von kleinen und größeren Schweißfehlern werden von H. Schmidt<sup>7)</sup> geschildert. Vorwärmung und genügend langsame Abkühlung ist in jedem Falle angebracht, um harte Stellen und Ribbildung durch Härtung zu vermeiden. Bei größeren Stellen empfiehlt es sich, um Verziehungen auszuschalten, nach einer bestimmten Schweißhöhe, die noch nicht zum Verziehen führt, eine Glühung unterhalb A<sub>c1</sub> zwischenzuschalten. Die Wahl des Zusatzwerkstoffs muß nach dem Werkstoff des Gußstückes von Fall zu Fall entschieden werden. Es wird jedoch kaum möglich sein, die Zusammensetzung des Stahlgusses bei höherer Festigkeit zu treffen. Bei hochfestem Stahlguß wird es zweckmäßig sein, die erforderliche Festigkeit im Zusatzwerkstoff weniger durch Kohlenstoff als durch andere metallische Legierungselemente zu erreichen. Auf diese Art und Weise können wertvolle Stücke noch so ausgebessert werden, daß ihre Haltbarkeit kaum durch die Schweißung beeinträchtigt wird.

Nach H. Schulz<sup>8)</sup> sind die Mißerfolge bei der Umstellung von Links- auf Rechtsschweißung auf ungenügende Umschulung zurückzuführen. Mit Rücksicht auf die gebotene Leistungssteigerung ist auf eine ausgedehnte Anwendung der Rechtsschweißung größter Wert zu legen. Ein weiteres Verfahren zur Leistungssteigerung ist das Mehrflamenschweißverfahren, das in Deutschland auch heute noch wenig Anwendung gefunden

<sup>2)</sup> Elektroschweißg. 13 (1942) S. 169/75.

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 665/66.

<sup>4)</sup> Weld. J. 20 (1941) Nr. 10 (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 504/12.

<sup>5)</sup> Autogene Metallbearb. 35 (1942) S. 2/12.

<sup>6)</sup> Elektroschweißg. 13 (1942) S. 221/27.

<sup>7)</sup> Elektroschweißg. 13 (1942) S. 131/37.

<sup>8)</sup> Z. VDI 86 (1942) S. 369/71.

hat. Gegenüber der Rechtsschweißung ist durch das Zweiflammenverfahren von Hand eine 50prozentige Steigerung der Schweißgeschwindigkeit bei geringeren Kosten zu erzielen. Bei Reihenfertigung empfiehlt sich die Verwendung von selbsttätigen Schweißmaschinen. Bei der Hintereinanderschaltung mehrerer Brenner sind damit Schweißleistungen von 700 bis 900 m/h ohne weiteres zu erzielen. Als Rohrschweißmaschine haben sie ausgedehnte Anwendung gefunden.

Die physikalischen Grundlagen des Ellira-Verfahrens<sup>9)</sup> werden von H. Tannheim<sup>9)</sup> behandelt, und zwar wird untersucht, ob es sich hierbei, wie von dem Erfinder angegeben, um Verflüssigung des Schweißgutes unter dem Widerstand der Schweißschlacke oder um ein Lichtbogenverfahren handelt. Zur Entscheidung dieser Frage wurden von dem Verfasser verschiedene Wege eingeschlagen. Aus rein theoretischen Überlegungen und der Tatsache, daß bei Schweißspannungen unter 20 V keine Schweißung mehr möglich ist, folgert Tannheim, daß eine reine Widerstandsschweißung nicht vorliegt, vielmehr gemäß der für den Wechselstrom geltenden Ayrtonschen Gleichung ein Lichtbogen für die Schweißung notwendig ist. Die Vermutung wird durch Leitfähigkeitsmessungen bestätigt, die ergaben, daß bei einer Temperatur von 2700° ein flüssiger Aggregatzustand der Schweißschlacke nicht mehr anzunehmen ist, da freie Kieselsäure bereits bei 2230 bis 2590° verdampft. Eine weitere Bestätigung, daß es sich beim Ellira-Verfahren vorwiegend um Lichtbogen-schweißung handelt, erbrachten Röntgenuntersuchungen und Spannungsszillogramme der Ellira-Schweißung im Vergleich zum Wechselstromlichtbogen. Trotzdem besteht die Wahrscheinlichkeit, daß ein Teil des Stromes über den Widerstand der Schlacke in Wärme umgesetzt wird.

Die Schwierigkeiten beim Punktschweißen von Werkstoffen hoher Wärmeleitfähigkeit beruhen darauf, daß die Wärme an der Schweißstelle zu schnell abgeführt wird. Außerdem werden diese Schwierigkeiten durch einen niedrigen Temperaturbereich zwischen dem schmiedbaren und dem geschmolzenen Zustand derart erhöht, daß mit üblichen Einrichtungen eine einwandfreie Verbindung nicht auszuführen ist. H. B. Axtell und R. L. Ringer<sup>10)</sup> beschrieben eine Einrichtung, mit der es möglich ist, auch die nach dieser Richtung ungünstigsten Metalle einwandfrei zu verbinden. Das sogenannte Hi-Wave-System beruht darauf, daß ein hoher Strom in sehr kurzer Zeit über einen Transformator durch das Schweißteil geleitet wird. Zu diesem Zweck wird Strom in einem Kondensator aufgespeichert und dem Werkstück über einen Transformator zugeleitet. Auf die theoretischen Erläuterungen und die Stromverhältnisse kann hier nicht eingegangen werden. Es gelang nach diesem Verfahren, wie Häufigkeitskurven über Abscherversuche beweisen, unter normalen Bedingungen als nicht punktschweißbar bekannte Legierungen in Dicken von 0,5, 1,0 und 1,6 mm einwandfrei zu verbinden.

Im Zusammenhang mit der Punktschweißung wurden Sonderuntersuchungen über die Reibung beim Elektrodenvorschub von W. F. Hess und L. D. Runkle<sup>11)</sup> durchgeführt. Bei den geringen Schweißzeiten ist eine erhöhte Reibung insofern von Vorteil, als zu Beginn des Schweißvorganges der Uebergangswiderstand ziemlich groß ist. Andererseits wird bei einer möglichen Verflüssigung der Punktschweißung das Herausdrücken des Schmelzgutes durch Elektrodendrucksenkung infolge Reibung abgebremst. Hierdurch wird der mögliche Strombereich wesentlich erweitert. Die Versuche wurden mit feinsten Meßdrähten durchgeführt, die unter Spannung eine Änderung des Widerstandes anzeigen, der zur Messung der Druckspannung ausgewertet wird.

R. Schnarz<sup>12)</sup> behandelt die Steuerungsvorgänge bei Punkt- und Nahtschweißmaschinen. Eine vollkommene Steuerung des Elektrodendruckes, des Schweißstromes und der Schweißzeit ist an sich nur durch den Temperaturverlauf beim Schweißen möglich. Hier entstehen jedoch Schwierigkeiten insofern, als bei den meist sehr kurzen Schweißzeiten es keine Möglichkeit gibt, die Temperaturänderungen genau zu erfassen. Man hat

deshalb vielfach die Änderung der Stromverhältnisse und die Elektrodenbewegung beim Schweißen als Steuergrundlage, allerdings mit wenig befriedigenden Ergebnissen, gewählt. Die günstigsten Ergebnisse wurden, auf erfahrungsmäßiger Grundlage, durch getrennte Steuerung des Elektrodendruckes, der Stromstärke und der Schweißzeit erzielt. Die Einhaltung genauer Periodenzahl als Schweißzeit erfordert Einrichtungen, die diese Bedingungen zu erfüllen in der Lage sind. Die gebräuchlichste Steuerung ist die Stromrichter-Steuerung, die in verschiedenen Ausführungsformen für die jeweiligen Anforderungen entwickelt worden ist. Ihre Anwendung richtet sich nach den Schweißarbeiten und der Maschinenleistung. Während Schweißzeitbegrenzer mit Schütz vorwiegend für Schweißmaschinen unter 100 kVA und einfache Arbeiten geeignet sind, wird für höhere minutliche Punktzahlen ein Schweißbegrenzer benutzt, bei Schnellpunktschweißung je ein Zeitbegrenzer für die Schweißzeit und die Schweißpause. Die Schaltungen beim Einweg-Schweißtakt und beim Zweiweg-Schweißtakt sind der Originalarbeit zu entnehmen. Diese Steuerungen ermöglichen jedoch nur Schweißungen in vollen Periodenzahlen. Für besondere Zwecke müssen auch Bruchteile von Perioden einzuhalten sein. In derartigen Fällen erfolgt die Steuerung über eine photoelektrische Zelle als Steuervorstufe.

Nach Mitteilungen von L. Adams<sup>13)</sup> ist für die Schienenschweißung ein neues Verfahren entwickelt worden, das sich von der Abschmelz- oder Widerstandstumpfschweißung dadurch unterscheidet, daß die Erwärmung auf Schweißhitze mit Azetylgasbrennern erfolgt. Zu diesem Zwecke sind um die Stoßstelle eine größere Anzahl von Brennern angeordnet, die so aufeinander abgestimmt sind, daß die Schweißtemperatur in allen Querschnitten zu gleicher Zeit erreicht wird. Der übrige Schweißvorgang erfolgt wie bei der Widerstandstumpfschweißung in Spannvorrichtungen. Die Vorbereitung zum Schweißen muß mit großer Sorgfalt erfolgen. Die Flächen müssen frei von Rost sein und schließend aufeinander passen. Die Kosten sollen geringer als bei allen übrigen Schweißverfahren sein, besonders, wenn, wie im vorliegenden Falle, Sondereinrichtungen zum Verlegen großer Strecken vorhanden sind. Die bisher verlegten Strecken haben sich bei den verschiedensten Witterungseinflüssen bestens bewährt.

### 3. Prüfverfahren

Über die Schweißbarkeit und deren Prüfung bei geschmiedeten und normalgeglühten Nickelstählen berichten C. E. Jackson und G. G. Luther<sup>14)</sup>. Als Prüfverfahren wählten sie einen Kerbbiegestab mit Spitzkerb, wobei jedoch auf das volle Blech nur eine Schweißbraupe aufgetragen wurde, die in Schweißrichtung angekerbt wurde. Eine weitere Biegeprobe für Kehlnähte wurde mit beiderseits aufgeschweißtem Steg gebogen. Daneben wurden zur Beurteilung noch die Härte in und neben der Schweißnaht sowie der Kerbschlagversuch herangezogen. Auf Grund der Prüfergebnisse stellen die Verfasser fest, daß eine gute Schweißbarkeit ohne Vorwärmung bei folgenden Stählen gewährleistet ist:

1. 0,17 bis 0,20 % C, 1,43 bis 2,31 % Ni
2. 0,14 bis 0,19 % C, bis 2,0 % Ni
3. 0,09 bis 0,12 % C, bis 3,5 % Ni.

Die Ergebnisse gelten nur für bestimmte Schweißbedingungen. So dürfen beispielsweise bei höherer Wärmezufuhr, wie sie bei der Einlagenschweißung zu verzeichnen ist, die zulässigen höchsten Nickel- und Kohlenstoffgehalte erhöht werden.

Wilhelm Lohmann.

(Fortsetzung folgt.)

### Die Bestimmung des Aluminiums in Stählen mit hohem Nickel- und Chromgehalt

Während die Aluminiumbestimmung in unlegierten Stählen, z. B. nach dem Phosphatverfahren, ziemlich einfach durchführbar ist, wird sie bei legierten Stählen infolge zusätzlicher Trennungsgänge schon erheblich schwieriger und zeitraubender. Daher untersuchten S. D. Steele und L. Russell<sup>1)</sup> die Möglichkeiten zur Vereinfachung der Aluminiumbestimmung in Stählen mit etwa 10 % Ni und 25 % Cr. Von den bekannten Verfahren erschien ihnen das

<sup>9)</sup> Elektroschweißg. 13 (1942) S. 17/24.

<sup>10)</sup> Weld. J. 20 (1941) S. 117/22.

<sup>11)</sup> Weld. J. 20 (1941) Nr. 10 (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 491/98.

<sup>12)</sup> Elektroschweißg. 13 (1942) S. 49/57.

<sup>13)</sup> Weld. J. 20 (1941) S. 769/75. — <sup>14)</sup> Weld. J. 20 (1941) Nr. 11 (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 437/52.

<sup>1)</sup> Iron Steel 16 (1943) S. 182/85 u. 200.

für Ferrolegierungen entwickelte Verfahren von C. Pigott<sup>2)</sup> besonders vorteilhaft, da es die Aluminiumfällung durch Oxin (o-Oxychinolin) unmittelbar in kaliumcyanidhaltiger Lösung ermöglicht. Offenbar ist den Verfassern die schon früher von Th. Heczko<sup>3)</sup> angegebene Aluminiumbestimmung in zyanidhaltiger Lösung mit Oxin bei Anwesenheit von Eisen, Nickel, Kupfer, Kobalt, Chrom und Molybdän nicht bekannt geworden.

Bei der Anwendung des Pigottschen Verfahrens auf legierte Stähle waren die Aluminiumoxinat-Niederschläge jedoch stark durch die Begleitmetalle verunreinigt. Daher wurde die Arbeitsweise in verschiedenen Punkten geändert. Die Abtrennung des Mangans als Manganferrozyanid wurde durch ausreichende Zugabe von Kaliumcyanid sichergestellt. Das Chrom wurde durch Verflüchtigung als Chromylchlorid entfernt. Die Nickelverunreinigungen wurden durch zweimalige Fällung mit Oxin vermieden. Als Lösungsmittel für das Oxin-Reagens empfehlen die Verfasser Essigsäure statt Alkohol.

Auf Grund von Versuchen mit Ammoniumaluminatlösungen bekannten Gehalts wurden als günstigste Trocknungstemperatur für das Aluminiumoxinat 110 bis 120° festgelegt. Bei 125° konnten merkbare Verluste festgestellt werden. Dies deckt sich nicht mit den Angaben von R. Berg<sup>4)</sup>, der als obere Grenze 130° angibt. Auch der Chemikerausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute<sup>5)</sup> hat bei seinen Untersuchungen durch Trocknung bei 130° nach einer Vortrocknung bei 110° gute Ergebnisse erzielt. Die Temperatur des Waschwassers soll 80° nicht überschreiten, weil sonst leicht etwas Aluminiumoxinat in Lösung gehen kann.

Schließlich wird folgende Arbeitsvorschrift empfohlen:

1 g der Probe löst man mit 20 cm<sup>3</sup> Salzsäure (1,19) und oxydiert mit einigen Kubikzentimetern Salpetersäure (1,4). Dann gibt man 20 cm<sup>3</sup> Ueberschlorsäure hinzu, engt bis zum Rauchen ein und erhitzt, bis die Lösung orangefarben ist und kondensierte Ueberschlorsäuretröpfchen an der Innenwand des Lösungsgefäßes herabfließen. Das Erhitzen soll 15 min dauern. Die Lösung soll aber nicht sirupartig oder fest werden. Dann fügt man Salzsäure (1,19) in kleinen Abständen hinzu, um das Chrom als Chromylchlorid zu verflüchtigen. Nach dem Verschwinden der braunen Dämpfe ist der Vorgang beendet. Nach Zugabe von 10 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure (1,84) dampft man bis zum Erscheinen der Schwefeltrioxyddämpfe ein. Langes Erhitzen bei zu hoher Temperatur muß vermieden werden, damit die ausgefallenen Sulfate nicht zu schwer löslich werden. Die Salze bringt man durch Kochen mit Wasser und etwas Salzsäure in Lösung. Dann fügt man 15 cm<sup>3</sup> einer 20prozentigen Ammoniumpersulfatlösung hinzu und kocht wieder bis zur Zerstörung des Ueberschlusses. Man filtriert die Lösung unter Verwendung von Filterschleim und wäscht mit heißem Wasser nach.

Zum Filtrat gibt man 10 cm<sup>3</sup> 50prozentige Weinsäurelösung, dann Ammoniak bis zu einem Ueberschuß von 1 cm<sup>3</sup> und schließlich 12,5 g Kaliumcyanid (p. a.). Die Lösung erhitzt man zur Ausfällung des Mangans als Manganferrozyanid zum Sieden und läßt 15 min gelinde kochen. Nach dem Abkühlen der Lösung auf Zimmertemperatur filtriert man unter Verwendung von Filterschleim und wäscht den Filterinhalt mit lauwarmer 10prozentiger Ammoniumchloridlösung aus. Das Filtrat versetzt man mit einer Ammoniakmenge, die hinreicht, um die freie Essigsäure der zur Fällung anzuwendenden Menge Oxin-Lösung zu neutralisieren, erhitzt auf 60 bis 70°, gibt 20 cm<sup>3</sup> Oxin-Lösung (20 g o-Oxychinolin in 350 cm<sup>3</sup> Essigsäure lösen, auf 1 l verdünnen, Ammoniak zugeben, bis ein leichter Niederschlag entsteht, filtrieren) unter Rühren hinzu, filtriert, sobald sich der Niederschlag zusammengeballt hat, und wäscht mit kaltem Wasser aus.

Den Niederschlag löst man mit heißer Salzsäure (1,19) vom Filter, wobei man die Lösung im vorher benutzten Fällungsgefäß auffängt, und wäscht mit heißem Wasser nach. Die Lösung versetzt man mit einigen Kubikzenti-

metern Salpetersäure (1,4) und 5 cm<sup>3</sup> Schwefelsäure (1,84) und dampft sie bis zum Entweichen von Schwefeltrioxyddämpfen ein. Nötigenfalls erhitzt man die Lösung nach Ammoniumpersulfat- und Salpetersäurezugabe, bis sie klar ist. Anschließend bringt man die Salze durch Zugabe von Wasser und Kochen in Lösung, fügt 5 cm<sup>3</sup> 50prozentige Weinsäurelösung zu, macht ammoniakalisch, gibt 2 g Kaliumcyanid (p. a.) hinzu und erhitzt zum Sieden. Die heiße Lösung wird gerade essigsauer gemacht (Lakmus), auf 70° abgekühlt und nacheinander mit 20 cm<sup>3</sup> Oxin-Lösung und 50 cm<sup>3</sup> einer heißen 4-n-Ammoniumazetat-Lösung versetzt. Die Lösung soll jetzt 60 bis 70° heiß sein. Nachdem sich der Niederschlag durch gelegentliches Umrühren zusammengeballt hat, filtriert man ihn unter Verwendung eines gewogenen Glasfiltertiegels (Poros. 4) ab, wäscht ihn mit etwa 250 cm<sup>3</sup> Wasser von 50 bis 60° aus, trocknet 2 h bei 105 bis 110° und wägt.

Die Menge der im Verfahren angegebenen Oxin-Lösung reicht für Aluminiumgehalte von etwa 1%. Höhere Gehalte bedingen entsprechend mehr Fällungsreagens.

Die mit dieser Arbeitsweise erzielten Ergebnisse, von denen die Verfasser eine kleine Uebersicht geben, sind sehr befriedigend.

Erich Stengel.

### Aufgaben des Reichsausschusses für Arbeitsstudien (Refa)

(Wesen; Mittel; Bereich; 3. Refa-Buch)

Zweck, Umfang und Inhalt der Refa-Arbeit umfassen ganz allgemein die Bestgestaltung der Arbeit mit dem Ziel der Ermittlung und Steigerung der Leistung, der gerechten Entlohnung, der Verbesserung der Güte und der Betriebsorganisation einschließlich aller damit zusammenhängender Maßnahmen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit. Refa erschöpft sich daher keineswegs, wie stellenweise angenommen wird, nur in der Kalkulation zum Zwecke der Akkordvorgabe.

Der Refa-Gedanke ist auf alle Wirtschaftsgruppen anwendbar, er hat daher Gültigkeit für die Rohstoffgewinnungsbetriebe, die Eisen- und Metallerzeugung und -verarbeitung, die Holz- und Webwarenindustrie, das Baugewerbe, die Landwirtschaft, die Verkehrs- und Handelsbetriebe, die Banken und andere betriebliche und verwaltungstechnische Arbeitsgebiete. Die vorgenannten Aufgaben des Refa beinhalten das Wesen der „Betriebswirtschaft“; Refa ist damit eines der wirksamsten Werkzeuge der Rationalisierung.

Mittel zur Rationalisierung ist die Arbeitsstudie. Sie liefert die Unterlagen für die Organisation der Arbeit mit dem Ziel bester, harmonischer Arbeitsabläufe. Zu diesem Zweck bedient sich die Arbeitsstudie aller dazu dienlichen wissenschaftlichen und praktischen Hilfsmittel einschlägiger und benachbarter Wissenszweige. Der jeweilige Zweck der Aufgabe bestimmt die Auswahl und Reihenfolge dieser Hilfsmittel.

Die Aufgabe der früheren „Arbeitszeitstudie“ war eine zeitmeßtechnische, kalkulatorische; sie untersuchte die menschliche Arbeitszeit, beschäftigte sich mit dem Menschen als Arbeitspersönlichkeit und ging bei der ganzen Zeitaufnahme zumeist von der Betrachtung des Arbeiters aus. Das Betriebsmittel und der Werkstoff wurden nur insoweit berücksichtigt, als sie mit der menschlichen Arbeit unmittelbar verbunden waren.

Aber schon in seinem 2. Buch<sup>1)</sup> ist der Refa über diese Aufgabenstellung hinausgegangen und hat die Betriebsuntersuchung als wesentlich herausgestellt. Mit dieser Erweiterung — auch äußerlich erkennbar in der Umbenennung von „Reichsausschuß für Arbeitszeitstudien“ in „Reichsausschuß für Arbeitsstudien“ — kann unter dem Begriff „Arbeit“ nicht mehr lediglich das Werken des Arbeitenden verstanden werden, sondern es muß auch das Ergebnis der menschlichen Anstrengung, die Gütermenge und als „Leistung“ diese Gütermenge in der Zeiteinheit einbegriffen werden.

Damit eröffnet sich der Arbeitsstudie von selbst und ganz natürlich das vordringliche Gebiet der Leistungssteigerung, deren Endziel ja nicht die Erhöhung der menschlichen Anstrengung, sondern die Erhöhung der Erzeugung ist. Das Schlagwort von der Mobilisierung der Leistungsreserven bedeutet also Wirksamwerdenlassen der noch nicht voll ausgeschöpften menschlichen Leistungsfähig-

<sup>1)</sup> 2. Refa-Buch „Erweiterte Einführung in die Arbeitszeitermittlung“. Berlin 1933/39.

<sup>2)</sup> J. Soc. chem. Ind. 58 (1939) S. 139/42; vgl. Chem. Zbl. 111 (1940) I, S. 256.

<sup>3)</sup> Chemiker-Ztg. 102 (1934) S. 1032/33.

<sup>4)</sup> Die analytische Verwendung von o-Oxychinolin (Oxin) und seiner Derivate, 2. Aufl. Stuttgart 1938, S. 46 (Die chemische Analyse, Bd. 34).

<sup>5)</sup> Klinger, P.: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 26 (Chem.-Aussch. 132).

keit zur Erhöhung der Sachleistung, z. B. des Ausstoßes an Panzern, Munition, Lokomotiven u. ä. Dabei ist Sorge zu tragen, daß diese „Ausschöpfung“ das Maß des dauernd ohne Gesundheitsschädigung Ertragbaren nicht überschreitet. Ziel der Arbeitsstudie ist also neben den anderen in den Rahmen der Refa-Arbeiten fallenden Aufgaben die Erhöhung der Leistung, d. h. der Gütermenge (Arbeit) in der Zeiteinheit. Zu diesem Zweck untersucht die Arbeitsstudie sowohl die Menge als auch die Zeit sowie die Leistung und alle damit zusammenhängenden Fragen. Diese Aufgaben stehen gleichberechtigt neben der früheren Zielsetzung.

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, bei der Arbeitsstudie nach Mensch, Werkstoff, Betriebsmittel und ihrem Zusammenspiel in Form der Organisation der Arbeit zu unterscheiden.

Hieraus ergeben sich folgende wesentlichsten Aufgabenbereiche der Arbeitsstudie, die sich einerseits auf die Feststellung des Istzustandes (Analyse), andererseits auf die Entwicklung und Festlegung eines Sollzustandes (Synthese) beziehen. Die folgenden Punkte 1 bis 3 umfassen die Analyse, Punkt 4 die Synthese.

#### Aufgabenbereiche der Arbeitsstudie

1. Bei Betrachtung des Menschen
  - a) Arbeitszeit
  - b) Arbeitsschwierigkeit
  - c) Arbeitsbewertung
  - d) menschliche Leistung
  - e) Lohngestaltung (unter Ausschluß lohnpolitischer Fragen) auf Grund des menschlichen und technischen Leistungsgrades und Leistungsanreizes (Form der Lohnkurve)
  - f) Menscheneinsatz bei Einzel- und Gruppenarbeit
  - g) Arbeitsverteilung
  - h) Körperkunde (Physiologie), z. B. Berufskrankheiten, Gesundheitspflege, Unfallschutz
  - i) Seelenkunde (Psychologie) mit dem Ziel „Der rechte Mann am rechten Platz“ durch Auslese, Eignung, Anpassung, Schulung einschließlich Stärkung des menschlichen Leistungswillens.
2. Bei Betrachtung des Werkstoffes<sup>2)</sup>
  - a) Feststellung des Werkstoffflusses
  - b) Technologische Durcharbeitung des Erzeugungsablaufes und der einzelnen Arbeitsvorgänge
  - c) Festlegung der sachlichen Mengen, Zeiten und Leistungen
  - d) Werkstoffausnutzung
  - e) Stoffwirtschaftliche und Qualitätsfragen
  - f) Wärme- und Energiewirtschaft
  - g) Beziehungen und Auswirkung der stoff- und zeitwirtschaftlichen Fragen auf Termin- und Rechnungswesen
3. Bei Betrachtung des Betriebsmittels<sup>3)</sup>
  - a) Zustand, Einsatz und Zuordnung
  - b) Ausnutzung (Zeitgrad  $\beta$ )
  - c) Belastung (Lastgrad  $\gamma$ )
  - d) Betriebsmittelbesetzung bei Ein- und Mehrfachbedienung oder Gruppenarbeit, Fließarbeit und Automatisierung.
4. Bei Betrachtung der Organisation der Arbeit
  - a) Arbeitsbestgestaltung in bezug auf den Menschen
  - b) Bestgestaltung des Werkstoffflusses
  - c) Bestgestaltung der Arbeitsmittel einschließlich Arbeitsplatz und Arbeitsraum
  - d) Planmäßige Steuerung des Einsatzes und des Zusammenspiels von Mensch, Werkstoff und Betriebsmittel
  - e) Lieferzeiten
  - f) Leistungs- und Verfahrensvergleich
  - g) Leistungssteigerung
  - h) Wirtschaftlichkeit und Planung.

Auf allen vier Gebieten sind in den zehn Jahren seit Erscheinen des zweiten Refa-Buches wesentliche neue Erkenntnisse zu verzeichnen. Der Hauptausschuß des Refa hat sich daher entschlossen, dieser Entwicklung trotz der kriegsbedingten Schwierigkeiten Rechnung zu tragen und ein 3. Refa-Buch herauszubringen. Die Vorarbeiten hierzu sind in vollem Gange.

<sup>2)</sup> Werkstoff hier im weitesten Sinne als Roh-, Hilfs-, Betriebsstoff oder Erzeugnis. Beispiel: Rohstahl, Schmieröl, Strom, Welle.

<sup>3)</sup> Betriebsmittel, Maschine oder Arbeitsgerät (Werkzeug). Beispiel: Dampfkessel, Drehbank, Feile.

<sup>4)</sup> Siehe Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 847/48.

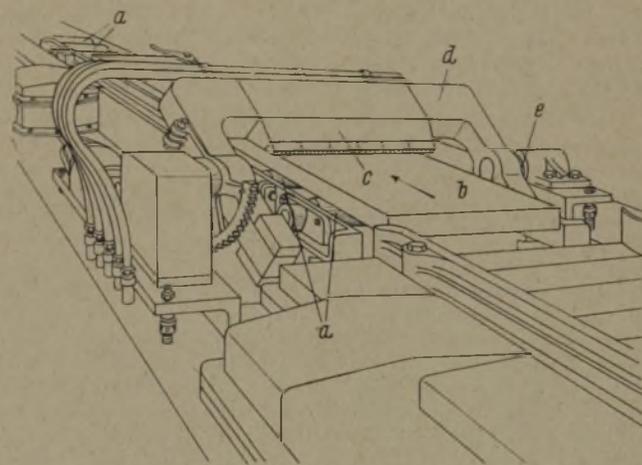
Dieses 3. Refa-Buch soll ein Leitfaden für die Arbeit in der gesamten Wirtschaft und Verwaltung sein. Es wendet sich dabei vor allem an die Refa-Lehrer, denen es nicht nur das praktische Handwerkszeug für ihre Refa-Kurse, sondern auch die wissenschaftlichen Grundlagen und die wichtigsten Problemstellungen nahebringen soll. Dem Refa-Schüler soll das 3. Refa-Buch nach erfolgreichem Besuch des Refa-Grundkurses zur weiteren Vertiefung und Anregung dienen. Darüber hinaus dient die vorliegende Schrift dem Studierenden und dem Betriebsmann im weitesten Sinne; denn es will Verständnis und Vertrauen für die betriebswirtschaftliche Arbeit des Refa erwirken und ein Ratgeber der Praxis sein.

In weiteren Berichten werden Einzelheiten über Gliederung und Inhalt dieses 3. Refa-Buches behandelt<sup>4)</sup>.

Hans Euler.

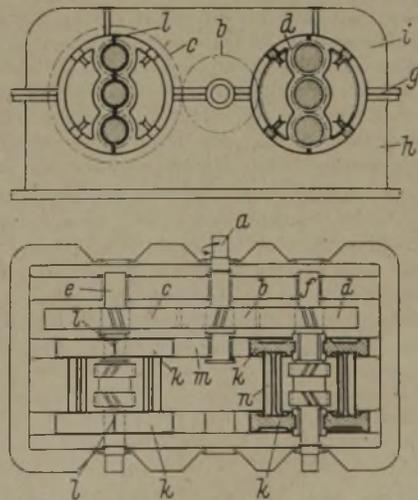
## Patentbericht

Kl. 49 h, Gr. 37, Nr. 734 651, vom 18. März 1941. Ausgegeben am 27. April 1943. USA-Priorität vom 11. Mai 1940. Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG. in Höllriegelskreuth. (Erfinder: H. W. Jones in Elizabeth, New Jersey, V.St.A.) *Vorrichtung zum Schälen von brennschneidbaren Metallkörpern durch Sauerstoffstrahlen.*



Die Sauerstoffstrahlen sollen stets in spitzem Winkel und entgegengesetzt zur Fortbewegung auf die zu schälende Oberfläche gerichtet sein. Um das sich in der Walzenstraße, z. B. auf dem Rollgang  $\alpha$ , bewegende Walzgut  $b$  sowohl beim Hin- als auch beim Rücklauf schälen zu können, sind die Brennerdüsen  $c$  in einem Bügel  $d$  untergebracht, der um zu beiden Seiten des Walzgutes liegende Zapfen  $e$  drehbar gelagert ist. Bei Umkehrung der Bewegungsrichtung des Walzgutes wird der Bügel entsprechend umgelegt.

Kl. 7 a, Gr. 22<sub>03</sub>, Nr. 734 677, vom 22. Juli 1939. Ausgegeben am 30. April 1943. Demag AG. in Duisburg. (Erfinder: Otto Wolf in Duisburg.) *Zahnradgetriebe für Walzwerke.*



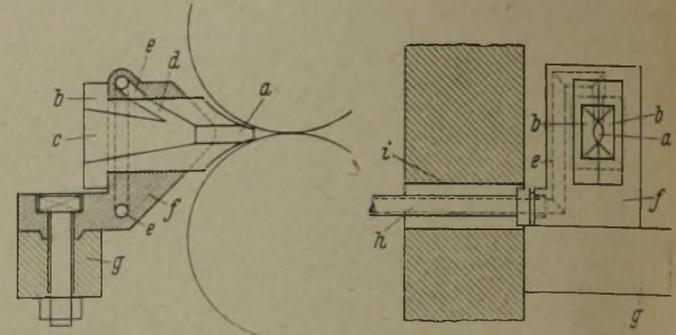
Die Hauptantriebswelle  $a$  wirkt über das Zahnrad  $b$  nach beiden Seiten auf Zahnräder  $c$  und  $d$  mit ihren Wellen  $e$

und *f*, deren Achsen sämtlich in der Teilfuge *g* zwischen den Gehäuseteilen *h* und *i* liegen. Die beiden Triokammwalzen sind in kreisrunden Käfigen *k* gelagert, die eine senkrechte Teilfuge *l* haben und in kreisrunden Ausnehmungen einer Gehäusewand und der Zwischenwand *m* gelagert sind. Die beiden Käfige jedes Kammwalzensatzes sind durch Querstege *n* verwindungssteif miteinander verbunden. Die Anordnung erleichtert die Bearbeitbarkeit des Gehäuses.

Kl. 7 a. Gr. 27<sub>023</sub>, Nr. 734 678, vom 27. März 1940. Ausgegeben am 21. April 1943. Demag A.G. in Duisburg. (Erfinder: Hans Heinrich in Duisburg-Buchholz.) Einführung für die Walzstübe bei Walzwerken.

Um die den Führungskanal *a* der Führungsbacken *b* verstopfenden Zunderablagerungen wegzuspülen, erhalten die Führungsbacken eine im spitzen Winkel zur Walzgutachse und auf den Uebergang vom Einlaufteil *c* zum Führungsteil *a* gerichteten Kanal *d*, dem das Spülwasser durch den Kanal *e* zugeführt wird. Dieser Kanal *e* ist seitlich im

Führungskörper *f* nach unten geführt und mündet seitlich dicht über dem Walzbalken *g* aus. An die Ausmündungsstelle ist das Rohr *h* angeschlossen, das durch eine Aus-



sparung *i* im Walzenständer hindurchtritt und außerhalb des Ständers an eine Schlauchleitung angeschlossen wird.

## Wirtschaftliche Rundschau

### Nachkriegsfragen der ungarischen Bergbau- und Eisenhüttenindustrie

Der Ungarische Ingenieur- und Architektenverein hat eine Untersuchung über die Nachkriegsfragen der ungarischen Industrie durchgeführt. Aus den jetzt gedruckt vorliegenden Ergebnissen geben wir die Gutachten über den Bergbau und die Eisenindustrie auszugsweise wieder.

Der frühere Generaldirektor der Budapestvidéker Steinkohlengruben A.-G., Oberbergrat Stephan v. Bortnyák, wies darauf hin, daß die Nachfrage nach Erzeugnissen der Grubenindustrie — einerlei ob Energieträger oder Erze — nach diesem Kriege noch das heutige Höchstmaß übersteigen werde. Die Befriedigung dieser Nachfrage sei daher die höchste Aufgabe der ungarischen Grubenindustrie. Als gegenwärtige Aufgabe bezeichnet Bortnyák, im Hinblick auf die zu erwartende gesteigerte Nachfrage noch vor der Uebergangswirtschaft Forschungen und Bohrungen nach neuen Kohlen- und Erzschatzen vorzunehmen. Diese Aufgabe sei wichtig und eilig, da die Leistungsfähigkeit der Gruben heute bis zur alleräußersten Grenze beansprucht sei. Aufgaben seien genügend gestellt, sowohl in der Erz-, hauptsächlich Eisenerz-, als auch in der Kohlen- und Erdölindustrie. Ueber die Erz- und Kohlenschätze des Karpathenlandes stehe fest, daß ernste und planmäßige Forschungs- und Erschließungsarbeiten bisher noch nicht vorgenommen worden seien.

Die Erschließung und der Abbau der vorhandenen und zugänglichen Kohlen- und Erzschatze erfordere in erster Linie die Erhöhung des Arbeiterbestandes und die Steigerung der Leistungsfähigkeit. Für diese sei wohl das beste Mittel eine verstärkte Mechanisierung der Förderung, da die Aussichten auf eine Steigerung des Arbeiterbestandes gering seien. Vielleicht könne hier die Besserung der sozialen Lage der Bergarbeiter für die nahe Zukunft eine Hilfe sein, und zwar handele es sich nicht um die Schaffung von sozialen Einrichtungen, die schon immer bestanden, sondern um eine Steigerung ihrer Leistungen.

Die zweite Aufgabe, die Mechanisierung, wäre abgesehen von den bedeutenden Anlagekosten eine rein technische Aufgabe, wenn nicht die Frage der Werkstoffversorgung hinzukomme, die bei der Organisation der Uebergangswirtschaft von größter Bedeutung sei. Diese sei heute schon beinahe eine entscheidende Frage, da ohne ihre Lösung die Einrichtungen abgenutzt und betriebsunfähig würden.

Das Gutachten über die Eisenhüttenindustrie wurde von dem Generaldirektor der Rimanurány-Salgótarjaner Eisenwerke A.-G., Alfred v. Tetmajer, erstattet. Nach seinen Ausführungen gibt es in der Eisenhüttenindustrie eigentlich keine Uebergangswirtschaft. Es gebe eine Kriegs- und eine Friedenswirtschaft und einen Uebergang, einen Zwangszustand, der aber kein Wirtschaftsorganismus, sondern ein die Tätigkeit hindernder Umstand sei. Dieser Uebergang äußere sich erfahrungsgemäß in Erzeugungstörungen und sozialen Erschütterungen. Man müsse sich auf die Möglichkeit vorbereiten, daß in erster Linie die kriegswirtschaftlichen Arbeitsaufgaben plötzlich eingestellt würden, und daß die Erzeugung selbst verringert werden müsse. Unter beiden Umständen würden Arbeitskräfte frei werden. In der Eisenhüttenindustrie bedeute

nämlich die Erzeugung der meisten kriegswichtigen Erzeugnisse gegenüber der normalen Erzeugung eine Arbeitsmehrerleistung, die in einzelnen Fällen, auf das Gewicht bezogen, zwanzigmal mehr Arbeitsstunden beanspruchte als die normale Erzeugung. Eine Erzeugungsverringerung könne durch Mangel an Nachfrage oder durch Rohstoffmangel hervorgerufen werden. Außenstehende prophezeiten allerdings der Eisenhüttenindustrie ein laufendes Gedeihen auch nach dem Kriege, obwohl auch bei einem herrschenden Warenmangel ein Nachfragemangel selbst bei überbeanspruchten Wirtschaften aufzutreten pflege. Eine Verringerung der Erzeugung in der Eisenhüttenindustrie könne auch durch Rohstoffmangel hervorgerufen werden. Diese Gefahr bestehe hauptsächlich bei Koks, aber weniger bei Eisenerzen und Eisenlegierungen. Gegen diese Gefahr könne man mit einer Vorratsanhäufung infolge des allgemeinen Rohstoffmangels nur in beschränktem Maße auftreten.

Eines sei gewiß, nämlich daß bei Eintreten einer vorübergehenden Störung der Erzeugung in der Eisenhüttenindustrie bei dem Uebergang zur Friedenswirtschaft die Störung sich hinsichtlich der Beschäftigung der frei werdenden Arbeitskräfte bemerkbar machen werde. Die Lösung dieser Frage sei Aufgabe des Staates, die von den wirtschaftlichen Fachministerien übernommen werden müsse. Bei der Unterbringung der frei werdenden Arbeitskräfte sei die Grundbedingung, daß diese nur mit solchen Arbeiten beschäftigt würden, die später einen dauernden volkswirtschaftlichen Nutzen brächten. Man brauche keine fishbiologische Forschungsanstalt, sondern z. B. Kanäle, und zwar schiffbare Kanäle. Außer dem Donau-Theiß-Kanal sei auch die Schiffbarmachung des Sajó von Wichtigkeit, da dadurch endlich die Grundlage für die Entwicklung eines der wertvollsten ungarischen Kohlen- und Industriegebiete geschaffen werde.

Ueber die Kohlengruben und die Eisenhüttenindustrie wurde von Professor Dipl.-Ing. Siegmund v. Gálócsy ein längerer Bericht erstattet. Er führte einleitend aus, daß derjenige, der dazu berufen sei, die Aufgaben der Uebergangswirtschaft auszuarbeiten, zunächst zu klären habe, wie die vorhandene und nicht vollkommene, aber bis zum Uebergang noch zu verbessernde Kriegsbewirtschaftung in den Friedensjahren endgültig abgelöst werden könne.

Die Aufgabe bestehe zur Zeit aus drei Punkten:

1. den Rahmen der gewünschten Friedens-Planwirtschaft festzustellen;
2. die Kriegsbewirtschaftung auch schon von diesem Gesichtspunkt aus zu beurteilen;
3. und erst in letzter Linie den besten Uebergang zwischen diesen beiden zu schaffen.

In den Uebergangszeiten müßten zwei weitere Punkte besonders berücksichtigt werden. Der erste sei folgender: Der Hauptanteil der Leistungsfähigkeit der heute in Betrieb befindlichen Industrie werde vielfach bis zu 100 % vom Staate ausgenützt. In der Uebergangszeit müsse deshalb zum großen Teil der Staat weiterhin der Besteller bleiben, schon aus diesem Grunde, weil er allein wisse, was der Bedarf des Landes sei. Diese Forderung beziehe sich auf alle Industrien, die hauptsächlich Massenware herstellen.

Zweitens müsse in erster Linie die Uerzeugung (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Gruben- und Hüttenindustrie) mit Arbeitskräften versehen werden, da diese berufen seien, den Bedarf des Landes und der Bevölkerung herzustellen.

Für den entsprechenden Ausbau der ungarischen Gruben- und Hüttenindustrie müsse eine bedeutende Arbeiterzahl bereitgestellt werden. Zugleich könnten selbstverständlich diese beiden Zweige die Arbeiter auch aufnehmen.

An einigen Abbildungen über die Rohstahlerzeugung und die Kohlenförderung wird noch gezeigt, daß die Eisenhüttenindustrie mit der Landesvergrößerung nicht Schritt gehalten hat und die dauernde Verminderung der Rohstahlerzeugung je Kopf der Bevölkerung bereits bedenkliche Formen annehme. Das Industrieministerium habe daher einen großzügigen Ausbau der Eisenhüttenindustrie in Angriff genommen, um diesen Sturz aufzuhalten und in die entgegen-

gesetzte Richtung zu lenken. Bei der Kohlenförderung hat sich die geförderte Menge je Kopf der Bevölkerung von 1913 bis 1937 um das Zweifache erhöht. Im Jahr 1937 habe sich aber die Lage geändert, als sich die Kurve der Förderung sehr steil über die Förderung Vortrianon-Ungarns erhöhte, zugleich aber die Kopfquote verringerte und das Maß der Verringerung leider größer sei als die Erhöhung der absoluten Erzeugung. Die Schere habe sich also zu sehr geöffnet, und es sei klar, daß hier ebenso tatkräftige und großzügige Maßnahmen am Platze seien, wie sie das Industrieministerium in der Eisenhüttenindustrie schon verwirklicht habe. Da aber die Investitionen bei den Kohlengruben naturgemäß lange Zeit in Anspruch nehmen, müsse bei der Uebergangswirtschaft besonderes Gewicht auf die entsprechende Förderung des Ausbaues der Gruben gelegt werden.

## Buchbesprechungen

Hanemann, Heinrich, Prof. Dr.-Ing. habil., o. Prof. für Metallkunde an der Technischen Hochschule Berlin, und Angelica Schrader, Metallographin an der Technischen Hochschule Berlin: Atlas Metallographicus. Eine Lichtbildsammlung für die technische Metallographie. Berlin-Zehlendorf: Gebrüder Borntraeger. 4°. Bd. 3: Aluminium. Teil 1: Binäre Legierungen des Aluminiums.

(Mit 20 Fig. u. 32 Taf.) 1941. (100 S.) 25,75 RM. Subskr.-Pr. (verpflichtet zur Abnahme des ganzen 3. Bandes) 20,60 RM.

Den abgeschlossenen Bänden über Kohlenstoffstähle<sup>1)</sup> und Gußeisen<sup>2)</sup> folgt jetzt der dritte Band „Aluminium“, dessen Bearbeitung durch die Unterstützung der deutschen Aluminiumindustrie ermöglicht wurde. Die Veröffentlichung soll in vier geschlossenen Teilbänden erfolgen, von denen der erste über „Binäre Legierungen des Aluminiums“ bisher vorliegt.

Es handelt sich dabei um binäre Legierungen im wissenschaftlichen Sinne, denn die technischen Zweistofflegierungen, ja bereits das technische Reinaluminium, sind in Wirklichkeit Mehrstofflegierungen. Daher sind die Versuchswerkstoffe, ausgehend vom Reinstaluminium (99,995 % Al) und möglichst reinen Zusatzstoffen, sämtlich von den Verfassern hergestellt worden, und die Gefügebilder beziehen sich auf den Gußzustand. Dieses Vorgehen war erforderlich, weil die Aluminiumlegierungen wesentlich reicher an intermetallischen Verbindungen sind als die Eisenlegierungen. Es kam daher darauf an, ausgehend von den reinen Zweistofflegierungen, das Auftreten jeder einzelnen Kristallart in ihren typischen Formen, in Abhängigkeit von den Schmelz- und Gießbedingungen und von einer etwaigen Nachbehandlung in festem Zustande, festzuhalten (die Gefüge weiterverarbeiteter Legierungen lassen sich durch Umschmelzen unter definierten Bedingungen zu den Gefügebildern des Atlas in Vergleich setzen).

Die nahezu dreihundert Lichtbilder des vorliegenden Teils beziehen sich auf Reinstaluminium und auf die Aluminiumseite von 18 Zweistoffsystemen. Als Sondergebiete von technischer Bedeutung sind berücksichtigt: die Veredlung des Silumins durch Natrium und die Kornverfeinerung des Aluminiums durch geringe Titanzusätze. Bezüglich der hervorragenden Güte der Bilder bedarf es nach den bisherigen Leistungen des „Atlas Metallographicus“ keiner besonderen Hervorhebung. Wertvoll ist die jedem Bilde beigefügte Angabe der auftretenden Phasen und ihrer Bildungsart nach einem von Hanemann 1941 vorgeschlagenen Zeichensystem. Der vorangestellte Text bringt außer erläuternden Angaben zu den einzelnen Bildern eine gedrängte metallkundliche Uebersicht über das behandelte Legierungsgebiet sowie Auskunft über die Herstellung der Legierungen, die Schliffvorbereitung (mit umfangreicher Aetztablette) und die Ausführung der mikroskopischen Beobachtung. Es folgen einige Zahlentafeln über physikalische und mechanische Eigenschaften, Kristalltypen, Gitterkonstanten usw. und endlich die Gleichgewichtsschaubilder.

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 2203/04; 51 (1931) S. 510/11; 54 (1934) S. 172.

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 311; 59 (1939) S. 958.

Schon dieser erste Teilband bildet ein wertvolles Rüstzeug für die Leichtmetallforschung und -entwicklung; in weit höherem Maße noch wird dies nach dem Erscheinen der übrigen Teilbände der Fall sein. *Hermann Schottky.*

Technikgeschichte. Im Auftrage des Vereins Deutscher Ingenieure im NSBDT. hrsg. von Conrad Matschoss. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Berlin NW 7: VDI-Verlag, G.m.b.H. 4°.

Bd. 30, 1941. Mit 157 Bildern und 9 Bildnissen im Text und auf 36 Taf. (1943.) (3 Bl., 190 S.) Geb. 12 RM, für VDI-Mitglieder 10,80 RM.

Der vorliegende Band dieses Jahrbuches war als Festgabe zum 70. Geburtstag von Conrad Matschoss gedacht. Das Buch konnte damals dem Altmeister der deutschen technikgeschichtlichen Forschung überreicht werden, die Herausgabe desselben erlebte dieser nicht mehr, da ihm der Tod am 31. März 1942 die Feder aus der Hand nahm<sup>1)</sup>.

Die Beiträge zu dem vorliegenden Bande haben Freunde und Schüler des Verstorbenen geliefert. Die Mannigfaltigkeit des Inhalts zeigt die vielseitigen Beziehungen und Interessen dieses Philosophen unter den Technikern. Mit dem eigentlichen Fachgebiete des Eisenhüttenmannes beschäftigen sich mehrere Arbeiten. Fritz Gerhard Kraft bringt einen Beitrag zur Geschichte der ehemaligen Kruppischen Hüttenwerke am Mittelrhein, Franz Hendrichs schreibt über die geschichtliche Entwicklung der Stahlgewinnung und Stahlverarbeitung im Bergischen Lande, Otto Johannsen befaßt sich mit der Frage des Aufkommens der Hochöfen. Auch die Hilfsgebiete des Eisenhüttenwesens sind vertreten. Mehrere beachtenswerte Arbeiten betreffen die Geschichte der Elektrotechnik (Heinrich Schult: Die Entwicklung des Dampfkraftwerkes; Rudolf v. Miller: Der Stromverbrauch im Wandel der Zeiten; Fr. Heintzenberg: Die ersten Entwicklungsstufen des elektrischen Antriebs im 19. Jahrhundert; Otto Mahr: Zeittafel zur Geschichte der Elektrotechnik). Ferner sei der Eisenhüttenmann auf die Arbeiten von Ernst Berndt über die Entwicklungsrichtungen im neuzeitlichen Großwerkzeugmaschinenbau und von August Hertwig über die Entwicklung der Statik der Baukonstruktionen im 19. Jahrhundert hingewiesen. Von den Arbeiten, die allgemeine Gebiete behandeln, sei als zeitgemäß der Aufsatz von Erich Kothe über Kriegsgerät als Schrittmacher der Fertigungstechnik besonders hervorgehoben. Unsere Chemiker werden sich für die Arbeit von Georg Lockemann über den genialen Jeremias Benjamin Richter und dessen Bedeutung für Naturwissenschaft und Technik interessieren. Die Verdienste von Conrad Matschoss um den Ausbau der Technischen Museen finden ihren Widerhall in Aufsätzen von J. Zenneck, Ludwig Erhard und Hans Bibberger.

Conrad Matschoss bildete den Mittelpunkt, zu dem hin die in den Fachvereinen gepflegte Fachgeschichte zur allgemeinen Geschichte der Technik zusammengefaßt wurde, und von dem aus gemeinsame Ziele gemeinsam bearbeitet wurden. So ist sein Name Vermächtnis und Verpflichtung zugleich. Sein Andenken wach halten, heißt in seinem Sinne weiterarbeiten, uneigennützig, fleißig, bescheiden und voll Begeisterung, wie er es getan hat. *Otto Johannsen.*

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 359/60.

## Vereinsnachrichten

### Fachsitzung der Eisenhütte Mitteldeutschland

Am Samstag, dem 13. November 1943, hielt die Eisenhütte Mitteldeutschland, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., deren Gründung im Mai 1943 vollzogen worden war<sup>1)</sup>, in Magdeburg ihre erste Fachsitzung ab. Weit über 200 Teilnehmer, darunter zahlreiche Vertreter der Partei, der Wehrmacht, der Wirtschaft, der befreundeten Technischen Hochschulen und Fachverbände, konnte der Vorsitzende, Professor Dr.-Ing. H. Sedlaczek, Thale, in seinen Worten der Begrüßung herzlich willkommen heißen. Er gab einen Ueberblick über die Gründe, die zur Bildung der Eisenhütte Mitteldeutschland geführt haben, und unterstrich dabei die Notwendigkeit des fachlichen Gedankenaustausches unter allen Mitgliedern, dem gerade in der Jetztzeit, die die großen Eisenhüttenstage der Jahre vor dem Kriege nicht mehr zulasse, ganz besondere Bedeutung beigemessen werden müsse. Neben dem Zweck, eine fachliche Ausrichtung durch solche Tagungen herbeizuführen, sei es gleich wichtige Aufgabe, zu einer kameradschaftlichen und inneren Ausrichtung aller Ingenieure zu gelangen, um auch durch starken Glauben dazu beizutragen, das Ringen, in dem wir gegenwärtig stehen, siegreich zu beenden.

Dieser Pflege der Kameradschaftlichkeit und des Zusammengehörigkeitsgefühls, das die Eisenhüttenleute von jeher ausgezeichnet habe, sei auch der kameradschaftliche Teil im Anschluß an die Fachsitzung gewidmet.

Als erster Vortragender sprach sodann Dr.-Ing. habil. F. Eisenkolb, Thale, zu dem Thema:

#### „Sintereisen als neuer Werkstoff“

Einleitend ging der Vortragende auf die zunehmende Bedeutung ein, die die Herstellung von Sintereisen in den letzten Jahren gewonnen hat. Er kennzeichnete sodann die verschiedenen Verfahren, die uns zur Herstellung eines brauchbaren Pulvers und dessen Verarbeitung zur Verfügung stehen. An Hand einer Reihe von Lichtbildern wurden die Ausführungen trefflich erläutert und gezeigt, wie durch Anwendung von Prüfverfahren die Pulverherstellung und Weiterverarbeitung überwacht werden, um eine Gleichmäßigkeit der Betriebsergebnisse zu gewährleisten. In einem letzten Abschnitt schließlich ging der Vortragende auf die Hauptverwendungsgebiete des Sintereisens ein, wobei gezeigt werden konnte, daß in mancher Richtung eine Ueberlegenheit gegenüber den bisherigen Werkstoffen erreicht werden konnte. Die gegenwärtigen Bestrebungen gehen dahin, durch Verbesserung der Pulvergewinnungsverfahren, der Pressen und der Preßwerkzeuge sowie der Glüh- und Sinteröfen die Wirtschaftlichkeit der Fertigung zu heben und die Gebrauchseigenschaften des Sintereisens noch weiter zu steigern, um ihn dadurch noch größere Anwendungsgebiete zu erschließen.

In seinem Vortrage

#### „Ueber die Eigenschaften und Verarbeitung von Thomasstahl und windgefrischten Austauschstählen“

ging Dr.-Ing. H. Hoff, Dortmund, einleitend auf die Entwicklung der Thomasstahlerzeugung nach dem Weltkrieg ein. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß einerseits der Verlust des Minettegebietes, dann aber auch die steigenden Anforderungen an die Qualität der Stähle, vor allem durch den Maschinenbau, zu einer Zurückdrängung des Thomasstahlanteils geführt haben.

Er kennzeichnete dann weiter die Eigenschaften des normalen Thomasstahles im Vergleich zu Siemens-Martin-Stahl, die im wesentlichen darin bestehen, daß der Thomasstahl im allgemeinen höhere Phosphor- und Stickstoffgehalte als der Siemens-Martin-Stahl aufweist. Daraus erklärt sich sodann die stärkere Anfälligkeit des Thomasstahles gegen Reckalterung und Sprödigkeit in der Kälte, Eigenschaften, die seinen Anwendungsbereich begrenzen. Nachdem diese Zusammenhänge erkannt waren, bestand also die Aufgabe, den Thomasstahl durch Senkung von Phosphor- und Stickstoffgehalt auf die Werte des Siemens-Martin-Stahles in seinen Eigenschaften dem Siemens-Martin-Stahl anzugleichen. Durch die Entwicklung der Windfrisch-Austauschstähle ist

diese Aufgabe gelöst worden, d. h., es stehen heute dem Konstrukteur Windfrischstähle zur Verfügung, die dem Siemens-Martin-Stahl für viele Verwendungszwecke vollständig gleichzusetzen sind. An Hand ausführlicher Lichtbildunterlagen erläuterte der Vortragende im einzelnen sodann die Werkstoffeigenschaften der durch die neuen Entwicklungsarbeiten zur Verfügung stehenden Stähle und gab weiterhin Richtlinien, die für die Verarbeitung sowohl von normalem Thomasstahl als auch für die übrigen Stahlsorten zu beachten sind.

In der Erörterung war Gelegenheit gegeben, Fragen, die sich bei der Anwendung dieser Stähle ergeben, im Erfahrungsaustausch klarzustellen.

An dritter Stelle erstattete Dipl.-Ing. G. Kotze, Thale, seinen Vortrag

#### „Der innerbetriebliche Arbeitseinsatz“

Der neuerdings geschaffene Verantwortungsbereich des Arbeitseinsatzingenieurs unterstreicht die Vordringlichkeit der Aufgaben, die einer betrieblichen Lenkungsstelle des Arbeitseinsatzes gestellt sind. Eine solche Stelle, die Abteilung Arbeitseinsatz, ist den hohen Anforderungen nur gewachsen, wenn sie über gute Organisationsmittel verfügt, die es ihr ermöglichen, sicher und schnell zu handeln. Wie der Vortragende ausführte, ist auf Eisenhüttenwerken die Angliederung einer solchen Abteilung Arbeitseinsatz an die seit langem bestehenden Betriebswirtschaftsstellen zweckmäßig, da deren Aufgabengebiete sich weitgehend mit denen der Abteilung Arbeitseinsatz decken. Der Vortragende umriß sodann die Forderungen, die an eine solche Stelle zu richten sind, und zeigte an Hand von Mustervordrucken Wege auf, wie die mannigfaltigen Aufgaben im Arbeitseinsatz auf den Hüttenwerken zweckmäßig erfüllt werden können. Genannt sei hier nur Vornahme von Einstellungen und Entlassungen, innerbetrieblicher Arbeitsplatzwechsel, Fremdarbeitereinsatz, Feststellung des Kräftebedarfes usw. Der Bericht wird im vollen Wortlaut demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Mit großem Beifall dankten die Teilnehmer den Vortragenden für ihre lehrreichen Darlegungen.

Kreisamtsleiter für Technik, Dipl.-Ing. Otto, Magdeburg, griff in einem Schlußwort die schon vom Vorsitz dargelegten Gedanken über die Förderung des kameradschaftlichen Zusammenarbeitens und des Zusammengehörigkeitsgefühls noch einmal auf und fand dabei besonders anerkennende Worte für das auf diesem Gebiete vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute und seinen Bezirksverbänden Geleistete. Er ließ seine Ausführungen ausklingen in den Gruß an den Führer, in den die Versammlung begeistert einstimmte.

Für einige Stunden blieben die Teilnehmer an der in allen Teilen wohl gelungenen Sitzung anschließend noch beim einfachen Imbiß in regem Gedankenaustausch vereint.

### Eisenhütte Südost,

#### Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik, Leoben

Samstag, den 4. Dezember 1943, 16 Uhr, findet im Hörsaal I der Montanistischen Hochschule in Leoben eine Arbeitssitzung statt mit folgenden Kurzvorträgen zum Thema:

#### „Der Elektroofen in der Stahlgießerei“

Dipl.-Ing. Fritz Harms: Der Hochfrequenzofen in der Stahlgießerei.

Dr. Ernst Plettinger: Stahlguß und Legierungswirtschaft.

Dipl.-Ing. Rudolf Uhlich: Erfahrungen beim Erhitzen eines niedriglegierten Stahlgusses im Lichtbogenofen.

Dr. Richard Schlüsselberger: Der Duplexbetrieb Konverter-basischer Lichtbogenofen in der Stahlgießerei.

Anschließend Erörterungsbeiträge.

Ab etwa 19 Uhr zwanglose kameradschaftliche Zusammenkunft im Grandhotel in Leoben.

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 467/68.