

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 47

23. NOVEMBER 1939

59. JAHRGANG

Der Lichtbogen als Heizquelle im Elektroofen.

Von Heinz Siegel in Düsseldorf.

[Bericht Nr. 361 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Kennlinie und Widerstandslinie für einen Gleichstromlichtbogen und Wechselstromlichtbogen. Die verschiedenen Einflüsse auf die Kennlinie des Lichtbogens. Untersuchung der Arbeitsverhältnisse an Betriebsöfen.)

Obwohl es heute für den Siemens-Martin-Stahlwerker selbstverständlich ist, über die Flammenführung im Herdofen genauestens unterrichtet zu sein und die Verbrennungsvorgänge in der Flamme selbst eingehend zu studieren, so ist das Wesen und die Gesetzmäßigkeit des Lichtbogens als Heizquelle im Elektroofen leider immer noch recht wenig erforscht. Infolgedessen ist es auch zuweilen vorgekommen, daß in Betrieb genommene Öfen in ihrer Arbeitsweise, sei es elektrischer oder metallurgischer Art, nicht zufriedenstellend gearbeitet haben. Dazu kommen neuerdings im Zusammenhang mit der sprunghaften Weiterentwicklung zu größeren Ofeneinheiten stärkere Störungen des Stromnetzes, die den Elektrizitätswerken große Sorgen bereiten. In diesem Zusammenhang ist es nun zu einer

Gemeinschaftsarbeit mit der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung und der Elektroindustrie gekommen, deren Ergebnisse zum Teil von grundlegender Bedeutung und damit geeignet sind, dem Stahlwerker klare Vorstellungen über die Arbeitsweise der Lichtbogenbeheizung zu geben.

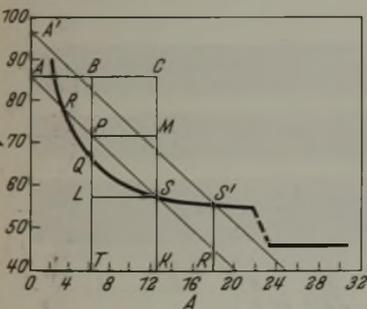


Bild 1. Gleichstromlichtbogen mit gleichbleibender Bogenlänge.

Die Ursache, weshalb es schwierig ist, einen gleichmäßigen, ruhig brennenden Lichtbogen zu erzielen, liegt darin, daß der Lichtbogenwiderstand nicht dem Ohmschen Gesetz folgt, sondern eine eigene Charakteristik hat, deren innerer Grund wieder die bessere Leitfähigkeit des Lichtbogens mit steigender Temperatur ist, die wieder mit dem Quadrat der Stromstärke, also sehr rasch ansteigt. In Bild 1 sind die Verhältnisse für einen Gleichstromlichtbogen mit einer gleichbleibenden Bogenlänge von 7 mm dargestellt¹⁾. Das Schaubild zeigt, daß mit wachsender Stromstärke der Widerstand stark abnimmt, der Lichtbogen hat also eine fallende Kennlinie R Q S S'. Der Verlauf

entspricht in hoher Annäherung einer Hyperbelfunktion, deren Asymptoten die e- und eine Parallele zur J-Achse darstellen. Außer der Lichtbogenkennlinie ist im Bilde noch die Widerstandslinie A P S der übrigen Leitung des Lichtbogenstromkreises wiedergegeben. Bei einer beliebigen Stromstärke T beträgt der Spannungsabfall im Vorwiderstand B P und der Spannungsabfall im Lichtbogen T Q, es verbleibt somit ein Mehr an Spannung P Q. Der Spannungsüberschuß bewirkt jetzt ein Ansteigen der Stromstärke, bis im Punkt S dieser Ueberschuß auf Null gesunken ist, d. h. ein ruhiges Brennen des Bogens eintritt. Es ergibt sich somit, daß bei einer bestimmten Lichtbogenlänge Spannung und Strom einander genau zugeordnet sein müssen, um ein ruhiges Brennen zu erzielen. Eine Erhöhung der Spannung auf A' würde einen ruhigen Lichtbogen im Punkt S' ergeben. Bei höheren Stromstärken ziehen Stromschwankungen nur geringe Spannungsschwankungen nach sich, die bei geringen Stromstärken erheblich sein können. Man bezeichnet daher R als labilen und S als stabilen Brennpunkt. Bei geringeren Spannungen und höheren Stromstärken, im vorliegenden Fall bei etwa 21 A, ändert sich die Beziehung zwischen Strom und Spannung un stetig; der bis dahin ruhig brennende Lichtbogen geht in einen zischenden über. Schließlich sagt das Bild noch aus, daß die Arbeitsverhältnisse dann am günstigsten sind, wenn der Verlauf der Widerstandslinie möglichst steil ist; denn in diesem Fall ist die Änderung der Stromstärke bei verschiedener Vorspannung nur gering. Es ist also festzustellen, daß bei geringen Stromstärken und hohen Spannungen ein labiler Brennpunkt besteht, bei dem nach beiden Richtungen der Lichtbogen sofort sehr unruhig arbeitet. Mit steigender Stromstärke kommt man in stabilere Bereiche, die ein ruhiges und gleichmäßiges Brennen des Lichtbogens gewährleisten (stabiler Brennpunkt), und gelangt schließlich in das Gebiet des zischenden Lichtbogens. Zur Erzielung eines ruhig arbeitenden Lichtbogens kommt daher nur ein bestimmtes Gebiet in Frage, das nach beiden Seiten durch Gebiete unruhigen Brennens abgegrenzt wird.

Diese genannten Gesetzmäßigkeiten wurden durch Untersuchungen des Lichtbogens zwischen Kohlelektroden gefunden. Natürlich ist die Kennlinie unter anderem abhängig vom Elektrodenwerkstoff, der Gasatmosphäre, den Abkühlungsverhältnissen u. a. m. Geht man zum Lichtbogen im Elektroofen über, so ist hier auch noch die Polarität von Einfluß. Es ist bekannt, daß der Lichtbogen zwischen Bad

*) Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für den Elektrostahlbetrieb am 28. April 1939. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, zu beziehen.

¹⁾ Grimsehl's Lehrbuch der Physik. Hrg. von W. Hillers und G. Starke. Bd. 2, 5. Aufl. Leipzig 1923. S. 355.

oder Schlacke und einer Kohle- oder Graphitelektrode ruhiger brennt, wenn die Elektrode als Minuspol gewählt wird. Schaltet man aber das Bad als Minuspol, so spritzt dieses heftig gegen die Elektrode, der Lichtbogen wird unruhiger, und unter sonst gleichen elektrischen Verhältnissen ist die Länge des stabil zu haltenden Lichtbogens viel geringer.

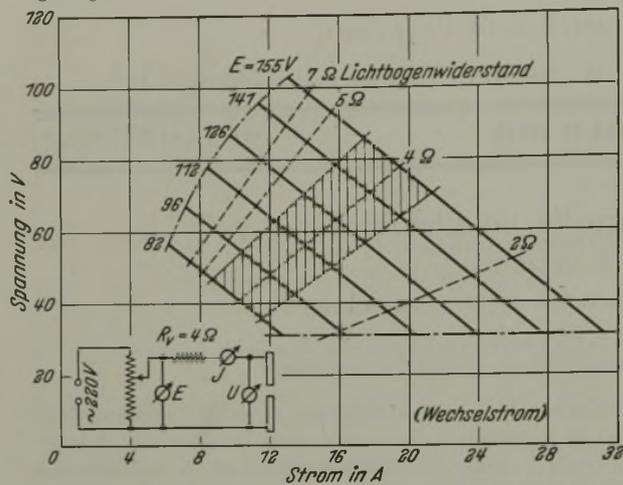


Bild 2. Lichtbogenspannung bei verschiedenen äußeren Spannungen und veränderlicher Lichtbogenlänge. (Nach K. Mertens.)

Betrachtet man nun den Wechselstromlichtbogen, so ist zu beachten, daß mit jeder Periode die gezeigte Kennlinie von Null bis zur höchsten Stromstärke in wechselnder Richtung durchlaufen wird, und zwar entsprechend der Netzfrequenz fünfzigmal je Sekunde. Durch dieses hohe Wechseln kann auch hier mit der effektiven Stromstärke gerechnet werden. Es darf aber nicht übersehen werden,

(Konst. 5760)

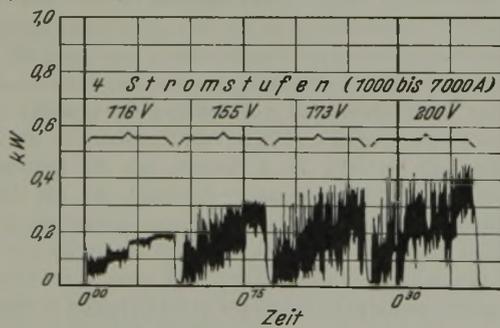


Bild 3. Schwankungen während des Einschmelzens bei einem 7,5-t-Ofen (2500 kVA).

daß Unterschiede gegenüber dem Gleichstromlichtbogen bestehen, und zwar besonders darin, daß die Zündvorgänge anders sind. Insgesamt finden während einer Periode, entsprechend dem Wechsel von Plus zu Minus und umgekehrt, 100 Zündungen je Sekunde statt. Da der Zündvorgang von der Emission des betreffenden Stoffes abhängt, die einmal Kohle oder Graphit, auf der anderen Seite festes oder flüssiges Eisen oder Schlacke von wechselnder Zusammensetzung ist, so ergeben sich unter bestimmten Umständen deutliche Gleichrichterwirkungen. Außerdem zeigt der Stromspannungsverlauf des Wechselstromlichtbogens während einer Periode einen den Hysteresiserscheinungen ähnlichen Verlauf, der wieder von Strom, Spannung, Lichtbogenlänge, Zündvorgängen und weiteren Einflüssen abhängig ist²⁾. Auf alle diese Vorgänge soll hier nicht weiter

²⁾ Simon, H. Th.: Phys. Z. 6 (1905) S. 297/319.

eingegangen werden, da sie noch nicht restlos geklärt sind und ihre Einflüsse auf den Lichtbogenofenbetrieb noch unbekannt sind. Daß die Gesetze für den Wechselstromlichtbogen aber sehr ähnlich sind denen für den Gleichstromlichtbogen, zeigt ein einfacher Versuch von K. Mertens (Bild 2). In Abhängigkeit von Strom-

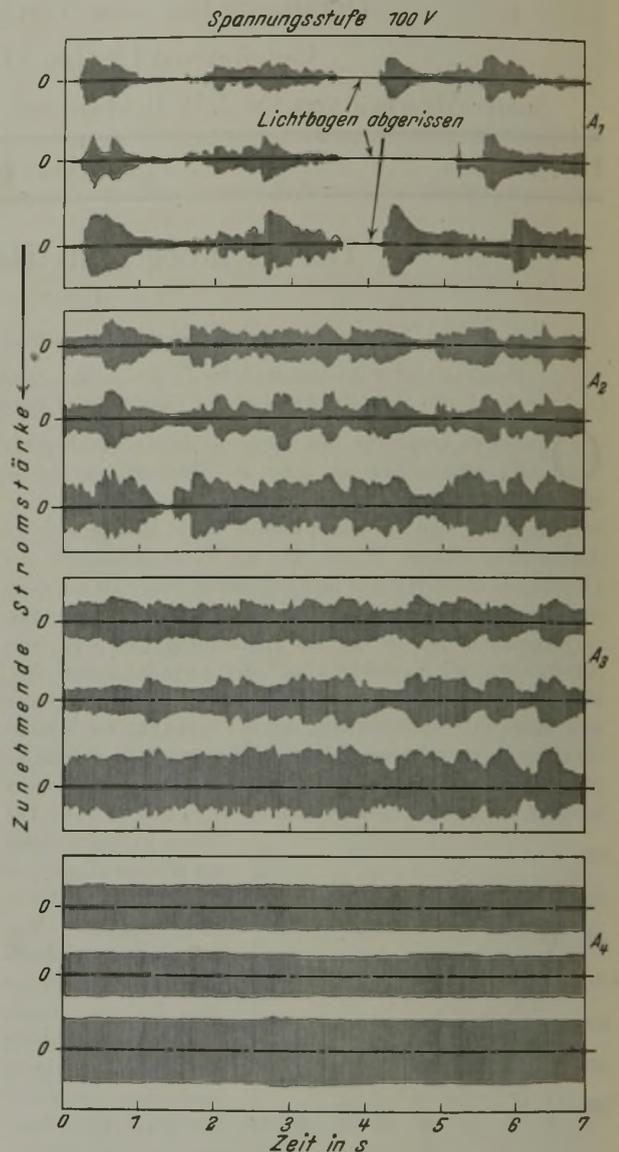


Bild 4. Untersuchungen an einem 2000-kVA-Lichtbogenofen (5 t) bei einer Spannung von 100 V und verschiedenen Stromstärken (Drosselleistung 396 kVA).

stärke und Spannung sind hier die Verhältnisse für den Wechselstromlichtbogen zwischen Kohlelektroden dargestellt. Lediglich im schraffierten Feld war ein ruhig brennender Lichtbogen zu erzielen. Auf beiden angrenzenden Gebieten trat Flackern und Verlöschen ein.

Als nun die ersten praktischen Messungen stattfanden, waren diese Verhältnisse noch nicht genügend bekannt, und es wurde angenommen, daß im Lichtbogenofen diese Zusammenhänge nicht so klar in Erscheinung treten würden. Die ersten tastenden oszillographischen Aufnahmen ließen auf den ersten Blick keine Zusammenhänge erkennen. Der Verfasser glaubte damals auf Grund der praktischen Beobachtungen im Betrieb aussagen zu können, daß der Lichtbogen mit steigender Stromstärke und fallender Spannung ruhiger brennt. Wenn inzwischen auch erkannt worden ist, daß dieser Zusammenhang nicht ganz

richtig ist, so trifft dies für die praktischen Verhältnisse doch meistens zu. Jedenfalls wurden damals nach dieser Richtung Versuchsreihen zur Klarstellung der Abhängigkeiten durchgeführt. Bild 3 zeigt die Schwankungen des Leistungsschreibers eines 7,5-t-Ofens mit einer Umspannerleistung von 2500 kVA bei 325 kVA Drosselleistung und 24 % Kurzschlußspannung des Umspanners einschließlich der Drossel. Für die Stufen 116 V und 155 V ist die Beruhigung des Lichtbogens mit steigender Stromstärke ohne weiteres zu erkennen,

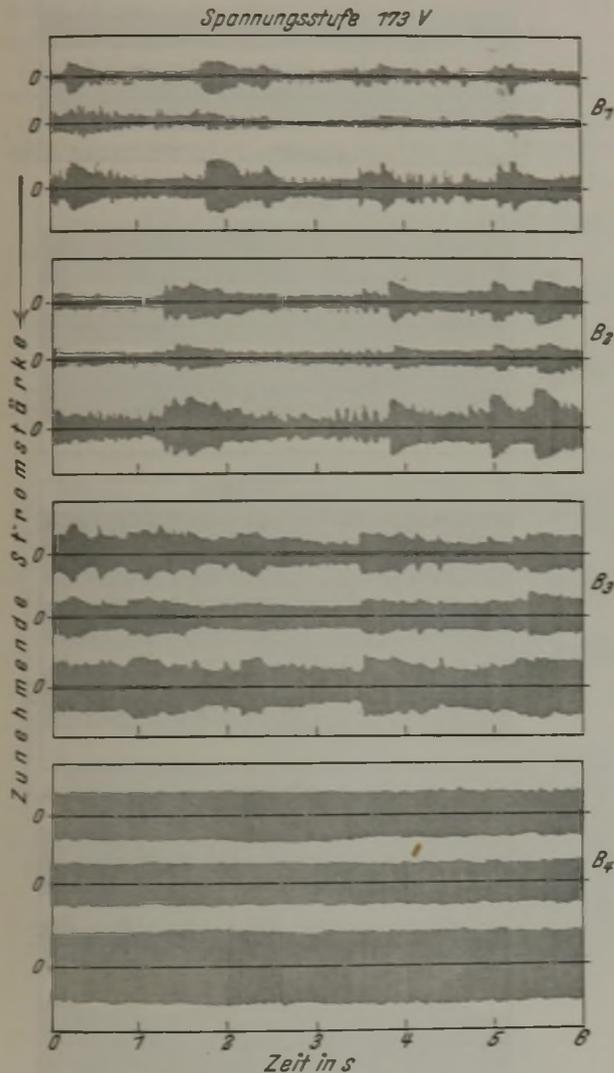


Bild 5. Untersuchungen an einem 2000-kVA-Lichtbogenofen (5 t) bei einer Spannung von 173 V und verschiedenen Stromstärken (Drosselleistung 396 kVA).

während für 173 V und 200 V die größte Stromstärke von 7000 A zur Beruhigung des Lichtbogens nicht ausreichte. Außerdem wurden an einem 5-t-Ofen mit einem 2000-kVA-Umspanner und einer 396-kVA-Drossel bei 25 % Kurzschlußspannung des Umspanners einschließlich Drossel für die Spannungsstufen 100 V und 173 V Oszillogramme bei ansteigender Stromstärke aufgenommen. Die Reihe A₁ bis A₄ (Bild 4) zeigt die aufgenommenen Oszillogramme bei 100 V. A₁ läßt das stoßweise Arbeiten und leichte Abreißen des Lichtbogens wegen der geringen Leistung erkennen. Mit steigender Stromstärke A₂ sind die Stöße noch vorhanden, das Abreißen hat aber schon nachgelassen und hört bei weiter steigender Stromstärke A₃ bereits ganz auf, wobei die Schwankungen schon etwas gemildert sind. Eine weitere Stromerhöhung bringt auch eine weitere Beruhigung des Lichtbogens, bis zuletzt in A₄ ein außerordentlich gleich-

mäßiges Arbeiten erreicht wird. Die Bilder B₁ bis B₄ (Bild 5) geben die Verhältnisse in ähnlicher Weise für 173 V wieder. Die Oszillogramme unterscheiden sich auch grundsätzlich kaum von denen der Reihe A. Durch die höhere Spannung wird in B₁ und B₂ das vollständige Abreißen des Lichtbogens verhindert. Bei der höchsten Stromstärke ist auch hier ein sehr ruhiges Arbeiten des Lichtbogens zu erkennen. Die Durchführung der Messungen am 5-t- und 7,5-t-Ofen wurde von Dipl.-Ing. W. Ritter, Berlin, vorgenommen.

Da diese Oszillogramme in sehr anschaulicher Weise die unangenehmen Erscheinungen des Lichtflimmerns veranschaulichen, so sei hier eingeschaltet, daß die gleichmäßigen Zustände nach A₄ und B₄ völlig einwandfrei sind. Besonders A₁ bis A₃ und B₁ bis B₃ lassen erkennen, daß die auftretenden Stromstöße sich in der Sekunde etwa vier- bis siebenmal wiederholen. Berücksichtigt man, daß Lichtschwankungen bei gewöhnlichen Glühlampen vom menschlichen Auge schon bei 1 % Spannungsschwankungen wegen der starken Spannungsabhängigkeit der Lichtausbeute wahrgenommen werden und daß diese Empfindlichkeit bei einer Frequenz des Lichtflimmerns von etwa 4 bis 8 auf etwa 0,5 % Spannungsschwankung in der Lampe gesteigert wird, so erkennt man an den Oszillogrammen, daß der Lichtbogenofen als Störeinfluß bei denkbar unglücklichsten Verhältnissen arbeitet. Die unangenehme Störfrequenz ist leider bei allen störenden Ofen vorhanden, und es ist bis jetzt auch kein Weg gefunden worden, die Frequenz auf andere Bereiche, die dem Auge nicht mehr erkennbar sind, abzu- drängen.

Aber nicht nur der Stromversorger, sondern auch der Stahlwerker selbst legt Wert auf ruhiges Arbeiten des Lichtbogens. Je größer nämlich die Schwankungen bei der höchsten Stromstärke sind, um so geringer ist die zulässige mittlere Leistung. Es kann daher leicht der Zustand eintreten, daß der Transformator einer Ofenanlage nicht genügend ausgenutzt werden kann, wodurch zu lange Einschmelzzeiten und damit unnötige wirtschaftliche Belastungen hervorgerufen werden können. Aus solchen Gründen wurden vom Verfasser Versuche durchgeführt, die einen weiteren Einblick in die Arbeitsverhältnisse des Lichtbogens ergaben. Es handelte sich um einen 20-t-Ofen mit einem Umspanner von 6000 kVA, einer Drossel von 1200 kVA mit einer Anzapfung bei 800 kVA. Auch diese Untersuchungen wurden zunächst nur mit dem Leistungsschreiber durchgeführt. Sämtliche Untersuchungen wurden zu Beginn des Einschmelzens vorgenommen, weil hier die Unterschiede besonders deutlich in Erscheinung treten mußten. Mit zunehmender Erwärmung des Ofens trat eine weitere Beruhigung des Lichtbogens ein. Die Messungen mit dem Wattmeter sind von der Dämpfung dieses Meßgerätes abhängig, weshalb die Ergebnisse nicht unmittelbar mit den an anderen Ofen gewonnenen verglichen werden dürfen. In den Bildern 6 bis 8 ist die Abhängigkeit der Schwankungsgröße in kW von Stromstärke und Spannung aufgezeichnet. Die einzelnen Bilder entsprechen den Drosselleistungen 0, 800 und 1200 kVA. Allen drei Schaubildern ist der Rückgang der Schwankungen mit zunehmender Stromstärke zu entnehmen. Dagegen ist der Einfluß der Spannung nicht so eindeutig. Wohl ist bei 0 und 800 kVA Drosselleistung eine klare Zunahme der Schwankungen mit zunehmender Spannung bei größeren Stromstärken zu erkennen. Bei geringen Stromstärken jedoch ergibt sich für 0 kVA Drosselleistung eine Abnahme der Schwankungen mit zunehmender Spannung, bei 800 kVA Drosselleistung ein ausgeprägter Mindestwert und für 1200 kVA Drossel-

leistung ein deutlicher Höchstwert der Schwankungsstärke, der nach höheren Stromstärken hin allmählich abfällt. Die Erklärung für die verwickelten Zusammenhänge bei den geringen Stromstärken muß in der geringen elektrischen Leistung und den verschiedenen Drosselleistungen gesucht werden. Durch die geringe Stromstärke ist die Wärmeentwicklung im Lichtbogen nur gering, so daß dieser durch die starke Abkühlungswirkung des kalten Schrotts leicht

Drossel sehr sorgfältig bemessen werden muß, wenn sie wirklich einen Erfolg bringen soll.

Auch diese Untersuchungen wurden nachträglich durch oszillographische Aufnahmen nachgeprüft. Dabei ergab sich, daß die für das Lichtflimmern verantwortlichen

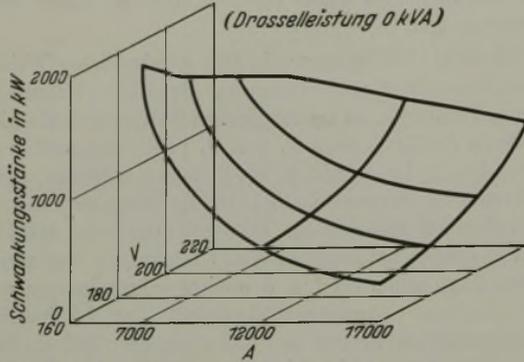


Bild 6. Abhängigkeit der Schwankungsgröße von Stromstärke und Spannung.

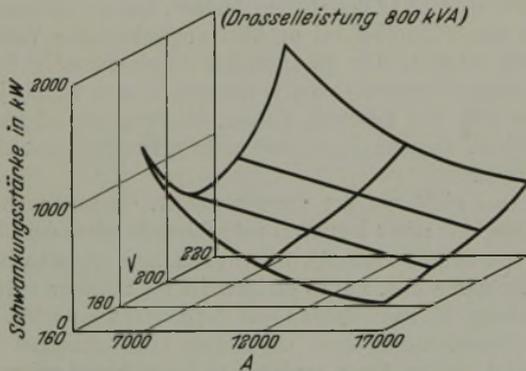


Bild 7. Abhängigkeit der Schwankungsgröße von Stromstärke und Spannung.

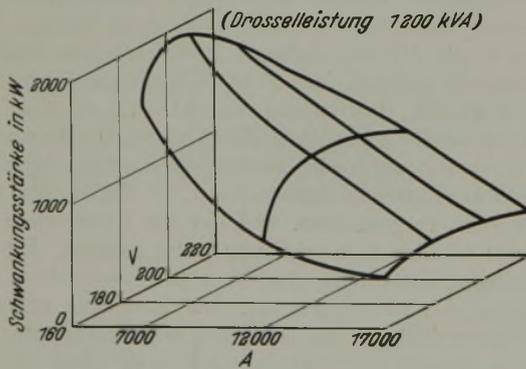


Bild 8. Abhängigkeit der Schwankungsgröße von Stromstärke und Spannung.

abreißen wird. Es ist daher erklärlich, wenn mit zunehmender Spannung, also auch zunehmender Leistung, die Größe der Schwankungen zurückgeht (0-kVA-Drosselleistung). Die Drossel wirkt nun in dem Sinne, daß sie die Spannung und den Anteil der Wirkleistung vermindert. Im ersten Fall würde vor allem bei hohen Stromstärken eine Beruhigung, im zweiten immer eine Vergrößerung der Schwankungen zu erwarten sein. Tatsächlich wird bei Vergrößerung der Drosselleistung von 800 auf 1200 kVA nur bei mehr als 12 000 A eine Verringerung der Schwankungen erzielt. In allen anderen Fällen wird bei 1200 kVA Drosselleistung der Betrieb wieder unruhiger. Daraus geht hervor, daß die

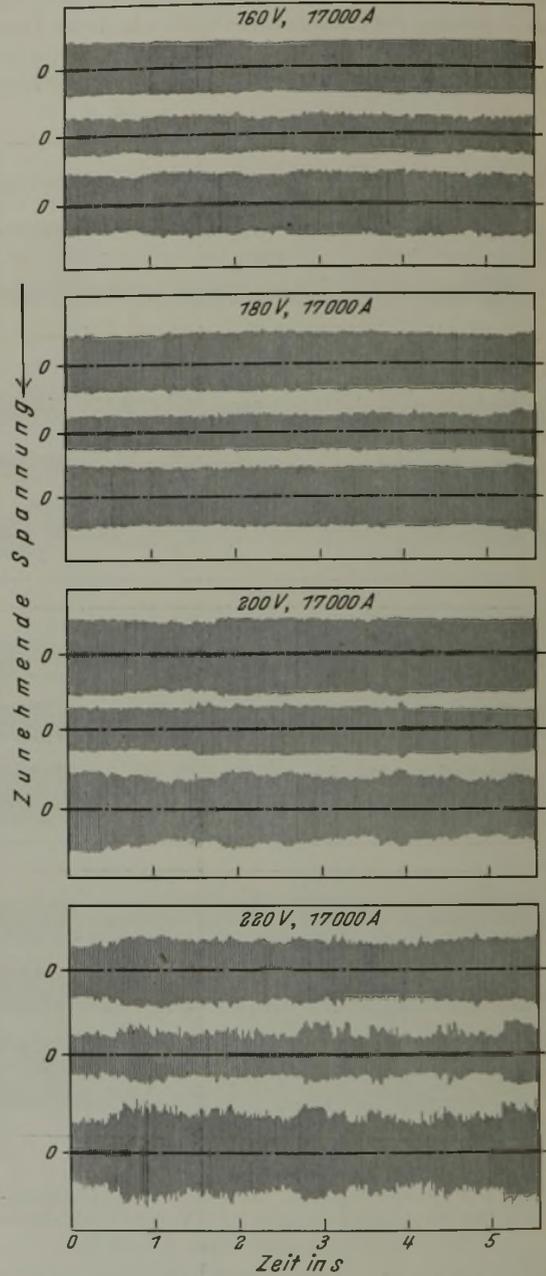


Bild 9. Untersuchungen an einem 6000-kVA-Lichtbogenofen (20 t) bei verschiedenen Spannungen und einer Stromstärke von 17 000 A (Drosselleistung 800 kVA).

Störungen kaum auftraten; die Stromstöße selbst aber traten in ähnlicher Weise wie bei dem bereits geschilderten 5-t-Ofen in Erscheinung. Zur Feststellung des Einflusses der Spannung wurde eine Versuchsreihe bei gleichbleibender Stromstärke durchgeführt, nämlich 17 000 A und den Spannungsstufen 160, 180, 200 und 220 V (Bild 9). Die Zunahme der Schwankungen mit steigender Spannung ist klar zu erkennen. Außerdem wurde bei den Stufen 180 und 220 V mit Stromstärken von 7000, 12 000 und 17 000 A gearbeitet. Die Beruhigung des Lichtbogens mit zunehmender Stromstärke und die Vermeidung des Abreißen des Lichtbogens mit zunehmender Leistung ist den Bildern 10

und 11 ohne weiteres zu entnehmen. Das dauernde Auf- und Abfahren der Elektroden, wie es sich besonders bezeichnend bei 180 V und 7000 A gezeigt hat, wird später noch eingehender behandelt. Alle diese Versuche wurden bei 800 kVA Drosselleistung durchgeführt. Bei einem letzten Versuch wurde nun ohne Drossel gearbeitet. Die Spannung betrug 200 V und die Stromstärke 17 000 A. Ganz zu Beginn des Einschmelzens ist die Schwankungsgröße etwa wie bei 220 V, 17 000 A und 800 kVA Drosselleistung. Bereits 15 min nach Schmelzungsbeginn trat jedoch schon eine weitgehende Beruhigung des Lichtbogens ein (Bild 12).

Zur besseren Deutung der Verhältnisse soll nochmals auf die Lichtbogenkennlinie zurückgegriffen werden (Bild 1). Es war ausgeführt worden, daß der Lichtbogen um so ruhiger brennt, je geringer das Gefälle der Hyperbel

nen, daß die zur Beruhigung des Lichtbogens erforderliche Stromstärke mit wachsender Lichtbogenlänge größer sein muß. Nun liegen aber die Verhältnisse im Lichtbogenofen nicht so, daß mit gleichbleibender Lichtbogenlänge gefahren wird, sondern es wird bei gleichbleibender Spannung die

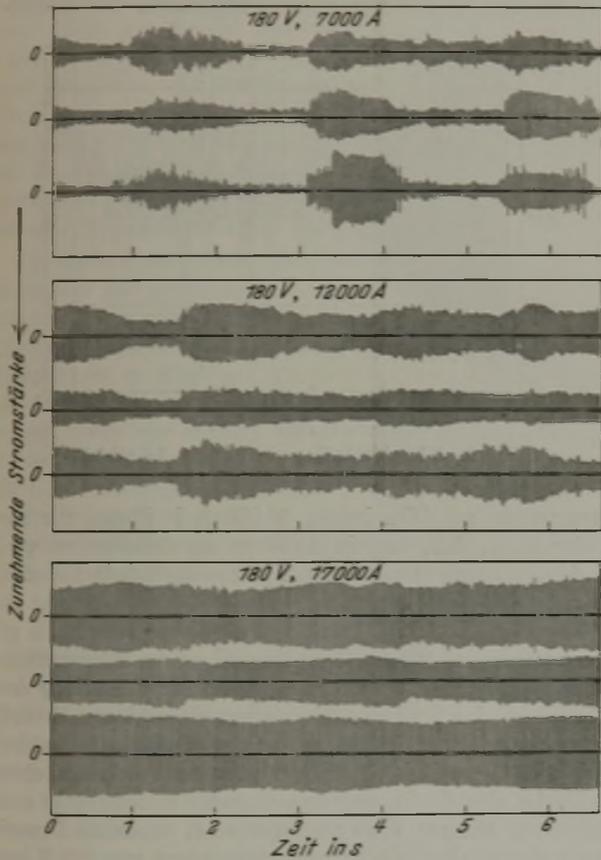


Bild 10. Untersuchungen an einem 6000-kVA-Lichtbogenofen (20 t) bei 180 V Spannung und verschiedenen Stromstärken (Drosselleistung 800 kVA).

und je steiler der Verlauf der Widerstandslinie ist. In Bild 13 ist nun dieser Verlauf bei verschiedenen Stromstärken, Spannungsstufen und verschiedenen Drosselleistungen für die Verhältnisse des 20-t-Ofens wiedergegeben. Man erkennt, daß erst bei größeren Stromstärken ein größeres Gefälle in den Kennlinien eintritt, das sich aber bis zu 48% gesamter Kurzschlußspannung in mäßigen Grenzen hält. Das bedeutet also, daß entsprechend den in der Untersuchung gefundenen Ergebnissen die Drossel für die Beruhigung des Arbeitens des Lichtbogens nicht sehr viel beiträgt, es sei denn, daß die Kurzschlußspannung noch bedeutend erhöht würde. Weitaus größer ist der Einfluß der richtigen Bemessung von Strom und Spannung bei einer bestimmten Leistung. Diese Zusammenhänge sind in Bild 14 schaubildlich wiedergegeben. Die unter 45° nach oben verschoben gezeichneten Hyperbeln entsprechen zunehmenden Lichtbogenlängen. Aus diesem Schaubild ist zu erken-

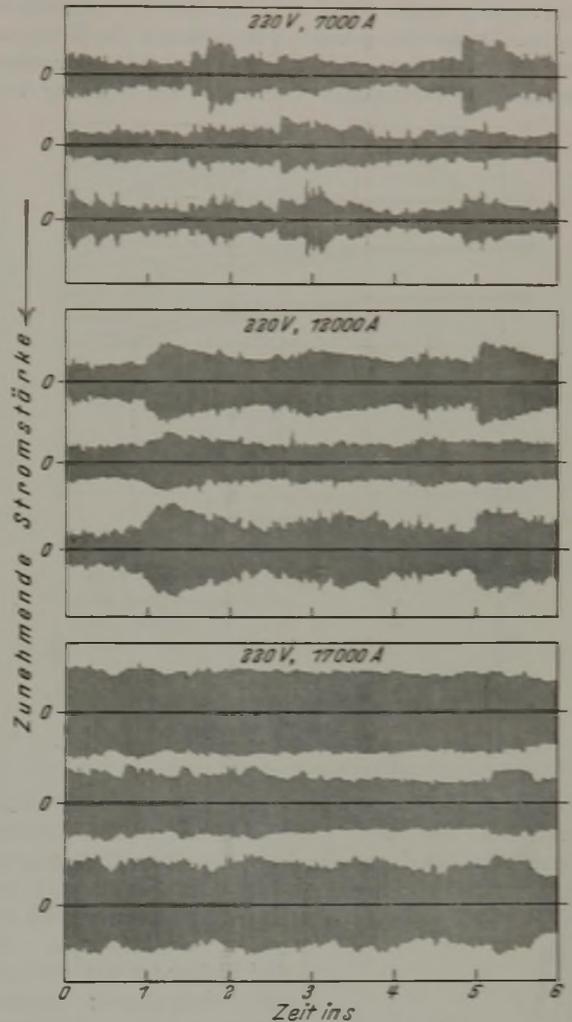


Bild 11. Untersuchungen an einem 6000-kVA-Lichtbogenofen (20 t) bei 220 V Spannung und verschiedenen Stromstärken (Drosselleistung 800 kVA).

(200 V, 17000 A, ohne Drossel)

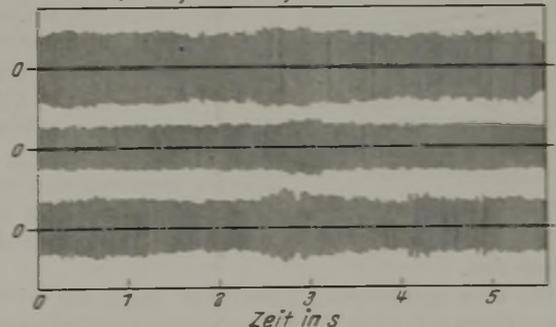


Bild 12. Untersuchungen an einem 6000-kVA-Lichtbogenofen (20 t) ohne Drossel.

Stromstärke durch Aenderung des Lichtbogenwiderstandes, also vor allem der Lichtbogenlänge, geregelt. Das bedeutet aber, daß mit abnehmender Stromstärke der Lichtbogen länger wird und damit die Lichtbogenkennlinie für den Elektrostofofen noch viel steiler verläuft, etwa längs AB, so daß dadurch der Einfluß der Stromstärke noch viel schärfer in Erscheinung treten muß. Bei geringen Stromstärken ist die Aende-

rung der Gleichförmigkeit des Lichtbogens sehr groß, so daß mit recht verwickelten Verhältnissen gerechnet werden muß. Denn wegen dieser Empfindlichkeit wird der Einfluß der Leistung, der Drossel, der Schrottverhältnisse usw. hier stärker in Erscheinung treten, wozu noch der Einfluß der Zündvorgänge wegen des leichten Abreißen des Lichtbogens kommt. Da bei den geringen Stromstärken die Restspannung sehr groß wird, ist die Neigung zur besonders raschen Zunahme der Stromstärke vorhanden, die Regelung ver-

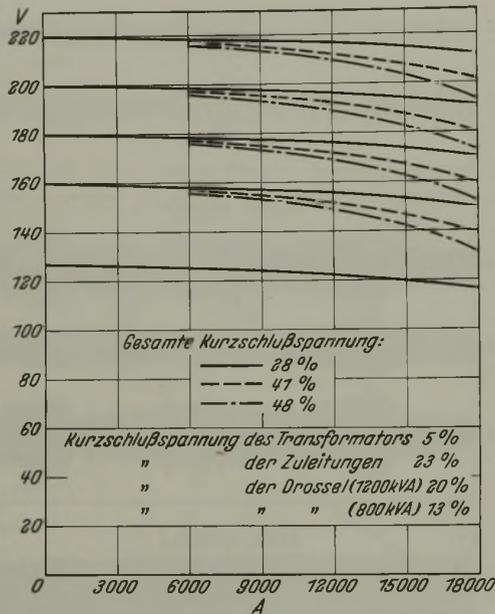


Bild 13. Induktiver Spannungsabfall bei verschiedener Drosselleistung.

mindert aber sofort die Stromstärke durch Hochfahren der Elektroden, die unter Umständen bis zum Verlöschen führen kann, um dann beim Senken von neuem zu zünden.

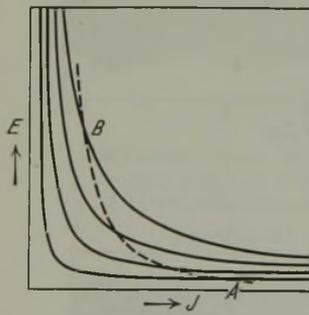


Bild 14. Schematische Darstellung der Lichtbogenverhältnisse bei gleichbleibender Lichtbogenlänge und Lichtbogenlänge und Lichtbogenlänge.

Tatsächlich wurde auch beobachtet, daß im Bereich der großen Schwankungen alle drei Elektroden dauernd auf- und niedergingen; dementsprechend schlugen Leistungsschreiber und Amperemeter in regelmäßigen Zeitabständen vom niedrigsten bis zum höchsten Wert wechselnd aus. Jedenfalls sind damit die wenig übersichtlichen Verhältnisse bei 7000 A und 800 und 1200 kVA Drosselleistung gekennzeichnet. Die Schwankungen in diesen Bereichen sind also

in ihrer Natur verschieden von denen in günstigeren Bereichen, da sie dort nicht so stark von der Regelung abhängig sind.

Die oben geschilderten Verhältnisse lagen bei vielen älteren Oefen vor, deren Umspannerleistung verhältnismäßig klein und deren Einschmelzzeit deshalb entsprechend lang, etwa 3 h, war. Bild 15 zeigt einen Ausschnitt aus dem Einschmelzschaubild eines 5,5-t-Oefens mit 1400 kVA Umspannerleistung. Bei 130 V betrug die Höchststromstärke 5500 A. Die Folge dieses ungünstigen Verhältnisses von Strom und Spannung sind außerordentlich hohe Stromschwankungen, die zwischen Null und einem Höchstwert liegen. Es ist jetzt auch erklärlich, weshalb solche Oefen beim Anfahren besser mit Hand- als mit selbsttätiger

Regelung bedient wurden. Die Handregelung verhinderte nämlich das zu weite Hochfahren der Elektroden, womit das Abreißen des Lichtbogens verhindert wurde. Dafür kam es häufig vor, daß der Strom zu hoch stieg und den Hauptschalter auslöste. Bei richtigen Stromspannungsverhältnissen und genügender Leistung kann von Beginn des Einschmelzens an selbsttätig geregelt werden.

Bemerkenswert dürfte noch das praktische Ergebnis der Untersuchung der Arbeitsverhältnisse am 20-t-Ofen sein. Die elektrischen Verhältnisse lagen deswegen besonders ungünstig, weil im Bezirk des Werkes der Stromversorger eine sehr kurzzeitige Einstellung der Zeitrelais eingeführt hatte und der neuerrichtete Ofen nur einen Ueberstrom von 2 s Dauer zugebilligt bekommen konnte, statt der sonst üblichen etwa doppelten Zeit. Das Relais war auf die 1,7fache Stärke des Nennstromes eingestellt. Die Höchst-

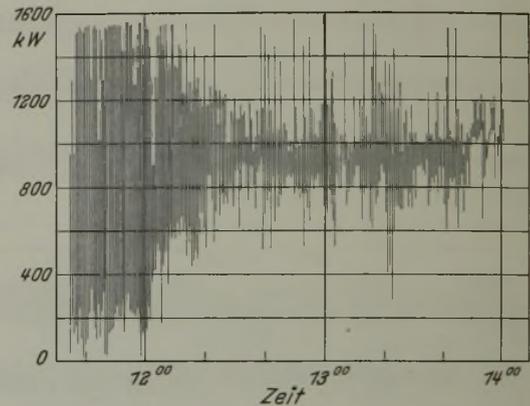


Bild 15. Einschmelzdiagramm eines 5,5-t-Lichtbogenofens (1400 kVA).

stromstärke am Ofen betrug 15 000 A je Phase, was zur Folge hatte, daß, um ein Auslösen des Schalters zu vermeiden, nur mit etwa 14 000 A je Phase gearbeitet werden konnte und der Umspanner schlecht ausgenutzt war. Es gelang, das Elektrizitätswerk und die Lieferfirma davon zu überzeugen, daß durch höhere Einstellung der Höchststromstärke am Ofen und entsprechende höhere Einstellung der Relais auf den 2,2fachen Nennstrom ein ruhigerer Betrieb trotz der größeren Leistungsaufnahme des Ofens zu erzielen sei. Bei dieser Einstellung war aber der $\cos \phi$ nur etwa 0,75. Da aber der St.omprens von großer Bedeutung ist und bei einem höheren Wert günstiger wird, wurde die Drossel ganz abgeschaltet, die Einschmelzspannung von 220 V auf 200 V gesetzt und die Stromstärke von 17 000 A auf 18 000 A erhöht, so daß gleichzeitig eine weitere Steigerung der Leistungsaufnahme erreicht wurde. Die Leistungsaufnahme des Ofens betrug im Anfang 4200 kW; durch höhere Einstellung des Ofenstromes und der Relais und der damit erzielten ruhigeren Arbeitsweise des Lichtbogens stieg die Leistungsaufnahme auf 4800 kW. Durch Abschalten der Drossel und Erhöhung der Stromstärke auf 18 000 A und Verminderung der Einschmelzspannung auf 200 V stieg schließlich die Leistungsaufnahme auf 5200 kW. Die Einschmelzzeit ist dementsprechend um rd. 50 min zurückgegangen, wodurch ein für die Wirtschaftlichkeit des Ofens beachtlicher Erfolg erzielt wurde.

Als wesentliches Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen ist also festzuhalten, daß zur Erzielung eines ruhigen Brennens und damit günstiger Arbeitsverhältnisse Strom und Spannung einander genau zugeordnet werden müssen, und daß der Drossel nicht die Bedeutung zur Beruhigung zukommt, die ihr meist beigegeben wurde, es sei denn, daß man zu Drosselleistungen übergeht, die das

Doppelte bis Dreifache der jetzt üblichen darstellen. Das bedingt aber wieder größere Umspannerleistungen, so daß die Anlagen stark verteuert würden. Nun hat aber die Drossel auch den Zweck, auftretende Kurzschlußströme auf ein für den Umspanner erträgliches Maß herabzusetzen. In der Tat zeigt das Leistungsschaubild eines stark gedrosselten Ofens, daß die Stromstöße nach oben weitgehend begrenzt werden, während die Schwankungen nach unten nach wie vor vorhanden sind, da die Drosselwirkung mit sinkender Stromstärke abnimmt. Wenn aber im Verlauf der Einschmelzvorgänge der Schrott zusammenfällt, so kann auch eine starke Drossel die Zunahme der Stromstärke nicht begrenzen, und der Schalter wird ausgelöst, wenn nicht durch die Aufmerksamkeit des Schmelzers für ein rechtzeitiges Heben der betreffenden Elektroden gesorgt wird. Daraus folgt, daß auch aus diesem Grunde die Drossel fortfallen darf, sofern nur für ein hinreichend ruhiges Arbeiten des Lichtbogens gesorgt wird. In diesem Zusammenhang sei noch angeführt, daß der Umspanner des erwähnten 20-t-Ofens einem doppelten Kurzschlußstrom längstens 10 s ausgesetzt werden durfte, der Expansionsschalter aber auf nur 2 s eingestellt war. Der Umspanner war also weitgehend geschützt. Der Ofen arbeitete aber so ruhig, daß der Expansionsschalter nur sehr selten auslöste.

Es bleibt jetzt noch zu überlegen, von welchen weiteren Einflüssen das gleichmäßige Arbeiten des Lichtbogens abhängig ist, um vielleicht durch Erfassung aller Zusammenhänge ein Bild über die Reichweite der vorgeschlagenen Maßnahmen zu erhalten. Der Einfluß der Elektroden ist noch nicht genügend bekannt. Die Kohlelektrode wird — worauf schon der doppelt so hohe Abbrand hinweist — wahrscheinlich eine bessere Ionisierung ermöglichen als die Graphitelektrode. Dafür aber hat bei gleicher elektrischer Belastung wegen der besseren Leitfähigkeit die Graphitelektrode nur den halben Querschnitt der Kohlelektrode, so daß der Lichtbogen bei der Graphitelektrode nur auf einem kleinen Bereich „wandern“ kann und damit die Aufrechterhaltung guter Ionisierungsverhältnisse gewährleistet ist. Die Wärmeleitfähigkeit der Elektroden dürfte für die Gleichmäßigkeit des Lichtbogens im Elektrostahlofen keine allzu große Rolle spielen, da die Elektroden ohnehin schon beim Einschmelzen eine hohe Temperatur haben. Von einem Einfluß des Elektrodendurchmessers zu sprechen hat wenig Sinn, da aus mechanischen Gründen der Durchmesser möglichst gering bemessen wird und nur so hoch gewählt wird, wie es die Stromstärke verlangt. Diese Zusammenhänge werden auch in Zukunft für die Elektrodenbemessung allein maßgebend bleiben. In gleicher Weise ist der Teilkreisdurchmesser durch die Herdabmessung und den Elektrodendurchmesser zur Erzielung einer gleichmäßigen Ofenbeheizung festgelegt. Es ist zu erwarten, daß mit steigendem Teilkreisdurchmesser der Ofenbetrieb gleichmäßiger wird, weil der Widerstand im Schrott von Zufälligkeiten in der Schrottlagerung unabhängiger wird.

Nicht zu übersehen ist natürlich die Beeinflussung durch den Schrott selbst. Je grobstückiger der Schrott ist, um so unruhiger ist das Arbeiten des Lichtbogens wegen der stark abkühlenden Wirkung der großen Schrottstücke.

Ferner spielt es eine Rolle, ob der Schrott einigermaßen gleichmäßig den Ofen ausfüllt. Ist er sehr ungleichmäßig verteilt, so werden Stromstöße die Folge sein. Diese letzten Überlegungen sind aber jedem Stahlwerker geläufig und finden größte Berücksichtigung, soweit es eben die Schrottverhältnisse gestatten.

Durch die obengenannten Einflüsse werden die vorgeschlagenen Maßnahmen nicht beeinflusst, so daß nur noch die Frage zu beantworten ist, ob irgendwelche unerwünschten Erscheinungen zu erwarten sind. Nun ist bereits bekannt, daß bei hohen Stromstärken und geringer Spannung der Elektrodenverbrauch ansteigt. Da dieser einen wichtigen Posten in den Selbstkosten darstellt, ist er besonders zu beachten. Die Schwierigkeiten beziehen sich nun in erster Linie auf die Einschmelzeit, während dieser Zeit ist aber die Spannung noch hoch und die Elektroden vom kalten Schrott umgeben, so daß eine Erhöhung des Elektrodenverbrauches nicht zu erwarten ist. Bei den hier geschilderten Verhältnissen am 20-t-Ofen ist jedenfalls keine Verbrauchserhöhung eingetreten. Es handelte sich hier um eine Stromerhöhung von 14 000 auf 18 000 A bei gleichzeitiger Senkung der Spannung von 220 V auf 200 V. Auf keinen Fall aber dürfen die Spannungen so gewählt werden, daß auch während des Feinens hohe Stromstärken erforderlich werden. Immerhin wird auch für das Einschmelzen zu empfehlen sein, Spannungen und Stromstärken so zu wählen, daß gerade ein ruhiger Betrieb gewährleistet ist und weitergehende Maßnahmen unbedingt zu vermeiden sind.

Die Erhöhung der Stromstärke wird eine gewisse Verteuerung des Umspanners verursachen, die aber durch Fortfall der Drossel wieder wettgemacht werden kann. Die Anlagekosten brauchen also nicht erhöht zu werden. Dies ist um so mehr zu begrüßen, als eine Verstärkung der Leitungen vom Kraftwerk oder von der Umspanneranlage bei gleichzeitiger Vergrößerung dieses Umspanners derart hohe Kosten verursachen würde, daß der Kapitaldienst den Strompreis bis zur Unwirtschaftlichkeit des Elektroofens verteuern würde. Es könnte also die vorgeschlagene Lösung den Wünschen aller Beteiligten Rechnung tragen.

Die nächste Aufgabe besteht nun darin, noch an weiteren Oefen die beobachteten Gesetzmäßigkeiten nachzuprüfen, um dann eine Art Norm für das Stromspannungsverhältnis bei verschiedener Leistung aufzustellen. Diese Norm könnte dann bei Errichtung neuer Lichtbogenöfen als Richtlinie dienen. Inwieweit dann von dem Einbau einer Drossel ganz Abstand genommen werden kann, muß im Einzelfall und seinen besonderen Bedingungen entschieden werden. Es dürfte ratsam sein, wenn das betreffende Elektrizitätswerk und das den Ofen liefernde Werk sich darüber vorher verständigen.

Zusammenfassung.

Durch Untersuchung einer Reihe von Lichtbogenöfen wurden die Bedingungen und Einflüsse herausgefunden, bei denen ein ruhiges und gleichmäßiges Arbeiten des Lichtbogens zu erzielen ist. Dabei wurde festgestellt, daß Stromstärke und Spannung zur Erzielung günstiger Arbeitsverhältnisse einander genau angepaßt sein müssen und der Drossel nicht die Bedeutung zur Beruhigung zukommt, die ihr meist beigemessen wird.

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung an.

H. Stallmann, Hagen: Herr Dr. Siegel führte an, daß ein Anfahren der Schmelze von Hand einen ruhigeren Verlauf des Lichtbogenofens gezeigt hätte. Hiernach würden die stromerzeugenden Werke die Forderung erheben können, daß die Schmelzen im Hinblick auf die Stromschwankungen mit der Hand niederschmelzen seien. Das entspricht natürlich nicht den Tatsachen

und Erfahrungen. Jeder Betriebsmann weiß, daß beim Anfahren des Lichtbogenofens von Hand der Einschmelzprozeß einen sehr unruhigen Verlauf bekommt. Es ist unmöglich, drei Elektroden auch mit Hilfe von Anzeigeräten von Hand aus sicher zu steuern. Die elektrische oder hydraulische Regulierung gewährleistet unbedingt ein sicheres und ruhigeres Niederschmelzen des Einsatzgutes als das von Hand aus gesteuerte Niederschmelzen.

H. Siegel, Düsseldorf: Ich habe die Bedingungen, unter denen allein die Handregelung vorteilhaft ist, klar umrissen. Im übrigen habe ich darauf hingewiesen und auch belegt, in welchen Fällen bei der selbsttätigen Regelung Schwierigkeiten eintreten können. Der erwähnte $5\frac{1}{2}$ -t.-Ofen war sehr alter Bauart. Da man sich heute Einschmelzzeiten von 3 h und darüber nicht mehr leisten kann, sind die Umformer stärker zu bemessen, wodurch ohne Schwierigkeit Stromstärke und Spannung so gewählt werden können, daß es möglich wird, immer automatisch zu regulieren und anzufahren.

B. Matuschka, Ternitz: Ich möchte darauf hinweisen, daß die ganze Umformerfrage eine ganz ähnliche Entwicklung genommen hat, wie sie uns Herr Siegel vorhin gezeigt hat. D. h. man hat am Anfang mit Umformern von eigentlich unzulänglicher Größe gearbeitet. Die Oefen sind dann bekanntermaßen immer vergrößert worden, d. h. sie sind mit größeren Schmelzen besetzt worden, aber die Umformer sind zu klein geblieben. Darauf wurden größere Umformer verwendet. In einer weiteren Periode hat man die Spannung erhöht; um höhere Leistungen zu erzielen und nicht zu große Umformer bauen zu müssen, hat man die Spannung bis zu 200 V gesteigert.

Jetzt taucht wieder die Frage auf, ob man mit den Spannungen um ein weiteres Maß hinaufgehen soll. Ich glaube, die Untersuchungen von Siegel haben diese Frage beantwortet, nämlich man soll die Spannungen nicht zu hoch treiben, weil sonst ein zu sehr schwankender Betrieb entsteht. Man muß Stromstärke und Spannung aufeinander abstimmen. Es ist nicht zu umgehen, daß die Umformer die notwendige Größe erreichen, damit man die günstigen Verhältnisse im Betriebe erreichen kann.

F. Sommer, Düsseldorf: Die Umformer waren bei den ersten Oefen deshalb so klein, weil diese mit flüssigem Einsatz arbeiteten, wofür die Umformer genügten. Erst später kam man auf den festen Einsatz, und nun waren die Umformer zu klein.

Der Wert der Arbeit von Herrn Siegel liegt darin, daß er klar erkannt hat, daß die über ein größeres Maß hinausgehende Erhöhung der Spannungen unzweckmäßig ist, daß dagegen die Amperezahl beim Einschmelzen gesteigert werden soll. Ich möchte aber nach den bisherigen Versuchen nicht empfehlen, bei neuzubestellenden Oefen die Drossel ganz wegzulassen, aber man könnte sie etwas kleiner als bisher bemessen.

Der Aufschweißbiegeversuch und seine Eignung zur Prüfung von Baustählen.

Von Eduard Houdremont, Karl Schönrock und Hans-Joachim Wiester.

Mitteilung aus den Forschungsanstalten der Firma Fried. Krupp A.-G. in Essen.

(Die dem Aufschweißbiegeversuch zugedachte Aufgabe. Für das Ergebnis des Aufschweißbiegeversuchs maßgebende Einflüsse: Die Schweißspannungen und damit die Schweißbedingungen, wie Vorwärmung, die Aufhärtung des Stahles beim Schweißen, sonstige Prüfbedingungen. Übertragbarkeit der Erkenntnisse aus dem Kerbschlagversuch. Verbesserung des Biegewinkels beim Aufschweißversuch durch Normalglühen und durch metallurgische Maßnahmen. Begrenzter Wert des Aufschweißbiegeversuchs.)

[Schluß von Seite 1248.]

Mittel zur Erhöhung des Biegewinkels beim Aufschweißbiegeversuch.

Die Neigung des Werkstoffes zum Trennungsbruch unter mehrachsigen Spannungszustand zu prüfen, war auch die Aufgabe des Kerbschlagversuchs. Die Mittel, mit denen man versucht hat, in dieser Beziehung das Verhalten des Werkstoffes beim Aufschweißbiegeversuch zu verbessern, sind demnach naturnotwendig die gleichen, die man auch zur Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit anwendet. Dazu gehören vor allem die Maßnahmen, die eine Verringerung der Korngröße des Werkstoffes bewirken, und zwar sowohl des Sekundärkornes als auch des metallurgisch bedingten Austenitkornes.

Zur Verfeinerung des Sekundärkornes hat man vorgeschlagen, den Stahl vor dem Schweißen normalzугlügen. Dabei ist aber zu bedenken, daß nicht immer durch eine Normalglühung, d. h. durch Glühen oberhalb A_3 mit nachfolgender Abkühlung an ruhender Atmosphäre²⁸⁾, eine Verfeinerung des Gefüges gegenüber dem des Walzzustandes eintritt; das wird stets von den jeweiligen Bedingungen abhängen, unter denen diese Gefüge sich gebildet haben²⁹⁾. Im Walzzustand ist die Gefügeausbildung wesentlich bedingt durch den Profilquerschnitt, die Walzendtemperatur, die Abnahme beim letzten Stich und die Abkühlung nach dem Walzen. Das Gefüge nach dem Normalglühen dagegen hängt ab von der Glühzeit, der Glühdauer und besonders von der Erhitzungs- und Abkühlungsgeschwindigkeit. Bei einem sehr feinen Walzgefüge, wie es sich z. B. durch ein Fertigwalzen bei verhältnismäßig tiefen Temperaturen ergibt, wird durch eine Normalglühung mitunter sogar eine Vergrößerung des Gefüges bewirkt. Soweit durch das Normalglühen eine Gefügeverfeinerung erreicht wird, kann dadurch, wie dies die *Bilder 15 bis 18* zeigen, tatsächlich eine Verbesserung des Ergebnisses des Aufschweißbiegeversuchs eintreten. Mitunter kann man aber auch eine Verschlechterung des Ergebnisses erhalten, wie sich aus den

Bildern 19 bis 22 ergibt. In diesem Falle ist kaum eine Verfeinerung des Sekundärkornes eingetreten; dagegen ist das stark ausgeprägte Zeilengefüge des Walzzustandes durch das Normalglühen fast beseitigt worden. Es ist anzunehmen — darauf soll später noch eingegangen werden —, daß solche Ferritzeilen das Fortschreiten des Anrisses erschweren und dadurch das Ergebnis in günstigem Sinne beeinflussen können. Daß bei der Normalglühung leicht ein Verziehen der Profile eintreten kann, wobei das dadurch bedingte Richten die günstige Wirkung der Wärmebehandlung teilweise wieder aufheben würde, sei nur nebenbei erwähnt.

Der Weg, den Stahl durch metallurgische Maßnahmen feinkörnig im Sinne des McQuaid-Ehn-Versuchs zu machen, liegt in der gleichen Richtung wie der Vorschlag des Normalglühens. Daß ein so behandelter Stahl eine bessere Kerbschlagzähigkeit und damit auch eine geringere Neigung zum Trennungsbruch hat als ein üblich hergestellter, ist, wie bereits erwähnt, von A. Fry schon 1926 gezeigt worden. Wie R. Wasmuth³⁰⁾, H. Hauttmann²²⁾, K. Schönrock²⁴⁾ u. a. belegen konnten, gelingt es auf diesem Wege, das Verhalten des St 52 auch beim Aufschweißbiegeversuch zu verbessern, wobei durch eine Verbindung dieser Behandlung mit der oben bereits erwähnten Normalglühung noch ein weiterer Fortschritt erreicht werden konnte³⁰⁾. Es blieb dabei zunächst offen, ob dieses günstige Ergebnis allein in der Verbesserung des Grundwerkstoffes begründet war oder ob hierbei noch andere Einflüsse mit eine Rolle spielten. Daß die Härtung der beeinflussten Zone entgegen ursprünglichen Vermutungen durch die Feinkornbehandlung nicht nennenswert verändert wird, ist vorher bereits dargelegt worden. Dagegen ergab sich aus der Beobachtung des Bruchaussehens von Proben aus auf Feinkorn behandelten Schmelzen, daß sie fast ausnahmslos ein stark faserig-sehnes Bruchgefüge aufwiesen, wie es z. B. in *Bild 23* wiedergegeben ist.

Diese Beobachtung führte zu der Vermutung, daß vielleicht neben der Feinkörnigkeit auch die zu

²⁸⁾ Vgl. die Begriffsbestimmung in Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 879; 58 (1938) S. 1369.

²⁹⁾ Hanemann, H., und A. Schrader: Atlas Metallographicus, Bd. I, S. 25/34. Berlin 1933.

³⁰⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 209/12 (Werkstoffaussch. 456); Bautechn. 17 (1939) S. 85/90.

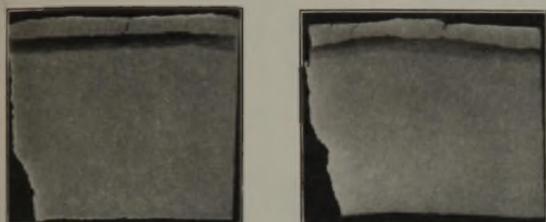
Zeilen ausgewalzten vorwiegend oxydhaltigen Schlackeneinschlüsse in einem solchen Stahl zu dem günstigen Verhalten beitragen, ja hierfür vielleicht sogar maßgebend sein könnten. Um dies nachzuprüfen, wurde von einer betriebsmäßigen St-52-Schmelze eine Pfanne üblich vergossen, eine zweite auf Feinkorn behandelt und die dritte nach einem besonderen Verfahren so behandelt, daß man durch Art und Verteilung der Einschlüsse im Stahl einen faserig-sehnigen Bruch erhielt, ohne daß die McQuaid-Ehn-Korngröße wesentlich verändert wurde; auch der Reinheitsgrad des Stahles — das sei besonders hervorgehoben — wird durch die letzte Behandlung nicht merklich beeinflusst.

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung und McQuaid-Ehn-Korngröße der Versuchsschmelzung.

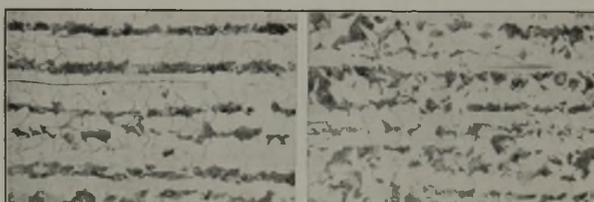
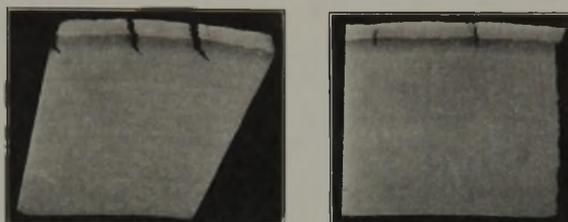
| Pfanne | Behandlung | % C | % Si | % Mn | % P | % S | % Cu | Korngröße ¹⁾ |
|--------|---|------|------|------|-------|-------|------|-------------------------|
| 3 | Üblich vergossen . . . | 0,17 | 0,39 | 1,35 | 0,020 | 0,026 | 0,30 | 1—2 |
| 1 | Auf Feinkorn behandelt . . | 0,18 | 0,39 | 1,30 | 0,020 | 0,027 | 0,30 | 7—8 |
| 2 | Auf besondere Einschlusvertei- lung be- handelt . . . | 0,19 | 0,41 | 1,35 | 0,020 | 0,038 | 0,30 | 2—3 |

¹⁾ Nach der Tafel der American Society for Testing Materials.

50 mm dickes Blech. McQuaid-Ehn-Korngröße: 4 bis 5 Walzzustand normalgeglüht



50 mm dickes Profil. McQuaid-Ehn-Korngröße: 3 bis 4 Walzzustand normalgeglüht



Biegewinkel:
beim 1. Anriß 23; 11 28; 35
gesamt 23; 11 90; 87

22; 26 15; 15
83; 84 15; 15

Bilder 15 bis 22. Einfluß des Normalglühens auf das Ergebnis der Schweißraupenbiegeprobe bei Stahl St 52. (Chemische Zusammensetzung des Bleches 0,17 % C, 0,49 % Si, 1,41 % Mn, 0,019 % P, 0,031 % S, 0,26 % Cu, 0,007 % N₂, des Profils 0,20 % C, 0,49 % Si, 1,38 % Mn, 0,032 % P, 0,017 % S, 0,08 % Cu, 0,005 % N₂. Gefügebilder $\times 100$.)

Die aus den Pfannen gegossenen Blöcke wurden zu Platinen von 200 \times 50 mm² ausgewalzt.

In *Zahlentafel 1* sind chemische Zusammensetzung und die Korngröße des Werkstoffes aus den verschiedenen behandelten Pfannen wiedergegeben. Gefüge und Einschlusverteilung der daraus entnommenen Proben zeigen die in *Bildern 24 bis 32* zusammengestellten Schlibfbilder. Die sehr beträchtlichen Unterschiede in der McQuaid-Ehn-Korngröße finden sich im Sekundärgefüge nicht oder bestenfalls schwach angedeutet wieder, und zwar sowohl im Walzzustand als auch nach Normalglühung. Dieser Befund ist nicht außergewöhnlich, da ja der Versuch nach McQuaid und Ehn, wie schon erwähnt, nur die Austenitkorngröße bei einer einzigen Wärmebehandlungstemperatur und -zeit erfaßt und somit deren beträchtlichen Einfluß auf die Sekundärkorngröße gar nicht berücksichtigen kann³¹⁾. In dem Gesamtgehalt an Einschlüssen ist zwischen den verschiedenen behandelten Pfannen kein Unterschied festzustellen. Dagegen zeigt der Werkstoff aus der auf besondere Einschlusverteilung behandelten Pfanne im allgemeinen eine etwas feinere und gleichmäßigere Ausbildung der Einschluszeilen als der aus der auf Feinkorn behandelten Pfanne.

Das Ergebnis der Aufschweißbiegeversuche mit den Proben im Walzzustand sind in den *Bildern 33 bis 35* wieder-

gegeben. Die Proben aus dem üblich vergossenen Teil der Schmelzung sind sämtlich bei geringen Biege winkeln, teilweise schon beim ersten Anriß, mit verformungsarmem Bruch durchgeschlagen. Die auf Feinkorn behandelten



Bild 23. Bruchaussehen einer Probe aus der auf Feinkorn behandelten Pfanne der St-52-Versuchsschmelze.

Proben haben dagegen mit wenigen Ausnahmen gute Biege winkel ergeben, ebenso die auf besondere Einschlusverteilung behandelten Proben. Der Einfluß der eingefrästen Nut ist ziemlich gering. Im ganzen scheinen die Proben mit Nut etwas empfindlicher zu sein als die ohne Nut. Im Bruch zeigen die auf besondere Einschlusverteilung behandelten Proben das gleiche sehnig-faserige Bruchaussehen wie die auf Feinkorn behandelten (*Bild 23 und 36*). Die Ursache

³¹⁾ Houdremont, E., und H. Schrader: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1412/22 (Werkstoffaussch. 358); Davenport, E. S., und E. C. Bain: Trans. Amer. Soc. Met. 22 (1934) S. 878/925; Shane, P.: Trans. Amer. Soc. Met. 22 (1934) S. 1038/50; Herty jr., C. H., D. L. McBride und S. O. Hough: Min. metallurg. Invest., Pittsburgh, Nr. 65, 1934, 48 S.; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 169/70.

für den günstigen Einfluß fein verteilter Einschlusßzeilen auf das Ergebnis des Aufschweißbiegeversuchs läßt sich aus Bild 37 entnehmen, die deutlich zeigt, wie der von den Anrissen im Schweißgut und in der beeinflussten Zone ausgehende Trennungsbruch durch Einschlusßzeilen aus seiner Richtung abgelenkt und dadurch aufgehalten wird. Daß die auf Feinkorn behandelten Proben immer wieder das gleiche Bruchbild wie die auf besondere Einschlusßverteilung behandelten Proben aufwiesen, deutet darauf hin, daß der Einfluß der Einschlusßzeilen offensichtlich wesentlich stärker ist als der der sehr verschiedenen

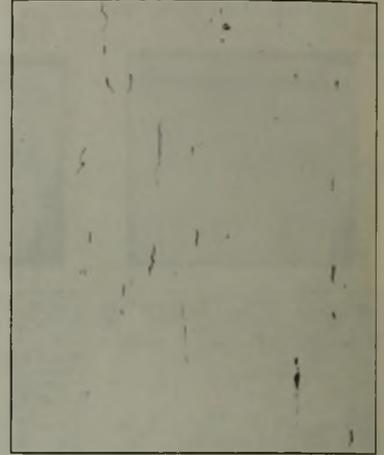
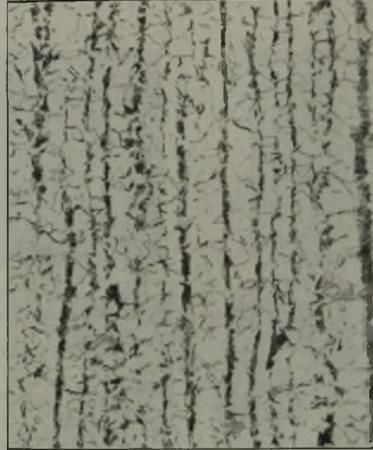
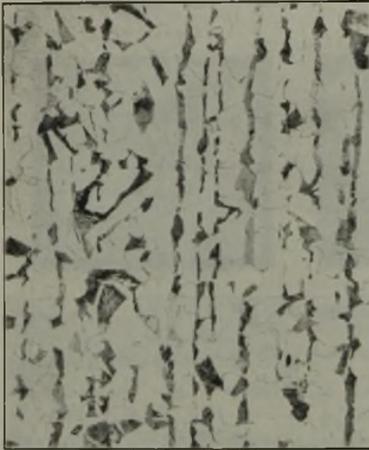
McQuaid-Ehn-Korngrößen und daß somit das günstige Verhalten des auf Feinkorn behandelten Stahles beim Aufschweißbiegeversuch überwiegend seinem Gehalt an Einschlusßzeilen zuzuschreiben sein dürfte. Darüber hinaus ergibt sich aus dem Versuch ein weiterer Weg, durch metallurgische Maßnahmen zu einem die Anforderungen des Aufschweißbiegeversuchs erfüllenden Stahl zu gelangen.

Um den Einfluß von Einschlusßzeilen im Werkstoff noch bis in den Bereich grober Fehlstellen und Dopplungen hinein zu verfolgen, wurde bei dem Versuch auch der Massekopf der Blöcke, der üblicherweise abgeschnitten wird, mit aus-

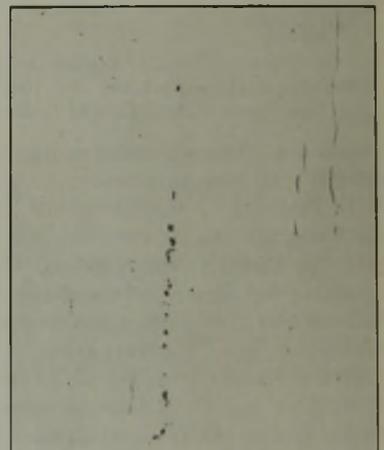
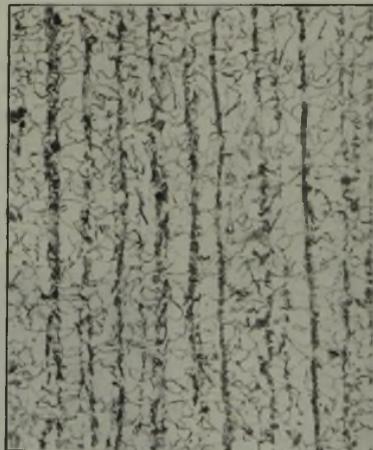
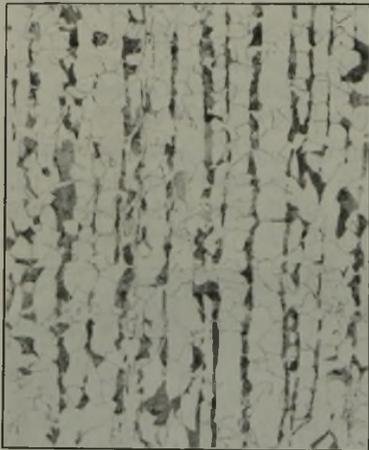
Walzzustand

Normalgeglüht

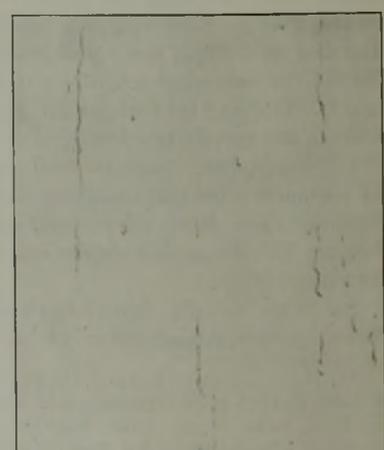
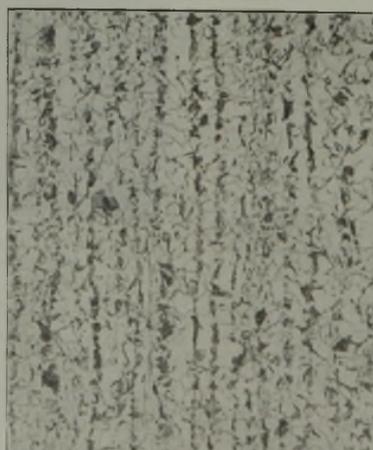
Einschlüsse



Üblich vergossen. (McQuaid-Ehn-Korngröße 1 bis 2.)



Auf Feinkorn behandelt. (McQuaid-Ehn-Korngröße 7 bis 8.)



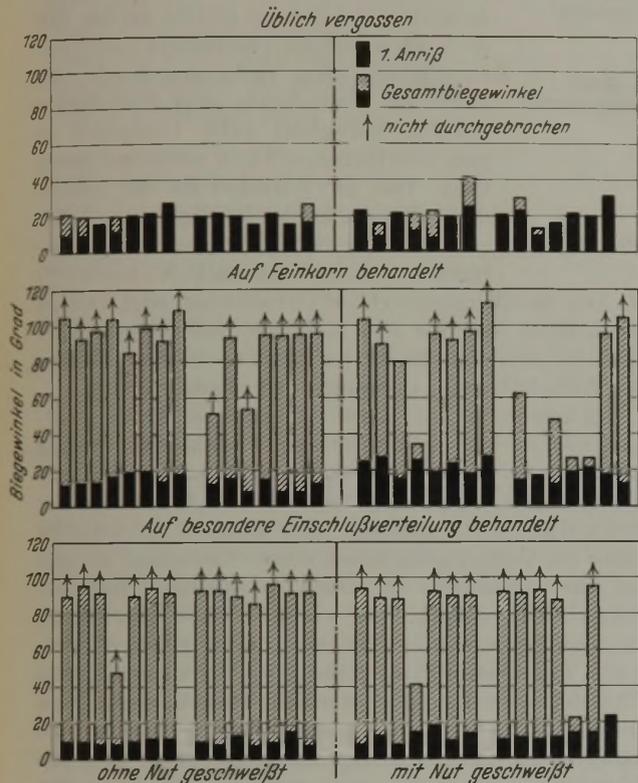
Auf besondere Einschlusßverteilung behandelt. (McQuaid-Ehn-Korngröße 2 bis 3.)

Bilder 24 bis 32. Gefüge und Einschlusßverteilung der Proben aus der St-52-Versuchsschmelze. (× 100.)

gewalzt. Proben aus den hieraus gewonnenen Platinen wurden ebenfalls dem Aufschweißbiegeversuch unterworfen. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind in den Bildern 38 bis 40 dargestellt. Sowohl nach dem Biegewinkel als auch nach dem äußeren Aussehen haben sich diese Proben sehr gut verhalten. Im Bruch (Bild 41) kann man aber grobe innere Fehlstellen des Werkstoffes erkennen. Das in Bild 42 wieder-gegebene Bruchbild einer durchgebrochenen Probe läßt noch einmal sehr schön erkennen, wie der Trennungsbruch durch eine Schlackenzeile aufgehalten wird. Wenn auch dem Versuch mit Proben aus dem Massekopf keine praktische Bedeutung zukommt, so läßt er doch erkennen, daß die Erfüllung der Anforderungen des Aufschweißbiege-

unmittelbar zu beobachten sind. Die Gefahr des Dauerbruches, der ja schon von dem kleinsten Anriß ausgehen kann, wird also ebenfalls durch den Versuch nicht erfaßt.

In den Bedingungen, die zum Entstehen der Anrisse führen, ist eine große Zahl von dem zu prüfenden Werkstoff fremden Einflüssen enthalten, die, wie z. B. die verschiedenen Schweißbedingungen, auch bei einer Normung der Probe schwerlich vollständig gleichgehalten werden können. Von der Seite des Werkstoffes selbst gehen nur die Härtung der beeinflussten Zone und die für die Ausbildung des Spannungszustandes maßgebenden Festigkeitseigenschaften diese Bedingungen ein. Der Zeitpunkt des Entstehens der Anrisse kann herausgeschoben werden:



Bilder 33 bis 35. Ergebnisse der Aufschweißbiegeversuche aus der St-52-Versuchsschmelze.

versuchs allein nicht als Gewähr für einen einwandfreien Stahl angesehen werden kann.

Wert des Aufschweißbiegeversuchs.

Der Aufschweißbiegeversuch ist seinem Wesen nach ein Kerbbiegeversuch, bei der die Kerben in Form von Anrissen sich erst während der Prüfung ausbilden. Die Neigung des Werkstoffes oder der zur Verwendung gelangenden Elektroden zur Ribbildung unter dem alleinigen Einfluß des Schweißens ohne zusätzliche äußere Beanspruchung, d. h. die Schweißempfindlichkeit im üblichen Sinne, wird also durch diesen Versuch von vornherein nicht erfaßt. Die aufgeschweißte Raupe und der dadurch entstehende Spannungszustand haben im wesentlichen nur die Aufgabe, die Vorbedingungen für das Entstehen der Anrisse im Schweißgut und in dem am stärksten gehärteten Teil der beeinflussten Zone beim Biegen der Probe zu schaffen. Ein Rückschluß aus dem Zeitpunkt des Entstehens dieser Anrisse auf die Eignung des Werkstoffes zur Verwendung in geschweißten Bauwerken ist nicht möglich und wird auch nicht gezogen, besonders deswegen nicht, weil eine genaue Ermittlung des Biegewinkels beim ersten Anriß auf größte Schwierigkeiten stößt, da die Anrisse vielfach unter der Oberfläche entstehen und nicht

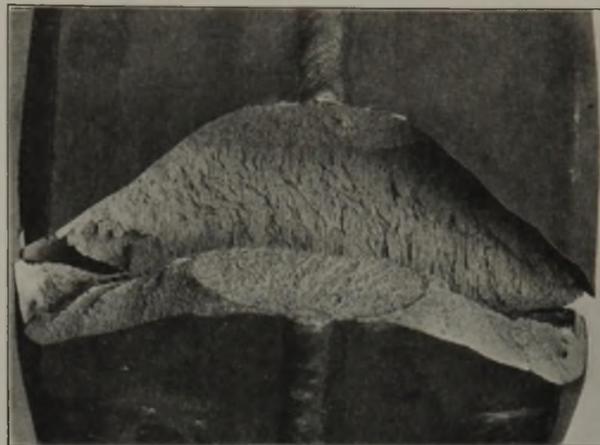


Bild 36. Bruchaussehen einer Probe aus der auf besondere Einschlusverteilung behandelten Pfanne der St-52-Versuchsschmelze.

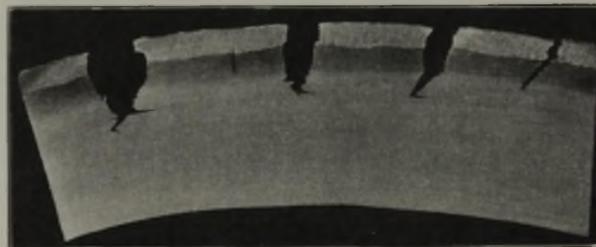


Bild 37. Ablenkung der Anrisse durch Einschluszeilen in einer Aufschweißprobe aus St 52.

1. durch eine Vorwärmung beim Schweißen, durch die sowohl die Härtung der beeinflussten Zone als auch der Spannungszustand gemildert werden kann;
2. durch eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen;
3. durch eine Erhöhung der Prüftemperatur.

Die eigentliche Prüfung des Werkstoffes setzt erst nach dem Entstehen dieser Anrisse ein, und zwar soll die Neigung, unter dem Einfluß dieser Anrisse mit verformungsarmem Trennungsbruch zu reißen, erfaßt werden. Auf der prüftechnischen Seite wird dabei das Verhalten des Werkstoffes von folgenden Umständen abhängen:

1. von der Prüftemperatur,
2. von Lage und Form der Anrisse,
3. von der Größe des Biegewinkels, bei dem sich die Anrisse bilden.

Außerdem ist auch ein gewisser Einfluß der Prüfgeschwindigkeit zu erwarten.

Auf der Seite des Werkstoffes wird das Verhalten offenbar günstig beeinflusst von all denjenigen Umständen, die auch bei der Kerbschlagprüfung die Neigung zum Trennungsbruch herabsetzen. Hierzu gehören:

1. Feinkörnigkeit im Sinne eines feinen Sekundärgefüges, hervorgerufen z. B. durch Normalglühen oder Vergüten;
 2. Neigung zu sehnig-faserigem Bruch durch Einschlüsse und Seigerungen;
 3. Feinkörnigkeit im Sinne einer durch metallurgische Maßnahmen bedingten geringen Austenitkorngröße.
- Dabei bleibt offen, wie weit die Wirkung des letztgenannten Umstandes in der der beiden erstgenannten mitbegründet ist.

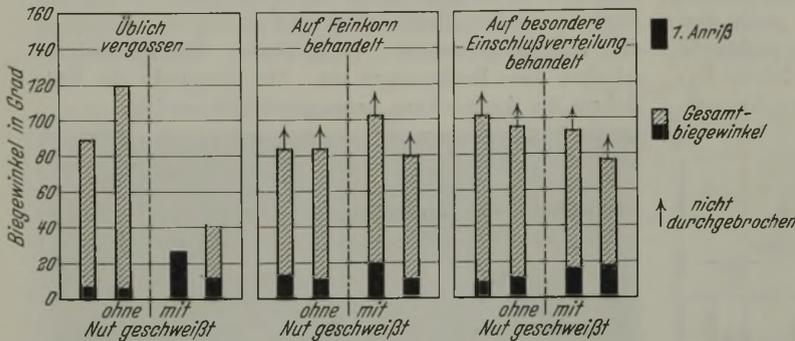
flussung des Ergebnisses durch die verschiedenen Größen ist, wie gezeigt werden konnte, bei beiden Prüfverfahren gleich. Beide Prüfverfahren ermöglichen eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Werkstoffen in der Hauptsache nur dann, wenn die Prüfbedingungen zufällig so gewählt sind, daß sie für den betreffenden Werkstoff gerade den un stetigen Uebergang vom Trennungsbruch zum Verformungsbruch erfassen. Die unter diesen willkürlich gewählten Bedingungen sich ergebende Einteilung der Werkstoffe in gut und schlecht kann aber unter den Bedingungen, wie sie im Bauteil vorliegen, unter Umständen weitgehend belanglos sein. Das Bild kann dabei dadurch noch besonders getrübt werden, daß die Unstetigkeit des Ueberganges vom Trennungsbruch zum Verformungsbruch den durch die Veränderung einer Einflußgröße erzielten Fortschritt unter Umständen in ganz übertriebenem Licht erscheinen lassen kann. Daß der Werkstoff aus der Rüdendorfer Brücke, bei der der eingetretene Bruch ganz eindeutig die Merkmale eines Trennungsbruches aufwies, sich nach W. Grosse³²⁾

im Aufschweißbiegeversuch gut verhalten hat, zeigt wohl am deutlichsten, daß die rein zufälligen Bedingungen dieses Versuchs kein Maß für die im Bauwerk zulässige Neigung des Werkstoffes zum Trennungsbruch abgeben können.

Es kommt nun aber hinzu, daß man im Aufschweißbiegeversuch nicht nur ein neues Verfahren zur Prüfung der Neigung zum Trennungsbruch sieht, sondern daß man vielfach glaubt, darin ein Mittel zur Prüfung der Schweißempfindlichkeit des Stahles im weitesten Sinne zur Verfügung zu haben, dessen Anwendung geeignet sei, die betriebliche Sicherheit geschweißter Bauwerke wesentlich zu erhöhen. Vor einer solchen Bewertung des Aufschweißbiegeversuchs muß gewarnt werden. Ein Prüfverfahren kann über die voraussichtliche Sicherheit eines Bauwerkes nur dann etwas aussagen, wenn die Prüfbedingungen den Beanspruchungsbedingungen im Bauwerk in vollem Umfange entsprechen oder wenn die Sicherheit des Bauwerkes nachweislich von klar bestimmten Werkstoffkenngrößen abhängt, die durch das Prüfverfahren eindeutig ermittelt werden können. Nur wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, ist man berechtigt, aus Unterschieden in den Prüfergebnissen auf eine mehr oder weniger große Eignung des Werkstoffes Rückschlüsse zu ziehen und diese Prüfung der Entwicklung des Werkstoffes mit dem Ziel der Erhöhung der Sicherheit des Bauwerks zugrunde zu legen. Die Vielfältigkeit der Einflußgrößen, die in dem Begriff der Schweißempfindlichkeit im üblichen Sinne enthalten sind, mit einem einzigen technologischen Prüfverfahren zu erfassen, wird schon deswegen kaum möglich sein, weil man die Spannungsbedingungen, die in einem geschweißten Bauteil vorliegen und die für das Verhalten des Werkstoffes als maßgebend anzusehen sind, schwerlich naturgetreu übertragen kann.

Der Aufschweißbiegeversuch hat — und das kann wohl unbestritten als ein Verdienst gewertet werden — erneut ein grelles Schlaglicht auf die Gefahren geworfen, die der beim Schweißen starker Profile

³²⁾ Erörterung zum vorliegenden Vortrag am 4. Juli 1939 in Düsseldorf; nicht veröffentlicht. Siehe Stahl u. Eisen demnächst. — Vgl. auch Kommerell, O.: Bautechn. 17 (1939) S. 219, nach dem eine 25 mm breite und 30 mm dicke Biegeprobe aus der gerissenen Gurtplatte quer durch die Schweißnaht einen Biegewinkel beim ersten Anriß von 55° und von 89° beim Bruch ergab.



Bilder 38 bis 40. Ergebnisse der Aufschweißbiegeproben aus dem Massekopf der Blöcke aus der St-52-Versuchsschmelze.

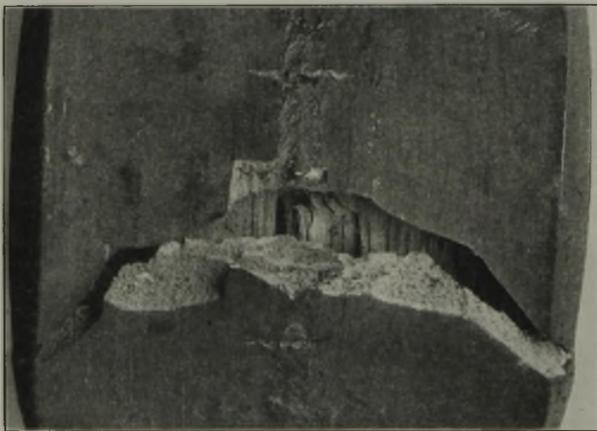


Bild 41. Bruchaussehen einer Probe aus dem Massekopf.



Bild 42. Trennungsbruch durch Schlackenzeilen aufgehalten.

Von der Werkstoffseite aus betrachtet ist der Aufschweißbiegeversuch nicht mehr als ein weiteres, ebenso wie der Kerbschlagversuch mit starken Unvollkommenheiten behaftetes Verfahren zur Prüfung der Neigung eines Stahles zum Trennungsbruch. Er hat demnach auch zu keinen neuen metallurgischen Erkenntnissen geführt, die über das mit bekannten Prüfverfahren Erreichbare hinausgingen. Mit dem Kerbschlagversuch hat er die Eigenschaft gemeinsam, daß die Beanspruchungs- und Spannungsbedingungen willkürlich gewählt sind und in keinen unmittelbaren Zusammenhang mit den Bedingungen im Bauteil gebracht werden können. Das Prüfergebnis kommt in beiden Verfahren durch das Zusammenwirken einer solchen Vielzahl von Einflußgrößen zustande, daß eine einfache Beziehung zwischen ihren Ergebnissen von vornherein nicht zu erwarten ist und wohl auch nicht besteht. Lediglich die Richtung der Beein-

entstehende Spannungszustand mit sich bringt. Man sollte ihn jedem Konstrukteur vorführen als anschauliches Beispiel für die Auswirkungen dieser Spannungen auf die Verformungsfähigkeit des Werkstoffes. Man wird deshalb aus den Erkenntnissen, die man durch die Untersuchung der Schadensfälle und durch die daran sich anschließenden Versuche gewonnen hat, Folgerungen nicht für den Werkstoff, sondern auch für den beim Schweißen entstehenden Spannungszustand ziehen müssen. Jede Maßnahme, die geeignet ist, die entstehenden Spannungen zu mildern, wird ebenso zur Erhöhung der Sicherheit des Bauwerks beitragen wie eine, die den Werkstoff unempfindlicher gegenüber einem derartigen Spannungszustand macht. Eine gefährliche Grenze des Spannungszustandes wird es für jeden Werkstoff geben, und es wird keinesfalls möglich sein, allein durch die Weiterentwicklung des Werkstoffes einen unter allen Umständen ausreichend hohen Sicherheitsrückhalt zu schaffen.

Die Grundlage für die Weiterentwicklung des Werkstoffes wird durch Versuche zu schaffen sein, die unter eindeutigen und zuverlässigen Versuchsbedingungen klären, ob und wie weit sich die einzelnen Stähle in ihrer Verformungsfähigkeit unter mehrachsiger Beanspruchung unterscheiden und welche Kenngrößen dafür maßgebend sind. Dabei wird der Werkstoff in allen in Betracht kommenden Wärmebehandlungszuständen einschließlich des überhitzt gehärteten, wie er beim Schweißen in der beeinflussten Zone auftritt, zu prüfen sein. Aus den Ergebnissen dieser Versuche wird man dann zuverlässig ableiten können, welche Maßnahmen geeignet sind, dem Werkstoff unter den Spannungsbedingungen geschweißter Bauwerke das Höchstmaß an Verformungsfähigkeit zu verleihen und wie man gegebenenfalls diese Eigenschaft prüftechnisch sicher erfassen kann. Es ist durchaus möglich, daß sich aus solchen Versuchen unter Umständen ganz andere Gesichtspunkte für die weitere Entwicklung des Werkstoffes ergeben, als sie aus dem Aufschweißbiegeversuch mit seinen verwickelten und unklaren Prüfbedingungen abgeleitet worden sind

Zusammenfassung.

Zur Prüfung der Schweißbarkeit eines Stahles hat man den sogenannten Aufschweißbiegeversuch entwickelt, den

man deshalb für besonders geeignet hielt, da er verformungsarme Brüche ergibt, ähnlich wie sie im Betriebe aufgetreten sind, während dies mit Modellversuchen nicht gelungen war.

Versuche mit der Aufschweißbiegeprobe zeigten, daß die ersten Anrisse in der wärmebeeinflussten Zone als Folge des Zusammenwirkens von Schweiß- und Biegespannungen bei der Verformung entstehen, die weit über das in Bauwerken zulässige Maß hinausgehen. Dazu vermindert die beim Schweißen eintretende Härtung des Grundwerkstoffes die Verformungsfähigkeit und begünstigt dadurch die Anrißbildung; die Aufhärtung ist aber nach der heute möglichen Zusammensetzung für St 52 nicht als erste Ursache der Anrißbildung zu betrachten. Eine Vermeidung der Anrißgefahr ist durch Schweißen unter Vorwärmen zu erwarten, da dadurch die Schweißspannungen und die Härtung geringer werden; in demselben Sinne wirkt ein Spannungsfreiglühen. Eine metallurgische Beeinflussung der Härtebarkeit, etwa durch sogenannte Feinkornerschmelzung des Stahles, ist dagegen nicht zu erwarten.

Der Aufschweißbiegeversuch hat mit dem Kerbschlagversuch das gleiche Ziel, nämlich die Neigung des Werkstoffes zum Trennungsbruch unter mehrachsigen Spannungen zu prüfen. Beim Aufschweißversuch hängt das Ergebnis nur von noch mehr Einflußgrößen ab, deren Wirkung nicht eindeutig zu erfassen ist, als beim Kerbschlagversuch. Immerhin lassen sich Erkenntnisse aus dem Kerbschlagversuch über Mittel zur Erhöhung des Biege winkels auf den Aufschweißbiegeversuch übertragen. So wird das Ergebnis des Aufschweißbiegeversuchs durch eine Verfeinerung des Sekundärkorns, durch Feinkornerschmelzung, vor allem aber durch zeilenförmige Einschlüsse und schließlich durch Erhöhung der Prüftemperatur verbessert.

Der Aufschweißbiegeversuch kann nach allem ebenso wie der Kerbschlagversuch als ein unvollkommenes Verfahren zur Prüfung eines Stahles auf seine Eignung zum Trennungsbruch angesehen werden, keineswegs aber als Mittel zur Prüfung der Schweißempfindlichkeit eines Stahles im weitesten Sinne.

Umschau.

Steirisches Erz im großdeutschen Raum.

Ueber die Bodenschätze in der Steiermark und ihre Bedeutung für die Eisenerzeugung des Landes im Wandel der Zeiten berichtete in höchst beachtlicher Darstellung Bergrat Dr. Hans Malzacher¹⁾ auf dem Metalltag in Graz am 30. Juni 1939. Seine Ausführungen seien nachstehend in großen Zügen wiedergegeben.

Die Erze des steirischen und teilweise auch jene des Hüttenberger Erzlagens sind fast völlig frei von Phosphor und Schwefel; hierzu kommt ihre Leichtgängigkeit, eine Eigenschaft, die eine Brechstangenarbeit im Rennherd unnötig machte und schon frühzeitig die Einführung des Stückofens ermöglichte. Dieser lieferte infolge seines besseren Wärmeaushalts gegenüber dem Rennfeuer ein höhergekohltes, stahlartiges Erzeugnis, das zudem durch den Mangangehalt der Erze noch günstig beeinflusst wurde. Die Vorteile der Erzgrundlage wurden noch vergrößert durch die reichlich vorhandenen Wasserkräfte und die großen Waldbestände, für die das Eisenhüttenwesen die einzige Verwendungsmöglichkeit bot.

Es erscheint daher infolge dieser günstigen Bedingungen durchaus glaubhaft, daß der steirische Erzberg bereits in der Hallstattzeit ausgebeutet wurde. Seine erste geschichtliche Erwähnung findet sich im Jahre 941 im Verbrüderungsbuch des Stiftes Seckau.

Das alpenländische Eisen ging schon seit dem 13. Jahrhundert ganz bestimmte, naturgegebene Wege. Der landesfürstliche Erz-

berg, die „Haupteisenwurzten“, wurde in seinem oberen Teile von Süden, also von Vordernberg aus, abgebaut, von wo das Eisen nach Leoben und nach Judenburg an den uralten durch das Murtal führenden Hauptverkehrswege geliefert wurde. Die unteren Teile des Erzberges wurden von Innerberg, dem heutigen Eisenerz, aus abgebaut, dessen Name urkundlich gegen Ende des 13. Jahrhunderts erwähnt wird. Von dort aus führte ein Handelsweg den Erzbach und die Enns entlang nach Weyer, und von hier ging das Eisen teils nach Waidhofen, teils nach Steyr und Enns, wo es Anschluß an die große Nibelungenwasserstraße, die Donau fand. Der kärntnerische Erzberg brachte seine Erzeugnisse nach St. Veit und von dort auf der alten Römerstraße über den Loiblpaß oder über Villach nach Italien.

Zum Ausheizen und Ausschmieden der im Stückofen gewonnenen Luppen diente Ausheizfeuer und Wasserhammer, die ursprünglich wohl gleich neben dem Schmelzofen lagen und demselben Besitzer gehörten; doch scheint die Holznot in Eisenerz schon früh eine örtliche Trennung herbeigeführt zu haben, da schon im 13. und 14. Jahrhundert weiterverarbeitende Hämmer in entfernteren Gegenden nachzuweisen sind. So kam die erste Verlagerung der Eisenerzeugung vom Erzberg weg in holzreichere Gegenden zustande. Aus dieser örtlichen Trennung der Erzeugungsverfahren entwickelte sich auch eine besitzrechtliche Trennung, so daß schon um 1500 Radwerke (Stückofen) und Hammerwerke als selbständige Glieder des Eisenhüttenwesens nebeneinander standen. Die große Zahl der durch die Eisenerzeugung des 16. Jahrhunderts beschäftigten Hüttenleute bedingte einen entsprechenden Lebensmittelbedarf. Daher wurden eine Anzahl

¹⁾ Metall u. Erz 36 (1939) S. 497/504.

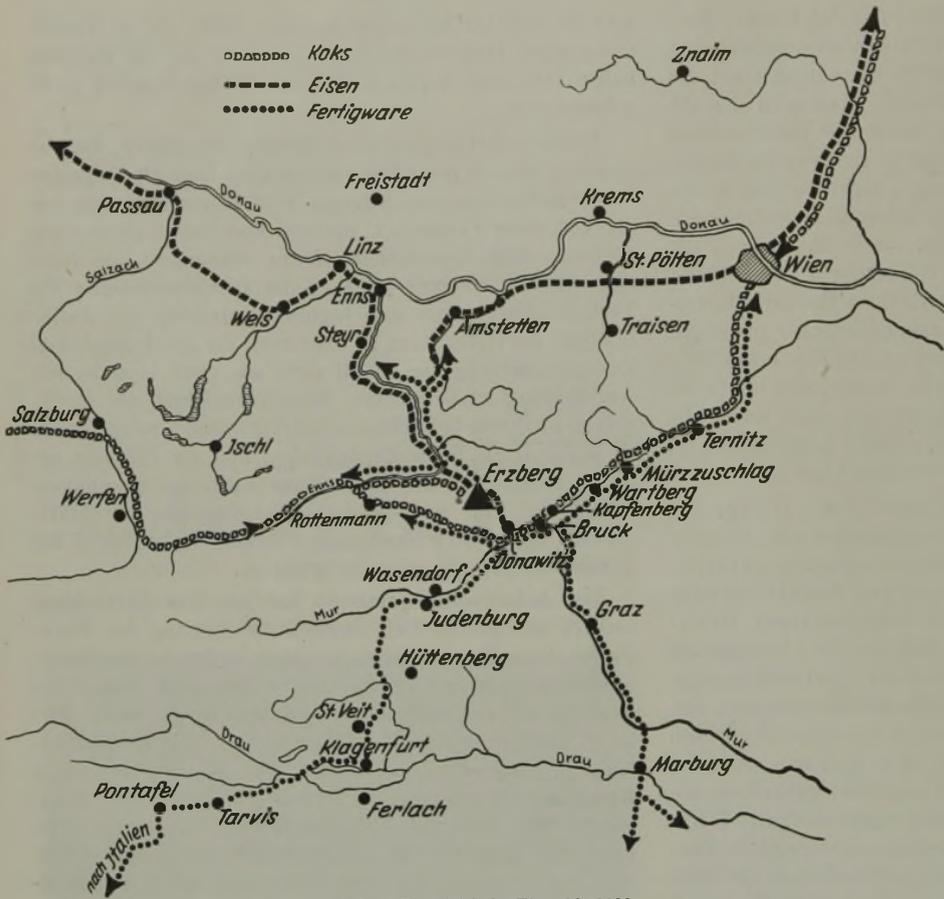


Bild 1. Das steirische Eisen bis 1938.

in fruchtbaren Gegenden gelegener Orte verpflichtet, laufend Lebensmittel ins Erzgebiet zu liefern. Als Gegenfracht nahmen die Fuhrleute Eisen mit, das dann in Gegenden, wo es wohl Wasserkräfte und Holz, aber kein Eisen gab, in Hämmern verarbeitet wurde. So kam es zu einer zweiten Verlagerung der Eisenerzeugung, die sich von der Mitte des 16. Jahrhunderts bis zum Ende des 19. Jahrhunderts erhielt.

Die wirtschaftlichen Rückschläge im 16. Jahrhundert und der daraus sich ergebende unregelmäßige Bedarf der Eisenhändler veranlaßten die Gründung einer Eisenhandelskompagnie in Steyr im Jahre 1583. Ihr war aber kein langes Leben beschieden, da die religiösen Wirren und der Ausbruch des Dreißigjährigen Krieges kein ersprießliches Arbeiten zuließen. Im Jahre 1625 griff die Regierung ein, die Radwerke, Hammerwerke und Eisenhändler zu einer Gewerkschaft, der sogenannten Innerberger Hauptgewerkschaft, vereinigte. In Vordernberg schlossen sich im Jahre 1626 die Radmeister zur Radmeister-Kommunität zusammen, in der, abweichend von der Innerberger Gewerkschaft, die Hammermeister und der Eisenhandel nicht eingeschlossen waren.

Die Aufhebung der Zwangswirtschaftsordnung unter Kaiser Josef II. befruchtete auch das Eisenwesen und schuf eine breite Grundlage für eine stetige Entwicklung, die nur durch die Franzosenkriege und ihre Auswirkungen vorübergehend gestört wurde.

erzeugtes Eisen in Gegenden, die bisher nur steirisches Eisen bezogen hatten. Zwar wäre es möglich gewesen, mit Hilfe der Eisenbahnen Koks aus Mährisch-Ostau, aus dem Ruhrgebiet oder von der Saar zu beziehen, aber er wäre durch Frachtkosten sehr ver-

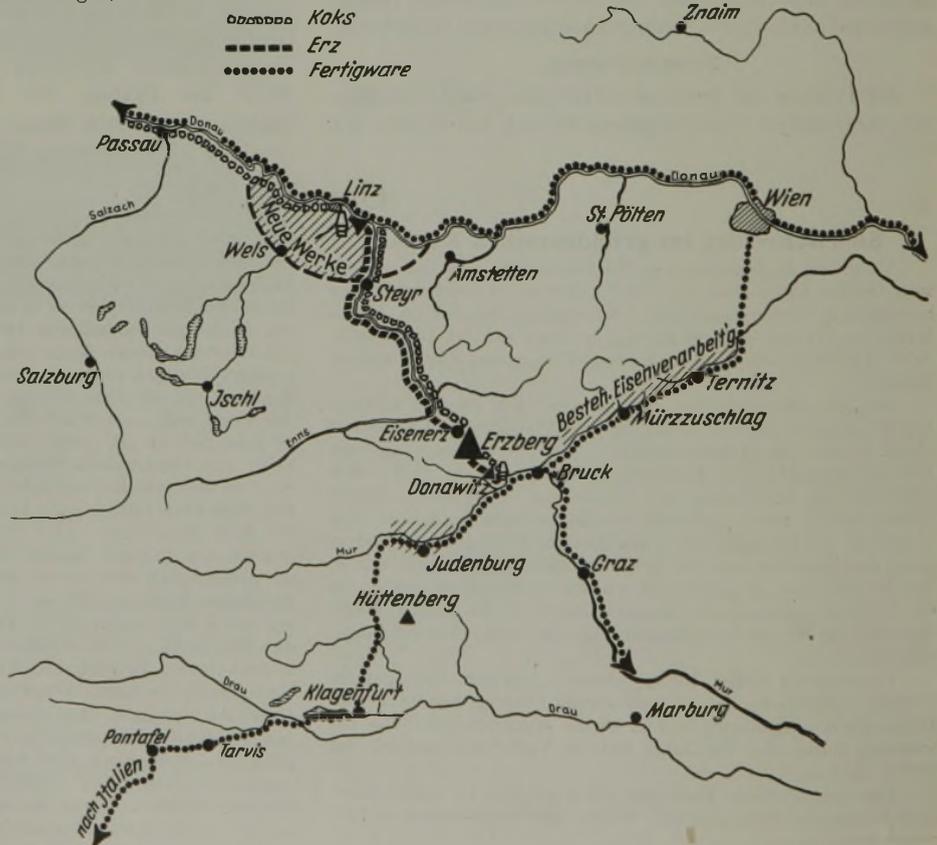


Bild 2. Die Neugestaltung.

Das war die richtige „Hammerherrenzeit“. Der Uebergang vom Stückofen- zum Fließofenbetrieb, also zur Roheisenerzeugung, der in Eisenerz und Vordernberg zwischen 1750 und 1760 erfolgte, brachte an sich keine bedeutenden Veränderungen mit sich. Wenn auch der Brennstoffaufwand sank, so konnte sich dieser Vorteil doch nicht wesentlich auswirken, da der Brennstoffvorrat nur eine begrenzte Steigerung der Roheisenerzeugung zuließ. Die Hochöfen erreichten zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine Höhe von 12 m, die damals mit Recht viel bestaunt wurden.

Viel einschneidender war die Einführung des Puddelverfahrens im Jahre 1826, weil dadurch Holzkohle gespart wurde, die der Holzkohlen-Roheisenerzeugung zugute kam. Die Verwendung der Steinkohle bei der Stahlerzeugung erwirkte die dritte Verlagerung der Eisenerzeugungsstätten insofern, als das Innerberger Gebiet, das wegen der ungünstigen Verkehrslage noch ausschließlich mit Holzkohle arbeitete, dadurch ins Hintertreffen kam.

Zu einer wahren Schicksalsfrage für das steirische Eisenwesen wurde der Ausbau der Eisenbahnen. Beim Absatz der hochwertigen Eisen- und Stahlarten spielte eine teure Fracht keine so große Rolle. Dagegen drang nun billiges, mit Koks

teuert worden. Man ging deshalb dazu über, durch Bezug von Koks die Roheisenerzeugung nur so weit zu erhöhen, daß sie rentabel wurde. Darum erbauten denn die drei größten Gesellschaften, die damals an der steirischen Eisenindustrie beteiligt waren, zunächst vier Kokshochöfen, und zwar einen in Prävali (Kärnten), einen in Zeltweg und zwei in Schwechat bei Wien. So wurde das Aufkommen der Eisenbahnen und die zusätzliche Erzeugung von Koksroheisen Ursache zu einer vierten Verlagerung der steirischen Eisenerzeugungsstätten.

Die auf das Koksroheisen gesetzten Hoffnungen erfüllten sich aber zunächst keineswegs. Die Hochöfen waren kleine Einheiten, die 30 bis 60 t täglich erzeugten und die recht hohe Selbstkosten aufwiesen. Daher war das Koksroheisen noch lange teurer als das Holzkohlenroheisen. Zudem fielen die ersten Betriebsjahre in die Krisenzeit nach 1873. Die Folge war ein Wettbewerb zu Preisen von einer nie gekannten Tiefe. Da erfolgte als Erlösung aus dieser Schwierigkeit der Zusammenschluß der Werke und die Gründung der Oesterreichisch-Alpinen Montan-Gesellschaft im Jahre 1881. Die erzfernen Hütten wurden nach und nach stillgelegt und die Erzeugung in der Nähe der Erzgruben und unter Anlehnung an die obersteirischen Braunkohlenvorkommen zusammengefaßt. Zunächst wurde die Eisenbahnlinie Eisenerz—Vordernberg gebaut, durch die auch die unteren Teile des Erzberges für eine Verhüttung auf der südlichen Seite erschlossen wurden. Dann erfolgte die Erbauung eines großen Kokshochofens in Donawitz. In der nächsten Stufe des Ausbaues errichtete man in Eisenerz und Donawitz große, neuzeitliche Hochöfen und faßte daselbst auch die Stahlerzeugung in wenigen, aber gut ausgestatteten Hütten zusammen. Die letzten Frischhütten auf der Innerberger Seite wurden im Jahre 1901 stillgelegt. Dort verblieb nur noch die Kokshochofenanlage in Eisenerz mit dem damals größten Hochofen der Welt. So entwickelte sich um die Jahrhundertwende eine fünfte Verlagerung der Eisenerzeugung; die Hochöfen kehrten zum Erzberg zurück, wo ehemals ihre Vorgänger, die Stück- und Floßöfen, gestanden hatten.

Der Friedensvertrag von St. Germain wirkte sich sowohl für das Land Oesterreich als auch besonders für seine Eisenindustrie ungünstig aus. Zwar konnte die schwere Zeit den Mut der österreichischen Eisenhüttenleute nicht brechen. Aber erst als die Mehrheit der Aktien der Oesterreichisch-Alpinen Montan-Gesellschaft durch die Vereinigten Stahlwerke in Düsseldorf erworben worden war, konnte mit einem Neuaufbau begonnen werden. Die 1937 einsetzenden Erzlieferungen nach dem Ruhrgebiet im Austausch gegen Koks machten eine schnelle Steigerung der Förderung im Erzberg möglich. Im großen Umfang wurde aber die Nutzung des österreichischen Erzschatzes erst möglich, als Adolf Hitler Oesterreich mit dem Altreiche vereinigte. In einem Großdeutschland wird sich das Bild der steirischen Erzerzeugung ähnlich gestalten, wie wir es im 16. Jahrhundert erleben. Der fast erstorbene beste Teil der österreichischen Eisenindustrie wird wieder neues Leben bekommen. Nicht Steyr und Waidhofen werden der neue Mittelpunkt der Erzeugung und Verarbeitung sein, sondern die Gegend zwischen Enns und Linz. Dort wird das neue Hüttenwerk der Alpinen Montan-Aktiengesellschaft „Hermann Göring“ erstehen und um dieses Werk werden sich im Laufe der nächsten Jahrzehnte neue Werkscharen, die ein Bild ergeben werden, das die Vergangenheit schon einmal gezeigt hat. Die sechste Verlagerung der ostmärkischen Eisenindustrie ist mit der Schaffung von Großdeutschland eingeleitet worden.

Die Anwendung von Ueberchlorsäure für die photometrische Bestimmung von Chrom und Nickel in Stahl.

Da die Ueberchlorsäure bei 203° ein vorzügliches Lösungsmittel ist, so wird sie in steigendem Maße in Eisenhüttenlaboratorien, hauptsächlich für die Bestimmungen von Chrom, Wolfram, Vanadin, Silizium und Phosphor gebraucht. Dank ihrem hohen Siedepunkt hat die Ueberchlorsäure den Vorzug, daß man stets Salz- und Salpetersäure abbrauchen kann und in der Lösung nur Ueberchlorsäure bleibt, und daß ferner Silizium als Oxyd quantitativ ausfällt, Chrom zu Cr⁺⁺⁺⁺, Vanadin zu V⁺⁺⁺⁺

und Phosphor zu P⁺⁺⁺⁺ oxydiert werden. Die Bestimmung von Silizium, Chrom und Phosphor nach A. Seuthe¹⁾ legte den Gedanken nahe, die Ueberchlorsäure auch für die photometrischen Bestimmungen anzuwenden. Die ausgearbeiteten Verfahren stützen sich einerseits auf die Arbeiten von A. Seuthe und E. Schaefer¹⁾, H. Pinski²⁾ und W. M. Murray und S. E. Q. Ashley³⁾. Die photometrischen Auswertungen wurden mit Hilfe eines Pulfrich-Photometers der Firma Carl Zeiss ausgeführt.

Chrombestimmung.

Die photometrische Chrombestimmung nach H. Pinski eignet sich sehr gut für unlegierte Stähle, für die legierten dagegen nicht. Es wurde deshalb ein Verfahren ausgearbeitet, das sich für sämtliche Stähle eignet.

Arbeitsweise für wolframfreie Stähle. 1 g Stahl wird in 25 cm³ Mischsäure¹⁾ (1 Teil HNO₃, 1,2, 3 Teile HClO₄, techn. 60%) in 400-cm³-Bechergläse unter Erwärmen gelöst und nach dem Auflösen abgedampft, bis dicke, weiße Dämpfe aufsteigen und die Lösung rotgelbe Farbe annimmt. Die Lösung wird etwas abgekühlt, mit 30 cm³ Wasser versetzt und aufgeköcht. Die bis zur Zimmertemperatur abgekühlte Lösung wird im 200-cm³-Meßkolben umgespült und bis zur Marke mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Die Lösung wird durch ein trockenes Filter gegeben, von dem Filtrat 50 cm³ im 100-cm³-Meßkolben abpipetiert, mit 30 cm³ Natriumfluorid (2% Lösung) versetzt, mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Von der Lösung wird der Extinktionskoeffizient für das Filter Hg 436 (Hagephotlampe) bestimmt (im Vergleichsstrahlengang destilliertes Wasser).

Arbeitsweise für legierte oder in Mischsäure unlösliche Stähle. 1 g Stahl (als Einwaage für nichtrostende Stähle müssen 0,5 oder 0,25 g gewählt werden) wird unter Erwärmen in Königswasser gelöst, nach dem Auflösen mit 30 cm³ Ueberchlorsäure versetzt und abgeraucht, mit 50 cm³ Wasser versetzt und so lange gekocht, bis der Wolframtrioxyd-Niederschlag rein gelbe Farbe annimmt. Die weitere Arbeitsweise entspricht derjenigen für wolframfreie Stähle. Die Auswertung erfolgt am besten durch eine Eichkurve. Da technische Ueberchlorsäure Verunreinigungen enthält, die auf den Extinktionskoeffizienten einen Einfluß ausüben können, ist es ratsam, eine größere Säuremenge zu beziehen und eine Eichkurve aufzustellen. Der Zeitbedarf für die Bestimmung beträgt für unlegierte Stähle 40 bis 15 min und für legierte Stähle 15 bis 25 min. Die Analyseergebnisse sind aus *Zahlentafel 1* zu ersehen.

Zahlentafel 1. Analyseergebnisse.

| Probe Nr. | Chemische Zusammensetzung | | | | | | | | | | | Photometrisch in HClO ₄ -Lösung | |
|-----------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|-------|------|------|------|--|------|
| | C % | Si % | Mn % | P % | S % | Ni ¹⁾ % | Cr ²⁾ % | V % | Mo % | W % | Co % | Ni % | Cr % |
| 1 ³⁾ | — | — | — | — | — | — | 3,00 | 0,2 | — | — | — | — | 2,99 |
| 2 | 0,57 | 0,2 | 0,385 | 0,03 | 0,012 | — | 3,95 | 0,51 | — | 17,4 | — | — | 3,96 |
| 3 | 0,67 | 0,24 | 0,4 | 0,024 | 0,02 | — | 4,5 | 1,5 | 0,3 | 17,6 | — | — | 4,52 |
| 4 | 0,72 | 0,31 | 0,3 | 0,02 | 0,022 | — | 3,94 | 1,1 | — | 18,1 | 9,6 | — | 3,92 |
| 5 | 0,54 | 0,23 | 0,43 | 0,021 | 0,02 | 1,43 | 0,655 | — | 0,19 | — | — | 1,37 | 0,66 |
| 6 | 0,43 | 0,85 | 0,43 | 0,03 | 0,019 | — | 1,2 | — | — | 2,95 | — | — | 1,24 |
| 7 | 0,36 | — | 0,4 | 0,033 | 0,017 | 4,05 | 1,39 | — | — | — | — | 4,0 | 1,37 |
| 8 | 0,35 | 1,57 | 0,35 | 0,016 | 0,012 | 15,6 | 22,6 | — | — | — | — | 15,66 | 22,8 |
| 9 | 1,34 | 0,21 | 14,2 | 0,06 | 0,02 | — | 1,16 | — | — | — | — | — | 1,13 |
| 10 | 1,3 | 0,30 | 13,5 | 0,08 | 0,022 | — | 0,995 | — | — | — | — | — | 1,02 |
| 11 | 0,1 | 0,235 | 0,68 | 0,04 | 0,03 | 0,52 | 0,99 | 0,067 | — | — | — | 0,51 | 0,95 |
| 12 | 0,1 | 0,205 | 0,61 | 0,012 | 0,013 | 4,0 | — | — | — | — | — | 3,98 | — |
| 13 | 0,9 | 0,35 | 0,31 | 0,02 | 0,017 | — | — | — | — | — | — | — | — |

1) Bestimmung des Nickels nach dem Dimethylglyoxim-Verfahren von Brunck. 2) Bestimmung des Chroms nach dem Persulfat-Verfahren von Philips. 3) Probe Nr. 1 Normalstahl.

Nickelbestimmung.

Diese geschieht genau nach der Vorschrift von W. M. Murray und S. E. Q. Ashley²⁾ mit der Ausnahme, daß man statt Salpetersäure (1+1) 25 cm³ Mischsäure anwendet. Die Nickelbestimmung kann auch an die Chrombestimmung angeschlossen werden, wobei man 2 cm³ vom Filtrat für die Chrombestimmung im 100-cm³-Meßkolben mit 25 cm³ Wasser versetzt und weiter nach Murray verfährt. Die Berechnung erfolgt mittels einer Eichkurve. Die Bestimmungsdauer beträgt 15 bis 25 min. Analyseergebnisse siehe *Zahlentafel 1*.

Untersuchungen über die Anwendung der Ueberchlorsäure zur photometrischen Vanadin- und Phosphorbestimmung sind im Gange.

Georg Semel, Riga.

1) Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 549/53 (Chem.-Aussch. 121).

2) Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 139/43.

3) Murray, W. M., und S. E. Q. Ashley: Industr. Engng. Chem., Anal. ed., 10 (1938) S. 1/5. Siehe Carl Zeiss: Absolutkolorimetrische Metallanalysen mit dem Pulfrich-Photometer. Jena 1938. S. 39.

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Eigenschaften hydraulischer Hochofenschlacken.

Unter Anwendung neuerer Verfahren in der Hochofenschlackenprüfung untersuchte Gustav Mußnug¹⁾ die Eigenschaften der bei der Herstellung der verschiedenen Roheisensorten anfallenden hochbasischen, latent hydraulischen Hochofenschlacken und den Einfluß des Chemismus, des Formzustandes und der Schmelztemperatur auf die Eigenschaften der Schlacken. Dabei stellte er fest, daß das Erhärtungsvermögen der schnell gekühlten hochbasischen Hochofenschlacken in hohem Maße auch von der angewendeten Schmelztemperatur abhängt, und zwar ist die Erhärtungsfähigkeit der Hochofenschlacke um so besser, je heißer die Schlacke erblasen wird. Einzelne Eigenschaften der Schlacken werden indessen auch vom Chemismus, besonders von dem Verhältnis $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$, stark beeinflusst. Mit steigendem Kieselsäuregehalt nimmt die Wasserfestigkeit zu, während die Luftfestigkeit zurückbleibt und die Schwindung abnimmt. Steigender Tonerdegehalt begünstigt zwar sehr die Erhärtungsfähigkeit der Schlacken im Wasser und an der Luft, doch nimmt auch die Schwindung allgemein sehr stark zu.

Ein Beitrag zur Phosphorbestimmung in Vanadinschlacken.

Die im neueren Schrifttum angeführten Verfahren zur Bestimmung des Phosphors in Gegenwart von Vanadin wurden von Erich Stengel²⁾ auf ihre Anwendbarkeit für Vanadinschlacken nachgeprüft. Dabei ergab sich, daß allen diesen Verfahren eine gewisse Unsicherheit anhaftet. Durch weitere Versuche gelang es nun, aus den bekannten Verfahren eine „abgeänderte Arbeitsweise“ zu entwickeln, mit der einwandfreie Niederschläge und befriedigende Werte zu erreichen sind. Da beim Abscheiden der Kieselsäure durch Eindampfen mit Salzsäure schon eine Reduktion des größten Teiles des Vanadins erfolgt, wurde die weitere Vorbereitung der Lösung zur Phosphorfällung nach dem Molybdänverfahren in der Kälte durchgeführt, so daß eine Wiederoxydation des Vanadins vermieden werden konnte. Zur Reduktion der restlichen Vanadinanteile genügte dann die Zugabe einer sehr geringen Menge eines Reduktionsmittels, wobei sich das Ferrosulfat am vorteilhaftesten erwies. Die auf Grund der Versuche ermittelte Arbeitsvorschrift für die Phosphorbestimmung in Vanadinschlacken wird angegeben.

Versuche mit einem neuen Dauerstandprüfer über den Verlauf von Zeit-Dehnungs-Schaulinien verschiedener Stähle.

Hans Esser und Siegfried Eckardt³⁾ beschreiben ein neues Prüfverfahren, das die Bestimmung von Zeit-Dehnungs-Schaulinien bei Dauerstandversuchen mit großer Genauigkeit gestattet.

Durch Untersuchungen an zwei unlegierten Stählen mit verschiedener Austenitkorngröße, einem Molybdän- und einem Chrom-Molybdän-Vanadin-Stahl bei 450 und 500° wird nachgewiesen, daß die Zeit-Dehnungs-Schaulinien in dem untersuchten Temperatur- und Zeitgebiet bei allen Stählen einen parabolischen Verlauf haben. Die für verschiedene Belastungsstufen doppellogarithmisch aufgetragenen Zeit-Dehnungs-Kurven haben daher einen geradlinigen Verlauf.

Es wird nachgewiesen, daß wegen des parabolischen Verlaufes der Zeit-Dehnungs-Schaulinien im doppellogarithmischen Koordinatensystem eine einwandfreie Extrapolation auf graphischem oder rechnerischem Wege möglich ist. Daher können die nach DIN-Vornorm-VDM-Prüfverfahren A 117/118 festgestellten Dauerstandfestigkeitswerte im 45-h-Versuch auch durch einen kürzeren Versuch von 10 bis 12 h auf rechnerischem oder graphischem Wege in gleicher Größenordnung bestimmt werden.

Das Knickpunkt-Auswertungsverfahren von H. Juretzek und F. Sauerwald⁴⁾ liefert zuverlässige Werte für die Dauerstandfestigkeit und hat auf Grund der Tatsache, daß es frei ist von Sondervereinbarungen über Dehngeschwindigkeits- oder Dehngrenzen, vor anderen Verfahren bemerkenswerte Vorteile.

Durch stufenweise Belastung eines Prüfstabes über 40 h für jede Belastung kann die Dauerstandfestigkeit bereits mit großer Genauigkeit bestimmt werden.

Für die laufende Betriebsüberwachung und als wegweisender Vorversuch kann der Stufenversuch über 1 h wertvolle Aufschlüsse über die Größenordnung der Dauerstandfestigkeit geben.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 193/200 (Schlackenaussch. 28).

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 205/07 (Chem.-Aussch. 136).

³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 209/22 (Werkstoff-aussch. 484).

⁴⁾ Z. Phys. 83 (1933) S. 483/91; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 112.

Einfluß gasförmiger Beimengungen auf den Zerfall von Kohlenoxyd.

Bei der Untersuchung des Einflusses von Kohlendioxyd, Stickstoff, Wasserstoff und Wasserdampf auf die Spaltung von Kohlenoxyd stellten Walter Baukloh und Edgar Spetzler¹⁾ fest, daß sich der Zerfall nur in Gegenwart von metallischem Eisen vollzieht. Die Anwesenheit von Wasserstoff bewirkt bei höheren Temperaturen eine starke Zerfallsbeschleunigung des Kohlenoxyds. Der Einfluß des Wasserstoffs ist im wesentlichen durch chemische Umsetzung an der Oberfläche des Bodenkörpers bedingt. Wasserdampf unterdrückt die Kohlenstoffabscheidung durch Verhinderung der Reduktion des Eisenoxyds. Für den Hochofenbetrieb wird ein schädlicher Bereich der Kohlenstoffabscheidung bei 400 bis 650° herausgestellt.

Das System Eisen-Kobalt-Beryllium.

Das System Eisen-Kobalt-Beryllium wurde von Werner Köster²⁾ in dem Bereich bis zu etwa 80 % Co und 25 % Be durch thermische Analyse, mikroskopische und magnetische Untersuchung in seinen Grundzügen festgelegt. In dem untersuchten Gebiet wurden vier verschiedene Phasen beobachtet, nämlich der α -Mischkristall, der bei eutektischer Temperatur von etwa 1050° bis 9 % Be bei 5 % Co und bis 7 % Be bei 25 % Co löst und dessen Lösungsvermögen mit sinkender Temperatur schnell abnimmt, der γ -Eisen-Kobalt-Mischkristall, der nur bei Temperaturen oberhalb etwa 900° beständig ist und bis zu etwa 3 % Be enthalten kann, ferner die Verbindungen FeBe_2 und CoBe , die beide größere Mengen Eisen und Kobalt zu lösen vermögen und einen pseudobinären Schnitt mit einem Eutektikum bei 1180° bilden. Die Temperatur der magnetischen Umwandlung des α -Mischkristalles wird durch Kobalt erhöht, durch Beryllium herabgesetzt.

Die Legierungen mit Gehalten bis zu 25 % Co und 7,5 % Be wurden auf ihre mechanische und magnetische Aushärtungsfähigkeit untersucht. Nach Abschrecken von 1100° zeigten die Proben nach halbstündigem Anlassen bei 500° einen ausgeprägten Höchstwert für die Härte, wobei etwa 700 Brinelleinheiten erreicht wurden, während Remanenz und Koerzitivkraft beim Anlassen auf 600° am höchsten waren; allerdings sind ihre Werte so gering, daß eine technische Ausnutzung nicht in Betracht kommt.

Untersuchungen über Akkordgestaltung und Leistungssteigerung in einer Walzendreherei.

Unter Berücksichtigung der in einer Walzendreherei auftretenden Einflußgrößen wurde von Eberhard Nowak und Hans Stevens³⁾ die Zeit für das Abdrehen einer Walze ermittelt durch Bestimmung der Zeitwerte für das Abdrehen des Walzenballens, für das Kaliberdrehen, Kantenbrechen, Auf- und Abspannen der Walze. Beim Abdrehen des Walzenballens wurden fünf Auswertungsverfahren auf ihre Genauigkeit hin untersucht. In einem ausgearbeiteten Kalkulationsschema wird die Berechnung für das Nachdrehen einer Walze durchgeführt.

Aus Fachvereinen.

Iron and Steel Institute.

(Frühjahrs-Hauptversammlung vom 3. bis 5. Mai 1939 in London. — Fortsetzung von Seite 1258.)

Der im Jahre 1929 gegründete englische

Unterausschuß für Temperaturmessungen an flüssigem Stahl berichtete über die Ergebnisse des Jahres 1938⁴⁾. Den Forschungsarbeiten lag folgender Plan zugrunde:

1. Entwicklung eines geeigneten Thermoelementes für Messungen in Stahlschmelzöfen und in Gießpfannen durch Erforschung des amerikanischen Siliziumkarbid-Graphit-Elementes von Fitterer und Verwendung von Platin-Platinrhodium-Elementen.

2. Verwendung von optischen Pyrometern unter Benutzung von in die Schmelze getauchten Glührohren.

Die Versuche mit in England hergestellten Siliziumkarbid-Graphit-Elementen entsprachen jedoch in keiner Weise den günstigen Angaben von Fitterer. Damit werden von der Energie- und Betriebswirtschaftsstelle (Wärmestelle Düsseldorf) des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute durchgeführte Versuche mit diesem Thermoelement voll bestätigt. Abgesehen davon, daß das Element

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 223/26.

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 227/30.

³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 231/40 (Betriebsw.-Aussch. 159).

⁴⁾ Eighth Report on the Heterogeneity of Steel Ingots. London 1939 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 25). S. 235/64. — Vorhergehenden Bericht vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1010/11.

beim Eintauchen in die Schmelze leicht bricht, schwankt die Thermokraft derart stark, daß eine Eichung vor und nach jeder Messung unerlässlich ist. Die Untersuchungen der Warmstelle Düsseldorf ergaben mit einem derartigen Element bei Temperaturen von 1200 bis 1400° Schwankungen von 100 bis 150 mV bei einer absoluten Höhe der Anzeige von 400 mV bei 1400°. Die Ursache dürfte in den ständigen Umwandlungen des Graphits liegen. Man hat deshalb auch in Deutschland keine weiteren Versuche mit diesem Element mehr durchgeführt.

Der englische Unterausschuß bemühte sich mehrere Jahre hindurch, ein Fitterer-Element aus Amerika zu erhalten. Es ist jedoch bemerkenswert festzustellen, daß dies bis Ende 1938 nicht gelungen ist. Die besten Ergebnisse erzielten F. H. Schofield und A. Grace mit Schnelltauch-Thermoelementen aus Platin-Platinrhodium. Die Versuche wurden in verschiedenen Stahlwerksbetrieben an basischen und sauren Siemens-Martin-Lichtbogenöfen, ferner in der Abstichrinne, in Gießpfannen und im Gießstrahl und in der Kokille selbst durchgeführt. In einer Stunde können jedoch nur etwa fünf Tauchmessungen am Schmelzofen und an der Gießpfanne vorgenommen werden. Die Vorbereitung des Elementes nach erfolgter Messung für eine neue erfordert mindestens 3 min. Die Betriebskosten für die Messungen hängen von der gewählten Bauart ab.

Das Silikaschutzrohr (Preis 1 sh) muß nach jeder Messung erneuert werden. Dazu kommt der Verbrauch an Kieselgursteinen für das Halterohr und der Abschmelzverlust an Platin- und Platinrhodium-Draht. Es wird deshalb eine Drahtdicke von 0,3 mm anstatt 0,5 mm vorgezogen.

Diese Messungen zur Ermittlung der wahren Temperatur, unabhängig von dem schwankenden Strahlungsvermögen der Schmelze, erwiesen sich als eine vorzügliche Ueberwachung des Schmelzbetriebes, insbesondere erlaubten die Tauchmessungen im Ofen einen Ueberblick über die Temperaturverteilung im Bad und die Messungen in der Pfanne über die Höhe der Gießtemperatur. Die unmittelbare Messung mit dem Glühfadenpyrometer scheidet für ernsthafte Versuche aus, da das Strahlungsvermögen und damit die Berichtigung unbekannt ist. Günstiger waren die Meßergebnisse mit Tauchglührohren, deren Boden anvisiert wird.

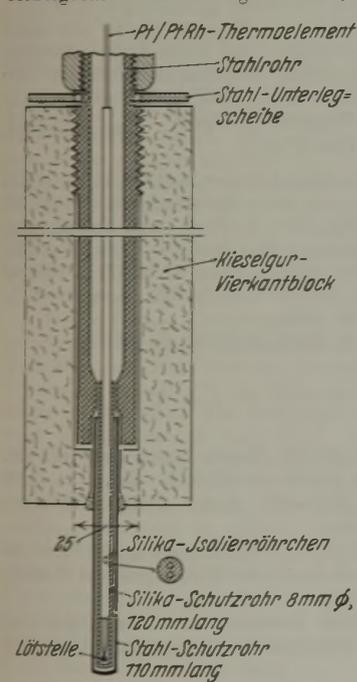


Bild 1. Eintauch-Thermoelement.

geschraubt (76 mm \varnothing , 230 mm Höhe, Preis 4 d); vgl. Bild 1 und 2. Die ganze Meßeinrichtung wird auf einem lafettenähnlichen Wagen mit Asbestschuttschild aufgebaut und an den Ofen herangefahren (Bild 2). Beim Herausziehen des unteren Geräteteiles aus dem Schmelzbad zeigte sich stets, daß das äußere Stahlschutzrohr abgeschmolzen war. Das Silikaschutzrohr hatte jedoch, obgleich es von der Schlacke angegriffen wird, meist das Platinelement gut geschützt. Vor jeder Messung muß also das äußere Stahl- und das Silikaschutzrohr ersetzt werden. Der Kieselgur-Vierkantblock hält bei sehr stark angreifenden Elektroofenschlacken 1 bis 2, bei üblichen basischen Schlacken 4 bis 8 und bei sauren Schlacken 6 bis 12 Eintauchungen aus. Gut bewährte sich ein Tonerdeanstrich, mit dem der Block auch in stark angreifender Schlacke 10 Eintauchungen aushielt.

Die übrigen Kieselgursteine des waagerechten Stahlhalterohres werden nach Bedarf abgebrochen und erneuert. Allerdings ließen sich auch Eintauchungen mit ungeschütztem Silikaschutzrohr in sauren und basischen Schlacken anstandslos durchführen.

Nachteile und Fehler ergeben sich bei diesen Messungen durch etwaige Abkühlung der Schmelze beim Eintauchen der

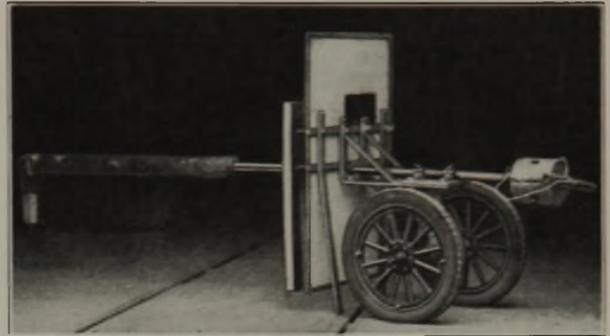


Bild 2. Betriebsfertiges Eintauch-Thermoelement für Messungen an Schmelzöfen.

kalten Geräteteile, durch chemische Verunreinigungen des Thermoelementes und durch ungenügende Eintauchtiefe. Beim Eintauchen steigt die Temperatur etwa 20 s plötzlich an, um dann etwa 30 s gleichzubleiben. Zahlentafel 1 gibt einen Ueberblick über Versuchsergebnisse an drei basischen Siemens-Martin-Öfen.

Zahlentafel 1. Thermoelement-Messungen im Metallbad basischer Siemens-Martin-Öfen.

| Versuch Nr. | Ofen Nr. | Zeit vor dem Abstich h | Eintauchdauer s | Eintauchtiefe ¹⁾ mm | Badtemperatur ²⁾ ° C |
|-------------|----------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 | A | 4 ³ / ₄ | 20 | 356 | 1573 bis 1586 |
| 2 | A | 3 ³ / ₄ | 20 | 240 | 1620 bis 1630 |
| 3 | A | 3 | 20 | 240 | 1623 bis 1632 |
| 4 | A | 2 ¹ / ₄ | 17 | 240 | 1628 bis 1642 |
| 5 | A | 1 ¹ / ₂ | 15 | 317 | 1634 bis 1636 |
| 6 | A | 4 ¹ / ₄ | 15 bis 20 | 280 | 1619 bis 1622 |
| 7 | A | 3 | 12 | 305 | 1620 |
| 8 | A | 2 | 18 | 240 | 1629 bis 1630 |
| 9 | A | 3 ¹ / ₄ | 16 | 305 | 1637 bis 1639 |
| 10 | C | 3 ¹ / ₂ | 16 | 254 | 1605 bis 1612 |
| 11 | B | 1 ¹ / ₂ | 20 | 419 | 1634 bis 1636 |
| 12 | B | 3 ¹ / ₂ | 20 | 254 | 1636 bis 1643 |

¹⁾ Unter der Schlackenoberfläche.

²⁾ Platin-Platinrhodium-Element von 0,5 bzw. 0,3 mm Drahtstärke.

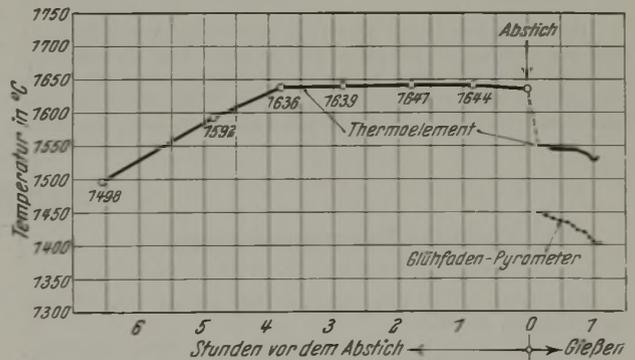


Bild 3. Schmelz- und Gießverlauf eines basischen Siemens-Martin-Ofens. (English Steel Corporation, Ltd.)

Im allgemeinen schwankt die Eintauchtiefe unter der Schlackenoberfläche zwischen 215 und 330 mm. Das Hindurchstecken des Elementkopfes durch die Schlacke dauert bis 3 s, die Eintauchdauer in das Metallbad 9 bis 23 s, das Herausziehen des Elementes aus Metallbad und Schlacke 1 bis 3 s, so daß sich je Messung eine Gesamttauchzeit von 14 bis 28 s ergibt. Eine längere Elementlebensdauer als 24 Tauchmessungen hintereinander (= 7¹/₂ min reine Tauchzeit) wurde nicht erreicht. Bild 3 gibt den 6¹/₂stündigen Schmelz- und Gießverlauf einer basischen Siemens-Martin-Schmelze, Bild 4 einer sauren, im Triplexverfahren erschmolzenen Nickel-Chrom-Molybdän-Schmelze wieder. Die Gießtemperaturen wurden außer mit dem Thermoelement auch mit einem Glühfadenpyrometer gemessen. Der Temperaturunterschied zwischen beiden Meßgeräten betrug 100 bis 130°. Bei einem basischen Ofen der Hadfields-Werke stieg die Badtemperatur 3 h vor dem Abstich von 1546 auf 1605° (1³/₄ h vor dem Abstich). Bei einem sauren Ofen des gleichen Werkes lagen die Temperaturen 2¹/₂ bis

1¼ h vor dem Abstich zwischen 1626 und 1634°. Bei Lichtbogenöfen von 2 bis 30 t Fassungsvermögen wird das Thermoelement von oben in der Ofenmitte mit den Elektrodenhaltern in das Bad hinabgelassen. An Induktionsöfen wurden von Hand betätigte Thermolemente verwendet und dabei festgestellt, daß das Meßergebnis von der elektrischen Interferenz im Ofen nicht beeinflußt wird.

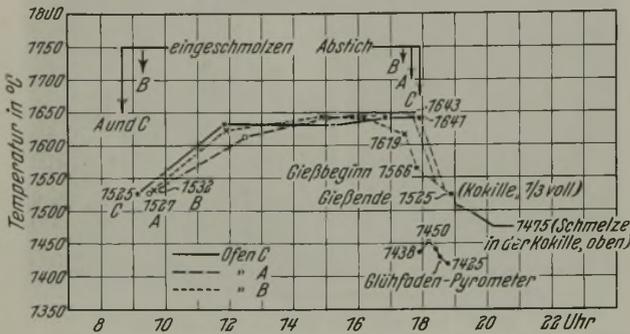


Bild 4. Schmelz- und Gießverlauf einer sauren Schmelze nach dem Triplexverfahren.

Bei Tauchmessungen in Gießpfannen muß auf die Dicke der Schlackenschicht und ihren Angriff Rücksicht genommen werden. Bei sauer erschmolzenen Siemens-Martin-Schmelzen verzichtet man besser auf derartige Pfannenmessungen, da der Kieselgurblock so stark angegriffen wird, daß er nach jeder Messung erneuert werden muß. Bei basischen Schmelzen ist die Lebensdauer des mit einem Tonerdeanstrich versehenen Kieselgurblocks wesentlich länger. **Zahlentafel 2** gibt einen Vergleich zwischen Bad- und Gießpfannentemperaturen gleicher Schmelzen.

Zahlentafel 2. Temperaturmessungen im Lichtbogenofen und in der Gießpfanne.

| Ofen- größe t | Schmelze | Badmessungen | | Gießpfannen- messungen | | Tempe- ratur- verlust ° C |
|---------------------|----------|---|------------------------|---|------------------------|------------------------------------|
| | | Eintauch- tiefe des Elementes mm | Tempe- ratur ° C | Eintauch- tiefe des Elementes mm | Tempe- ratur ° C | |
| 30 | basisch | 203 | 1612 | 280 | 1578 | 34 |
| 30 | basisch | 280 | 1628 | 356 | 1591 | 37 |
| 10 | basisch | 203 | 1612 | 356 | 1574 | 38 |
| 10 | basisch | 254 | 1619 | 305 | 1578 | 41 |
| 2 | sauer | 203 | 1650 | 254 | 1608 | 42 |
| 2 | sauer | 203 | 1653 | 254 | 1622 | 31 |

Bei Messungen in der Abstichrinne oder im Gießstrahl muß das Schutzrohr besonders kräftig sein. Das Element von 0,5 mm Drahtstärke wird durch ein rechtwinklig gebogenes Stahlrohr geführt und mit einem eingesetzten Silikaschutzrohr von etwa 2 mm Wanddicke und 150 mm Länge versehen. Die beste

Meßstelle ist unmittelbar am Anfang der Rinne, wobei das Element unter einem spitzen Winkel „stromabwärts“ in den Stahlstrom getaucht wird oder in den Gießstrahl. Die Ablesungen erfolgten 10 bis 13 s nach dem Eintauchen bei einer Ansprechzeit des Gerätes von 6 s. Bei einer Drahtstärke von nur 0,3 mm, einer Schutzrohrwanddicke von 0,5 mm und einer Ansprechzeit von nur 1 s konnte die Ablesung schon nach 4 s erfolgen. Das Schutzrohr hielt 17 Eintauchungen aus.

Durch Vergleich der Meßergebnisse zwischen Thermolement und Glühfadenpyrometer soll versucht werden, Unterlagen über das Strahlungsvermögen zu erhalten. Dieser Frage wird in Zukunft besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da die Ermittlung des Strahlungsvermögens nicht nur von praktischem Wert bei den Messungen mit dem Glühfadenpyrometer ist, sondern vor allem auch das Fortschreiten der Reaktionen im Stahlbad wie überhaupt den Verlauf der Schmelzen zu erkennen ermöglicht.

So aufschlußreich diese Thermolementmessungen auch sind, so läßt der vorliegende Bericht doch erkennen, daß die umfangreichen deutschen Untersuchungen¹⁾ der letzten Jahre anscheinend unbekannt sind, denn man wäre sonst wohl schon längst von der so überaus umständlichen, langwierigen und teuren Thermolementmessung zu der bequemeren und einfachen Farbpyrometermessung mit dem Bi optix übergegangen, nachdem sich gezeigt hat, daß mit diesem optischen Meßgerät nicht nur die wahre Temperatur in kürzester Zeit ermittelt werden kann, sondern auch wertvolle Rückschlüsse auf die Stahlgüte sowie auf gewisse metallurgische Vorgänge gezogen werden können²⁾. Diese „Strahlungsanalyse“, deren Vorteile für den Stahlwerksbetrieb in dem englischen Bericht nur andeutungsweise und in der Zukunft als aussichtsreich angeführt werden, hat inzwischen dank der betriebsmäßigen Einführung des Farbpyrometers auf zahlreichen deutschen Stahlwerksbetrieben schon zu einer beträchtlichen Verminderung des Ausschusses geführt. Die Größe des Strahlungskoeffizienten, der die Berechnung der wahren Temperatur ermöglicht, war bisher noch umstritten. Aus den deutschen Untersuchungen und Veröffentlichungen¹⁾ folgt, daß bei flüssigen Eisenwerkstoffen alle Werte zwischen $\epsilon = 0,25$ und 1 durchlaufen werden. Danach hat es keinen Sinn, mit einem Glühfadenpyrometer zu messen und durch einen willkürlich angenommenen und unbekannteren Strahlungskoeffizienten eine Berichtigung so vorzunehmen, daß man auf diese Weise auch nur eine willkürliche „wahre“ Temperatur erhält. Kurt Guthmann.

[Schluß folgt.]

¹⁾ Blaurock, F.: Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 517/32 (Wärmestelle 216); Naeser, G.: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 483/85 (Wärmestelle 227); Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 18 (1936) S. 21/25; Guthmann, K.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 481/89 (Wärmestelle 228); Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1245/48 u. 1269/79 (Wärmestelle 250, Stahlw.-Aussch. 333); Kreutzer, C.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1021.

²⁾ Naeser, G.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 592/98.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 46 vom 16. November 1939.)

Kl. 7 a, Gr. 2, C 53 163. Zickzack-Duowalzenstraße. Dr.-Ing. Hans Cramer, Krefeld.

Kl. 7 c, Gr. 1, U 13 323. Blechrichtmaschine. Dipl.-Ing. Fritz Ungerer, Pforzheim.

Kl. 18 c, Gr. 3/25, A 78 331. Verfahren zum fortlaufenden Aufkohlen und Versticken von Werkstücken aus Eisen und Eisenlegierungen. American Gas Furnace Company, Elizabeth, New Jersey (V. St. A.).

Kl. 18 c, Gr. 5/40, U 14 497. Vorrichtung zur Salzbad-Entleerung. Erf.: Herbert Schüler, Berlin. Anm.: Olga Uhlendorff, geb. Engelhardt, Berlin.

Kl. 18 c, Gr. 7/10, R 102 037. Verfahren zur Vermeidung von Kohlenstoffabscheidungen beim Glühen gebeizter Eisenbleche oder -bänder. Erf.: Dr. phil. nat. Walter Fackert, Neuwied a. Rh. Anm.: Rasselsteiner Eisenwerksgesellschaft, A.-G., Neuwied-Rasselstein.

Kl. 18 d, Gr. 1/30, B 186 092. Rostfreie austenitische Chrommangan-Nickel-Stickstoff-Stahllegierung. Erf.: Dr.-Ing. Helmut Krainer, Kapfenberg. Anm.: Gebr. Böhler & Co., A.-G., Wien.

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

Kl. 18 d, Gr. 2/10, N 42 509; Zusatz zum Patent 673 830. Magnetische Eisenlegierung großer Sprödigkeit. Erf.: Dr. Jacob Louis Snoek, Eindhoven (Holland). Anm.: Philips Patentverwaltung, G. m. b. H., Berlin.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, G 92 598. Kernlegierung für Verbundwalzen. Gontermann-Peipers A.-G. für Walzenguß und Hüttenbetrieb, Siegen i. W.

Kl. 24 c, Gr. 6, St 48 748. Verfahren zur vollständigen Ausnutzung der Abgaswärme von Industrieöfen. Firma Carl Still, Recklinghausen.

Kl. 48 b, Gr. 7, H 156 117. Verfahren zum Verzinnen von Gleitlagern. Erf.: Franz Stock, Köln-Mülheim. Anm.: Klöckner-Humboldt-Deutz A.-G., Köln.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 46 vom 16. November 1939.)

Kl. 7 a, Nr. 1 477 225. Nachstellbares Lager, insbesondere Walzwerkslager, in dem der Lagerteil höherer Verschleißfestigkeit feststehend angeordnet ist, der Lagerteil geringerer Verschleißfestigkeit dagegen umläuft. Theodor Wuppermann, G. m. b. H., Leverkusen-Schlebusch.

Kl. 18 c, Nr. 1 477 246. Elektrodensalzbadofen. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40.

Kl. 18 c, Nr. 1 477 274. Ofen mit Schutzgasatmosphäre. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40.

Wirtschaftliche Rundschau.

Kriegswirtschaft und Werbung.

Es würde falsch sein, die heute im Vordergrund stehende Wehrwirtschaft und die mit dieser zusammenhängenden Anordnungen und Beschränkungen zum Anlaß zu nehmen, die Werbung zu unterbrechen. Eine solche Auffassung verkennt Wesen und Aufgaben der Werbung, die nicht nur als Antriebsmittel der Umsatzsteigerung gewertet werden darf. Schon die Marktfragen der gebundenen Wirtschaft und die übergeordneten Ziele des Vierjahresplanes haben deutlich werden lassen, daß die Werbung umfassendere Aufgaben zu erfüllen hat und als Mittel der Volkswirtschaft unentbehrlich ist. In der gesteuerten Nationalwirtschaft wurde der Inhalt des Begriffes Werbung wesentlich erweitert und die Abstimmung der Werbemaßnahmen auf den verschiedenen Märkten untereinander gefördert, um ihren „volkswirtschaftlich richtigen Einsatz“ sicherzustellen. Unter anderem trat ihr Wesen als Mittel der Bedarfslenkung zutage, beispielsweise mußte vielfach von einer zu starken Werbung für überwiegend devisenhaltige Erzeugnisse Abstand genommen werden, während die Werbung für andere Erzeugnisse zu verstärken war.

Es leuchtet ein, daß die Erfordernisse der Kriegswirtschaft und die Zusammensetzung der heutigen Erzeugung auf dem Binnenmarkt die Bedeutung der Werbung als Mittel der Umsatzsteigerung in den Hintergrund stellen. Dafür erwachsen der Werbung andere Aufgaben, die sich aus den Zielen der Kriegswirtschaft ergeben. Sparsame, pflegliche Beanspruchung der vorhandenen Roh- und Werkstoffe und Verbrauchsgüter, die Notwendigkeit, jedem Gut den größten Nutzgrad abzugewinnen, die Verbraucher entsprechend aufzuklären und zu erziehen, sind nur einige dieser Ziele, an denen sich die Werbung neu auszurichten hat. Dabei ist es jedem Unternehmer gestattet, in sachlicher Beweisführung die Vorteile der eigenen Leistung in diesem Zusammenhang herauszustellen.

Werbung soll Leistung aufzeigen. Je mehr Werbung erfolgt, um so mehr Vergleichsmöglichkeiten der Leistungen ergeben sich, unterrichten die Verbraucher über Fortschritte der Technik und Fertigung, erwecken Nachfrage nach den Bestserzeugnissen und bewirken so eine ständige Fortentwicklung der technischen und wirtschaftlichen Leistungen. Das Bessere ist stets des Guten Feind. Eine entsprechende Entwicklung ergibt sich ferner aus der ebenfalls im volkswirtschaftlichen Nutzen liegenden Behandlung von bestimmten Erzeugnissen und Verfahren im Schriftteil unserer Fachzeitschriften. Auch hier werden Sonderleistungen neutral der Öffentlichkeit angezeigt und die Fachleute zur Weiterentwicklung angeregt. Ohne Werbung im weitesten Sinne ist eine gesunde Aufwärtsentwicklung einfach nicht denkbar.

Der Ruf eines Unternehmens ist nicht nur durch eine entsprechende Gütepflege gesichert, sondern von mindestens gleicher Bedeutung ist fortlaufende, geeignete und ansprechende Werbung, die allein in der Lage ist, diesen Ruf zu erhalten und weiter zu verbreiten. Ein Kaufmann von Weitblick und Einsicht wird deshalb keinen Augenblick daran denken, heute seine Werbung einzustellen. Werbung treibt auch stets Vorsorge für die Zukunft. Die nächsten Geschlechter drängen dauernd nach, ihnen müssen ständig Erzeugnisse und Firma eingehämmert werden, weil es nur so möglich ist, im Blickfeld der Märkte zu bleiben, die günstige Entwicklung des Unternehmens auf lange Sicht zu fördern. Außerdem dauert der Krieg nicht ewig, und jene Unternehmen werden dann im Vorsprung sein, die ihre Werbung beibehalten haben. Immer steht im Mittelpunkt der Wirtschaft der lebendige Mensch, der durch entsprechende Werbung in jedem Falle beeinflusst werden kann.

Der Begriff der Materie setzt immer Empfindung, Denken, Erkennen voraus. Die betreffende Ware zum Bewußtseinsinhalt des ihr gegenüberstehenden Ich zu machen, ist Aufgabe der Werbung. Ein bloßes Wahrnehmen, Vorstellen, ohne Bewußtseinsinhalt ist ungenügend. Also sind dem etwaigen Käufer die Beschaffenheit der Ware und ihre besonderen Vorzüge zu verdeutlichen, wenn er sich für diese Ware erwärmen soll. Deshalb ist die ansprechende Form, die Fähigkeit, den Verbraucher zum Erkennen der Leistung und Ware zu bringen, die notwendige Voraussetzung erfolgreicher Werbung. Nun zwingen die vielfachen Eindrücke, die auf den Menschen von heute einströmen, naturgemäß zu anhaltender Werbung, um aus dem Bewußtsein des Marktes durch andere Eindrücke nicht wieder verdrängt zu werden. Der Wettbewerb wirbt auch! Es ist wie mit den menschlichen Beziehungen, auch sie verlangen eine Pflege und durchhaltende, geistige und seelische Verbundenheit; treten doch immer neue Menschen in den Gesichtskreis des einzelnen. So ist auch die

Werbung das Verbindungsmittel nicht nur zur Herstellung, sondern auch zur Erhaltung der Beziehungen der Abnehmer zu allen Erzeugnissen. Ohne ihre Einschaltung erkalten diese Beziehungen und sterben ab.

Wenn heute sparsames Wirtschaften zur besonderen Pflicht gemacht werden muß, bedeutet das, auf das Gebiet der Werbung übertragen, daß auch die Art des Einsatzes der Werbung den wirtschaftlichen Leistungsgrad sicherstellen muß. Als Anzeigenblätter sind vor allem die zu wählen, die auch zum Kunden führen und die betreffenden Märkte erfassen. So werden gerade heute diejenigen Anzeigenorgane im Blickfeld liegen, welche die einschlägigen Abnehmergruppen erfassen. Die Bedeutung der Fachpresse als Werbeträger ist daher eher gewachsen. Wenn irgendwo, so atmet gerade hier das Leben der Praxis, findet sich gerade hier der geistige Niederschlag der im Betrieb gewonnenen und oft teuer bezahlten Erfahrungen. Der hier gegebene Erfahrungsaustausch ist in hohem Maße geeignet, Fehldispositionen zu verhindern, dadurch, daß ungeeignete Verfahren bezeichnet und wirksamere Erzeugungs- und Arbeitsverfahren herausgestellt werden.

Verstärkte Werbung ist auf den Auslandsmärkten erforderlich. Der Zusammenhang zwischen Binnenmarkt, Ausfuhr und Einfuhr ist gelauf. Wir haben dem Ausland einiges zu bieten. Die hochentwickelte Wirtschaft und Veredelungsindustrie, die seit Jahrhunderten über einen erfahrenen Arbeiterstamm verfügt, vermag Hochleistungen zur Verfügung zu stellen und damit auch der Ausfuhr gewöhnlicher Güter die Wege zu ebnet. Ist das Geschäft nach Uebersee teilweise gedrosselt, ergeben sich im Hinblick auf die befreundeten und neutralen Länder andere Ausgleichsmöglichkeiten. Sicherlich hat auch die Ausfuhr im allgemeinen auf die Rohstofflage und auf die Bedürfnisse der Kriegswirtschaft Rücksicht zu nehmen. Die Vorsorge der Wirtschaftslenkung hat gleichwohl eine gewisse Ausfuhr sichergestellt, und es verdient hervorgehoben zu werden, daß im Ausland die Erfüllung der Lieferungsverträge gerade in der letzten Zeit mit Anerkennung vermerkt worden ist. Die heute notwendigerweise straff gelenkte Ausfuhr bedingt, daß der Einsatz von Werbemaßnahmen und die Anbahnung von Geschäften unter engster Fühlungnahme mit der zuständigen Wirtschaftsorganisation erfolgen muß. Wo aber hier Absatzgebiete in das Blickfeld gerückt werden, muß anhaltende planmäßige Werbung an richtiger Stelle die Ausschöpfung der gebotenen Austauschmöglichkeiten gewährleisten.

Ohne Ueberhebung darf festgestellt werden, daß das deutsche technische Schrifttum im Auslande den Ruf der Gründlichkeit und Zuverlässigkeit genießt. Die Eigenart beispielsweise der technisch-wissenschaftlichen Fachzeitschrift gewährleistet aus sich heraus die streng sachliche und umfassende Behandlung des Stoffes, die Rücksichtnahme auf die Ergebnisse der Forschung einerseits und auf die Betriebsbedürfnisse andererseits. Da sie sowohl über den Stand der Forschung als auch über die Leistung der deutschen Industrie einwandfrei und zuverlässig unterrichtet, genießt sie hohes Ansehen und geht auch in den Abnehmerkreisen des Auslandes von Hand zu Hand. Eine Werbung in solchen Blättern wird in den meisten Fällen den Verbraucherkreisen auffallen und von ihnen vermerkt werden.

So bleiben der Werbung innerhalb der Kriegswirtschaft zahlreiche Aufgaben. Auch die Kriegswirtschaft ist Volkswirtschaft. Das Leben geht mit seinen wenn auch zeitgeprägten Bedürfnissen weiter. Es wird die Aufgabe ständiger Marktbeobachtung sein, an diese Bedürfnisse jeweils richtig anzuknüpfen, sowie den Erfordernissen einer kriegsverpflichteten Volkswirtschaft Rechnung zu tragen. Im übrigen besteht das Wort des Präsidenten des Werberates zu Recht:

„Versäumte Werbung ist verlorener Geschäftswert.“

Wilhelm Kahl.

Gebr. Böhler & Co., Aktiengesellschaft, Wien. —

Die in der außerordentlichen Hauptversammlung am 25. September 1939 vorgelegte Reichsmark-Eröffnungsbilanz zum 1. Januar 1939 stellt die Bilanz der Gesellschaft nach ihrer durch die Heimkehr der Ostmark in das Reich erforderlich gewordenen Umbildung sowie nach Zufluß weiterer Mittel und Ausdehnung durch Angliederung neuer Unternehmungen dar. Sie ergibt ein Reinvermögen von insgesamt 81 028 310 *R.M.*, das wie folgt aufgeteilt worden ist: Grundkapital 45 000 000 *R.M.*, gesetzliche Rücklagen 15 000 000 *R.M.*, andere Rücklagen 21 028 310 *R.M.*. Das Anlagevermögen beträgt 39 903 420 *R.M.*, das Umlaufvermögen 72 567 074 *R.M.*

Buchbesprechungen.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Hrsg. von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Berlin: Verlag Chemie, G. m. b. H. 8°.

System-Nummer 59: **Eisen.** Teil C, Lfg. 2: Prüfung der Kerbschlagzähigkeit. (Mit 208 Fig. im Text u. 20 Fig. auf Kupfdrucktaf.) 1939. (VIII, 288 S.) 44 *RM.* Subskr.-Preis 39 *RM.*

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie behandelt unter System-Nummer 59 im Teil C die Verfahren zur Prüfung der mechanisch-technologischen Eigenschaften der Werkstoffe. Die vorliegende Lieferung befaßt sich mit der Prüfung der Kerbschlagzähigkeit. Die ersten Abschnitte geben einen Ueberblick über Ausführung, Vergleich, Eichung und Fehlerquellen der verschiedenen Schlagwerke und behandeln dann die physikalischen Grundlagen des Kerbschlagversuches, den Einfluß der Versuchsbedingungen, die Anwendbarkeit des Aehnlichkeitsgesetzes, die verschiedenen Reduktionsformeln, die verwendeten Probenformen und die bisherigen Ergebnisse der Normungsbestrebungen. Weiter folgen Abschnitte über die Formänderung beim Kerbschlagbiegeversuch und ihre Berücksichtigung bei der Auswertung, über die Anwendung dieses Prüfverfahrens auf verschiedene Werk-

stoffe und wichtige Sonderstoffe, wie Schweißverbindungen, Bleche, Schienen u. a. Eingehend wird die Anwendung des Kerbschlagversuches zur Bestimmung der Alterungsneigung der Stähle behandelt. Nach einem kurzen Abschnitt über den Schlagzerreiversuch wird abschließend über die Beziehungen zwischen der Kerbschlagzähigkeit und anderen mechanischen Eigenschaften und über die Bedeutung des Kerbschlagversuches berichtet.

Der Stoff ist in der für Gmelins Handbuch bekannten gründlichen Weise behandelt mit Angabe des wichtigsten Schrifttums in den einzelnen Abschnitten; am Schlusse wird noch eine Uebersicht über die verschiedenen Verfahren und ein Sachverzeichnis gegeben. Die vorliegende Monographie ist jedem, der mit dem Kerbschlagversuch zu tun hat, als Nachschlagewerk zu empfehlen; ihr Erscheinen ist um so mehr zu begrüßen, als außer dem Bericht von F. Fettweis¹⁾, der aber von anderen Gesichtspunkten ausgeht, im deutschen Schrifttum keine zusammenfassende Arbeit über den Kerbschlagversuch vorhanden ist.

Richard Mailänder.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 2 (1928/29) S. 625/74 (Werkstoff-aussch. 143).

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Änderungen in der Mitgliederliste.

| | |
|--|--------|
| <i>Abel, Heinz</i> , Dipl.-Ing., Reichsstelle für Wirtschaftsausbau, Berlin W 9, Saarlandstr. 128; Wohnung: Berlin-Lankwitz, Frankenhauser Str. 31. | 35 001 |
| <i>Bartelt, Gerhard</i> , Dipl.-Ing., Schorch-Werke A.-G., Werk Elektroschweißtechnik, Rheydt; Wohnung: M.Gladbach, Saarlandallee 5. | 38 292 |
| <i>Blasberg, Ernst</i> , Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Ruhrstahl A.-G., Gußstahlwerk Witten, Witten; Wohnung: Witten-Bommern, Goltenkamp 7. | 36 040 |
| <i>Brinkmann, Günter</i> , Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen; Wohnung: Krefelder Str. 49. | 36 053 |
| <i>Chiesura, Anton</i> , Dipl.-Ing., Oberingenieur, Mannesmannröhren Werke, Düsseldorf 1. | 27 044 |
| <i>Diether, Fritz</i> , Dipl.-Ing., Berlin SW 35, Großadmiral-von-Köster-Ufer 67 d, II. | 18 018 |
| <i>Döhmer, Paul Wilhelm</i> , Ingenieur, Pommersche Motorenwerke, Altdamm (b. Stettin); Wohnung: Am Markt 3. | 29 036 |
| <i>Erfurth, Karl</i> , Ingenieur, Österreichische Magnesit A.-G., München 2, Pettenbeckstr. | 38 030 |
| <i>Feldmann, Werner</i> , Dr.-Ing., Oberingenieur, Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.-G., Bochum; Wohnung: Königsallee 138. | 35 127 |
| <i>Fritz, Werner</i> , Dipl.-Ing., beim Oberkommando der Kriegsmarine; Wohnung: Berlin-Wilmersdorf, Stenzelstr. 55. | 37 115 |
| <i>Fugmann, Paul</i> , Abteilungsdirektor a. D., Bad Godesberg, Fasanenstr. 30. | 11 047 |
| <i>Geist, Franz</i> , Dipl.-Ing., Stahlwerksassistent, Bergische Stahl-Industrie, Remscheid; Wohnung: Hindenburgstr. 49. | 39 095 |
| <i>Goebel, Wilhelm</i> , Dipl.-Ing., Wirtschaftsabt. beim Verwaltungschef Krakau, Krakau 1; Wohnung: Oppeln 3, Karlsruher Str. 36. | 38 218 |
| <i>Herrmann, Friedrich</i> , Ingenieur-Technologe, Kattowitz (Oberschles.), Beatestr. 42 a. | 09 029 |
| <i>Hesse, Walter</i> , Hütteningenieur, Rheinmetall-Borsig A.-G., Elektrostahlwerk, Düsseldorf-Rath; Wohnung: Düsseldorf-Unterrath, Auf der Reide 59. | 38 065 |
| <i>Jansen, Walter</i> , Dipl.-Ing., Leiter der Wirtschaftsstelle der Mitteld. Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk Riesa, Riesa; Wohnung: Am Kutzschenstein. | 24 040 |
| <i>Karcher, Karl Heinrich</i> , Dipl.-Ing., techn. Direktor, Saarländisches Stahlwerk Dingler, Karcher & Co., G. m. b. H., Zweigwerk Worms, Worms; Wohnung: Vangionenstr. 9. | 08 039 |
| <i>Kayser, Leo</i> , Dipl.-Ing., Hochofenassistent, Klöckner-Werke A.-G., Werk Haspe, Hagen-Haspe. | 38 081 |
| <i>Kindermann, Franz Josef</i> , Direktor i. R., Duisburg, Neckarstr. 23. | 06 039 |
| <i>Marquardt, Erich</i> , Hütteningenieur, Betriebsleiter, Laurahütte, Abt. Stahlwerk, Laurahütte (Oberschles.); Wohnung: Königshütte (Oberschles.), Beuthener Str. 50. | 35 343 |

| | |
|---|--------|
| <i>Michatsch, Paul</i> , Betriebsleiter, Königshütte, Königshütte (Oberschles.); Wohnung: Jahnstr. 10. | 13 069 |
| <i>Michna, Franz</i> , Betriebsingenieur, Deutsche Röhrenwerke A.-G., Werk Poensgen, Düsseldorf 1; Wohnung: Lindenstr. 257, I. | 23 127 |
| <i>Mindermann, Karl</i> , Vorstandsmitglied der Maschinenbau-A.-G. vorm. Beck & Henkel, Kassel; Wohnung: Kassel-W., Brasselsberg, Am Nössel 2. | 39 040 |
| <i>Oldenburg, Geert</i> , Dr.-Ing., H. Walter K.-G., Kiel, Zeresstr. 2 a; Wohnung: Tirpitzstr. 80. | 36 310 |
| <i>Patt, Ludwig</i> , Dipl.-Ing., stellv. Vorstandsmitglied der Hüttenwerke Siegerland A.-G., Siegen; Geschäftsanschrift: Hochofen- u. Weißblechwerk, Wissen (Sieg); Wohnung: Wissen (Sieg), Heisterstraße. | 26 075 |
| <i>Pegau, Horst</i> , Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Gußstahlwerk Carl Bönnhoff, Wetter (Ruhr); Wohnung: Kaiserstr. 38. | 36 319 |
| <i>Puckler, Eduard</i> , Dr. mont., Werksdirektor-Stellvertreter, Poldihütte, Komotau (Sudetenland); Wohnung: Jahngasse 6. | 30 120 |
| <i>Rammelt, Hermann</i> , Direktor, MIAG Mühlenbau- u. Industrie-A.-G., Braunschweig; Wohnung: Peritorwall 10. | 29 153 |
| <i>Rotter, Ferdinand</i> , Dipl.-Ing., Oberinspektor, Gesellschaft Berg u. Hütte, Karwin-Trzynietz A.-G., Eisenwerk Trzynietz, Trzynietz (Oberschles.). | 13 096 |
| <i>Schmidt, Werner</i> , Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Ruhrstahl A.-G., Henrichshütte, Martinwerk, Hattingen (Ruhr); Wohnung: Bismarckstr. 91. | 35 477 |
| <i>Schweizer, Gotthard</i> , Oberingenieur, Stahlwerkschef, Saarländisches Stahlwerk Dingler, Karcher & Co., G. m. b. H., Zweigwerk Worms, Worms; Wohnung: Luisenstr. 5, I. | 17 081 |
| <i>Tann-Rathsamhausen, Hans Georg Freiherr von und zu der</i> , Dipl.-Ing., Tann (Rhöngeb.), Schloß Tann. | 37 437 |
| <i>Vieth, Alfons</i> , Ingenieur, Betriebsassistent, Westfälische Ferngas A.-G., Dortmund; Wohnung: Dortmund-Kirchlinde, Westewikstr. 11. | 38 247 |
| <i>Wapenhensch, Arno</i> , Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Klöckner-Werke A.-G., Werk Troisdorf, Troisdorf; Wohnung: Louis-Mannstaedt-Str. 88 a. | 30 163 |
| <i>Wesseling, Waldemar</i> , Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Immendorf über Braunschweig, Gutshof Niehoff-Henze. | 23 180 |
| <i>Willam, Ernst</i> , Betriebsleiter, Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Abt. Düsseldorf (vorm. Haniel & Lueg), Düsseldorf-Grafenberg; Wohnung: Düsseldorf-Gerresheim, Truchseßstr. 22. | 37 484 |
| <i>Wurm, Josef</i> , Ingenieur, Schloemann A.-G., Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Grafenberg, Limburgstr. 2. | 34 240 |
| <i>Zunckel, Berthold</i> , Dipl.-Ing., Oberingenieur, Metall-, Guß- u. Preßwerk Heinrich Diehl, Nürnberg; Wohnung: Scharnhorststraße 31. | 27 320 |