

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 21

23. MAI 1935

55. JAHRGANG

Allgemeine Grundlagen für Bau und Ausführung von Rollenlagern.

Von Wilhelm Jürgensmeyer in Schweinfurt.

[Bericht Nr. 115 des Walzwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute¹.]

(Stribecks Versuche. Ursache des Schränkens. Bedeutung der Rollenführung bei den neuzeitlichen Bauarten. Einfluß der Einstellbarkeit und Zerlegbarkeit. Reibung bei den verschiedenen Lagerarten. Schmierung. Bedeutung der Passung. Berechnung der Tragfähigkeit nach Stribeck. Tragfähigkeit und Lebensdauer nach Palmgren. Einfluß der Herstellungsgenauigkeit und des Werkstoffes.)

Einleitung.

R. Stribeck, dessen grundlegende Untersuchungen über Kugellager allgemein bekannt sind, untersuchte auch mehrere zu jener Zeit bekannte Rollenlagerbauarten. In einem Vortrag²) sagte er zu Beginn:

„Die Laufflächen an Wellen und Hülse und die Rollen können nicht so genau hergestellt werden, daß die Rollen beim Abwälzen stets in ihrer ganzen Länge richtig anliegen und nicht senkrecht zur Drehrichtung der Welle wandern. Damit der Fehl-

lauf der Rollen — das Schränken und Wandern — nicht bedenklich groß wird, müssen sie nach kurzen Wegstrecken wieder eingerichtet werden. Das suchte man auf verschiedene Weise zu erreichen und gelangte so zu verschiedenen Ausführungsformen von Rollenlagern.“

Stribeck untersuchte sowohl Lager mit ungehärteten Rollen als auch solche mit gehärteten Rollen und Laufbüchsen und kam zu dem Ergebnis, daß die Reibung derartiger Lager sehr hoch ist und die Tragfähigkeit der Lager mit ungehärteten Rollen nicht höher ist als die von Gleitlagern, und daß sie daher nur für kleine Lasten verwendbar sind. Ueber Lager mit gehärteten Rollen sagt er:

Abbildungen 1a bis e.
Entwicklung der Kegelrollenlager.

„Lager mit gehärteten Rollen und Büchsen vertragen wohl viel größere Lasten als ungehärtete Lager. Sie sind aber teurer als Kugellager ohne deren gute Eigenschaften in gleich hohem Maße zu besitzen und werden gegen diese im Wettbewerb nicht bestehen können.“

Ganz besonders bemerkenswert ist die folgende Äußerung:

¹) Erstattet in der 32. Vollsitzung des Walzwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 19. Februar 1935. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

²) Z. VDI 46 (1902) S. 1342/48, 1432/38 u. 1463/70.

„Schränken läßt sich bei den Rollenlagern anscheinend am besten dadurch vermeiden, daß man jeder Rolle ermöglicht, unabhängig von den anderen auf der unbelasteten Seite der Welle wieder die richtige Lage einzunehmen.“

Hieraus geht hervor, daß die Führung der Rollen für alle Rollenlager von ausschlaggebender Bedeutung ist sowohl für die Tragfähigkeit und Reibung als auch für die zulässige größte Geschwindigkeit. Es ist daher zweckmäßig, die heute verwendeten Rollenlagerbauarten gerade nach dieser Richtung hin zu untersuchen. Als Beispiel dafür, daß man die Bedeutung der Führung viele Jahre hindurch nicht erkannt hat, sei auf die verschiedenartigen Formen von Kegelrollenlagern hingewiesen (Abb. 1a bis e). Man erkennt daraus deutlich, wie man bestrebt

gewesen ist, diese Aufgabe zu lösen.

Wenn das von Stribeck gefällte Urteil für die heute verwendeten Rollenlager nicht mehr zutrifft, so ist dies vor allem ein Verdienst des Mitarbeiters von Stribeck, J. Kirner, der als erster die Mittel zur Verhinderung des Schränkens der Rollen erkannte und schon im Jahre 1905 die heute allgemein bekannten Zylinderrollenlager entwarf.

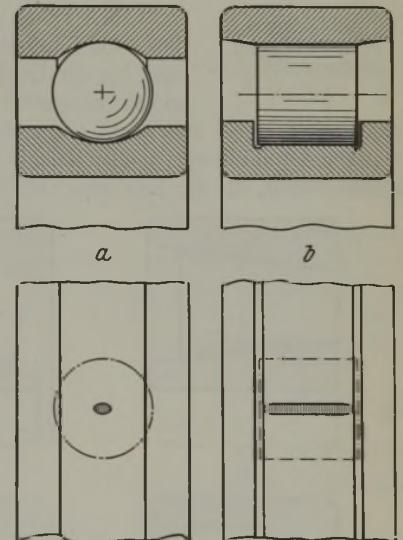


Abbildung 2a und b.
Punktberührung — Linienberührung.

Von der gleichen Bedeutung sind die Arbeiten von A. Palmgren für die Entwicklung der Rollenlager mit kegelförmigen Rollen.

Ursache des Schränkens.

Während sich die Kugeln um jede beliebige Achse drehen können, ohne die Aufgabe des Lagers zu beeinflussen (Abb. 2a), haben alle Rollen, gleichgültig welcher Form, nur eine einzige Drehachse (Abb. 2b), deren Lage im Betrieb keine Veränderung erfahren darf, da sonst die Tragfähigkeit stark sinkt und die Reibung erheblich zunimmt.

Aus Abb. 3 a geht hervor, daß die Linienberührung sofort aufgehoben wird, wenn die Achse der Rolle nicht vollkommen gleichgerichtet zur Achse des Laufringes steht; dadurch wird die spezifische Belastung um ein Vielfaches erhöht und die Lebensdauer erheblich herabgesetzt. Gleich-

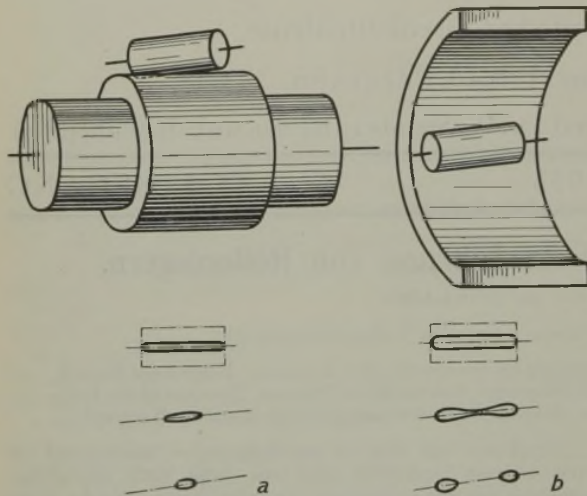


Abbildung 3 a und b. Schränken der Rollen.

zeitig entstehen aber auch hohe Reibungskräfte an den Rollenenden und der Laufbahn des Außenringes (Abb. 3 b).

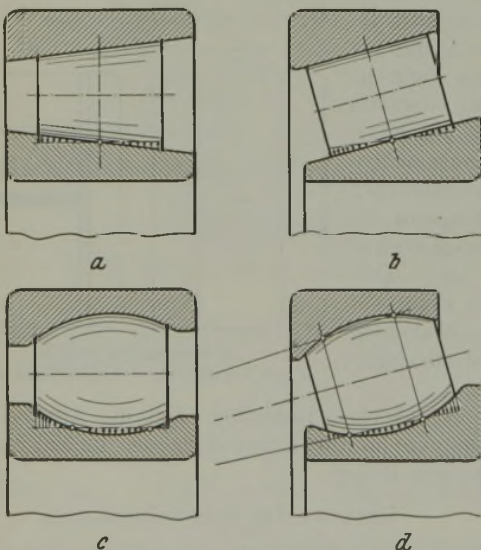
Für das einwandfreie Arbeiten eines jeden Rollenlagers ist es daher von ausschlaggebender Bedeutung, daß

1. die Kräfte, die die Rollen schiefstellen wollen, äußerst klein sind und
2. Maßnahmen getroffen werden, die die Schiefstellung auf ein äußerst geringes Maß beschränken.



Abbildung 4. Ungleichmäßig verteilte Tangentialkräfte.

Leider ist es praktisch nicht möglich, die Laufbahnen der Rollkörper und die der Laufringe mathematisch genau herzustellen. Gewisse Ungenauigkeiten lassen sich nicht vermeiden. Diese rufen am Umfang der Rollkörper ungleichmäßig verteilte Tangentialkräfte hervor, die die Rollkörper schiefstellen versuchen



Abbildungen 5 a bis d. Schränkungskräfte in Abhängigkeit von der Rollenform.

(Abb. 4). Die gleiche Wirkung können auch Fremdkörper herbeiführen, die je nach ihrer Lage die Rollkörper auf dem einen oder anderen Ende abbremsen.

Wenn die Last infolge unvollkommener Bearbeitung der Teile, ungenauen Einbaues oder Durchbiegung ungleichmäßig über die Rollenbreite verteilt wird, entstehen am Umfang der Rollkörper ebenfalls verschieden hohe tangential Reibungskräfte.

Auch durch die Form und Lage der Rollkörper können schiefstellende Kräfte entstehen (Abb. 5 a bis d). Wenn z. B. eine kegelförmige Rolle mit ihrer Achse gleichgerichtet zur Hauptdrehachse der Laufringe liegt (Abb. 5 a), müssen dauernd wirkende Schränkungskräfte entstehen, und zwar als Folge der Gleitreibung, die auf der einen Seite in Richtung des Rollens und auf der anderen Seite entgegengesetzt der Rollrichtung wirkt. Das gleiche ist der Fall, wenn eine Zylinderrolle (Abb. 5 b) schräggestellt wird, derart, daß die Achse der Rolle die Hauptdrehachse schneidet. Beiderseits des idealen Rollkegels entstehen dann ähnlich wie bei

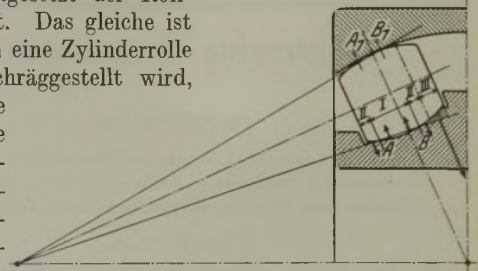


Abbildung 6. Schränkungskräfte bei symmetrischen Tonnen.

Abb. 5 a entgegengesetzt gerichtete Reibungskräfte. Das gleiche ist der Fall, wenn eine gewölbte Kegelrolle nach Abb. 5 c oder eine gewölbte Zylinderrolle nach Abb. 5 d in eine Lage gebracht wird, die ihrer Grundform nicht entspricht. In Abb. 6 sind die Verhältnisse für eine gewölbte symmetrische, der Zylinderform entsprechende Rolle dargestellt. Die Linien A—B und A₁—B₁ stellen die idealen Kegel dar, die ohne gleitende Reibung abrollen können. Auch bei der tonnenförmigen Rolle ist daher an diesen Punkten einwandfreies Abwälzen vorhanden, während in den Gebieten II sowie II und III ein Gleiten entgegen der Rollrichtung und in dem Gebiet I ein Gleiten in der Rollrichtung eintritt. Die Erklärung für diese Verhältnisse wird in Abb. 7 angegeben. Wenn die Rolle aus drei Scheiben bestehen würde, entsprechend I, II und II + III, so würden die Scheiben II und II + III voreilen. Sie müßten also ge-

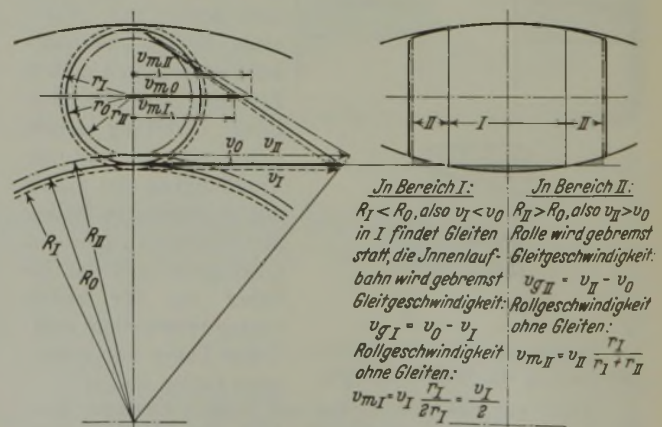
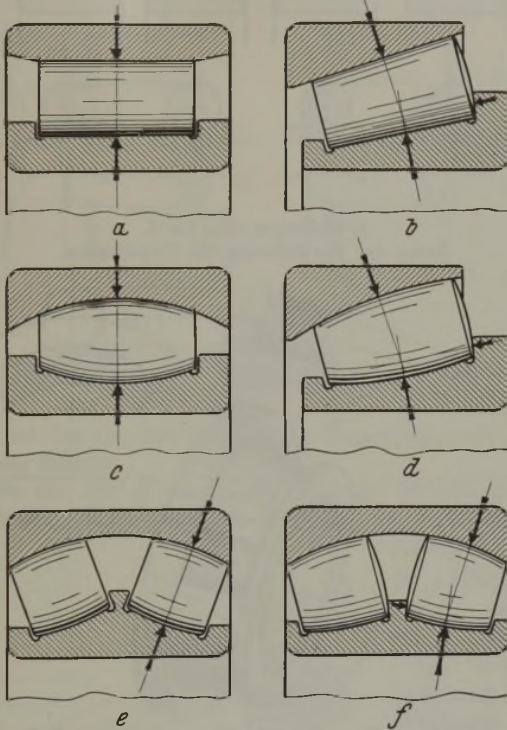


Abbildung 7. Reibungsverhältnisse für eine gewölbte symmetrische Rolle.

In Bereich I: $R_I < R_0$, also $v_I < v_0$ in I findet Gleiten statt, die Innenlaufbahn wird gebremst Gleitgeschwindigkeit: $v_{GI} = v_0 - v_I$ Rollgeschwindigkeit ohne Gleiten: $v_{mI} = v_I \frac{r_I}{2r_I} = \frac{v_I}{2}$	In Bereich II: $R_{II} > R_0$, also $v_{II} > v_0$ Rolle wird gebremst Gleitgeschwindigkeit: $v_{GII} = v_{II} - v_0$ Rollgeschwindigkeit ohne Gleiten: $v_{mII} = v_{II} \frac{r_{II}}{r_I + r_{II}}$
--	---

bremst werden, während die Scheibe I zurückbleibt und deshalb angetrieben werden müßte, falls die Scheiben ihre Lage nicht verändern sollen. Jetzt ist aber das Gebiet auf der rechten Seite um den Abschnitt III größer als auf der linken Seite. Da die Lastverteilung über die ganze Rollenbreite gleich ist, wird die Rolle nicht im Gleichgewicht stehen, sondern dauernd die Neigung haben, zu schränken.

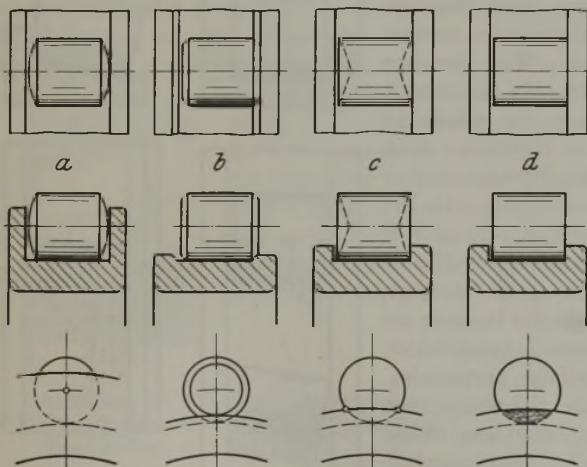
Die durch diese Form der Rollen hervorgerufenen Schränkungskräfte lassen sich aber vollkommen vermeiden, wenn die Rollen eine unsymmetrische und damit eine kegelige Gestalt erhalten, wenn also die gestrichelte Linie die Kante der Endfläche darstellt. Die anderen schiefehenden Kräfte infolge von Herstellungsfehlern, Fremdkörpern und Kantenbelastung können jedoch nicht vollkommen vermieden werden. Es ist daher notwendig, für eine möglichst gute Führung der Rollen zu sorgen.



Abbildungen 8a bis f. Zylinderförmige Rollen — kegelförmige Rollen.

Führung der Rollen.

Bei der Untersuchung der heutigen Rollenlagerbauarten nach der Rollenführung muß man unterscheiden zwischen Lagern mit zylinderförmigen und solchen mit kegelförmigen Rollen (Abb. 8 a bis f).



Abbildungen 9a bis d. Formen der Bordführung bei Zylinderlagern.

Sowohl die zylinderförmigen als auch die kegelförmigen Rollen haben entweder eine Gerade oder eine Kurve (Kreisbogen) als Erzeugende des Rollenmantels.

Folgende Bezeichnungen für die verschiedenen Bauarten sollen benutzt werden:

- Zylinderrollenlager für Lager mit zylinderförmigen Rollen, deren Erzeugende eine Gerade ist,
- Tonnenrollenlager für Lager mit zylinderförmigen Rollen, deren Erzeugende ein Kreisbogen ist, deren Endflächen gleiche Größe haben und deren Druckkomponenten am Außenring und Innenring bei rein radialer Belastung in einer Ebene liegen,
- Kegelrollenlager für Lager mit kegelförmigen Rollen, deren Erzeugende eine Gerade ist,
- Pendelrollenlager für Lager mit kegelförmigen Rollen, deren Erzeugende ein Kreisbogen ist, deren Endflächen verschieden groß sind und deren Druckkomponenten am Außenring und Innenring bei rein radialer Belastung nicht in einer Ebene liegen.

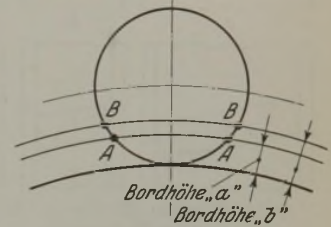


Abbildung 10. Einfluß der Bordhöhe.

Lange Zeit hat man geglaubt, den Käfig zur Führung der Rollen benutzen zu können. Dieses Mittel ist jedoch gänzlich ungeeignet, da das notwendige Spiel in den roh bearbeiteten Taschen von vornherein viel zu groß ist. Außerdem unterliegt der Käfig infolge des Gleitens der Rollen einem dauernden Verschleiß, der das Spiel im Laufe der Jahre ständig vergrößert.

Um eine wirklich brauchbare Führung zu erreichen, verwendet man daher bei den meisten Lagerarten sogenannte Borde oder Flanschen, die die Schiefstellung der Rollen begrenzen oder verhindern.

Die Form der Endflächen ist von großer Bedeutung. Abb. 9 a bis d läßt erkennen, daß sowohl die Ausführung Abb. 9 a als auch Abb. 9 b eine beliebig große Schiefstellung zuläßt, während die Anlagen nach Abb. 9 c und 9 d eine große Stützbasis ergeben. Die Ausführung nach Abb. 9 a ergibt den Nachteil eines schnellen Verschleißes infolge der punktförmigen Anlage. Die Form Abb. 9 d verbindet dagegen mit der gleichen großen Stützbasis den Vorteil geringer spezifischer Belastung.

Abb. 10 zeigt, daß die Größe der Stützbasis und damit die mögliche Schiefstellung von der Höhe des Bordes abhängt. Begrenzt wird diese im allgemeinen durch den Käfig. Die Abbildung läßt aber auch erkennen, daß die Rollen-Endfläche und die Bordfläche sehr genau hergestellt werden müssen, um die Anlage wirklich in voller Breite ausnutzen zu können.

Abb. 11 zeigt den Einfluß des Spieles, das ja leider, wie aus Abb. 12 zu ersehen ist, nicht beliebig klein gehalten werden kann, sondern von dem Spiel der Länge aller Rollen und von dem Spiel der Bordweite abhängig ist.

In Abb. 13 a bis c ist der Einfluß der Rollenlänge auf die Höhe der Rückstellkräfte bei gleichem Schränkungswinkel dargestellt. Die Abb. 13 a, 13 b und 13 c zeigen, daß die Bordbeanspruchung und damit die Gefahr des Fressens mit zunehmender Rollenlänge erheblich steigt. Außerdem steigt das Spiel der Rollenlänge und der Bordweite, also das

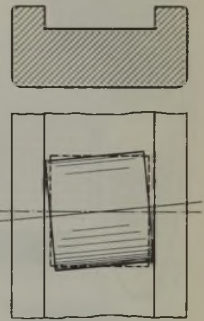


Abbildung 11. Einfluß des Führungsspiels.

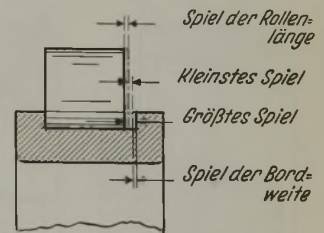


Abbildung 12. Größe des Führungsspiels.

Führungsspiel. Gleichzeitig werden aber auch die Schränkkräfte größer.

Untersuchungen haben gezeigt, daß die Bordführung nur zweckmäßig ist bis zu einem Verhältnis $1 : d \leq 2$. Darüber hinaus bleibt nichts anderes übrig, als die Führung der Rollen dem Käfig oder den Laufbahnen zu überlassen. Dann muß natürlich eine wesentlich höhere Reibung und die Gefahr des Fressens in Kauf genommen werden.

Der gleiche Zustand ergibt sich für Lager mit ganz dünnen langen Rollen (Abb. 14). Diese

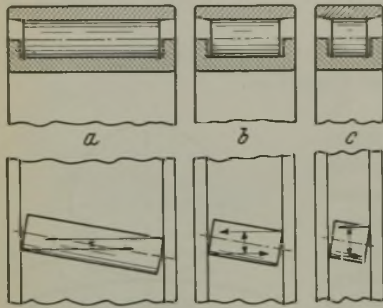
neigen stark zum Schränken und ergeben daher hohe Reibungswerte und im Vergleich zu Zylinderrollenlagern mit kurzen Rollen und Bordführung starken Verschleiß. Gleichzeitig muß aber auch die zulässige Geschwindigkeit für derartige Lager gegenüber den neuzeitlichen Zylinderrollenlagern wesentlich herabgesetzt werden.

Bei Lagern mit kegelförmigen Rollen werden die Rollen von einer kleinen Komponente der Normalkräfte am Innen- und Außenring an den einen Flansch gedrückt (Abb. 15 a und b). Deshalb hat das Spiel zwischen den Rollen und den Borden keinen Einfluß auf das Maß der möglichen Schiefstellung, also die Güte der Führung. Der kleine Bord am dünnen Rollende hat nur den Zweck, die Rollen bei ausgebautem Lager am Herausfallen zu hindern. Die Form der Anlage zwischen Rollenendfläche und Bordfläche spielt dagegen eine entscheidende Rolle. Von den in Abb. 16 a bis 16 d dargestellten Führungsarten scheiden nach den vorhergehenden Ueberlegungen die Formen nach Abb. 16 a und 16 b aus, da sie eine beliebige Schiefstellung der Rollen zulassen. Die notwendige große Stützbasis ergibt sich aber bei Abb. 16 c.

Die ebene Endfläche der Rolle berührt die Kegelfläche des Laufringes an zwei in großem Abstand liegenden Punkten (Abb. 16 e). Die gleiche Breite der Stützbasis erhält man bei wesentlich geringerer spezifischer Belastung der Berührungsflächen durch kugelige Ausbildung der Rollenendfläche und Bordfläche mit dem gleichen Radius und gleichem Mittelpunkt nach Abb. 16 d.

Zwischen der Bordführung bei Lagern mit zylinderförmigen Rollen und derjenigen mit kegelförmigen Rollen

besteht also ein grundsätzlicher Unterschied insofern, als die Rollen bei der ersten Lagerart zwischen den Flanschen hin und her pendeln können je nach dem vorhandenen Spiel, während bei den Kegellagern immer für alle Rollen der belasteten Zone ein Spannungszustand gegeben ist, der eine



Abbildungen 13a bis c. Einfluß der Rollenlänge.

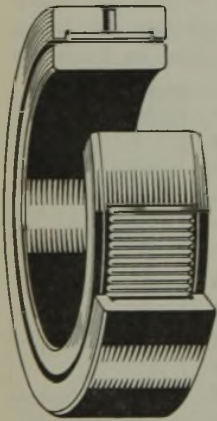


Abbildung 14. Führung bei langen Rollen.

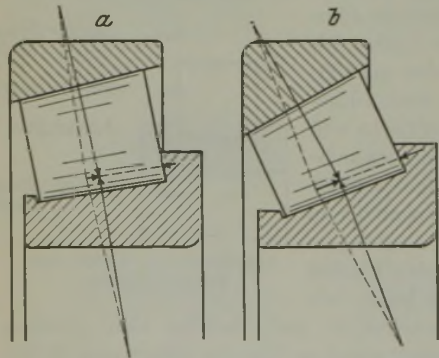
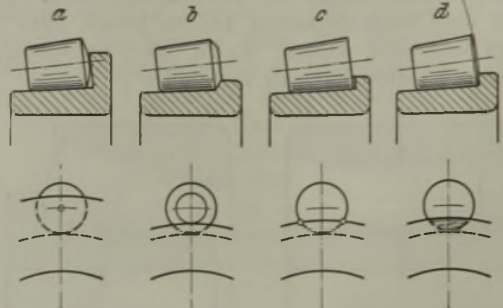


Abbildung 15 a und b. Spannführung bei Kegellagern.

Abbildung 16 a bis d. Arten der Bordführung bei Kegellagern. Four diagrams showing different ways to guide tapered rollers with guide flanges (a, b, c, d).



Abbildungen 16a bis d. Arten der Bordführung bei Kegellagern.

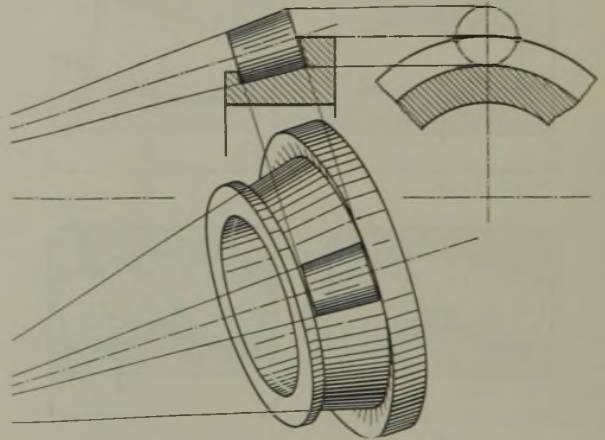


Abbildung 16 e. Punktberührung zwischen Rolle und Bord.

Veränderung ihrer Lage vollkommen verhindert (Abb. 16 f und g). Man könnte nun unter Hinweis auf eine Darstellung nach Abb. 16 h annehmen, daß die bei kegelförmigen Rollen am großen Flansch entstehende Bordreibung eine dauernde Schränkung hervorruft. Wie aber aus Abb. 16 i hervorgeht, kann ein Schränken erst eintreten, wenn das Moment $\mu P \cdot r > P \cdot r_1$ ist. Da jedoch $r_1 \sim r$ und P immer ein Vielfaches von μP beträgt, kann die Reibung am Flansch keine Schiefstellung hervorrufen. Ein Schränken von kegelförmigen Rollen mit Spannungsführung kann erst eintreten, wenn das Moment $P \cdot r_1$ überschritten wird.

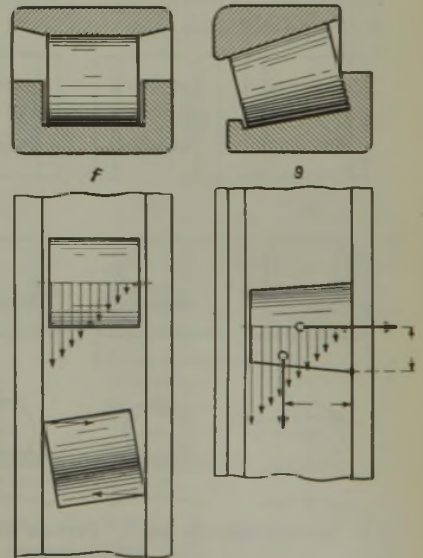


Abbildung 16 f und g. Spielführung — Spannungsführung.

In der gleichen Weise unterscheiden sich auch die Lager mit gewölbten Rollkörpern. Während das Pendelrollenlager nach dem Grundsatz der Spannungsführung ausgebildet ist,

Während das Pendelrollenlager nach dem Grundsatz der Spannungsführung ausgebildet ist,

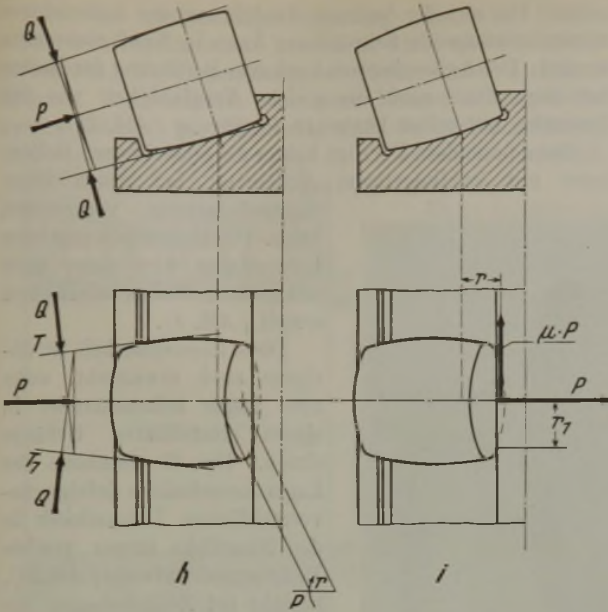


Abbildung 16 h und i. Verhinderung des Schränkens durch Borddruck.

wird bei den ein- und zweireihigen Tonnenlagern die Spieführung benutzt.

Wie aus Abb. 17 hervorgeht, liegt der Mittelpunkt für die Erzeugende des Rollenmantels bei einem solchen Pendelrollenlager nicht im Lagermittelpunkt a, sondern bei b. Deshalb erhält man am Außenring keine Berührung über die ganze Breite der Rolle, sondern theoretisch Punktberührung, jedoch mit sehr inniger Schmiegun

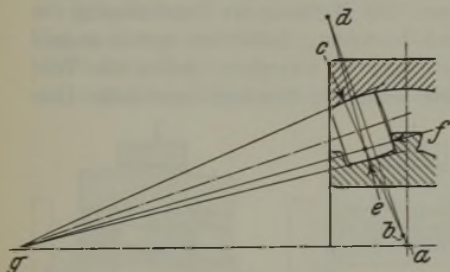


Abbildung 17. Führung bei Pendelrollenlagern.

gung. Diese Maßnahme wurde getroffen, um eine gute Einstellung zu erreichen. Die Punktberührung mit sehr inniger Schmiegun ist zulässig, weil der Außenring an sich infolge der konkaven Berührung tragfähiger ist als der Innenring. Die Berührung am Außenring erfolgt deshalb in dem Schnittpunkt der Laufbahnerzeugenden mit der Verlängerung der Strecke a b. Die am Außenring angreifende Normalkraft c liegt in derselben Richtung und geht durch Punkt a und b. Um die gleiche Wirkung wie bei Kegelrollen zu erzielen, d. h. also eine gewisse Neigung zwischen der Normalkraft am Innenring und Außenring, ist der Mittelpunkt d für die Erzeugende der Laufbahn des Innenringes, deren Radius gleich der Erzeugen-

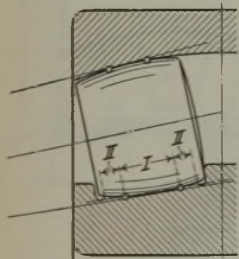


Abbildung 18. Reibungskräfte bei Pendelrollen.

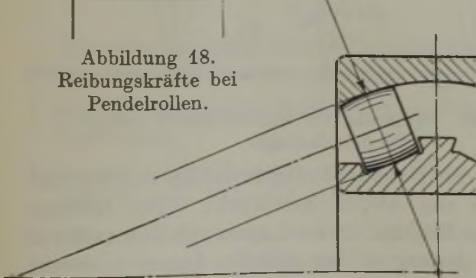


Abbildung 19. Führung bei Doppeltonnenlagern.

den für den Rollenmantel ist, aus der Richtung, die durch die Strecke a b bzw. die Krafrichtung c gegeben ist, herausgerückt nach Punkt d derart, daß die Verbindungslinie b d senkrecht auf der Rollachse, aber nicht durch a geht. Diese Linie gibt gleichzeitig den größten Durchmesser ab. Die Normalkraft c steht senkrecht auf der Erzeugenden der Laufbahn des Außenringes und des Rollenmantels, die Normalkraft e senkrecht auf der Erzeugenden der Laufbahn des Innenringes und ist nach d gerichtet. Daraus ergibt sich ein geringer, nach dem Mittelbord zu wirkender Druck. Die Reaktionskräfte auf die Rolle, c, e und f, schneiden sich in einem Punkt und halten die Rolle im Gleichgewicht. Um eine gute Stützung zu erzielen, werden die Endflächen der Rollen und die Anlageflächen des Bordes um g als Mittelpunkt kugelig geschliffen.

Wie Abb. 18 zeigt, sind die Rollen unsymmetrisch. Dadurch wird erreicht, daß die Reibungskräfte in der Berührungzone sich im Gleichgewicht halten und keine die Rollen schiefstellenden Kräfte auftreten können.

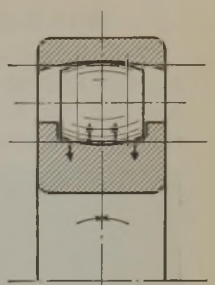
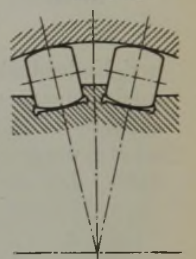


Abbildung 20. Reibungskräfte bei einreihigen Tonnenlagern.



Schmiegun.



Tragfähigkeit.

Abbildung 21 b.

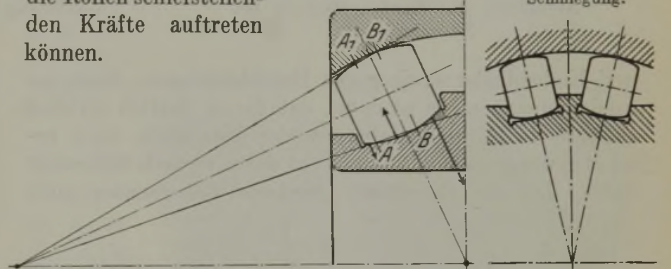


Abbildung 21. Reibungskräfte bei symmetrischen schräggestellten Tonnenrollen.

Grundsätzlich anders ist dagegen die Führung nach Abb. 19. Die Mittelpunkte für die Erzeugende des Rollenmantels und der Laufbahnen liegen auf einer Geraden. Die Normalkräfte liegen daher in derselben Richtung. Die Rollen können sich also genau wie bei dem einreihigen Tonnenlager nach Abb. 20 um das zwischen den Borden und Rollen vorhandene Spiel hin und her bewegen. Da aber bei symmetrischen, schräggestellten Rollen kein Gleichgewichtszustand vorhanden ist, werden dauernd wirkende Schränkkräfte hervorgerufen, die das Bestreben haben, die Rollen schief zu stellen (Abb. 21). Die Schränkkräfte lassen sich natürlich dadurch verringern, daß auf Linienberührung auch am Innenring verzichtet wird (Abb. 21b); dies geht aber auf Kosten der Tragfähigkeit, da der Innenring an sich schon der schwächste Teil am Lager ist (Abb. 22).

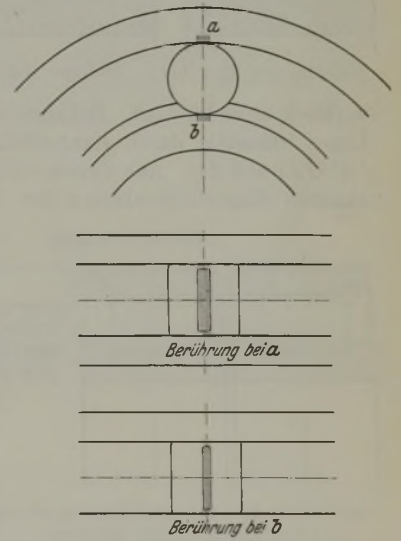


Abbildung 22. Schmiegun am Außen- und Innenring.

Die Bedeutung der Einstellbarkeit.

Zylinderlager oder Kegellager mit rein zylindrischer oder kegeliger Laufbahn erfordern vollkommen gleiche Richtung und Lage der Achsen vom Innenring und Außenring. Sie sind daher außerordentlich empfindlich gegen Bearbeitungs-

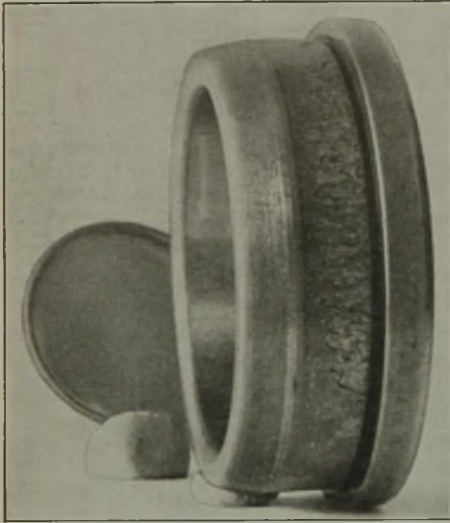


Abbildung 23. Kantenbelastung bei Zylinderlagern.

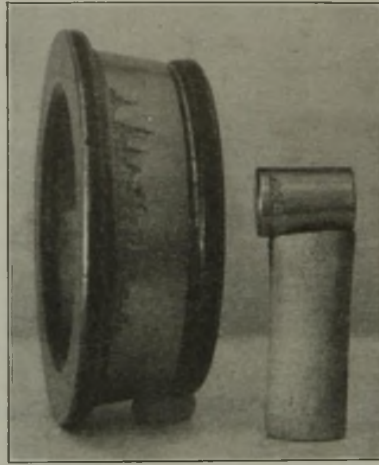
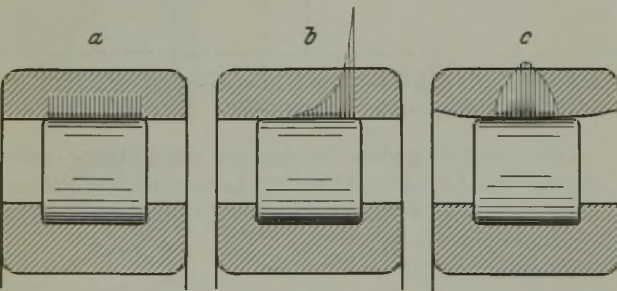


Abbildung 24. Kantenbelastung bei Kegellagern.

und Einbaufehler sowie gegen Durchbiegungen. Ganz besonders unangenehm ist dabei, daß die im Betrieb wirklich auftretende Kantenbelastung weder festgestellt noch geschätzt werden kann. Es besteht daher niemals Sicherheit dafür, daß die theoretisch gegebene Lebensdauer auch



Abbildungen 25 a bis c. Balliger Außenring bei Zylinderlagern.

wirklich erreicht wird. Bekannt ist jedenfalls, daß viele Lager frühzeitig durch Kantenbelastung zu Bruch gehen (Abb. 23 und 24). Aus diesem Grunde wird bei den sogenannten Einstellrollenlagern der Außenring mit balliger Laufbahn versehen (Abb. 25a bis c). Dadurch nimmt man

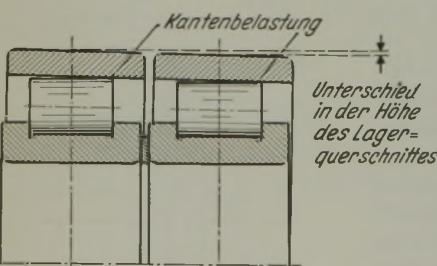


Abbildung 26. Kantenbelastung durch Unterschied in der Bauhöhe.

zwar eine etwas höhere spezifische Belastung in Kauf, man ist jedoch nicht der Gefahr unberechenbar hoher Kantenbelastung ausgesetzt. Diese Bauart wird meines Wissens für Walzwerkgerüste nicht benutzt, sondern nur Schulterrollenlager, bei denen die Balligkeit der Laufbahn nicht vorhanden ist. Bei Kegellagern kann die Laufbahn des Außenringes ebenfalls ballig geschliffen werden, um der Gefahr frühzeitigen Ausfallens der Lager zu ent-

gehen. Die mit der balligen Ausführung des Außenringes zusammenhängende Schwächung kann in Kauf genommen werden. Der Außenring mit konkaver Berührung der Rollen hat auch dann noch die gleiche Tragfähigkeit wie der Innenring mit seiner konvexen Berührung (Abb. 22).

Ganz besondere Vorzüge haben die einstellbaren Rollenlager mit hohlkugeligem Außenring, bei denen keine Kantenbelastung vorkommen kann. Die theoretisch gegebene Lebensdauer wird daher auch mit größter Wahrscheinlichkeit erzielt (Abb. 8).

Diese Einstellbarkeit ist übrigens auch erwünscht, wenn zwei Lager nebeneinander in einem einstellbaren Gehäuse sitzen. Da die Bauhöhe des Lagerquerschnittes infolge unvermeidlichen Unterschieds in der Ringdicke immer gewisse Unterschiede aufweist (Abb. 26), besteht bei Zylinderlagern die Gefahr, daß mehr oder weniger große Kantenbelastung auftritt. Besteht nicht nur der Innenring, sondern auch der Außenring aus einem Stück, dann wird

zwar der Einfluß der Herstellungsmaßgrenzen auf die Kantenbelastung geringer. Die Wirkung der Durchbiegung der Zapfen bleibt jedoch bestehen. Außerdem treten andere Nachteile auf. Das Lager ist zerlegbar. Sollen alle Teile ausgetauscht werden, dann ergeben sich sehr hohe Her-

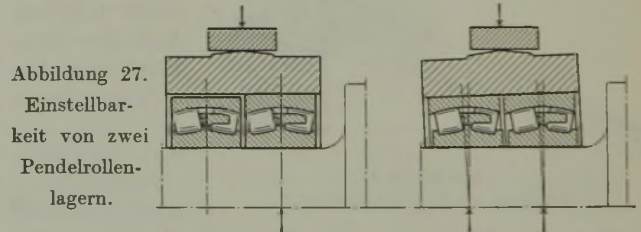


Abbildung 27. Einstellbarkeit von zwei Pendelrollenlagern.

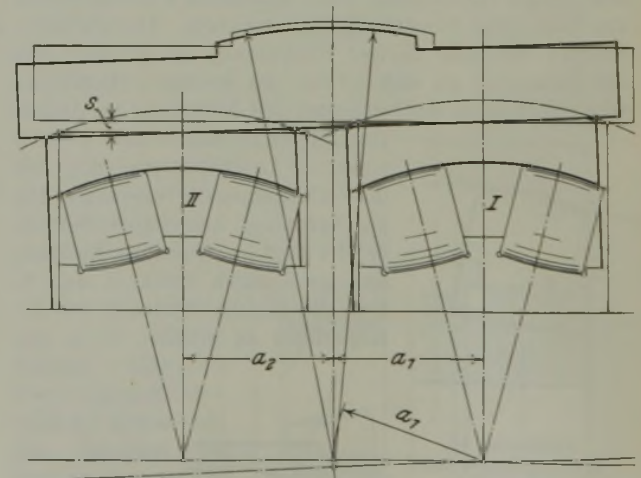


Abbildung 28. Erklärung für Einstellbarkeit zweier Pendelrollenlager.

stellungskosten. Bei Pendelrollenlagern erfolgt dagegen eine Einstellung, wie aus Abb. 27 hervorgeht. Das Gehäuse schwenkt um den Mittelpunkt des Lagers mit dem größeren Außenring, der Außenring des anderen Lagers schwenkt ebenfalls, bis die Mantellinien in einer Richtung liegen. In Abb. 28 sind die Verhältnisse geometrisch dargestellt.

Um eine gleichmäßige Belastung aller vier Rollenreihen bei Kegellagern zu erreichen, wird, wie aus *Abb. 29* hervorgeht, die Lagerluft jeder Reihe durch Zwischenbüchsen, die natürlich von dem Hersteller mitgeliefert werden müssen, so eingestellt, daß die obersten Mantellinien in einer Richtung liegen.

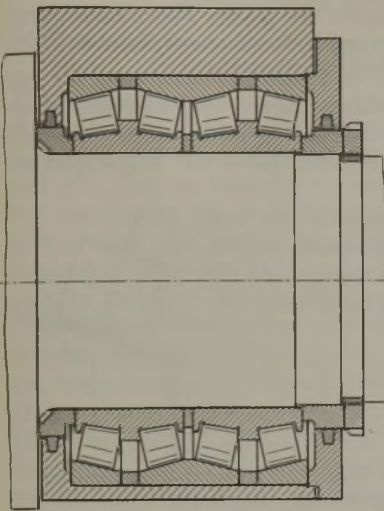


Abbildung 29. Zwischenbüchsen der Kegellager.

Bedeutung der Zerlegbarkeit.

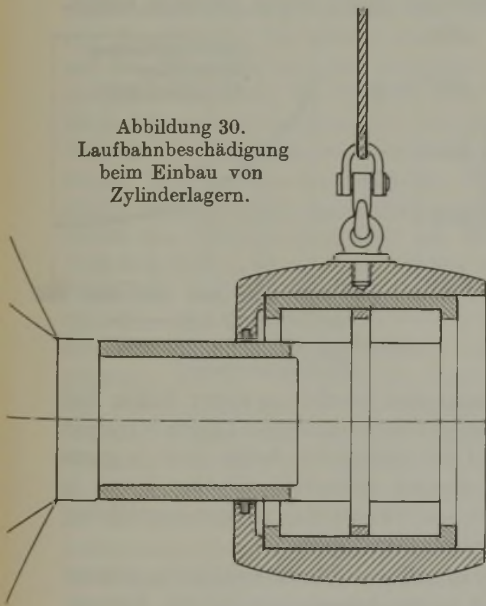
Für viele Anwendungsgebiete bedeutet die Zerlegbarkeit der Zylinderlager insofern einen Vorteil, als sich ein leichter Ein- und Ausbau erreichen läßt. Bei Walzwerken ist er jedoch sehr fraglich, da die Einbaustücke zu schwer sind, um leicht ohne Verkanten über die Zapfen mit den darauf

sitzenden Innenringen geschoben werden zu können (*Abb. 30*).

Die Lager sind aber gegen verkantetes Einführen außerordentlich empfindlich (*Abb. 31 und 32*).

Aus diesem Grunde ist man z. B. bei Bahnmotoren vom waagerechten zum senkrechten Einbau übergegangen und sorgt gleichzeitig für eine gute Führung des Ankers beim Einführen.

Abbildung 30. Laufbahnbeschädigung beim Einbau von Zylinderlagern.



Reibung.

Die Gesamtreibung eines Wälzlagers setzt sich aus mehreren, verschiedenartigen Reibungsvorgängen zusammen:

1. aus der sogenannten Rollreibung als Folge der elastischen Verformung,
2. aus der Gleitreibung in den Rollflächen, die durch unvollkommene Führung entsteht,
3. aus der Gleitreibung in den Rollflächen, die durch Abweichungen des Rollenmantels von dem theoretischen Rollkegel oder Rollzylinder hervorgerufen wird,
4. aus der Reibung der Wälzkörper am Käfig,

5. bei Lagern ohne Käfig aus der Reibung der Rollen aneinander,
6. aus der Reibung der Wälzkörper an den Bordflächen,
7. aus der Reibung, die durch die Verdrängung des Schmiermittels hervorgerufen wird.

Wenn ein Körper über den anderen hinwegrollt, so wird der Werkstoff der beiden Körper in dem vorderen Teil der Druckfläche zusammengedrückt und in dem hinteren Teil entsprechend entlastet. Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Verhältnis zwischen Belastung und Verformung bei Erhöhung und Verminderung der Belastung nicht dasselbe ist, auch wenn die Elastizitätsgrenze des Werkstoffes nicht überschritten wird. Dieser Umstand bewirkt beim Abrollen zweier Körper, daß der Widerstand gegen die Rollbewegung für den vorderen Teil der Druckfläche etwas größer ist als der am hinteren Ende auf den Rollkörper ausgeübte Druck.

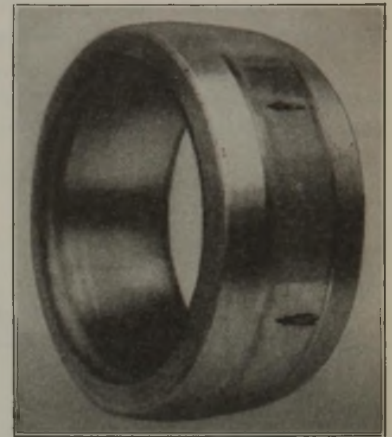


Abbildung 31. Zylinderrolleninerring mit Laufbahnbeschädigung.

Abbildung 32. Wirkung der Laufbahnbeschädigung.



Schon bei einem Rollvorgang unter ausschließlich senkrechter Belastung findet also eine Verschiebung der Resultierenden aller Kräfte innerhalb der Druckebene nach vorwärts statt (*Abb. 33*). Wenn außer dem senkrechten Druck noch eine Tangentialkraft in der Druckfläche zur Wirkung kommt, so

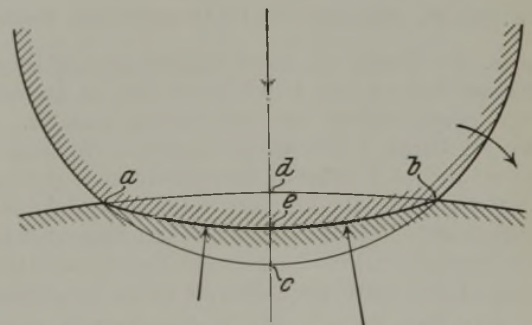


Abbildung 33. Rollwiderstand bei senkrechter Belastung.

wird diese Verschiebung beträchtlich erhöht. Dadurch bildet sich vor der Druckfläche ein Wulst, während hinter der Druckfläche eine Einsenkung entsteht (*Abb. 34*). Je nach Rollrichtung und Elastizitätseigenschaft des Materials ist die Wirkung bei verschiedener Richtung der Tangentialkraft verschieden.

Der Rollwiderstand wird ferner durch die Dämpfung der elastischen Schwingungen hervorgerufen, die entstehen

können, wenn die Laufbahnen von der mathematischen Form etwa infolge von Herstellungsfehlern abweichen. Zu diesem Widerstand, der von den elastischen Eigenschaften des Werkstoffes abhängt, kommt außerdem das Gleiten zwischen den Oberflächen hinzu, das teilweise durch die Form der Rollkörper und andernteils durch die infolge der Verformung eintretende Veränderung hervorgerufen wird.

Zwei Körper von rein zylindrischer Form rollen mathematisch genau aufeinander ab, wenn ihre Achsen gleichgerichtet zueinander sind und sie als vollkommen unelastisch angesehen werden. Wenn dagegen eine Oberfläche eine gekrümmte Erzeugungslinie, der Rollkörper also z. B. tonnenähnliche Form hat, so

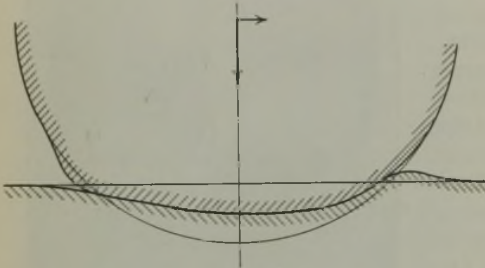


Abbildung 34. Rollwiderstand bei senkrechter und tangentialer Belastung.

wird auch die tatsächliche Berührungsfläche zwischen den Körpern eine gekrümmte Form erhalten (Abb. 35). Die Punkte der Berührungsfläche, die in einer Schnittebene durch die Drehachse des Rollkörpers liegen, haben ungleichen Abstand von dieser Achse. Da die Umfangsgeschwindigkeit jedes Punktes, bezogen auf seinen Drehmittelpunkt, durch das Produkt aus dem Halbmesser und der Winkelgeschwindigkeit des Körpers gegeben ist, bewegen sich die verschiedenen Punkte mit verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten. Hieraus ergibt sich, daß nur bestimmte Punkte eine reine Rollbewegung auf der Unterlage ausführen können, während sich alle übrigen Punkte mit teils größerer, teils kleinerer Geschwindigkeit

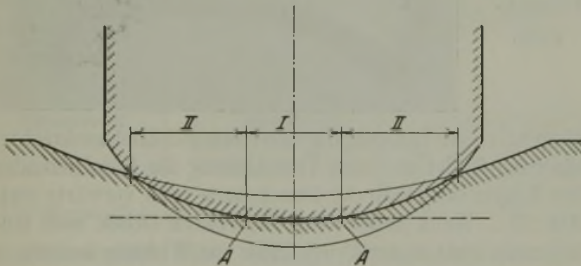


Abbildung 35. Reibungskräfte bei tonnenförmigen Rollen.

bewegen. Die Punkte mit reiner Rollbewegung bilden eine sogenannte Nulllinie A—A, wie sie in Abb. 35 dargestellt ist, die gleichgerichtet zur Rollrichtung verläuft. Die Punkte im Bezirk I führen ein Gleiten in der Rollrichtung aus, die des Bezirkes II dagegen ein nach rückwärts gerichtetes Gleiten. Die Lage der Nulllinien wird durch die Gleichgewichtsbedingung festgelegt, wonach die geometrische Summe sämtlicher Gleitreibungskräfte (Bezirk I und II) und der tangentialen Kräfte am Rollkörper gleich Null sein muß.

In einem Fall, wie er in Abb. 36 dargestellt ist, entsteht eine Nulllinie A. Die Kräfte in der Druckfläche bilden hierbei ein Moment, das den Rollkörper aus seiner Lage zu drehen bestrebt ist. Nur bei kugelförmigen Rollkörpern kann dieses Schränken fortgesetzt stattfinden. Bei jeder anderen Gestalt des Rollkörpers muß es dagegen durch ein äußeres entgegenwirkendes Moment aufgehoben werden, um ein weiteres Rollen zu ermöglichen.

Der günstigste Reibungswert ist auf Grund dieser Ueberlegungen bei Zylinderrollenlagern mit kurzen Rollen

zu erzielen, wenn nur Radialdruck auftritt, die Bordbelastung also gering ist und die Herstellungsgenauigkeit einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht. Für diese Lager liegt der Reibungswert bei etwa 0,001 bis 0,0015.

Mit zunehmender Rollenlänge steigt der Reibungswert ganz erheblich. Bei Lagern mit langen Rollen ohne Bordführung und ohne Käfig liegt der Reibungswert bei etwa 0,005.

Bemerkenswert sind in diesem Zusammenhang die von Stribeck²⁾ mit derartigen Lagern vorgenommenen Versuche, die durchweg bei allen Lagerarten einen wesentlich höheren Reibungswert ergaben, als er mit Kugellagern erzielt werden konnte.

Bei Kegelrollenlagern ist mit einem höheren Reibungswert als bei Zylinderrollenlagern zu rechnen, da die Rollen ständig, wenn auch unter ge-

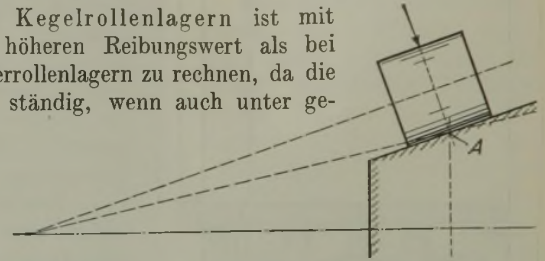


Abbildung 36. Reibungskräfte bei Zylinderrollen auf kegeliger Laufbahn.

ringer Belastung, an einen Flansch zur Anlage kommen. Er beträgt für diese Lager etwa 0,002.

Bei Pendelrollenlagern wurden eingehende Reibungsmessungen vorgenommen, die bei einer Belastung von 2000 kg einen Reibungswert von 0,0025, bei 7000 kg dagegen nur einen Reibungswert von etwa 0,0014 ergaben (Abb. 37).

Die Reibung an dem Führungsflansch ergibt bei allen Lagern mit kegelförmigen Rollen wegen der nicht erreichbaren vollkommenen Genauigkeit eine gewisse Einlaufzeit, während der Reibungswert ständig sinkt. Für Lager mit symmetrischen, schräggestellten Rollen und Spießführung liegt der Reibungswert

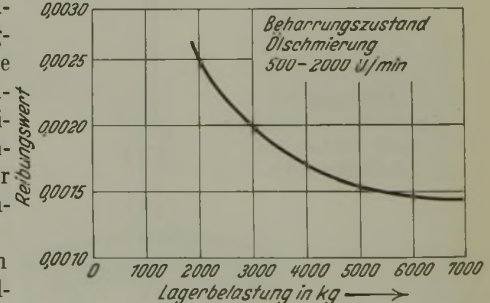


Abbildung 37. Reibungskurve. (Pendelrollenlager.)

höher infolge der dauernden Schränkung dieser Rollen. Soll die Schränkungsmöglichkeit bei derartigen Lagern verringert werden, so muß auf die Auflage der Rollen über die ganze Breite verzichtet, also ein höherer spezifischer Druck in Kauf genommen werden, der natürlich zu einer wesentlichen Herabsetzung der Lebensdauer führt.

Die zulässige größte Geschwindigkeit ist umgekehrt verhältnisgleich der in den Lagern entstehenden Reibung. Am günstigsten sind in dieser Beziehung die Zylinderrollenlager mit kurzen Rollen, Käfig und Bordführung, am ungünstigsten die Lager mit langen Rollen ohne Käfig. Für die ersten liegt die Grenze bei etwa 25 m/s, bei den Lagern mit langen Rollen dagegen bei etwa 5 m/s. Bei Kegelrollenlagern und Pendelrollenlagern erster Art sollte die Geschwindigkeit nicht über 15 m/s liegen. Für Doppeltonnenlager liegt die zulässige Geschwindigkeit tiefer wegen der ungünstigeren Führung. Die erreichbare Geschwindigkeit ist selbstverständlich von der Belastung, der Kühlung usw. abhängig. Die angegebenen Zahlen sind daher nur Durchschnittswerte.

(Schluß folgt.)

Die Verwendung von sauerstoffangereichertem Gebläsewind im Hochofenbetrieb.

Von Wilhelm Lennings in Oberhausen (Rheinland).

[Schluß von Seite 544.]

(Erschmelzen von portlandzementähnlichen Schlacken im Hochofen, deren Eigenschaften und Kosten.)

8. Versuche zur Erschmelzung von Schlacken mit Portlandzement-Zusammensetzung.

Die Möglichkeit, mit sauerstoffangereichertem Wind kalkreiche Hochofenschlacken zu erschmelzen, führte zu Versuchen, die übliche Hochofenschlacke mit etwa 32 % SiO_2 und 45 % CaO im Hochofen auf die Zusammensetzung des Portlandzements mit 65 % CaO und 17 bis 18 % SiO_2 zu ändern. Das Ziel dieser Versuche war, neben Roheisen gleichzeitig als zweites vollwertiges Erzeugnis eine Zementschlacke aus dem Hochofen zu gewinnen²¹⁾. Es wurden verschiedene Versuchsreihen, teils mit Stückerzmöller und Kalksteinzuschlag, teils auf den Vorschlag von M. Fränkl mit eigens hergestellten Kalk-Erz-Preßlingen durchgeführt; letztgenannte, die gebrannten Kalk mit Erz und den Reduktionskohlenstoff innig gemischt enthielten, sollten den Reduktions- und Schmelzprozeß vereinfachen. In *Zahlentafel 7* sind die Ergebnisse einiger Versuchsreihen und ihre wichtigsten Betriebskennwerte angegeben. In einer besonderen Versuchsreihe wurde festgestellt, daß bereits bei einem Sauerstoffgehalt von 25 bis 26 % und einer Windvorwärmung auf 750 bis 800° die Erschmelzung einer Schlacke von Portlandzementzusammensetzung zugleich mit Roheisen im Hochofen tatsächlich möglich ist. Der praktisch für die Vermeidung von Hängestörungen erforderliche Sauerstoffgehalt lag jedoch zwischen 30 und 33 % bei 750 bis 800° Winderhitzung. Die hochkalkigen und schwer schmelzbaren Schlacken liefen bei glattem Ofengang sehr dünnflüssig. Sie wirkten in keiner Weise zerstörend auf das Ofenmauerwerk aus Schamotte und die Kohlenstoffsteinauskleidung des Gestells. Der Abstich ließ sich durch Verwendung hochbasischer Stichlochstopfmasse, wie Dolomit oder Magnesit, vermischt mit gebranntem Kalk, halten. Die Zementschlacke konnte durch die allgemeinübliche Schlackenform abgestochen werden. Bei Verhüttung sowohl von Kalk-Erz-Preßlingen als auch von Stückerz-Kalkstein-Möllern ist ein störungsfreier Ofengang nur dann erreichbar, wenn die Schlackenmenge je Tonne Roheisen nicht höher als 750 kg angesetzt wird. Bei Führung größerer Schlackenmengen stellten sich immer wieder schwere Ofenstörungen ein, die wahrscheinlich durch die Zähflüssigkeit der Ofenbeschickung vor der Verschlackung der sauren Koksaschenbestandteile mit dem Kalkstein bedingt sind. Möglicherweise sind die Schwierigkeiten bei Vergrößerung der Schlackenmenge über das angegebene Maß zum Teil auf das starke Ansteigen des Wärmebedarfes für die Kohlendioxidabstreibung zurückzuführen. Die Verhüttung der Kalk-Erz-Preßlinge brachte in dieser Hinsicht keinerlei Vorteile. Als Abhilfemaßnahme gegen die Hängestörungen wurde auf Vorschlag von M. Fränkl etwa 1000° heißes Gichtgas durch die dafür vorgesehenen Gaseinblasedüsen am Schachtumfang eingeblasen. Der Erfolg blieb aus, da, wie sich später zeigte, die Schlackenmenge zu hoch war. Die Versuche bestätigten die allgemeine Erfahrung des Hochofenbetriebes, daß mit steigendem Kalkgehalt der Schlacke und steigender Schlackenmenge der Ofengang dichter wird und die Ofenleistung zurückgeht. Eine hohe Sauerstoffanreicherung auf 30 bis 33 % kann versuchsgemäß die aus

der Kalkanreicherung des Möllers entstehende Verlangsamung des Ofenganges aufheben (vgl. *Zahlentafel 7*).

Aus *Zahlentafel 7* ergibt sich auch, daß mit steigender Menge Zementschlacke der Koksverbrauch unverhältnismäßig stark ansteigt. Der Koksverbrauch für eine Steigerung der Zementschlackenmenge um 100 kg beträgt bei Versuch 1, 2 und 3 etwa 65 kg. Rechnet man mit dem bekannten Zusatzkoksverbrauch von 30 kg für eine Steigerung von 100 kg der gewöhnlichen Hochofenschlackenmenge, so errechnet sich ein Mehrbedarf an Koks für die Kalkanreicherung von 100 kg Zementschlacke zu etwa 35 kg Koks. Gleiche Mengen flüssiger, gewöhnlicher Schlacke und Zementschlacke haben nahezu den gleichen Wärmeinhalt. Die höhere Gestelltemperatur zur Schmelzung der Zementschlacke bringt die Sauerstoffanreicherung. Der Koksverbrauch müßte daher der gleiche geblieben sein. Die Gründe für den Mehrkoksverbrauch sind folgende: Wie aus der sehr geringen Reduktionszahl in *Zahlentafel 7* zu ersehen ist, wurde ein großer Teil der Kalksteinkohlensäure zerlegt, indem die Kohlensäure bei dem hohen Kalksteinsatz erst bei hoher Temperatur ausgetrieben und zersetzt wurde. Es liegt hier offenbar der von Reichardt⁹⁾ vorgesehene Fall vor, daß bei sehr großen Kalksteinmengen eine besondere Heizkohlenstoffmenge für die Kohlensäureabtreibung vorgesehen werden muß. Ein weiterer Grund für den Mehrkoksverbrauch ist die fehlende Windwärme bei der hohen Sauerstoffanreicherung auf 30 bis 33 %.

Das mit Zementschlacke zusammen erblasene Roheisen, meist Stahleisen, war, abgesehen von der um 100° höheren Temperatur, von 1570 bis 1620° nur durch den kleineren Gehalt von 2,7 bis 3,2 % C und Schwefel von üblichem Stahleisen mit 4,15 % C verschieden. Der Siliziumgehalt bewegte sich meist zwischen 1,5 und 2,5 %. Niedrigere Gehalte an Silizium, die dann auch mit sehr geringem Kalziumkarbidgehalt der Schlacke Hand in Hand gehen, sind das Anzeichen von zu kaltem Ofengang. Ein solcher Zustand ist im Dauerbetrieb erfahrungsgemäß nicht zu halten.

Zusammenfassend ist die gleichzeitige Herstellung von Roheisen und Zementschlacke also nur beim Erblasen heißgehender, silizierter Gießerei- oder Stahleisensorten möglich. Mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit des Ofens muß mit einem Koksüberschuß gearbeitet werden. Für die Erzeugung von Thomaseisen kommt das Verfahren wegen der verstärkten Siliziumreduktion nicht in Frage. Die Versuche zeigten bei Ferromangan ein rasches Versetzen des Ofenherdes und Aufsatteln des Gestells; häufig ließ sich hierbei eine sehr starke Graphitausscheidung im Ofenherd beobachten. An die auf Zementschlacke zu verhüttenden Erze sind besondere Anforderungen in der chemischen Zusammensetzung und Stückbeschaffenheit zu stellen. Der dichte Ofengang läßt nur die Verhüttung erstklassigen Stückerzes zu, dessen Kieselsäure- und Kalkgehalt mit Rücksicht auf die gleichmäßige Zusammensetzung der Schmelzerzeugnisse keine großen Schwankungen aufweisen darf. Durch die Begrenzung der Schlackenmenge auf höchstens 750 kg/t Roheisen ist nur kieselsäurearmes Erz verwendbar, wobei das Verhältnis des Eisens im Erz zur Kieselsäure, überschläglich betrachtet, größer als sechs sein muß. Desgleichen muß aus zementtechnischen Gründen der Tonerdegehalt dieses Erzes gering

²¹⁾ Die gleichzeitige Erzeugung von Roheisen und Zement im Hochofen wurde bereits früher vorgeschlagen; vgl. DRP. Nr. 425 861, Gewerkschaft Lutz III.

Zahlentafel 7. Versuche zur Erschmelzung von Schlacke mit Portlandzement-Zusammensetzung.

Nr.	Versuch Nr.	1	2	3	4	5
1	Möllerzusammensetzung	Kiiruna (Stückerz), Kalkstein, Kies, Flußspat	Kalkzerpreßlinge mit eingebundenem gebranntem Kalk	Kiiruna (Stückerz), Kalkstein, Kies, Flußspat	Kalkzerpreßlinge mit eingebundenem gebranntem Kalk	Blötberg (Stückerz), Kalkstein
2	Schlackenmenge	510	700	750	940	1150
3	Trockenkoksatz	4200	4300	4350	4450	4750
4	Sauerstoffgehalt des Windes	30,3	33,0	33,0	30,4	34,0
5	Heißwindtemperatur	800 bis 775	825 bis 800	800 bis 775	800 bis 775	800 bis 775
6	Winddruck	28	28	28	28	28
7	Gichtenzahl/8 h	34	28	29	22	nicht bestimmbar
8	Gichtgastemperatur	350 bis 375	275 bis 300	275 bis 300	275 bis 300	200 bis 225
9	Schlackenzusammensetzung im Mittel:					
	SiO ₂	49,0	47,5	21,0	49,5	21,2
	CaO	62,0	61,0	66,8	62,3	63,7
	CaC ₂	2,6	2,6	2,1	2,8	2,6
10	Robeisenzusammensetzung:					
	C	2,7	3,85	2,7	3,2	4,0
	Si	2,0 bis 4,0	2,40	0,7	4,0 bis 2,0	4,7
11	Gichtgaszusammensetzung:					
	CO ₂	5,8	5,0	5,7	5,0	5,0
	CO	45,8	47,4	47,6	45,0	52,0
	H ₂	4,5	4,0	4,5	4,0	4,3
12	Kalksteinmenge	585	—	928	—	1180
13	Indirekte Erzreduktion	46,7	7,6	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmbar
14	Betriebsdauer	4	4	3	2	1
15	Bemerkungen über Ofengang	Ofengang gut, Formen bleiben blank, keine Schlackenschwierigkeiten	Wie bei Versuch 1	Meist gut, vereinzelt leichtes Hängen u. Formenschmieren. Grenze für sicheren Ofenbetrieb!	Ständig sich verlangsamender Ofengang, der zum Hängen führt. Formenschmieren. Kalkelend!	Etwa 3 h nach Vorkommen des Möllers beginnt starkes Hängen und große Formenschwierigkeiten. Kalkelend!

sein, da man gegebenenfalls ohne den Tonerdeanteil des Erzes allein durch die aus der Koksasche zwangsläufig mitgebrachte Tonerde die obere Tonerdegrenze für Portlandzement mit etwa 7 % erreicht. Eine gleichmäßige chemische Zusammensetzung ist auch von dem Kalkstein und der Koksasche zu verlangen.

9. Chemische Zusammensetzung und zementtechnische Eigenschaften der portlandzementähnlichen Schlacken²²⁾.

Die chemische Zusammensetzung und die zementtechnischen Eigenschaften einiger Schlacken gehen aus *Zahlentafel 8* hervor. Die geprüften Schlacken umfassen wassergranulierte, luftgranulierte und sogenannte Block- oder Stückschlacken, also schnell und langsam gekühlte Schlacken. Die Abkühlung wurde absichtlich unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt, um den Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Festigkeitseigenschaften nebenbei mit festzustellen. Den chemischen und technischen Eigenschaften nach kann man die Schlacken in tonerdearme und tonerdereiche einteilen. In *Zahlentafel 8* sind die beiden Gruppen nach steigendem Verhältnis CaO:(SiO₂ + Al₂O₃) geordnet; so ist der starke Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die zementtechnischen Eigenschaften am deutlichsten erkennbar. Neben dem Tonerdegehalt zeigt auch der Kalk- und der Kieselsäuregehalt erhebliche Unterschiede, die zum Teil noch auf die Schwierigkeiten des Versuchsbetriebes zurückzuführen sind.

Entsprechend der verschiedenen chemischen Zusammensetzung zeigen die Verhältniszahlen, der Silikatmodul SiO₂/Al₂O₃ und der hydraulische Modul CaO:(SiO₂ + Al₂O₃) erhebliche Unterschiede. Auch der Kalksättigungsgrad²³⁾, der zur Errechnung des höchstmöglichen Kalkgehaltes in Portlandzementklinker angewendet wird, schwankt sehr. In der Zementindustrie wird für die Beurteilung der Festigkeit des Portlandzementklinkers noch der Kalksättigungsgrad für gebundenen Kalk herangezogen²⁴⁾. Für die Berechnung des Silikat- und hydraulischen Moduls und des Kalksättigungsgrades wurde der Restkalk verwandt, d. h. die Kalkmenge, die nach Abzug des an Schwefeltrioxyd als schwefelsaurer Kalk und an Schwefel als Schwefelkalzium gebundenen Kalkes noch vorhanden und zur Bildung der Kalksilikate und Kalkaluminat verfügbar war. Die in *Zahlentafel 8* aufgeführte Restkalkmenge ist nicht ganz richtig, da die an Kohlenstoff als Kalziumkarbid gebundene Kalkmenge bei der Ermittlung des Restkalkes nicht berücksichtigt werden konnte. Die genaue Ermittlung der an Kohlenstoff gebundenen Kalkmenge stieß insofern auf Schwierigkeiten, als sich Kalziumkarbid schon an der Luft zersetzt. Die Angaben über die entwickelte Gasmenge je 100 g Schlacke in *Zahlentafel 8* können daher nur als Annäherungszahlen bewertet werden. Die Gasmenge läßt aber einen gewissen Ueberblick über den Einfluß der Gasentwicklung auf die Festigkeit und die Raumänderung des Mörtels zu. Die in *Abb. 8* kurz nach dem Abstich gemessenen Werte für den Kalziumkarbidgehalt der Schlacken waren auch wesentlich höher, als der entwickelten Gasmenge in *Zahlentafel 8* entspricht. Die so vernachlässigte Kalkmenge kann mit 1 bis 2 % veranschlagt werden, eine immerhin beachtliche Menge für die Berechnung des hydraulischen Moduls.

²²⁾ Bearbeitet von G. Mußnug, Oberhausen.

²³⁾ Kalksättigungsgrad

$$100 \cdot \text{CaO}$$

$$= \frac{2,8 \cdot \text{SiO}_2 + 1,65 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \cdot (\text{Fe} + \text{Mn})_2\text{O}_3 + 0,7 \cdot \text{SO}_3}{100}$$

Vgl. A. Guttman und F. Gille: Zement 18 (1929) S. 571 u. 918; Rordam: Rock Product, 1930, S. 82; L. Forsén: Tonind.-Ztg. 58 (1934) S. 182.

²⁴⁾ Goffin und G. Mußnug: Zement 21 (1932) S. 179.

Zahlentafel 8. Zusammensetzung und Eigenschaften von portlandzementähnlichen Hochofenschlacken.

Nummer	Schlacken mit mittlerem Tonerdegehalt										Schlacken mit höherem Tonerdegehalt													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Art der Schlacke	1)	3)	1)	1)	3)	3)	3)	3)	3)	3)	1)	3)	1)	1)	3)	1)	3)	3)	1)	3)	3)	3)	3)	
Gluhverlust	4,2	4,1	3,7	3,4	3,4	4,9	4,2	4,1	3,4	5,1	4,0	3,5	7,9	6,8	3,0	9,9	2,7	0,9	2,2	0,2	1,5	1,5	1,1	
SiO ₂	22,3	23,2	21,4	20,7	18,7	19,7	18,4	21,8	17,4	18,0	19,5	19,0	16,3	18,1	19,0	17,5	16,9	19,0	21,6	17,2	17,2	16,8	18,8	
Al ₂ O ₃	9,4	8,4	8,3	8,1	7,4	6,5	7,9	6,1	8,9	7,1	5,7	7,5	7,4	6,1	5,9	6,3	15,9	13,3	10,1	15,9	14,5	14,9	12,4	
FeO	4,4	2,0	4,3	0,5	2,0	1,6	0,3	0,7	3,0	1,5	1,2	1,1	0,9	1,7	1,1	1,1	0,5	1,0	0,7	0,8	0,4	0,5	0,7	
MnO	0,6	0,8	0,7	1,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9	0,2	0,6	0,4	2,6	0,6	0,6	0,4	0,2	0,2	1,6	0,2	0,3	0,3	0,6	
CaO gesamt	59,4	62,0	61,1	60,3	62,3	62,1	63,2	65,1	61,7	64,0	63,2	65,4	60,1	61,6	64,2	62,0	59,5	59,7	58,3	61,2	60,3	61,1	62,1	
MgO	2,4	0,6	2,0	1,1	2,2	2,3	1,7	1,7	2,6	1,9	1,8	1,2	6)	4,9	2,2	4,2	2,4	2,7	1,0	2,2	0,6	2,3	1,5	
SO ₃	0,1	0,1	0,2	0,4	0,0	0,0	Spur	Spur	0,2	0,0	0,4	0,1	0,7	0,5	Spur	0,8	0,0	0,2	0,4	Spur	0,3	0,2	0,5	
S	1,3	4,5	1,3	1,3	3,0	2,5	2,7	1,4	1,1	2,7	1,6	1,2	1,4	1,2	1,3	4,1	2,3	2,2	1,7	2,3	2,6	2,5	1,5	
Gasgehalt	34	40	40	6)	5	600	60	45	6)	433	6)	6)	6)	6)	6)	6)	371	235	6)	406	326	380	6)	
CaSO ₄	0,2	0,2	0,3	0,7	0,0	0,0	Spur	Spur	0,4	0,0	0,7	0,2	4,1	0,8	Spur	1,4	0,0	0,3	0,6	Spur	0,4	0,3	0,9	
CaS	2,9	3,3	2,8	3,1	6,7	5,7	6,1	3,1	3,4	6,0	3,6	2,6	3,1	2,8	2,9	2,4	5,1	5,0	3,8	5,2	5,9	5,7	3,3	
Restkalk	57,1	59,3	58,8	57,8	57,1	57,7	58,5	62,7	59,6	59,3	60,4	63,3	57,2	59,2	62,0	59,6	55,5	55,6	55,3	57,2	55,6	56,5	59,2	
Verhältnis- zahlen	SiO ₂		Al ₂ O ₃		CaO		SiO ₂ + Al ₂ O ₃																	
Kalksättigungsgrad	73	75	80	81	88	88	90	88	94	95	94	97	99	98	99	101	76	74	71	77	77	79	81	
Abbindezeit	Erstarrungsbeginn nach min		2	3	2	30	20	85	240	12	40	50	7	45	35	8	15	10	100	45	5	20	40	
	Ende nach h		1/2	1/6	1/3	4	1	4 1/2	8 1/2	3	1 1/2	2	1	1	3	2	5	3	2	5	5	5	1	
Zug- festigkeit	nach 3 Tagen		16	16	14	20	17	16	23	34	20	30	38	21	33	34	28	43	41	42	43	43	17	
	nach 7 Tagen		20	13	18	31	23	19	27	6)	25	28	32	27	34	31	26	44	41	45	44	43	18	
	nach 28 Tagen ⁴⁾		28	31	26	29	26	22	32	6)	28	30	6)	32	33	35	30	16	18	29	18	19	25	
	nach 28 Tagen ⁵⁾		43	37	29	44	45	35	45	44	44	43	40	40	50	40	34	33	33	33	36	42	36	
Druck- festigkeit	nach 3 Tagen		59	61	69	496	242	274	335	403	355	389	393	297	393	396	407	145	97	454	431	431	234	
	nach 7 Tagen		148	149	115	346	353	381	405	6)	409	443	488	398	477	443	399	121	143	170	143	288	288	
	nach 28 Tagen ⁴⁾		197	325	191	497	439	482	449	510	6)	423	510	6)	448	502	493	454	458	260	260	452	343	
	nach 28 Tagen ⁵⁾		288	403	343	578	594	584	530	699	557	614	669	491	638	624	600	278	321	321	351	300	483	

1) Wassergranuliert. — 2) Luftgranuliert. — 3) Stückschlacke. — 4) Wasserlagerung. — 5) Wechsellagerung (7 Tage in Wasser, 21 Tage an der Luft). — 6) Nicht bestimmt.

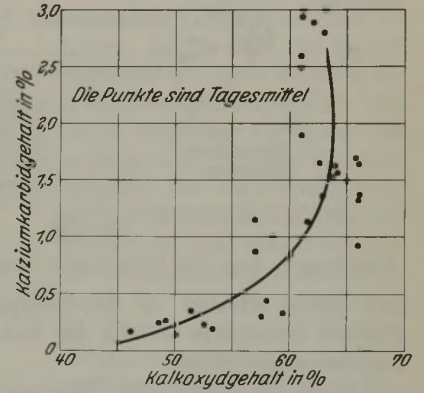


Abbildung 8. Einfluß des Kalkgehaltes auf den Kalziumkarbidgehalt der Schlacken nach dem Abstich.

Rohtstoff- und betrieblichen Verhältnissen kann er den Wert 100 erreichen. Bei der Berechnung des Silikat- und des hydraulischen Moduls und des Kalksättigungsgrades in der Schlacke mußten Eisen und Mangan unberücksichtigt bleiben, da sie als Oxydul vorlagen. Hydraulisch wirksam sind im Portlandzementklinker jedoch nur die höheren Oxydationsstufen.

Der Kalk-, Tonerde- und Kieselsäuregehalt der Schlacken wurde glühverlustfrei auf 100 umgerechnet und im Dreistoffschaubild in Abb. 9 eingetragen. Nur eine Schlacke erreichte den höchsten Kalkgehalt; teilweise liegen die Schlacken von der theoretischen Kalkgrenze, die bei der Zementherstellung zur Erzielung höchster Festigkeiten angestrebt werden muß, sehr weit entfernt. Die theoretische Kalkgrenze ist im Dreistoffsystem Kalk-Kieselsäure-Tonerde in dem Gebiete der Sintertemperatur des Portlandzementklinkers von 1455 bis 1470°

²⁵⁾ A. Guttman und F. Gille: Zement 18 (1929) S. 500/06, 537/41 u. 570/74; Goffin und G. Mußgnug: Zement 21 (1932) S. 145/48 u. 178/80.

durch die Verbindungslinie Trikalziumsilikat-Trialkaliumaluminat²⁶⁾ gegeben. Die technische Kalkgrenze liegt etwas höher, da im Betrieb die Bedingungen zur restlosen Bindung der theoretischen Kalkmenge an die Kieselsäure und Tonerde nur in den seltensten Fällen voll erfüllt sind. Auch für die Schlacken ergeben sich bei Annäherung an die theoretische Kalkgrenze bessere Festigkeiten. Für den Schmelz-

Schlacken aber unter den deutschen Normen für Lieferung und Prüfung der Normzemente, da nach den Normen der Erstarrungsbeginn nicht unter 60 min liegen darf. Die tonerereichen Schlacken waren teilweise ausgesprochene Löffelbinder, d. h. die Schlacke wurde bereits während des Anrührens hart. Dabei war die Wärmeentwicklung der tonerereichen Schlacken nach Zugabe von Wasser oft so stark, daß ein Teil des Anmachwassers verdampfte. Auch durch Zumahlung von 30 % Schlackensand konnte die Abbindezeit der tonerereichen Schlacken nicht verbessert werden, so daß die Festigkeitsprüfung nicht durchzuführen war. Dagegen konnten verschiedene tonerarme Schlacken mit Zusatz von 30 % Schlackensand zu Langsambindern gemacht werden. Die kurze Abbindezeit dürfte im wesentlichen wohl auf den Mangel der Schlacke an Eisenoxyd und Manganoxyd zurückzuführen sein. Bei den großen Schwankungen der chemischen Zusammensetzung kann es nicht überraschen, daß die Schlacken auch in ihren Festigkeitseigenschaften nach *Zahlentafel 8* große Unterschiede zeigten. Trotz der Streuungen ist aber aus *Abb. 11* deutlich zu ersehen, wie die Festigkeiten mit steigendem Kalkgehalt der Schlacken zunehmen.

Der Gehalt an Kalziumsulfid war bei einzelnen Schlacken verhältnismäßig hoch. Da, wie später noch erörtert werden wird, die Zementschlacken im Schmelzfluß zur Entfernung des Kalziumkarbids ohnehin mit oxydierenden Mitteln behandelt oder einer Glühung unterworfen werden müßten, wobei dann auch der Schwefel zu Schwefeldioxyd oxydiert und zum größten Teil verflüchtigt wird, kommt der Frage des Sulfidgehaltes in der Zementschlacke keine praktische Bedeutung zu. Die Unschädlichkeit geringer Mengen Kalziumsulfids in der Hochofenschlacke ist durch jahrzehntelange Erfahrungen mit Hochofenschlacke und Bindemitteln,

Mitteln behandelt oder einer Glühung unterworfen werden müßten, wobei dann auch der Schwefel zu Schwefeldioxyd oxydiert und zum größten Teil verflüchtigt wird, kommt der Frage des Sulfidgehaltes in der Zementschlacke keine praktische Bedeutung zu. Die Unschädlichkeit geringer Mengen Kalziumsulfids in der Hochofenschlacke ist durch jahrzehntelange Erfahrungen mit Hochofenschlacke und Bindemitteln,

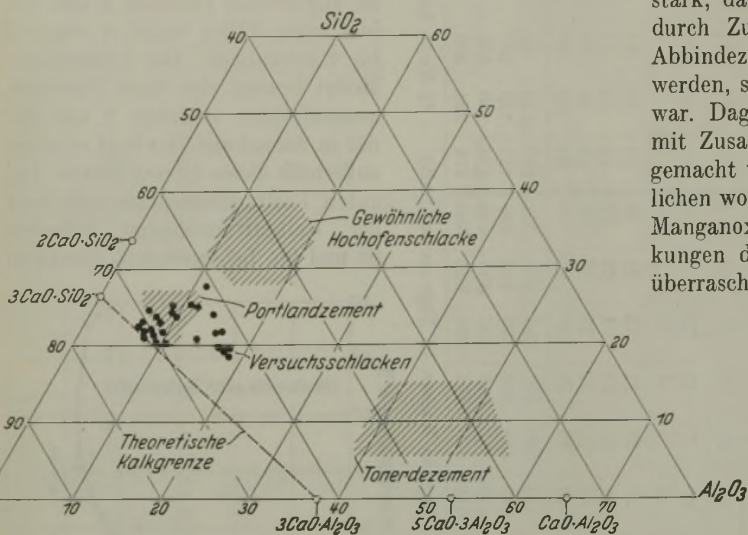


Abbildung 9. Lage der Schlacken im Dreistoffsystem $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$.

fluß gelten offenbar in der Festigkeitsentwicklung die gleichen Grundsätze wie für die Sinterung bei der Portlandzementherstellung.

Die für die hydraulische Erhärtung wichtige Kristallart ist das Trikalziumsilikat $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Wie das Gefüge eines Portlandzements und einer Portlandzement-Hochofenschlacke in *Abb. 10* zeigt, ist der mengenmäßige Anteil an Trikalziumsilikat bei der portlandzementähnlichen Schlacke wesentlich höher als bei dem gesinterten Portlandzement. Dies berechtigt zu der Annahme, daß beim Schmelzfluß die Bedingungen für die Bildung des Trikalziumsilikates günstiger sind als bei der Sinterung, und daß demgemäß bei annähernd gleicher chemischer Zusammensetzung die Festigkeiten von geschmolzenem Portlandzement höher ausfallen als von gesintertem Portlandzement. Wenn bei den vorliegenden Versuchen nur wenige Schlacken die Festigkeitswerte eines guten deutschen, hochwertigen gesinterten Portlandzementes erreichten, so liegt dies im wesentlichen wohl an dem Gehalt der Schlacke an Kalziumkarbid, dem teilweise hohen Glühverlust und den sonstigen Verunreinigungen. Nach Beseitigung dieser Bestandteile dürften die Festigkeiten wesentlich über den jetzt ermittelten Werten liegen.

Zur zementtechnischen Prüfung wurden sämtliche Schlacken unter gleichen Bedingungen mit 3 % Rohgips auf Zementfeinheit vermahlen und in der beim Zement üblichen Weise auf Abbindezeit, Raumbeständigkeit und Festigkeit nach der Normenprüfung geprüft. Sämtliche Schlacken hatten eine einwandfreie Normenraumbeständigkeit. Treibererscheinungen konnten bei keiner Schlacke beobachtet werden. Die Abbindezeit lag nach *Zahlentafel 8* bei den meisten

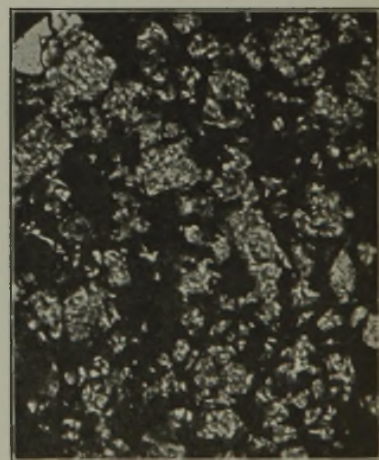


Abbildung 10 a und b. Gefüge einer Portlandzement-Hochofenschlacke (a) und eines üblichen Portlandzements (b).

die unter Verwendung von Hochofenschlacke hergestellt werden, im Bauwesen hinreichend erwiesen worden²⁷⁾.

Bei der reduzierenden Schmelzung im Hochofen ist die Bildung von Kalziumkarbid nicht zu vermeiden. Die Beseitigung des Kalziumkarbids, dessen Gehalt zwischen 1 und 3 % schwankt, aus der Zementschlacke muß somit außerhalb des Hochofens erfolgen. Kalziumkarbid ist im

²⁷⁾ A. Guttman: Die Verwendung der Hochofenschlacke, S. 45, 61, 296 u. 314/17 (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1934); R. Grün: Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 344/46; H. Burchartz und E. Deiß: Arch. Eisenhüttenwes. 8 (1934/35) S. 181/86; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1192.

²⁶⁾ E. Spohn: Dissert. Techn. Hochsch. Charlottenburg 1932.

Zement infolge der lästigen Gasentwicklung, die zu einer Lockerung des Mörtelgefüges und zur Raumvermehrung des Mörtels führt, ein sehr unerwünschter Bestandteil. Durch Behandlung kleinerer Schlackenmengen im flüssigen Zustand mit oxydierenden Mitteln ist es gelungen, das Kalziumkarbid zum größten Teil zu zerstören²⁸⁾. Als

bis schwarzgrau aussahen. Durch das Glühen wurden die Schlacken mit geringem Eisengehalt aber fast rein weiß.

10. Wirtschaftlichkeit der Herstellung von Portlandzement-schlacke im Hochofen.

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Zementherzeugung ist wesentlich, daß die Kosten für die Herstellung der Zement-schlacke um so geringer sind, je geringer die Schlackenmenge je Tonne Roheisen ist, da beim üblichen Hochofenbetrieb mit Rücksicht auf den Ofengang eine Mindestschlackenmenge von etwa 500 kg/t Roheisen, unabhängig vom Kalkgehalt, erzeugt werden muß. Die hierfür aufzuwendenden Kosten an Kalkstein und für Schlackenschmelzung sind daher zwangsläufig vom Eisenpreis zu tragen. Somit steht der in der Schlacke enthaltene Kalk für die Zementschlackenerzeugung als billiger Abfall zur Verfügung. Je weniger man nun der flüssigen Schlacke bis zur Anreicherung auf Zementschlacke Kalkstein zusetzen muß, desto billiger sind ihre Herstellungskosten. Dazu kommt noch die restlose Ausnutzung des Wärmeinhaltes der flüssigen Schlacken zugunsten der Zement-schlackenerzeugung im Hochofen.

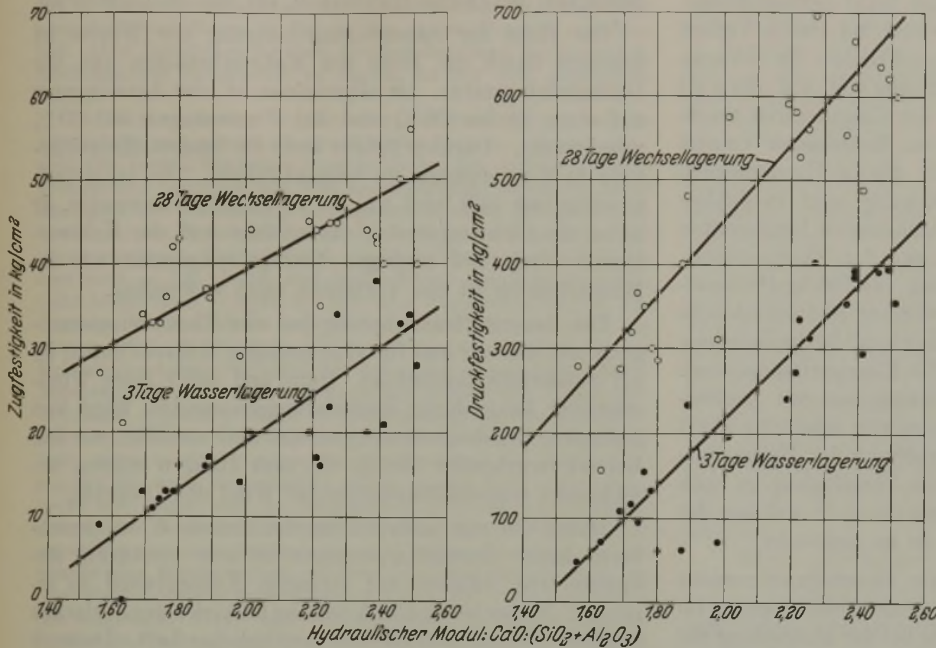


Abbildung 11. Einfluß des hydraulischen Moduls auf die Druck- und Zugfestigkeit der Portlandzementschlacken.

oxydierende Mittel wurden gemahlener Kalkstein, Gichtstaub und gasförmiger Sauerstoff verwandt. Etwa 100 kg Schlacke wurden dabei in einem Tiegel unter guter Durchmischung mit den Oxydationsmitteln behandelt. Beim Durchblasen des Sauerstoffs trat eine erhebliche Temperaturerhöhung der Schlacke ein. Obwohl es sich um technisch unzureichende Vorversuche oder technisch wenig durchge-

In *Zahlentafel 9* ist an einem Beispiel eine Kostenrechnung aufgestellt. Für den Fall einer Erzeugung von 500 kg Zementschlacke/t Roheisen mit einem Koksverbrauch von 1150 kg/t Roheisen und 30 % O₂ im Gebläsewind sind die Mehrkosten gegenüber der Erzeugung einer gleichen Menge gewöhnlicher Hochofenschlacke mit Luft aufgeführt. Mehrkosten entstehen für Koks, Sauerstoff

Zahlentafel 9. Kosten der Erzeugung von Portlandzementschlacke im Hochofen.

Betrieb	Koksverbrauch kg/t Roheisen	Schlackenmenge kg/t Roheisen	Kalksteinmenge kg/t Roheisen	Windmenge Nm ³ /t Roheisen
Wind mit 20,9% O ₂	1000	500	445	3320
Wind mit 30% O ₂	1150	500	580	2651 ¹⁾
Zusätzliche Kosten/t Roheisen beim Zementbetrieb gegenüber Luftbetrieb: <i>R.M.</i>				
1. Kokskosten: 150 kg · 18,50 <i>R.M.</i> /t Koks	2,78			
2. Sauerstoffkosten: 389 Nm ³ · 7 <i>R.M.</i> /1000 Nm ³ Sauerstoff mit 80% O ₂	2,74			
3. Kalksteinkosten: 165 kg · 4,60 <i>R.M.</i> /t Kalkstein	0,76			
4. Fortfall der Schlackensandgutschrift: 475 ²⁾ kg · 1 <i>R.M.</i> /t Sand	0,48			
1 bis 4 Zusätzliche Kosten/t Roheisen gegenüber Luftbetrieb	6,76			
Zusätzliche Gutschriften/t Roheisen beim Zementbetrieb gegenüber Luftbetrieb:				
5. Winderbitzung: 1058 Nm ³ Luft · 800 ³⁾ · $\frac{\text{spez. Wärme}^3)}{\text{Wirkungsgrad}^4)}$ · 2,50 <i>R.M.</i> /10 ⁶ kcal	1,00			
6. Gasgutschrift: 130,5 kg Kokskohlenstoff · 5660 kcal/kg C · 2,50 <i>R.M.</i> /10 ⁶ kcal	1,85			
5 und 6 Zusätzliche Gutschriften/t Roheisen gegenüber Luftbetrieb	2,85			
7. Kosten für 500 kg ungemahlene Zementschlacke: 6,76 <i>R.M.</i> — 2,85 <i>R.M.</i>	3,91			
8. Kosten für 1 t ungemahlene Zementschlacke ²⁾	8,23			
9. Mahlkosten: 2,50 <i>R.M.</i> /t Schlacke	2,50			
10. Kosten für Karbidentfernung	0,50			
8 bis 10 Kosten für 1 t gemahlene Zementschlacke	11,23			
11. Kosten für 700 kg gemahlene Zementschlacke	7,86			
12. Kosten für 300 kg gemahlene Schlackensand	1,05			
11 und 12 Kosten für 1 t versandfertigen Portlandzement	8,91			

²⁸⁾ DRP. Nr. 602 119 (1932), Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G.

¹⁾ Davon 389 Nm³ 80prozentiger Sauerstoff. — ²⁾ Einschließlich 5% Verlust. — ³⁾ 0,33 kcal je Nm³ °C. — ⁴⁾ 0,7.

und Kalkstein. Ferner fällt beim Betrieb auf Zement die Gutschrift für Ablieferung des Schlackensandes nach dem Zementwerk fort. Den Mehrkosten stehen als Einnahmen die Gichtgasgutschrift für den erhöhten Koksauwand und die Einsparungen an der Winderhitzung gegenüber. Ersparnisse an Windförder- und Gasreinigungskosten gegenüber dem üblichen Luftbetrieb sind nicht berücksichtigt. Für die Entfernung des Karbides sind bei 100 % Verlust 50 Nm³ 80prozentiger Sauerstoff zum Frischen der Schlacke angenommen. Die Kosten dafür betragen 0,50 *RM*, die wohl einzuhalten sind. Bei Berechnung der Gasgutschrift wurde angenommen, daß der Mehrkoks zu Kohlenoxyd vergast wird. Zum besseren Vergleich mit der in Hüttenwerken üblichen Eisenportlandzement-Erzeugung sind in *Zahlentafel 9* die Kosten je Tonne im Versuchsofen hergestellten Portlandzementes auf die Kosten von 1 t Eisenportlandzement umgerechnet, der bekanntlich aus 700 kg Portlandzementklinker und 300 kg getrockneter Hämatitschlacke hergestellt wird. Bei dieser vorsichtigen Rechnungsweise ergibt sich ein Preis von 8,91 *RM*/t Eisenportlandzement. Bei Erzeugung von Stahl- und Spiegeleisen mit Zementschlacke kann noch eine Verbilligung von etwa 0,84 *RM*/t Eisenportlandzement durch die Erhöhung der Manganausbeute erreicht werden. Eine weitere Verbilligung ist noch möglich bei Verhüttung kalkhaltiger Erze, in welchen der Kalk billiger zur Verfügung steht als im Kalkstein.

Der Weg der gleichzeitigen Erzeugung zweier hochwertiger Produkte in einem Arbeitsgang im Hochofen ist grundsätzlich bereits bei der Herstellung der Tonerdeschmelzemente besprochen worden. Die Weiterverfolgung desselben bis zur betriebsmäßigen Erzeugung von Zementschlacke erscheint nach den vorliegenden Versuchsergebnissen möglich. Obwohl im Versuchsbetrieb besonders bei einer Schlackenmenge von 500 kg je t Roheisen der Ofenbetrieb recht gleichmäßig war, bleibt doch noch zu berücksichtigen, daß der Uebergang zum Betrieb eines großen Hochofens mit den hochkalkhaltigen Schlacken zunächst noch als schwierig anzusehen ist, bis mit der Länge der Zeit mehr Erfahrungen über den Betrieb mit sauerstoffangereichertem Wind und kalkreichen Schlacken an großen Hochofen vorliegen. Die Betriebsschwierigkeiten bei Führung hochbasischer Schlacken, die in der Neigung des kalkreichen Möllers zum Hängen und in dem Erfordernis sehr gleichmäßiger chemischer und physikalischer Möllung bestehen, dürfen nicht verkannt werden.

Zusammenfassung.

Durch Sauerstoffanreicherung des Hochofenwindes wird bei gegebenem Koksverbrauch die bei höchster Temperatur für die Gestellreaktionen des Hochofens verfügbare Wärmemenge erhöht. Ein gegebener Gestellwärmebedarf kann bei sauerstoffangereichertem Wind mit einem kleineren Koksatz gedeckt werden. Durch die Verminderung der Ofen gasmenge wird das Wärmeangebot im Hochofenschacht verringert. Die Gichttemperatur und der Gichtwärmeverlust sinken, während die gesamte dem Ofen zugeführte Wärmemenge um den Wärmeinhalt der verminderten Heißwindmenge kleiner wird. Im Höchsttemperaturgebiet des Hochofens steigen die Temperaturunterschiede zwischen Gas und Beschickung und damit die Schmelzgeschwindigkeit.

Versuche an einem Versuchsofen mit 50 bis 60 t Tageserzeugung brachten den Nachweis, daß bei Erzeugung von Thomas-, Stahl-, Spiegel- und Gießereieisen mit etwa

1000 bis 1150 kg Koksverbrauch durch sauerstoffangereichertem Wind von 700 bis 800° rd. 100 bis 150 kg Koks je Tonne Roheisen zu ersparen sind. Bei Roheisensorten mit höherem Koksverbrauch, wie Ferromangan, ist die Koksersparnis etwa 300 bis 400 kg. Ofenausmauerung und Kühlvorrichtungen wiesen im Sauerstoffbetrieb auch bei hochbasischen Schlacken die gleiche Haltbarkeit auf wie im Luftbetrieb.

Die Höhe der Sauerstoffanreicherung des Windes ist begrenzt durch die Höhe des Koksverbrauches und der Gichtgastemperatur. Im allgemeinen ist eine Anreicherung auf etwa 24 bis 26 % und bei Ferromangan auf 30 % zweckmäßig. Darüber hinaus kann die Sauerstoffanreicherung zu Wärmemangel im Schacht führen. Die Sauerstoffanreicherung läßt sich um so vorteilhafter anwenden, je höher die Gichttemperatur eines Ofens und der Koksverbrauch sind. Bei niedriger Gichtgastemperatur wie im Minettebetrieb ist das Verfahren nicht anwendbar.

Die Sauerstoffanreicherung bei der Thomaseisenerzeugung mit dem an und für sich geringen Koksverbrauch ist auf Sonderfälle beschränkt. Hohe und daher teure Winderhitzung kann durch sauerstoffangereichertem Wind von geringerer Windvorwärmung ersetzt und verbilligt werden. Bei schwerkgehenden Oefen, die zum Hängen neigen, beschleunigt sauerstoffangereicherter Wind den Ofengang.

Durch die mit sauerstoffangereichertem Wind erreichbaren hohen Gestelltemperaturen ist eine verstärkte Reduktion von Silizium mit geringem Koksauwand zu erreichen. Ferner ist die Erschmelzung kalkreicherer Schlacken möglich als beim Betriebe mit gewöhnlicher Luft. Dadurch kann der Mangangehalt von Hochofenschlacken stark gesenkt und die Manganausbeute wesentlich vergrößert werden. Für die deutsche Manganwirtschaft ist dies von besonderer Bedeutung.

Versuchsgemäß läßt sich durch sauerstoffangereichertem Wind die Erzeugungsleistung der Hochofen ohne eine Erhöhung des Ofenwiderstandes steigern. Eine Güteverbesserung des Roheisens wurde, abgesehen von dem geringeren Schwefelgehalt des Eisens, nicht festgestellt.

Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Sie ist bei billigem Herstellungspreis des Sauerstoffs, auch bei niedrigem Kokspreis, gegeben. Für die Preisverhältnisse des Ruhrgebietes ist bei hochsilizierten Roheisensorten der im Versuchsbetrieb aus der Koksersparnis ermittelte Gewinn etwa 1 bis 1,50 *RM*/t Roheisen bei einem Preis von 7 *RM*/1000 Nm³ 80prozentigen Sauerstoffs. Gegebenenfalls läßt sich aus der erhöhten Manganausbeute und durch Steigerung der Ofenleistung noch ein zusätzlicher Gewinn erzielen. Bei der Erzeugung von Ferromangan ist das Verfahren selbst bei niedrigstem Kokspreis vorteilhaft.

Die Erschmelzung von Hochofenschlacken mit der Zusammensetzung des Portlandzementes zusammen mit Roheisen im Hochofen ist mit sauerstoffangereichertem Gebläsewind versuchsstechnisch gelungen, kann aber nach dem jetzigen Stande der Versuche noch nicht auf den Betrieb großer Hochofen angewandt werden.

Den Herren Dr.-Ing. E. Karwat von der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G. und G. Mußnug vom Zementwerk der Gutehoffnungshütte Oberhausen sei an dieser Stelle für ihre Mitarbeit an den Versuchen und der Versuchsauswertung nochmals gedankt.

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung.

A. Junius, Dortmund: Herr Lennings hat uns durch seinen Bericht über den Betrieb des Hochofens mit sauerstoffangereicherterem Gebläsewind in ein neues Gebiet geführt, das in Zukunft noch besondere Bedeutung haben wird. Wir danken ihm und seinen Mitarbeitern aufs herzlichste für den ausführlichen Bericht, den er uns hier zu Gehör gebracht hat. Sodann aber gebührt unsere größte Anerkennung der Leitung der Gutehoffnungshütte, die in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen und Herrn M. Fränkl den großen Versuch anstellen ließ. Allen Beteiligten für diese Großtat den Dank der deutschen Hochofenleute aussprechen zu dürfen, ist mir eine angenehme Pflicht.

R. Dürrer, Berlin: Herr Lennings hat uns dargelegt, daß die Anwendung von sauerstoffangereicherter Luft in mancher Hinsicht von Vorteil, besonders wirtschaftlicher Art, sein kann. Diese Vorteile sind natürlich, wie Herr Lennings schon ausführte, unter sonst gleichen Verhältnissen um so größer, je weiter das betreffende Werk von der Kokshohlgrunde entfernt und je höher bei einem gegebenen Hochofenwerk die Gichttemperatur ist. Es ist aber auch — ich glaube, auf diesen Punkt hat Herr Lennings nicht hingewiesen — noch die Art des Brennstoffes von Bedeutung. Wenn auch bei weitem das meiste Roheisen mit Koks erzeugt wird, so ist doch die verhältnismäßig geringe Menge Holzkohlenroheisen vor allem für Schweden von wirtschaftlicher Bedeutung. In diesem Zusammenhange besteht der Vorteil von Holzkohle gegenüber Koks in dem niedrigeren Raumgewicht, das eine Brennstoffverminderung durch sauerstoffangereicherte Luft, wenn hierfür wärmetechnisch überhaupt die Möglichkeit gegeben ist, noch weitgehender zuläßt als bei Koks. Man kann heute wohl sagen, daß die eingehenden Versuche der Gutehoffnungshütte zusammen mit der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen ein gutes Ergebnis zeitigt haben, das nicht nur auf bestehenden Hüttenwerken, sondern vor allen Dingen dort, wo neue Hochofenwerke gebaut werden sollen, mit Vorteil anzuwenden sein wird. Wenn auch Möglichkeiten für Neubauten, besonders in Deutschland, heute nur in beschränktem Umfange vorliegen, so ist doch zu beachten, daß es sich hier nicht nur um Augenblicksfragen, sondern um Zukunftsaufgaben handelt.

Beachtenswert ist weiter der Umstand, daß man bisher nur eine verhältnismäßig geringe Sauerstoffanreicherung angewendet hat; bei höheren Sauerstoffgehalten ergeben sich noch viel umfangreichere Möglichkeiten als die bisher erörterten. Der mit höherer Sauerstoffanreicherung verbundene Gasmangel, gleichbedeutend mit zu geringer Wärmebewegung von unten nach oben im Hochofen, kann durch die Anwendung von Umlaufgas vermieden werden, wie dies schon verschiedentlich vorgeschlagen und in Schweden beim Grönwallofen bis zu einem gewissen Grade bereits verwirklicht worden ist. Ich verkenne keineswegs die bestehenden Schwierigkeiten und bin auch der Meinung, daß es heute praktisch das Gegebene ist, auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse aufzubauen. Man sollte aber bei der Weiterverfolgung der Fragen doch auch die angedeuteten Möglichkeiten berücksichtigen.

H. Bansen, Rheinhausen: Der Bericht von Herrn Lennings hat uns in der Erkenntnis über die Verwendbarkeit von Sauerstoff im Hochofen einen gewaltigen Schritt weitergebracht. Die genannten Erzeugungskosten gestatten, in die praktische Prüfung der Anwendung von Sauerstoff einzutreten. Der enge Anwendungsbereich auf heiß erblasene Eisensorten kann sich in dem Augenblick erweitern, wo man auf heiß erblasenes Thomasroheisen übergehen kann. Der Vortrag steckt aber auch die möglichen Grenzen in der Schlackenerzeugung ab, da die vorgeschriebene Schlackenzusammensetzung die Erzeugung von Portlandzement auf Ausnahmefälle beschränkt.

Herr Lennings hat richtig darauf hingewiesen, wie stark der Wirkungsgrad der Winderhitzung bei höheren Temperaturen sinkt. Diese Verschlechterung des Wirkungsgrades für die zusätzliche Erhöhung der Windtemperatur kann dazu führen, sich in Zukunft auf die mit gutem Wirkungsgrad erreichbare Windtemperatur von 600 bis 700° zu beschränken und darüber hinaus die Verbesserung des Temperaturgefälles durch Stickstoffentziehung vorzunehmen. Bei einer solchen Arbeitsweise gewinnt der Vorschlag von Brown & Boveri erhöhte Bedeutung, bei dem in den Wärmekreislauf des Velox-Kessels ein Wärmeaustauscher als Winderhitzer eingeschaltet ist. Da die Abgase unter Druck stehen, so umgeht man bei dieser Bauweise die Schwierigkeit der einseitigen Druckbelastung auf der Windseite bei dem Bau von stählernen Wärmeaustauschern. Die Beschränkung auf eine Windtemperatur von 600° erleichtert dazu die Werkstofffrage. Geht man einmal in der Mechanisierung so weit, daß man in einer Maschine den Wind nicht nur unter Druck

setzt, sondern auch auf Temperatur bringt, so kann man auch den weiteren Schritt machen, durch Einschaltung einer Kühlmachine eine Stickstoffentziehung vorzunehmen.

Die Bestrebungen zur Erzielung eines höheren Manganausbringens bei der Ferromanganerzeugung finden bei der Verwendung von angereicherter Luft gleichfalls eine Förderung. Gelingt es hierbei, den Mangangehalt der Schlacke auf die Mangangehalte einer Spiegeleisen- oder Stahleisen-Hochofenschlacke herunterzusetzen, so kann man in einer Reduktionsstufe auf die beste Manganausnutzung kommen.

Ich halte es für verfrüht, jetzt schon über eine weitere Steigerung des Sauerstoffgehaltes zu sprechen. Auch verspreche ich mir nichts von einem Zusatz von Rauchgas oder Kohlensäure. Er hat für den Brennstoffverbrauch des Hochofens keine Bedeutung, sondern gibt nur eine verstärkte Gaserzeugung. Man kann die Kohlenoxydgehalte nicht so hoch treiben, daß sie einen nennenswerten Einfluß auf die indirekte Reduktion ausüben. Man steigert aber die Gefahr des Kohlenoxydzersfalls, der zu starken Hängestörungen führen kann.

W. Lennings, Oberhausen: Zu den Ausführungen von Herrn Bansen möchte ich bemerken, daß die Sauerstoffanreicherung bei der Thomasroheisenerzeugung mit geringem Koksverbrauch von etwa 780 bis 850 kg meist nicht angebracht ist. Denn bei diesem Betrieb ist meist eine weitere Senkung der an und für sich schon niedrigen Gichtgastemperatur kaum mehr möglich. Dagegen gewinnt bei der Thomasroheisenerzeugung aus armen Erzen mit höherem Koksverbrauch die Sauerstoffanreicherung wiederum eine Bedeutung. Es ist ohne weiteres möglich, einen Thomasofen, der etwa 950 kg Koks/t Roheisen benötigt, mit sauerstoffangereicherterem Wind von etwa 24 bis 25% zu betreiben, sofern die Gichtgastemperatur etwa 300° nicht unterschreitet.

Zu den Ausführungen von Herrn Dürrer ist folgendes zu sagen: Die Verwendung von kaltem, hochsauerstoffhaltigem Wind oder gar von kaltem 100prozentigem Sauerstoff setzt voraus, daß bei Verminderung des Stickstoffanteils des Windes die aus der Winderhitzung fehlende Windwärme dem Hochofen durch Einblasen von erhitztem Gichtgas in der Rast zugeführt werden muß, sofern der Hochofenschacht keinen Wärmemangel erleiden und der Koksatz nicht erhöht werden soll. Dieses Verfahren bringt zweifelsohne eine Erhöhung der Kohlenoxydgehalte der Ofengase, ist aber meines Erachtens bei unseren großen Hochofen nicht anwendbar. Bei den kleinen Elektrohochofen und Hochofen mit kleinem Rastdurchmesser kann man beim Einblasen von Reduktionsgas in die Rast genügend tief eindringen, keinesfalls aber bei den neuzeitlichen Großhochofen mit einem Rastdurchmesser von 7 bis 8 m. Wir wissen, daß in der Gestellzone vor der Blasform, wo durch Verbrennung des Kokes mit Windsauerstoff nahezu ein praktischer Hohlraum vorhanden ist, das Verbrennungsgas nur höchstens 1,5 m tief eindringt. Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Einblasen von Reduktionsgas in die Rast. Dort wird kein Koks verbrannt und kein Hohlraum geschaffen, so daß das auf etwa 900 bis 1000° erhitzte Gas in die dicht liegende Ofenbeschickung einblasen ist. Das Gas wird hier keinesfalls tiefer als höchstens 0,5 m in die Beschickung eindringen können. Es wird daher nur am Ofenrand emporsteigen, dem Schacht die fehlende Wärmemenge nicht zuführen können und zum Teil ungenutzt an der Gicht entweichen.

H. Beckmann, Düsseldorf: Die bei Verwendung von sauerstoffangereicherterem Gebläsewind entfallende Schlacke von portlandzementähnlicher Zusammensetzung ist schnellbindend und weist einen hohen Gehalt an Kalziumsulfid und Kalziumkarbid auf. Die Schwierigkeiten, welche infolgedessen einer unmittelbaren Verwendung der Zementschlacke als Portlandzement entgegenstehen, lassen sich dadurch umgehen, daß man die Zementschlacke mit granulierter Gießereisenschlacke zu Hüttenzement vermahlt, und zwar braucht man sich keineswegs auf eine Zumahlung von 30% zu beschränken; man kann vielmehr nach den jeweils vorliegenden Bedingungen im Schlackensandzusatz bis auf 70% und höher hinaufgehen. In ähnlicher Weise, wie beispielsweise heute bei der Hüttenzementherstellung durch Zumahlung granulierter Schlacke die Bindezeit des an sich schnellbindenden Zementklinkers verlängert wird, wird man auch durch Vermahlung der schnellbindenden Zementschlacke mit größeren Mengen von Schlackensand zu Bindemitteln mit normgemäßiger Abbindezeit gelangen können. Hierfür wird auch die Abkühlungsart der Zementschlacken von Bedeutung sein. Ferner können durch Zumahlung größerer Mengen granulierter Schlacken die Selbstkosten noch günstiger gestaltet werden. Es waren beispielsweise die Kosten für Eisenportlandzement aus 70% Zementschlacke + 30% Schlackensand angegeben mit 8,91 *R.M./t*. Bei dem gleichen Kostenansatz sind die Kosten für

Hochofenzement aus 30 % Zementschlacke und 70 % Schlackensand noch um 35 % geringer und belaufen sich auf 5,82 *R.M./t*.

E. Karwat, Höllriegelskreuth²⁹⁾: Ein hoher Tonerdegehalt der Schlacken ist zweifellos für ihre zementtechnischen Eigenschaften von Nachteil. Er darf jedoch nicht als kennzeichnend für eine Zementschlacke angesehen werden. Bei den Versuchen der *Zahlentafel 8*, Nr. 17 bis 23, wurde aus äußeren Gründen ein tonerereicher Möller (Preßlinge aus Gutmadinger Erz) benutzt. Es gibt jedoch genügend tonerarme Erze, welche nach Stückigkeit, Eisen- und Kieselsäuregehalt den Anforderungen des Erschmelzens von Zementschlacke entsprechen. Unter Berücksichtigung der Tonerde aus der Koksasche wird man durchschnittlich 6 bis 8 % Al_2O_3 im Zement einhalten können.

Zu der Karbidentfernung sei noch bemerkt, daß wir das Hauptgewicht auf die oxydierende Behandlung flüssiger Schlacke gelegt haben. Die Versuchseinrichtung war dabei sehr einfach. Ich bin der Ansicht, daß man großtechnisch am bequemsten mit gasförmigem Sauerstoff wird arbeiten können. Bei den Versuchen mit Sauerstoff wurden etwa 90 % des Karbids abgebaut.

G. Mußgnug, Oberhausen: Zur Frage der Abbindezeit der Zementschlacke möchte ich folgendes sagen.

Bei den wechselnden Verhältnissen des Versuchsbetriebes war es nicht möglich, die Frage der Abbindezeit in der Weise zu klären, wie es vom zementtechnischen und -wissenschaftlichen Standpunkt aus wünschenswert gewesen wäre. Es hat sich jedoch

²⁹⁾ Ausführungen über den derzeitigen Stand der Sauerstoffgewinnung erscheinen demnächst gesondert in Stahl u. Eisen.

Umschau.

Organisation und Arbeitsweise der Forschung in der Stahlindustrie¹⁾.

Der vorwiegend theoretisch arbeitende Ingenieur und Naturforscher neigt auf Grund seiner ganzen Denkweise etwas dazu, mehr den Ursachen von Einzelerscheinungen als ursächlich zusammen oder nicht erfaßbaren großen Zusammenhängen zwischen Erscheinungsgruppen nachzugehen. Dabei kann er leicht die ursprünglich vorliegende Aufgabe aus dem Auge verlieren und aus reiner Freude am Konstruieren und Enträtseln die volkswirtschaftlichen und kulturellen Ziele seines Berufs vergessen. Um so wichtiger erscheinen daher gerade für den forschenden Ingenieur der Rahmen, in den sich seine Forschungstätigkeit einbauen soll, und die grundsätzliche Planung seiner Arbeitsweise. Sie soll im folgenden am Beispiel eines Eisenhüttenkonzerns umrissen werden, weil sich daraus vielleicht Anregungen für nach Art und Größe anders gegliederte Werke ergeben können.

Zweck aller Forschung und Wissenschaft ist die Gewinnung, Sammlung und Ordnung von Erkenntnissen zur Erweiterung unseres Weltbildes. Man befindet sich gewissermaßen an der Grenze eines unbekanntes Landgebietes, und die selbstgestellte Aufgabe geht dahin, das Neuland so genau wie möglich kennenzulernen. Von der Forderung ausgehend, daß wir doch einmal alle Einzelheiten des Neulandes kennenlernen wollen, beansprucht die reine Wissenschaft für sich volle Freiheit in der Auswahl der Forschungswege und Forschungsgebiete. Sie beruft sich darauf, daß gerade auf unerwarteten Gebieten durch im einzelnen sehr genau durchgeführte Forschung schon häufig bedeutsame Tatsachen und Gesetze gefunden wurden. Abweichend davon setzt sich die angewandte Forschung von vornherein gewisse Richtlinien und Aufschließungspläne, nach denen sie das Neuland unserer Umwelt erforschen will. Sie bearbeitet vordringlich die Teilgebiete, bei denen mit höherer Wahrscheinlichkeit Nutzenwendungen zu erwarten sind, die eine vollständige Beherrschung der Natur zur Befriedigung unserer Bedürfnisse gestatten. Die Forschung in der Eisenindustrie stellt ausschließlich angewandte zielgerichtete Forschung dar. Dieser Zweck bestimmt den Aufbau der Forschungsorganisation und auch in erheblichem Maße die anzuwendenden Forschungsverfahren.

Jeder Forschung liegt zunächst die Sammlung und Ordnung von Beobachtungen zugrunde, wobei es gleichgültig ist, ob diese Beobachtungen im Betriebe oder im Laboratorium gemacht wurden, ob sie als zufällige Meßwerte oder als Ergebnis besonders dazu angestellter Versuche entstanden sind.

Die im in- und ausländischen Schrifttum vorliegenden und erscheinenden Angaben und Mitteilungen werden sorgfältig durchgesehen und aufgeschlossen. Das Schrifttum einschließlich

¹⁾ Nach einem Vortrag von K. Daeves auf der Tagung der Luftfahrtforschung am 25. und 26. Oktober 1934. Vgl. Luftfahrtforschg. 11 (1935) S. 185/88; Chem. Fabrik 8 (1935) S. 2/4.

klar herausgestellt, daß mit steigendem Tonerdegehalt die Abbindezeit der Schlacke kürzer wird. Mit Rücksicht auf die Abbindezeit empfiehlt es sich daher, den Tonerdegehalt möglichst niedrig zu halten; auch für die Festigkeitsentwicklung ist dies von Vorteil. Bei der Herstellung des Portlandzementes führt ein hoher Tonerdegehalt auch oft zu erheblichen Schwierigkeiten in der Abbindezeit. Hohtonerdehaltige Zemente werden dadurch langsambindend gemacht, daß man den Rohstoffen Eisen oder Mangan zusetzt. Aber auch ohne diese Abbindeverzögerer ergeben Zemente mit einem mittleren Tonerdegehalt Langsambinder. Ein Beispiel hierfür bietet der völlig normalbindende weiße Portlandzement, der frei von Eisen- oder Manganoxiden ist; ferner zeigen auch einige der geprüften Schlacken ohne besondere Behandlung ebenfalls gewöhnliches Abbinden.

Durch die Verarbeitung der Zementschlacke zu Hochofenzement, auf die Herr Beckmann hinwies, besteht weiterhin die Möglichkeit, aus einer an sich schnellbindenden Zementschlacke einen üblich abbindenden Zement herzustellen.

Ein weiterer Weg zur Regelung der Abbindezeit eröffnet sich vielleicht auch durch die zur Beseitigung des lästigen Kalziumkarbids notwendige Nachbehandlung der Schlacke. Tatsächlich konnten einzelne Schlacken durch Behandlung mit oxydierenden Mitteln und durch Glühen der gekörnten Schlacke bei 500 bis 600° in der Abbindezeit wesentlich verbessert werden. Auch auf die Möglichkeit, daß durch die Abkühlungsbedingungen der glühend flüssigen Schlacke die Abbindezeit unter Umständen verbessert werden kann, darf in diesem Zusammenhang hingewiesen werden. Die für die Abbindezeit günstigen Abkühlungsbedingungen müßten allerdings noch ermittelt werden.

der oft sehr aufschlußreichen Anzeigen wird ebenso wie Reiseberichte, Ergebnisse von Betriebs- und Laboratoriumsversuchen, Aktenvermerke über technische Besprechungen für eine Werkzeitschrift so ausgewertet, daß darin für jeden Betriebsmann und Forschungsingenieur das für sein Arbeitsgebiet Wichtige stichwortartig wiedergegeben wird. Das Ziel war, jedem Betriebsmann alle Erfahrungen so leicht wie möglich zugänglich zu machen. Deshalb wird die Werkzeitschrift an alle Betriebsingenieure verteilt, und die Werke können zu niedrigem Preise die Uraufsätze, Lichtbildabzüge oder technisch einwandfreie Übersetzungen der angezeigten Arbeiten und Vermerke bekommen. Diese Nachrichtenabteilung kann nur deshalb mit einer verhältnismäßig kleinen Zahl von Kräften auskommen, weil in der Zeitschrift „Stahl und Eisen“ für das Gebiet der Stahlindustrie eine gar nicht hoch genug einzuschätzende sorgfältige Vorarbeit geleistet ist. Die Leitung der Werkzeitschrift hat eigentlich nur dafür zu sorgen, daß die Einzelarbeiten zwangsläufig an die Stellen gelangen, die sich damit besonders beschäftigen, und daß den Sonderfachleuten über die naturgemäß gekürzte Berichterstattung in „Stahl und Eisen“ hinaus die vollständigen Uraufsätze und Übersetzungen einschlägiger Arbeiten bequem erreichbar werden. Bemerkenswert ist, daß im Durchschnitt fast 70 % der angezeigten, natürlich sorgfältig ausgewählten Arbeiten von den Betrieben bestellt werden. Eine Statistik über die Bestellungen gibt an, welche Gebiete besondere Beachtung finden, und gestattet auch ein Urteil über den Wert der einzelnen Fachzeitschriften.

Zur lebendigen Auswirkung dieser Erfahrungsübermittlung und zur zwangsläufigen Erzielung eines geregelten Erfahrungsaustausches wurde weiter die Organisation der Werksfachauschüsse geschaffen, die sich in ihrem Aufbau eng an die entsprechenden Einrichtungen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute anschließt. Die Geschäftsführung aller Ausschüsse liegt ebenso wie die Leitung der Werkzeitschrift in den Händen der sogenannten Forschungsabteilung, weil nur dadurch die Übertragung der Erfahrungen auch zwischen den einzelnen Ausschüssen gewährleistet bleibt. Eine Unsumme von kleinen und großen Betriebserfahrungen, die in den teilweise seit mehr als hundert Jahren bestehenden Gründerwerken vorlagen, ist auf diese Weise der Gesamtheit des Konzerns nutzbar gemacht worden.

Für die Weiterentwicklung der Stähle und Herstellungsverfahren ist vor allem die praktische Bewahrung der Erzeugnisse wichtig. Leider ist die Sammlung solcher Erfahrungen heute noch schwierig und lückenhaft. Es kommt nur selten vor, daß ein Kunde ausdrücklich Mitteilung davon macht, wenn das eine oder andere Erzeugnis sich auf einem bestimmten Gebiet besonders bewährt hat; dafür wird man allerdings schnellstens unterrichtet, wenn es versagt hat. Eine planmäßige Auswertung

dieser berechtigten und unberechtigten Klagen fehlte aber bisher. Es ist deshalb eine ebenfalls unter der Leitung der Forschungsabteilung stehende, also unabhängig von den Erzeugungsbetrieben arbeitende Reklamations-Sammelstelle geschaffen worden, die in vierteljährlicher Auswertung die wichtigsten Hinweise auf wirkliche Verbesserungsnotwendigkeiten gibt. Die Meldungen werden von den kaufmännischen Stellen ausgefüllt und später mit Lockkarten ausgewertet. Die Reklamationsstatistik zeigt dann die Punkte, an denen Betriebsuntersuchungen notwendig sind, und zeigt weiter im Vergleich mit den früheren Zeitabschnitten, welche Auswirkung die Forschungsarbeiten zur Verminderung des Anteils der einzelnen Fehler gebracht haben. Sie stellt also gewissermaßen eine zahlenmäßige Nachprüfung des Forschungserfolges dar.

Zwischen Erzeuger und Abnehmer stehen heute die Abnahmebedingungen nicht mehr wie früher als wertvolles Verbindungsglied, sondern als oft unübersteigbare Trennwand. Ihr ursprünglicher Sinn, nämlich mit einfachen Mitteln in kurzer Zeit festzustellen, ob ein bestimmtes Erzeugnis sich voraussichtlich für eine bestimmte Verarbeitung und einen gegebenen Verwendungszweck eignet, ist verlorengegangen, so daß gerade die Stahlindustrie heute vielfach nicht Stähle herstellt, die für einen bestimmten Verwendungszweck geeignet sind, sondern oft Stähle erzeugen muß, die einer Analysenvorschrift oder Anforderungen von Kurzprüfungen genügen sollen.

Es fehlt aber in vielen Fällen die enge Großzahl-Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung, Kurzprüfung und Betriebsbewährung. Wir wissen heute, daß schon kleine Erhöhungen des Schwefelgehaltes die Bearbeitbarkeit und damit die Erzielung glatter Oberflächen begünstigen, daß ein gewisser Phosphorgehalt die Gasschweißbarkeit verbessert, daß die Werte der Kerbschlagzähigkeit im umgekehrten Verhältnis zu der praktisch meist ausschlaggebenden Kerbunempfindlichkeit bei Wechselbeanspruchungen stehen können; aber die Eisenhüttenwerke müssen auf Grund alter Abnahmevorschriften nach wie vor Stähle mit besonderem Reinheitsgrad oder hohen Kerbschlagwerten auch für solche Zwecke liefern, bei denen diese Eigenschaften nicht nur unnötig sind, sondern sich mittelbar verschlechternd auswirken können. Es muß deshalb durch besondere Forschungsarbeiten festgestellt werden, wieweit einzelne Abnahmebedingungen mit der Betriebsbewährung in Zusammenhang stehen. Das Ziel ist, die Bewährung wieder in den Vordergrund zu stellen und nur solche Kurzprüfungen zu empfehlen, die mittelbar oder unmittelbar mit ihr wirklich in Beziehung stehen. Planmäßig werden die Zusammensetzung und die Abnahmeigenschaften von alten, langjährig bewährten Teilen untersucht und mit den heutigen Vorschriften verglichen. Auf dem Gebiet der Kesselbaustähle und hochwertigen Maschinenbaustähle konnte nach dieser Richtung schon gezeigt werden, daß bestimmte Abnahmebedingungen nur dadurch entstanden waren, daß Brüche infolge von Konstruktionsfehlern durch scheinbare Werkstoffverbesserungen behoben werden sollten, was natürlich sinnlos oder zum mindesten unwirtschaftlich ist.

Nachdem gerade durch die Entwicklung von hochwertigen Maschinen und Motoren der starke Einfluß der Kleingestaltung auf die Haltbarkeit der Werkstoffe augenfällig gemacht wurde, ist daher das beste Mittel zur Entwicklung sich praktisch bewährender und dabei gleichzeitig wirtschaftlicherer Stähle in einer möglichst engen Forschungszusammenarbeit mit werkstofflich und konstruktiv gleich erfahrenen Abnehmern zu sehen.

Sind nun auf Grund der Erfahrungssammlung, Reklamationsstatistik und der Kundenwünsche die Ausgangspunkte für vordringliche Forschungsarbeiten zur Verbesserung der Eigenschaften, Herabminderung des Fehlersatzes und Erhöhung der Gleichmäßigkeit gegeben, so entsteht die Frage nach dem Forschungsungsverfahren zur wirkungsvollen Bearbeitung dieser Fragen. Es besteht zunächst kein Zweifel, daß die sogenannte rein wissenschaftliche Arbeitsweise, die in die früher auf wenig planmäßigen Erfahrungen aufgebauten Betriebe der Industrie über die Laboratorien eingedrungen ist, uns gewaltige Fortschritte gebracht hat. Daraus hat sich aber die Auffassung gebildet, als ob Forschung und Laboratoriumsarbeit dasselbe seien. In Wirklichkeit kann wissenschaftliche Forschungsarbeit, d. h. eine geordnete Mehrung unserer Erkenntnisse, ebensowohl auf Betriebs- als auch auf Laboratoriumserfahrungen aufgebaut sein. Aber man hatte übersehen, daß das Vorgehen in beiden Fällen anders sein muß, und erlebte mit der starren Anwendung von Forschungsungsverfahren, die sich im Laboratorium als zweckmäßig erwiesen hatten, auf den Betrieb manch bittere und kostspielige Fehlschläge. Wir sind deshalb zur Durchführung unserer Betriebsversuche auf eine besondere Forschungsart übergegangen, die wir für die technische Anwendung neu entwickeln mußten.

Das im Laboratorium angewendete Forschungsverfahren beruht ja etwa auf dem Grundsatz, daß man einen Vorgang unter möglichst vereinfachten Bedingungen ablaufen läßt und alle Nebenumstände entweder ausschaltet oder gleichhält. Arbeitet auch der Betrieb unter ähnlich stark regelbaren Bedingungen, wie z. B. in der chemischen Großindustrie, so zeitigt dieses Verfahren auch bei der Uebertragung der Ergebnisse auf den Betrieb hervorragende Erfolge. Wirken aber im Betrieb, wie das oft bei der Erzeugung der Metalle und auch in der Maschinenindustrie der Fall ist, zahlreiche, stark veränderliche, nicht erfassbare, oft gar nicht einmal bekannte Umstände mit, so kann dieses Verfahren versagen.

Das von uns zur Untersuchung von Betriebsaufgaben vorwiegend angewendete Forschungsverfahren ist die Großzahl-Forschung. Sie beruht auf der Anwendung des Gesetzes der großen Zahlen, das etwa besagt, daß unabhängig von den Streuungen der Einzelfälle überall da, wo nach bestimmten Richtungen gleichartige Massen von Beobachtungsergebnissen vorliegen, Gesetzmäßigkeiten erkennbar werden, die auch innerhalb von ungeordneten Teilgruppen des Komplexes unverändert bleiben. Wenn wir die Betriebs- und Arbeitsbedingungen eines bestimmten Verfahrens als ein solches gleichartiges Kollektiv erkannt haben, so gleichen sich die im einzelnen sehr verschiedenen Wirkungen der einzelnen Betriebsveränderlichen bei geeigneter Auswirkung so aus, daß wir die im Laboratoriumsversuch so schwer zu erreichende Ausschaltung von Nebenumständen durch die gleichbleibende Wirkung des Kollektivs ersetzen können. Das heißt: Die Summe aller bekannten und unbekanntem Betriebsveränderlichen wirkt sich gegenüber der einen Größe, nach der wir bewußt ordnen, in jeder Gruppe als Unveränderliche aus. Wir arbeiten also großzahlmäßig tatsächlich unter gleichbleibenden Versuchsbedingungen.

Der Zahlenstoff für dieses Forschungsverfahren kann durch besondere Versuchsreihen gewonnen werden, die man unter üblichen Betriebsbedingungen, aber unter Einsetzung aller Meßmöglichkeiten ablaufen läßt. In vielen Fällen genügen aber auch schon die aus früheren Zeiten aufgezeichneten Betriebszahlen zur Herausschälung der wichtigsten Zusammenhänge. Dabei können die Betriebe örtlich getrennt unter verschiedenen Bedingungen arbeiten; für die Auswertung mit Großzahlen ist das nur erwünscht.

Man kommt auf diese Weise zu einer Reihe von Beziehungen zwischen verschiedenen Betriebsveränderlichen und der gewünschten Eigenschaft oder dem Fehlersatz. Daraus entnimmt man dann sogenannte Arbeitsregeln, die die einzelnen Betriebsveränderlichen jeweils in Richtung der günstigen Bedingungen einstellen. Es ist festgestellt worden, daß sich die annähernde Einhaltung zahlreicher Arbeitsregeln in allen Betrieben wesentlich günstiger auswirkt als die starre Berücksichtigung eines einzelnen, an sich vielleicht wichtigen Umstandes in einem Einzelarbeitsgang. Das Verfahren hat auch in Einzelheiten große Ähnlichkeit mit den bei Tieren und Pflanzen bekannten Züchtungsverfahren. Man züchtet gewissermaßen durch Festlegung der günstigsten Arbeitsbedingungen Erzeugnisse mit besonders günstigen Eigenschaften oder besonderer Fehlerfreiheit heraus.

Die Beschäftigung mit den Auswirkungen des Gesetzes der großen Zahlen auf technischem Gebiet hat zu einer ganz anderen Auffassung des Gütebegriffes geführt. Häufig verstand man unter Güte die möglichst hohe Summe aller meßbaren Eigenschaften eines Erzeugnisses, ohne zu bedenken, daß der Begriff Güte immer mit der Verwendbarkeit verknüpft sein muß. Heute sieht man ein überragendes Gütemaß in der Gleichmäßigkeit, wie sie durch die Häufigkeitskurve der Großzahl-Forschung erfaßt werden kann. Hat sich irgendein Stahl einmal unter bestimmten Betriebsbedingungen bewährt, so geht die Forderung des Verbrauchers im Grunde immer dahin, in möglichster Gleichmäßigkeit diesen bewährten Stahl in laufender Lieferung zu bekommen. Das bedingt eine Umstellung der Betriebsüberwachung, die jetzt vom Erz bis zur Fertigzurichterei vor allem auf eine weitestgehende Vergleichmäßigung der als wichtig erkannten Betriebsveränderlichen ausgeht. Das wirkt sich dann in hoher Gleichmäßigkeit der meßbaren und — was das wichtigste ist — auch der nichtmeßbaren Eigenschaften der Erzeugnisse aus, die oft für die Betriebsbewährung entscheidend sind.

Die bevorzugte Anwendung der Großzahl-Forschung bei den Betriebsuntersuchungen zur Herauszüchtung von Werkstoffen mit besonderen Eigenschaften bedeutet nun selbstverständlich keine Einschränkung der Laboratoriumsforschung. Die Verzahnung der Laboratoriums- und Betriebsuntersuchungen zur Erzielung eines hohen qualitativen Wirkungsgrades spielt sich vielmehr etwa in folgender Weise ab:

Jedes der zahlreichen Einzelwerke, oft sogar der einzelne Betrieb innerhalb eines Werkes, verfügt über ein Laboratorium oder eine Versuchsanstalt, die je nach den Erzeugnissen der Betriebe entweder vorwiegend auf chemische oder metallographische, physikalische, magnetische, wärmetechnische oder technologische Messungen eingerichtet ist. Diese einzelnen Laboratorien führen zunächst die laufenden Betriebsprüfungen zur Sicherung der Gleichmäßigkeit und zur rechtzeitigen Ausscheidung oder Verbesserung des Ungeeigneten durch. Die dabei entfallenden Meßergebnisse dienen gleichzeitig als Unterlagen für besondere Großzahl-Forschungen. Weiter untersuchen die Einzellaboratorien die einlaufenden Klagen der weiterverarbeitenden Betriebe und Abnehmer und beraten auf Grund der bei ihnen vorliegenden Meßwerte und Erfahrungen die Abnehmer über Werkstoffauswahl und Werkstoffbehandlung. Der überwiegende Teil der Arbeit der Laboratorien und Versuchsanstalten läuft auf verhältnismäßig kurzfristig zu fallende Entscheidungen hinaus. Ihre Aufgaben sind durch die täglich und stündlich auftretenden Fragen des Betriebes gegeben.

Fragen, die über das Aufgabengebiet des Einzelwerks hinausgehend für den ganzen Konzern von Bedeutung sind, werden in einem besonderen Forschungsinstitut des Konzerns behandelt, das mit den neuesten Geräten, Prüfmöglichkeiten und zahlreichen wissenschaftlichen Fachleuten besetzt ist. Das Forschungsinstitut bearbeitet, losgelöst von den täglichen Betriebsfragen, Fragen auf längere Sicht nach wissenschaftlichen, im Laboratorium anwendbaren Verfahren. Auch hier ist das Ziel immer die technische Anwendbarkeit im Erzeugungsrahmen des Konzerns. Scheint die Aufgabe darüber hinauszugehen, oder erscheint die Mitarbeit anderer Hüttenwerke zweckmäßig, weil es sich um Dinge von ganz allgemeinem Wert handelt, so werden entsprechende Anregungen an das für die gesamte Stahlindustrie arbeitende Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf geleitet. Werklaboratorien, Versuchsanstalten, Forschungsinstitut des Konzerns und Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung stellen gewissermaßen die Stufenreihe der mit laboratoriumsmäßig gewinnbarer Erfahrung arbeitenden Forschungsorgane der deutschen Eisenindustrie dar.

In ganz ähnlicher Weise ist der Teil der wissenschaftlichen Forschung, der auf Betriebserfahrungen und Betriebsversuchen beruht, organisiert: Die in den Betrieben laufend oder auf Grund besonderer Versuche entstehenden Erfahrungen werden teils im und für den Betrieb selbst ausgewertet, wobei Planung und Durchführung größerer Versuche durch die Forschungsabteilung übernommen werden. Erstrecken sich die Versuche auf mehrere Werke — wie das zur Durchführung von fast immer aufschlußreichen Vergleichsversuchen bei den Gegebenheiten eines Konzerns sehr gern getan wird —, so erfolgt die Planung der Versuche durch Werksfachausschüsse und die Forschungsabteilung, die auch die Auswertung und Uebertragung der Arbeitsregeln auf den Betrieb übernimmt. Ist die Aufgabe von allgemeinerer Bedeutung, so wird sie an die technischen Fachausschüsse des Vereins deutscher Eisenhüttenleute zur gemeinsamen Bearbeitung weitergegeben. Diese sowohl bei den Laboratoriums- als auch bei den Betriebserfahrungen vorliegende Stufung nach Betrieb, Werk, Konzern, Eisenindustrie und darüber hinaus Gesamtwissenschaft hat sich bestens bewährt. Es ist auf diese Weise möglich, die an sich selbständigen und örtlich getrennten Betriebe und Laboratorien mit ihren Sondererfahrungen und Einrichtungen konzentrisch zur Lösung bestimmter Aufgaben anzusetzen und so unter Ausnutzung des Vorhandenen in oft überraschend kurzer Zeit die Aufgaben zu lösen.

Jede Organisation kann immer nur den von ihr umfaßten Menschen die besten Unterlagen und Werkzeuge zum Arbeiten zur Verfügung stellen. Deshalb kann auch die in der Stahlindustrie geschaffene Forschungsorganisation nicht starr übertragen werden. Man kann aber erwägen, wieweit ihre Grundlinien für andere Forschungsgebiete Anregungen geben können. Diese Grundzüge bestehen im wesentlichen in einer einheitlich geregelten stufenartigen Zusammenfassung von Forschungserfahrungen aus örtlich getrennten Betrieben und Laboratorien und in einer Zusammenarbeit nach besonderen Verfahren in Richtung auf die jeweils drängenden Aufgaben. Man sollte die Möglichkeiten des zusammenfassenden Einsetzens von Betriebserfahrung und Forschung zur Lösung drängender Fragen auch auf anderen Gebieten im Auge behalten. Mit planmäßiger, von Idealismus getragener, auf ein klares Ziel straff geführter Gemeinschaftsarbeit von Forschern mit den schon vorhandenen und erprobten Einrichtungen kann ungeheuer viel erreicht werden. Auch in der wissenschaftlichen Forschung entscheidet zuletzt der Erfolg. Aber nicht Einrichtungen und Organisationen, sondern die Menschen bestimmen überall die Gangart des Fortschritts.

Karl Daeves.

Beiträge zur Eisenhüttenchemie.

(Oktober bis Dezember 1934.)

1. Allgemeines.

Der Kernpunkt eines von H. Stamm¹⁾ mitgeteilten neuen Verfahrens für Titrationsen mit alkalischer Permanganatlösung besteht darin, daß für die Oxydation des zu bestimmenden Stoffes nur die erste, rasch verlaufende Phase des Permanganatabbaues, also der Uebergang $MnO_4^- \rightarrow MnO_4^{2-}$, benutzt wird, die langsame zweite, $MnO_4^{2-} \rightarrow MnO_2$, aber nicht zur Wirkung gelangt. Um nun die Reduktion des Permanganats genau an der richtigen Stelle, also sobald es in Manganat übergegangen ist, zu unterbrechen, wird der vorgelegten alkalischen Permanganatlösung ein Bariumsalz zugesetzt. Das bei der Reduktion entstehende Manganat-Ion wird durch das Barium abgefangen, und zwar so rasch, daß es der weiteren Einwirkung des Reduktionsmittels bei Einhaltung geeigneter Bedingungen sicher entzogen werden kann, und so vollständig, daß die überstehende Lösung bei Abwesenheit von Permanganat oder anderen farbigen Stoffen farblos erscheint. Im Gegensatz zu dem flockigen Mangandioxydhydrat fällt Bariummanganat mehr feinkörnig aus, setzt sich gut ab und läßt infolge seiner blaugrünen Farbe die Anwesenheit auch des kleinsten Permanganatüberschusses in der Titrationsflüssigkeit ohne weiteres erkennen. Um die Reduktion des Permanganats sicher bei der Manganatstufe aufzuhalten, erwies es sich als zweckmäßig, die Permanganatlösung in die Vorlage, das Reduktionsmittel aber in die Bürette zu nehmen. Mit Hilfe des neuen Verfahrens können Stoffe wie Hypophosphit, Methanol u. a. m. innerhalb weniger Minuten mit Permanganat titriert werden, während man bisher bei diesen Stoffen auf das Ergebnis einer Titration ein bis zwei Tage warten mußte.

2. Geräte und Einrichtungen.

Ein Destillieraufsatz für schäumende und stoßende Flüssigkeiten, besonders zur Anwendung für Destillationen unter vermindertem Druck, wird von O. S. Rask und H. C. Watermann²⁾ angegeben. Das Gerät zeichnet sich durch Dauerhaftigkeit, einfachen Aufbau, Wirksamkeit und allgemeine Verwendbarkeit aus, läßt sich leicht zusammenbauen und arbeitet zuverlässig auch bei Schwankungen in der Vakuumleitung des Laboratoriums.

Für Gasanalysen und andere Zwecke werden im Laboratorium häufig kleine Mengen reinen Sauerstoffs gebraucht. J. Kreutzsch und H. Kahle³⁾ beschreiben deshalb ein besonders einfaches Verfahren zur Herstellung von Sauerstoff in hoher Reinheit, das dem Grundgedanken nach nicht neu ist, aber vom praktischen Standpunkt für den Laboratoriumsgebrauch Beachtung verdient. Das Verfahren beruht auf der Zersetzung von Wasserstoffsuperoxyd durch einen Katalysator. An Stelle von Platin, Platinmohr u. a. verwendet man zweckmäßig besondere Zersetzungsperlen, die von den Elektrochemischen Werken München, A.-G., hergestellt werden und bei genügender Wasserstoffsuperoxydmenge für längere Zeit einen gleichmäßigen Sauerstoffstrom liefern. Das Wesentliche des schnell betriebsbereiten Gerätes ist ein kleiner, leicht zu spülender Gasraum und eine kleine reagierende Flüssigkeitsmenge, die nur wenig gelöste Fremdgasen enthält.

Ein von der Firma C. Gerhardt, Bonn, auf den Markt gebrachter elektrischer Röhrenofen⁴⁾, besonders zur Kohlenstoffbestimmung im Eisen, benutzt als Heizwiderstand einen bis 1200° hitzebeständigen Draht, der auf ein Gewinderohr aufgewickelt ist. Bei langer Lebensdauer hat der Ofen eine stets gleichmäßige und vom Alter unabhängige Stromaufnahme sowie Wärmeabgabe; außerdem liefert er eine sehr gleichmäßige Hitze. Die Anheizdauer ist bei gleicher Stromaufnahme wesentlich kürzer als bei Staböfen. Frei liegende stromführende Teile sind nicht vorhanden. Durch Lösen zweier Flügelschrauben kann der Ofen leicht geöffnet und das Heizrohr ausgewechselt werden.

G. Agde und K. E. Vetter⁵⁾ haben ein Laboratoriumsgerät entwickelt für Reaktionen zwischen Bodenkörpern, Flüssigkeiten und Gasen bei hohen Drücken und verschiedenen Temperaturen. Das Gerät besteht aus einem Reaktions- und einem Filterautoklaven; beide sind aus eisernen nahtlosen Rohren gefertigt und durch Hochdruckkupferrohrlösungen und eine Umschaltanordnung von Hochdruckventilen miteinander verbunden. Die Druckeinstellung und Ueberwachung erfolgt mit zwei Druckmessern, die Temperaturmessung mit einem Thermometer im Reaktionsautoklav. Die gesamte

¹⁾ Angew. Chem. 47 (1934) S. 791/95.

²⁾ Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 6 (1934) S. 299.

³⁾ Chem. Fabrik 7 (1934) S. 452/53.

⁴⁾ Chem.-Ztg. 58 (1934) S. 941.

⁵⁾ Chem. Fabrik 7 (1934) S. 407/08.

Apparatur steht in einem Wasserbade, dessen Temperaturbeständigkeit durch elektrische Heizung und einen damit in Verbindung stehenden Thermoregler erreicht wird. Bei Anwendung niedriger Temperaturen wird in einem Kältethermostaten gearbeitet. Das Gerät ermöglicht Untersuchungen von Gleichgewichten zwischen Flüssigkeiten, Gasen und Bodenkörpern bei beliebig änderbaren Druck- und Temperaturverhältnissen, weiterhin die Abtrennung des Bodenkörpers bei Reaktionsdruck und schließlich die Entnahme von bodenkörperfreien Flüssigkeitsproben bei Reaktionsdruck.

3. Roheisen, Stahl, Erze, Zuschläge, Schlacken, feuerfeste Stoffe u. a. m.

Ch. O. Geyer und F. W. Scott⁶⁾ äußern sich über das Jodid-Jodat-Verfahren zur Schwefelbestimmung in Eisen oder Stahl und über den Einfluß der Temperatur der Absorptionslösung auf die Ergebnisse. Die Jodid-Jodat-Lösung besteht aus 2,4 g Kaliumjodat, 24 g Kaliumjodid und 2,4 g Natriumkarbonat, die in 200 cm³ heißem Wasser gelöst und auf 2 l verdünnt werden. Eingestellt wird die Lösung gegen einen Normalstahl derart, daß bei 5 g Einwaage 1 cm³ = 0,01% S entspricht. Die Kadmiumchloridlösung darf höchstens 30° warm sein, höhere Temperaturen geben höhere Schwefelwerte. Bei Einhalten gleicher Arbeitsbedingungen für Probe und Normalstahl übersteigt der Analysenfehler 0,002% S nicht.

B. Hubert⁷⁾ hat verschiedene gewichts- und maßanalytische Verfahren zur Bestimmung geringer Schwefelmengen in Eisen und Stahl auf ihre Genauigkeit nachgeprüft und festgestellt, daß nach dem Entwicklungsverfahren die besten Werte erhalten werden.

T. E. Rooney⁸⁾ macht ergänzende Angaben zum Verfahren der Schwefelbestimmung in legierten Stählen durch Verbrennung im Sauerstoffstrom nach C. Holthaus. Das starke Spritzen der Proben greift die Ofenrohre sehr stark an; ein Unterschichten von Korund verhindert dies zwar, beeinträchtigt jedoch die Analysengenauigkeit. Es ist deshalb zweckmäßig, widerstandsfähigeren Werkstoff für Ofenrohre und Schiffchen zu verwenden. Als weiterer Mangel des Verfahrens wird die Empfindlichkeit des Farbumschlages bei der Titration empfunden. Es empfiehlt sich, die Titration bei Beleuchtung durch eine Tageslichtlampe auszuführen. Durch Versuche an Chrom-Nickel-, Chrom-Molybdän- und Chrom-Nickel-Wolfram-Stählen weist Rooney die Verwendbarkeit des Verfahrens für diese Fälle nach. Die Verbrennungstemperatur mußte bei Chrom-Nickel-Stählen auf 1350° erhöht werden, während für gewöhnlich 1150° genügen.

Zur maßanalytischen Bestimmung von Kobalt und Nickel fallen J. T. Dobbins und J. P. Sanders⁹⁾ Kobalt und Nickel als Komplexsalze mit Pyridin und Ammoniumthiozyanat, dessen Ueberschuß mit Silbernitratlösung bestimmt wird. Sind beide Metalle zugleich zugegen, so fällt man beide zusammen wie vorhin als komplexe Salze, bestimmt das Nickel mit Dimethylglyoxim und ermittelt das Kobalt aus dem Unterschied.

Zur Extraktion bei der kolorimetrischen Molybdänbestimmung in legierten Stählen und Ferrolegierungen verwenden L. C. Hurd und F. Reynolds¹⁰⁾ mit Vorteil Zyklohexanol an Stelle von Aether. Während die Gegenwart von kleinen Mengen Aether einen merklichen Einfluß auf die Farbentwicklung ausübt, beeinflußt Zyklohexanol die Reaktion nicht; der Farbkomplex ist in diesem Lösungsmittel äußerst löslich und beständig.

Bei der Aluminiumbestimmung in Eisenlegierungen mit etwa 25% Ni und 15% Al treten, wie Th. Heczko¹¹⁾ feststellte, Schwierigkeiten auf. Auch wenn das Eisen vorher nach dem Aetherverfahren größtenteils entfernt worden war, gelang es mit keinem der üblichen Verfahren, im einmaligen Arbeitsgang eine genügend vollständige Trennung des Nickels vom Aluminium und restlichen Eisen zu bewerkstelligen, weder durch Nickelfällung mit Lauge noch durch Aluminiumfällung mit Azetat, Nitrit oder Thiosulfat. Heczko arbeitete daher ein Fällungsverfahren des Aluminiums mit Oxycincholin aus, das nicht nur bei Gegenwart von Eisen und Nickel, sondern auch bei Gegenwart von Kobalt, Kupfer, Chrom und Molybdän brauchbar ist. Die Lösung der Legierung wird mit Weinsäure versetzt und ammoniakalisch gemacht; dann führt man die Schwermetalle durch

Behandlung mit Kaliumcyanid in komplexe, gelöst bleibende Zyanide über; sie sind auf Oxycincholin ohne Einwirkung, weshalb nun das Aluminium mit diesem Reagens gefällt werden kann. Bei Gegenwart von Eisen genügt zu dessen Ueberführung in Blutlaugensalz einfache Zugabe von Kaliumcyanid nicht; die Umwandlung wird aber rasch bewerkstelligt, wenn man nach dem Zusatz des Komplexbildners Schwefelwasserstoff einleitet. Zur Fällung des Aluminiums verwendet Heczko eine 10prozentige alkoholische Lösung, so konzentriert deshalb, weil Aluminium-Oxycincholat ziemlich leicht in Alkohol, merklich auch noch in Alkohol-Wasser-Mischungen löslich ist. Der so entstehende Fehler ist zu vernachlässigen, wenn auf 20 Raumteile der Aluminiumlösung nur 1 Raumteil alkoholischer Oxycincholinlösung kommt.

Eine von L. Silvermann¹²⁾ mitgeteilte Schnellbestimmung des Titans in legierten Stählen beruht auf der Fällung des Titans mit Kupferron, Lösung des Niederschlages in Schwefelsäure und der kolorimetrischen Bestimmung des Titans. 2 bis 5 g der Probe werden in 50 cm³ Salzsäure und 100 cm³ Wasser unter Erwärmen gelöst. Die Lösung wird dann mit Eis gekühlt, auf 250 cm³ verdünnt, mit in 20 cm³ Wasser gelösten 0,3 g Kupferron versetzt und gut geschüttelt. Der Niederschlag wird nach 5 min abfiltriert und mit 10prozentiger Salzsäure und schließlich mit kaltem Wasser ausgewaschen. Filter und Niederschlag werden in 20 cm³ Salpetersäure und 15 cm³ Schwefelsäure gelöst und zweimal bis zum Auftreten weißer Dämpfe abgeraucht. Nach dem Abkühlen wird mit Wasser verdünnt und mit 5 cm³ Wasserstoffsuperoxyd versetzt. Die Färbung wird mit nach gleichem Verfahren hergestellten Titanlösungen von bekannten Gehalten verglichen. Eisen, Chrom und Nickel stören nicht. Bei Gegenwart von Vanadin, das als Vanadinkarbid in den Niederschlag gelangt, muß die Fällung wiederholt werden.

G. H. Walden jr., L. P. Hammett und S. M. Edmonds¹³⁾ geben ein Verfahren bekannt zur direkten Eisenbestimmung in Gegenwart von Vanadin. Eisen und Vanadin werden in salzsaurer Lösung durch fein verteiltes Silber zum zwei- bzw. vierwertigen Zustand reduziert; in dieser reduzierten Lösung läßt sich Eisen durch Zersulfat quantitativ oxydieren, während Vanadin nicht oxydiert wird. Der Silberreduktor ist dem Reduktor von Jones nachgebildet. Er besteht aus einem zylindrischen Silberblech, das man durch Fällen des Silbers auf Kupferblech und Herauslösen des Kupfers mit verdünnter Schwefelsäure erhält. Während des Gebrauches schwärzt sich der Reduktor fortschreitend infolge Bildung von Silberchlorid. Bedeckt das Silberchlorid etwa drei Viertel des Zylinders, so wird das Blech mit einem Zinkstab reduziert; dadurch geht kein Silber verloren. Bei der Eisenbestimmung leitet man 50 cm³ der salzsaureren Lösung langsam durch den Reduktor, wäscht mit Salzsäure nach und versetzt mit Schwefelsäure. Nach dem Abkühlen gibt man einen Tropfen Ferrophenanthrolin hinzu und titriert mit 0,1-mol. Zersulfatlösung, 0,1 g Eisen kann in Lösungen der gleichen Menge Vanadin, Mangan, Titan und Chrom genau bestimmt werden. Molybdän muß vorher entfernt werden. Die Gegenwart von 0,2 g Salpetersäure stört nicht, da der Silberreduktor die Salpetersäure nicht reduziert.

Eine Schnellbestimmung von Sauerstoff im flüssigen Stahl führen A. B. Kinzel, J. J. Egan und R. J. Price¹⁴⁾ in der Weise aus, daß sie die flüssige Stahlprobe mit Aluminium beruhigen und anschließend eine Tonerdebestimmung vornehmen. Zur Bestimmung der Tonerde werden die feinen Bohrspäne in Salpetersäure unter Zusatz von Ammoniumpersulfat gelöst. Die Lösung wird mit wenig Salzsäure und einer Suspension von asche-freiem Lampenruß in Wasser versetzt, worauf zentrifugiert und der Rückstand verascht wird. Zum Lösen wird Salpetersäure statt Salzsäure gewählt, weil die erstgenannte schneller löst und Tonerde nicht angreift; jedoch darf das Erhitzen nicht über 30° gehen, da sonst Tonerde gelöst wird. Ammoniumpersulfat wird mit der Säure zugegeben, um das Lösen des Kohlenstoffs zu erhöhen; der Lampenruß endlich wird zugefügt, um das nachfolgende Zentrifugieren zu erleichtern. Die Dauer der Bestimmung beträgt knapp 10 min. Die Ergebnisse der Tonerdebestimmung stimmen gut mit den Werten anderer Verfahren überein.

Bei der Ueberwachung der Rohstoffe und der Fertigerzeugnisse in der Industrie für feuerfeste Stoffe, und zwar ganz besonders in der Schamottesteinindustrie, ist die Bestimmung des Tonerdegehaltes von größter Wichtigkeit. Durch Ab-

⁶⁾ Chemist-Analyst 23 (1934) S. 4/7; nach Chem. Zbl. 105 (1934) II, S. 287/88.

⁷⁾ Chim. et Ind. 31 (1934) Nr. 4^{bis}, S. 230/32.

⁸⁾ Analyst 59 (1934) S. 278/80; nach Chem. Zbl. 105 (1934) II, S. 1498.

⁹⁾ Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 6 (1934) S. 459/60.

¹⁰⁾ Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed., 6 (1934) S. 477/78.

¹¹⁾ Chem.-Ztg. 58 (1934) S. 1032/33.

¹²⁾ Chemist-Analyst 23 (1934) S. 4/5; nach Chem. Zbl. 105 (1934) II, S. 2715/16.

¹³⁾ J. Amer. Chem. Soc. 56 (1934) S. 350/53; nach Chem. Zbl. 105 (1934) II, S. 288.

¹⁴⁾ Met. & Alloys 5 (1934) S. 96 u. 105.

änderung des Verfahrens von J. Robitschek¹⁵⁾ ist es Klasse¹⁶⁾ gelungen, die Tonerde nach dem Oxychinolinverfahren bei einer Analysendauer von etwa 2 h einschließlich Eisenbestimmung mit einer Genauigkeit zu bestimmen, die dem üblichen Ammoniakfällungsverfahren unbedingt überlegen ist. Der Genauigkeitsgrad beträgt im ungünstigsten Fall $\pm 0,5\%$. Zur Ausführung der Bestimmung werden 0,5 g Probe mit 3 bis 6 g Natriumkaliumkarbonat aufgeschlossen. Die erkaltete Schmelze wird in eine Porzellanschale übergeführt und mit Wasser und Salzsäure zur Lösung gebracht. Den gelösten Aufschluß erwärmt man bis zum Kochen, verreibt die am Boden befindliche flockige Kieselsäure mit einem Glasstab, damit keine Tonerde von der Kieselsäure eingeschlossen gehalten werden kann. Man kocht dann noch 10 min und überführt in einen 500-cm³-Kolben. 100 cm³ der aus dem Kolben abpipettierten Flüssigkeit werden mit 300 cm³ destilliertem Wasser verdünnt, dann mit verdünntem Ammoniak (1 : 5) fast neutralisiert. Sodann sind 6 bis 8 g Ammoniumazetat hinzuzufügen, und es ist gut umzurühren, bis alles gelöst ist. In diese Lösung werden dann 70 bzw. 140 cm³ Oxychinolinlösung [25 g 8-Oxychinolin pro analysi von Merck in 125 cm³ Eisessig gelöst, mit 1 l destilliertem Wasser verdünnt und mit 260 cm³ verdünntem Ammoniak (1 : 5) versetzt] gegeben. Die Zugabe hat allmählich zu erfolgen. Bei weiterem Umrühren ist dann die Lösung auf 65 bis 70° zu erhitzen. Der flockige Niederschlag wird abfiltriert, mit heißem Wasser ausgewaschen, dann vom Filter mit heißer verdünnter Salzsäure (1 : 2) gelöst. Die abgekühlte salzsaure Lösung ist nach Zusatz von 300 cm³ Wasser mit 300 cm³ verdünnter Salzsäure (1 : 2) zu versetzen und wird nun mit n/5-Kaliumbromat-Bromidlösung bromiert. Das überschüssige, zur Bromierung des Chinolins nicht mehr benötigte freie Brom macht nach Zusatz von überschüssigem Jodkalium die entsprechende Menge Jod frei, das dann in bekannter Weise mit Natriumthiosulfatlösung zurücktitriert wird. Aus dem Verbrauch an Bromat-Bromidlösung, die zur Bromierung des Chinolins erforderlich war, errechnet sich dann ohne weiteres unter Berücksichtigung des mitgefällten Eisenoxys die vorhanden gewesene Tonerdemenge. Da bei den hier sich abspielenden Reaktionen Kieselsäure weder in kolloidaler noch in gelöster Form stört, kann die sonst bei der üblichen Gewichtsanalyse erforderliche, sehr zeitraubende Abscheidung der Kieselsäure unterbleiben. Darauf beruht hauptsächlich die überlegene Schnelligkeit des beschriebenen Oxychinolinverfahrens, das sich unter diesen Umständen wohl einen raschen Eingang in die keramischen Laboratorien verschaffen wird.

Es gibt viele Verfahren zur titrimetrischen Sulfatbestimmung, jedoch sind auch die besten von ihnen nicht genügend genau und einfach und auch nicht genügend rasch ausführbar, um an ihnen als Schnellverfahren endgültig festzuhalten. Aus diesem Grunde können auch die titrimetrischen Verfahren das weitaus genauere gewichtsanalytische Verfahren nicht verdrängen. Da letztes in seiner bisherigen Ausführungsart als sehr zeitraubend bezeichnet werden muß, hat J. E. Orlow¹⁷⁾ eine Beschleunigung dieses Verfahrens ohne Verlust an Genauigkeit mit einer gekoppelten Ausfällung entwickelt. Bei der Bestimmung von Sulfaten wird der Zeitverlust hauptsächlich durch folgende Arbeitsgänge bedingt: durch das Einengen von Lösungen mit geringem Gehalt an Sulfat-Ionen, durch das Stehenlassen des Bariumniederschlags vor der Filtration und endlich durch die Filtration der Lösung durch ein dichtes Filter, wobei manchmal ein Doppelfilter und eine wiederholte Filtration nötig werden. Dieser Zeitverlust kann durch Anwendung einer gekoppelten Ausfällung in nachstehender Weise vermieden werden. Man setzt zu der Sulfatlösung einige genau festgestellte Milligramm Aluminiumchlorid, fällt die Sulfate mit Bariumchlorid und dann das Aluminiumhydroxyd mit Ammoniak. Dabei wird, infolge der wechselseitigen Koagulation der entgegengesetzt geladenen kolloidalen Bariumsulfat- und Aluminiumhydroxydteilchen, ein für den Analytiker idealer Niederschlag erhalten, der sofort und vollständig ausfällt und sich leicht auf ein nicht feinporiges Filter filtrieren läßt. Nach dem Veraschen des Filters mit dem Niederschlag wird die dem zugesetzten Aluminiumchlorid entsprechende Tonerdemenge von der Gesamtauswaage abgezogen, und man erhält das Sulfatgewicht. Die ganze Bestimmung vollzieht sich schnell, gibt genaue Werte und steht dem titrimetrischen Verfahren, was den Zeitaufwand angeht, nicht nach. Um das Verfahren mit Erfolg anwenden zu können, muß eine 0,05 bis 0,025 n-Aluminiumchloridlösung mit genau bestimmtem Gehalt genommen werden. Als Koagulant für Bariumsulfat konnten ebenfalls mit einigem Erfolg Eisenhydroxyd und Bariumkarbonat angewendet werden, jedoch ist Aluminiumhydroxyd der geeignetste Stoff für den genannten Zweck.

¹⁵⁾ Sprechsaal 61 (1928) S. 233.

¹⁶⁾ Ber. dtsh. keram. Ges. 15 (1934) S. 560/71.

¹⁷⁾ Z. anal. Chem. 98 (1934) S. 326/29.

Um größere Mengen Arsen quantitativ zu bestimmen, überführt C. R. Smith¹⁸⁾ das dreiwertige Arsen durch die Einwirkung von Wasserstoff in statu nascendi in Arsenwasserstoff und leitet letzten in eine 5prozentige Merkurichloridlösung; dabei entsteht ein voluminöser gelber Niederschlag. Zu dieser Merkurichloridlösung mit dem gelben Niederschlag fügt Smith Kaliumjodid, Natriumbikarbonatlösung und Jodlösung, bis der Niederschlag gelöst ist; dann titriert er das überschüssige Jod mit Thiosulfat. Bei dieser Titration entspricht 1 Teil Arsen = 8 Teilen Jod. Gegen dieses Verfahren wird der Einwand erhoben, daß die gelbe Merkurichlorid-Arsenwasserstoff-Verbindung sich in der Kälte langsam zersetzt, schneller im Licht und mit noch größerer Geschwindigkeit in der Hitze. Das Verfahren ist daraufhin dahin abgeändert worden, daß die Lösung mit dem Niederschlag erhitzt wird, um die Komplexverbindung in Kalomel und arsenige Säure zu zerlegen. Beide Verbindungen können dann getrennt bestimmt werden. Es wurde jedoch festgestellt, daß die aus dem Kalomel berechneten Arsenwerte um 10% zu niedrig gefunden werden. L. W. Strock¹⁹⁾ hat versucht, nach dem Smithschen Verfahren kleine Arsenmengen in Eisenerz, Schornsteinruß u. a. m. quantitativ zu bestimmen. Zur Entwicklung und Absorption des Arsenwasserstoffs wurde eine ganz aus Glas bestehende Apparatur gebaut und gebraucht. Es wurde festgestellt, daß die Zersetzung des Arsenwasserstoff-Merkurichlorid-Niederschlags nicht als Einwand gegen das Verfahren gelten kann, da der Niederschlag niemals alles Arsen enthält. Dieser Niederschlag zersetzt sich in Kalomel und arsenige Säure, woraus sich analytische Verfahren ergeben. Bei kleineren Arsenmengen von 1 bis 0,01 mg Arsen titriert man die Mischung von fein verteiltem Kalomel und dreiwertigem Arsen, wobei 1 As = 8 J ist. Bei größeren Arsenmengen von 0,5 bis 10 mg Arsen filtriert man das Kalomel ab und titriert das dreiwertige Arsen im Filtrat, wobei 1 As = 2 J entspricht. Es wurde gefunden, daß die Titration des Arsens durch die Gegenwart von Merkurichlorid sehr gestört wird. Diese Störung wird beseitigt durch genaue Neutralisation der Absorptionslösung vor dem Zusatz von Jod. Zur Bestimmung des Arsens, z. B. in Eisenerzen, nach dem beschriebenen Verfahren mischt Strock 1 Teil Mineral mit 2 Teilen Borax und 4 Teilen Soda. Die Mischung schmelzt man in einem Platintiegel und erhitzt dann über dem Gebläse. Nach dem Schmelzen rührt man den Tiegelinhalt gut um, taucht den Tiegel in kaltes Wasser, um die Schmelze an der Tiegelwand erstarren zu lassen. Jetzt bringt man den Tiegel in ein Becherglas, fügt 50 cm³ Schwefelsäure (1 : 5), die 2 g sekundäres Natriumphosphat (Na₂HPO₄ · 12 H₂O) enthalten, hinzu und erhitzt auf dem Wasserbade, bis die Schmelze gelöst ist. Daraufhin werden der Lösung sofort 1 g kristallisiertes Ferrosulfat, 0,5 g Stannochlorid und noch 100 cm³ Schwefelsäure (1 : 5) zugegeben. Man fügt noch 20 bis 30 g aktiviertes Zink hinzu und schließt sofort an das bereitstehende Absorptionsgefäß an. Die Untersuchungen ergaben, daß man die Lösung ziemlich verdünnen muß, um das Arsen vollkommen als Arsenwasserstoff austreiben zu können. Die gefundenen Arsenwerte stimmten mit den spektrographisch bestimmten vollkommen überein.

F. Thompson²⁰⁾ schlägt eine Schnellbestimmung geringer Magnesiummengen in Gegenwart von Phosphaten vor, die auf der Lackbildung mit Kurkuma in Gegenwart von Natronlauge und kolorimetrischem Vergleich mit gleichzeitig bereiteten Normproben beruht. Bei Gegenwart von Phosphaten werden vergleichbare Farbwerte erzielt, wenn die Vergleichslösung ebenfalls Phosphate enthält. Ein etwa 0,02 bis 0,04 mg Magnesium enthaltender Teil der Lösung mit 0,2% konzentrierter Salpetersäure oder Salzsäure wird in einem Neblerrohr oder Meßkolben auf etwa 40 cm³ verdünnt; dann setzt man 2 cm³ Stärke-Glycerin-Lösung und 4 Tropfen 1prozentige alkoholische Kurkumalösung zu, mischt durch, fügt 5 cm³ 4 n-Natronlauge zu, mischt wieder und füllt bis zur Marke auf. Die Vergleichslösung mit 0,02 mg Magnesium wird durch Lösung von 0,203 g Magnesiumsulfat (MgSO₄ · 7 H₂O) und 0,1 bis 0,4 g Kalziumphosphat [Ca₃(PO₄)₂] in Wasser + 2 cm³ konzentrierte Salpetersäure und Verdünnung auf 1 l hergestellt. Eisen und Borate müssen vor der Bestimmung entfernt werden.

I. Tananaeff²¹⁾ beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung des Fluors im Flußspat, das darin besteht, daß man das Fluor als Bleichlorofluorid ausfällt und im Filtrat den Ueberschuß an Chlor titriert. Der Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß das Fluor ohne vorhergehende Entfernung des Kalziums aus der Lösung ausgefällt wird, was die Dauer für eine Bestimmung bis auf 1 h herabsetzt und gleichzeitig die Fehlerquelle be-

¹⁸⁾ Z. anal. Chem. 63 (1923) S. 478.

¹⁹⁾ Z. anal. Chem. 99 (1934) S. 321/35.

²⁰⁾ Ind. Chemist. Chem. Manufacturer 10 (1934) S. 142; nach Chem. Zbl. 105 (1934) II, S. 1654.

²¹⁾ Z. anal. Chem. 99 (1934) S. 21/26.

seitigt, die mit einem unvollständigen Auslaugen des Fluors aus der Schmelze verbunden ist.

Der Ausschuß für die Materialprüfungen in der Keramik der Deutschen Keramischen Gesellschaft²²⁾ veröffentlicht Vorschläge für die chemische Untersuchung keramischer Rohstoffe und Erzeugnisse, und zwar für chemische Analyse und rationelle Analysenverfahren tonsubstanzhaltiger Stoffe sowie für die Untersuchung von Sonderstoffen. Der Ausschuß beabsichtigt damit, der Industrie mit als bewährt anzusehenden Arbeitsanweisungen behilflich zu sein, nicht aber Normen aufzustellen. Soweit für die Bestimmung eines Stoffes oder Bestandteiles verschiedene Verfahren zu berücksichtigen waren, ist versucht worden, deren Vorteile und Nachteile sowie die Anwendungsmöglichkeit zu bewerten.

A. Stadler.

(Schluß folgt.)

Leistungsüberwachung in Feinblechwalzwerken mit Zeit- und Stichzählern.

Die Leistungsüberwachung in Feinblechwalzwerken kann auf einfache Weise durchgeführt werden, wenn man die reine Walzzeit und die Anzahl der Stiche mißt. Dann braucht man nur die „Handzeit“ zwischen den Stichen vorzugeben und kann so auf einfache Weise die Zeitaufteilung ausrechnen. Ein Gerät zur Messung der Walzzeit und der Stiche hat A. M. Erichsen herausgebracht. Die Arbeitsweise des Gerätes ist aus Abb. 1 zu ersehen. An den Walzständer wird eine Kontaktstange angebracht, die die beim Walzen entstehenden geringen Reckspannungen von wenigen hundertstel Millimetern aufnimmt. Durch eine entsprechende Uebersetzung werden sie so stark vergrößert, daß der Kontakt zuverlässig auch bei schwachen Drücken ausgelöst wird. Auf diese Weise wird nur die Zeit gemessen, in der das Walzgut die Walzen unter Druck durchläuft. Das Gerät ist so empfindlich, daß auch kurze Stiche von z. B. 0,2 s Dauer angezeigt werden.

²²⁾ Ber. dtsh. keram. Ges. 15 (1934) S. 633/44.

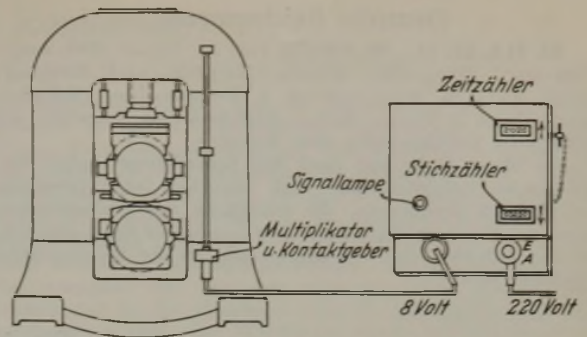


Abbildung 1. Zeitzähler an einem Feinblechwalzgerüst.

Die vorhandene Spannung des Betriebes, z. B. von 220 V, wird durch den im Gerät befindlichen Umwandler auf 8 V Kontaktspannung herabgesetzt, so daß alle am Walzwerk befindlichen Teile frei von gefährlicher Spannung sind. Das Stichzählwerk und der Zeitähler werden durch ein Relais betätigt. Eine Glühlampe leuchtet auf, wenn der Zeitähler in Betrieb ist. Der Antriebsmotor der Zählwerke läuft mit der Netzperiode synchron, so daß alle Ablesungen genau sind. Mit diesem Gerät wird die Ueberwachung der Leistung gerade in Feinblechwalzwerken besonders einfach, und auch die Berechnung der Akkorde wird erleichtert und kann gerecht durchgeführt werden. Der Walzer kann sich jederzeit überzeugen, was er geleistet und dementsprechend an Verdienst zu erwarten hat.

In einer anderen Arbeit¹⁾ wurde auf die Verwendung dieses Gerätes für die Akkordvorgabe und Leistungsüberwachung in Feinblechwalzwerken näher eingegangen. Kurt Skroch.

¹⁾ Stahl und Eisen 55 (1935) S. 544/48 (Betriebsw.-Aussch. 90).

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 20 vom 16. Mai 1935.)

Kl. 7a, Gr. 9/02, St 48 500. Walzwerk zum Walzen von Bändern. Stahl- und Eisenwerke Döhner A.-G. und Otto Herbert Döhner, Letmathe i. W.

Kl. 7a, Gr. 18, M 120 646. Gleitlager für den abgesetzten Zapfen einer Walzwerkswalze. Morgan Construction Company, Worcester (V. St. A.).

Kl. 7a, Gr. 25, Sch 103 916; Zus. z. Pat. 572 540. Kant- und Verschiebevorrichtung für Walzgerüste. Schloemann A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7a, Gr. 27/01, K 131 914. Auf Schienen über dem Rollgang von Walzwerken fahrbarer wagenartiger Vorstoß. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7a, Gr. 28, Sch 103 744. Vorrichtung zum Bürsten von Feinblechen mittels zweier hintereinander angeordneter, ständig umlaufender Bürstenwalzenpaare. Heinrich Schad, Dortmund.

Kl. 7b, Gr. 3/70, A 72 205. Verfahren zur Herstellung von nahtlosen Rohren. Alfina Immobilien-Finanzierungs- und Verwaltungs-A.-G., Glarus (Schweiz).

Kl. 7b, Gr. 3/70, A 74 455. Verfahren zur Herstellung von nahtlosen Metallrohren. Alfina Immobilien-Finanzierungs- und Verwaltungs-A.-G., Glarus (Schweiz).

Kl. 7b, Gr. 5/01, Sch 105 658. Verfahren zum Aufhaspeln von Bandisen u. dgl. Schloemann A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7c, Gr. 5, W 92 188. Mehrwalzenmaschine zum Biegen oder Walzen von Blechen. Wagner & Co. Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

Kl. 10a, Gr. 18/01, V 26 897. Verfahren zur Herstellung von Koks unter gleichzeitiger Gewinnung von Benzin, Benzol, Leicht-, Mittel- und Schwerölen sowie wertvollen Gasen. Luigi Vertu, Turin (Italien).

Kl. 10a, Gr. 19/01, St 48 113. Verfahren und Einrichtung zur Herstellung von Wassergas in Kammer- und Retortenöfen. Carl Still G. m. b. H., Recklinghausen, und Alfred Gobiet, Karwinna (Tschechoslowakei).

Kl. 10a, Gr. 19/01, St 48 164. Verfahren zur Herstellung von Hohlkanälen im Kohlestampfkuchen. Carl Still G. m. b. H., Recklinghausen.

Kl. 10a, Gr. 22/04, St 51 548. Vorrichtung und Verfahren zum Einblasen von Wasserdampf in die Beschickung von Kammer-

öfen zur Koks- und Gaserzeugung. Carl Still G. m. b. H., Recklinghausen.

Kl. 18c, Gr. 1/30, B 161 118. Wärmebehandlung von Dauermagnetstählen. Gebr. Böhler & Co., A.-G., Berlin.

Kl. 18c, Gr. 1/30, S 139.30. Verfahren zur Wärmebehandlung von stabilisierenden Legierungen des Eisens mit Nickel oder mit Nickel und Chrom. Société Anonyme de Commentry Fourchambault et Decazeville, Paris.

Kl. 18c, Gr. 3/15, H 139 036. Salzbad zum Zementieren von Stahl und Eisen. Hugo Hanusch, Berlin-Rauchfangswerder, und Deutsche Houghton-Fabrik G. m. b. H., Magdeburg-Buckau.

Kl. 18d, Gr. 2/50, H 135 596. Legierung für Gegenstände, die sowohl gute Verarbeitbarkeit als auch hohe Hitzebeständigkeit besitzen müssen. Heraeus-Vacuumschmelze A.-G., Hanau a. M.

Kl. 42k, Gr. 20/02, L 75 866; Zus. z. Pat. 584 553. Verfahren und Einrichtung zur Untersuchung fertiger technischer Gebilde, wie Brücken, Schiffe, Türme, in ihrem Gebrauchszustand hinsichtlich ihres dynamischen Verhaltens. Losenhausenwerk Düsseldorf Maschinenbau A.-G., Düsseldorf-Grafenberg, und Dr. Wilhelm Späth, Wuppertal-Barmen.

Kl. 42k, Gr. 22/01, J 47 268. Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Ermüdungsfestigkeit von dünnen und stark biegsamen Stoffen. Otto Inset, Oslo.

Kl. 48d, Gr. 4/01, J 45 531. Verfahren zur Erzeugung korrosionsbeständiger, metallisch reiner Oberflächen auf Eisengegenständen. I.-G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 48d, Gr. 5, K 134 084; mit Zus.-Anm. K 134 278. Verfahren zum Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe. Kaliforschungs-Anstalt G. m. b. H., Berlin.

Kl. 49c, Gr. 12/01, D 68 174. Mit drei oder mehreren Kreismesserpaaren ausgerüstete Blechschere zum Besäumen und Unterteilen von Blechen. Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 49c, Gr. 12/01, Sch 103 349. Blechschere mit einem feststehenden geraden Untermesser und zwei oder mehr kraftbewegten, kreisförmigen Obermessern. Schulze & Naumann, Köthen (Anhalt).

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 20 vom 16. Mai 1935.)

Kl. 7a, Nr. 1 335 940. Universalwalzwerk. Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 7b, Nr. 1 335 703. Anordnung zur Zugregelung bei Walzwerkshaspeln mittels Druckdose. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt.

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

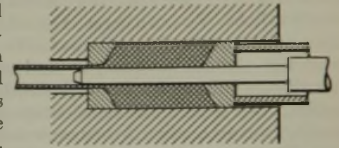
Deutsche Reichspatente.

Kl. 21 h, Gr. 18₁₅, Nr. 610 172, vom 25. Januar 1930; ausgegeben am 5. März 1935. Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.-G. in Messingwerk b. Eberswalde. (Erfinder: Manuel Tama in Finow, Mark.) *Verfahren zum Schmelzen von Metallen im Induktionsofen ohne Eisenkern.*

Bei diesen Oefen mit einer den Schmelztiigel außen umschließenden Induktionsspule wird, besonders bei Verwendung von niederen Frequenzen, die Oberfläche des geschmolzenen Einsatzes so weit oberhalb des oberen Randes der Spule gehalten, daß das Auftreten einer Sprudelwirkung an der Badoberfläche vermieden wird.

Kl. 7 b, Gr. 10₁₀, Nr. 610 369, vom 14. April 1934; ausgegeben am 8. März 1935. Schloemann A.-G. in Düsseldorf. *Verfahren zur Herstellung von Rohren auf Strangpressen.*

Die Blöcke aus Stahl oder seinen Legierungen werden vor dem Auspressen zum Rohr erst warm gelocht und dann nach der Achse des Loches außen abgedreht. Die Stirnflächen der Blöcke werden beim Lochen so vorgeformt, daß sie den kegeligen Flächen der Rohrpreßwerkzeuge entsprechen.



Statistisches.

Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im April 1935¹⁾. — In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirke	Robblöcke						Stahlguß				Insgesamt	
	Thomasstahl-	Bessemerstahl-	basische Siemens-	saure Siemens-	Tiegel- und Elektro-	Schweißstahl- (Schweiß-eisen-)	Bessemer- ²⁾	basischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	April 1935	März 1935
April 1935: 24 Arbeitstage; März 1935: 26 Arbeitstage												
Rheinland-Westfalen	342 355		450 584	14 390	18 873		4 618	12 902	2 081	1 617	845 890	894 109
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	—		20 662	—				296		—	21 753	30 243
Schlesien	—		92 041	—	1 477		754	3 229	743	—	138 621	147 650
Nord-, Ost- u. Mitteldeutschland	—		32 775	—				1 092		2 505	36 124	41 384
Land Sachsen	55 012		5 953	—			670	642		—	23 486	26 634
Süddeutschland und Bayr. Rheinpfalz	—		35 582	—	1 103		524	152		802	157 657	157 538
Saargebiet	119 494		—	—	—		—	—	—	—	—	—
Insgesamt:												
April 1935	516 861	—	637 597	14 390	21 453	—	6 566	18 313	3 427	4 924	1 223 531	—
davon geschätzt	—	—	1 030	500	1 150	—	810	170	750	525	4 935	—
Insgesamt:												
März 1935	518 205	—	705 010	15 723	24 167	—	6 546	19 733	3 577	4 597	—	1 297 558
davon geschätzt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung											50 980	49 906
Januar bis April ⁴⁾ 1935: 100 Arbeitstage, 1934: 100 Arbeitstage												
Rheinland-Westfalen	1 346 305		1 909 992	56 755	72 552		17 790	52 218	8 818	5 651	3 465 415	2 823 193
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	—		106 425	—				1 309		—	111 454	101 975
Schlesien	—		383 340	—	9 585		2 830	14 022	2 822		572 725	421 805
Nord-, Ost- u. Mitteldeutschland	—		140 947	—				4 728		9 405	155 151	114 931
Land Sachsen	228 481		25 700	—			2 865	2 532	2 423		102 750	88 465
Süddeutschland und Bayr. Rheinpfalz	—		69 761	—	2 296		958	251		1 626	315 195	—
Saargebiet	240 303		—	—	—		—	—	—	—	—	—
Insgesamt:												
Januar/April 1935 ⁵⁾	1 815 089	—	2 636 165	56 755	84 433	—	24 443	75 060	14 063	16 682	4 722 690	—
davon geschätzt	—	—	1 030	500	1 150	—	810	170	750	525	4 935	—
Insgesamt:												
Januar/April 1934 ⁶⁾	1 295 595	—	2 084 652	34 930	48 849	—	—	49 082	28 059	9 202	—	3 560 369
davon geschätzt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung											47 227	35 504

¹⁾ Nach den Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie. — ²⁾ Ab Januar 1935 neu erhoben. — ³⁾ Einschließlich Nord-, Ost-, Mitteldeutschland und Sachsen. — ⁴⁾ Unter Berücksichtigung der Berichtigungen für März 1935. — ⁵⁾ Einschließlich Saarzahlen ab März 1935. — ⁶⁾ Ohne Saargebiet.

Die Kohlenförderung im Ruhrgebiet im April 1935.

Im Monat April wurden insgesamt in 24 Arbeitstagen 7 413 076 t verwertbare Kohle gefördert gegen 7 931 385 t in 26 Arbeitstagen im März 1935 und 7 062 159 t in 24 Arbeitstagen im April 1934. Arbeitstäglich betrug die Kohlenförderung im April 1935 308 878 t gegen 305 053 t im März 1935 und 294 257 t im April 1934.

Die Kokszeugung des Ruhrgebietes stellte sich im April 1935 auf 1 757 497 t (täglich 58 573 t), im März 1935 auf 1 870 060 t (60 325 t) und 1 640 294 t (53 676 t) im April 1934. Die Kokereien sind auch sonntags in Betrieb.

Die Brikettherstellung hat im April 1935 insgesamt 279 075 t betragen (arbeitstäglich 11 628 t) gegen 244 264 t (9395 t) im März 1935 und 222 486 t (9270 t) im April 1934.

Die Bestände der Zechen an Kohle, Koks und Preßkohle (das sind Haldenbestände, ferner die in Wagen, Türmen und Kähen befindlichen, noch nicht versandten Mengen einschließlich Koks und Preßkohle, letzte beiden auf Kohle zurückgerechnet) stellten sich Ende April 1935 auf 8,48 Mill. t gegen 8,29 Mill. t Ende März 1935. Hierzu kommen noch die Syndikatslager in Höhe von 871 000 t.

Die Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter stellte sich Ende April 1935 auf 233 418 gegen 232 099 Ende März 1935. Die Zahl der Feierschichten wegen Absatzmangels belief sich im April 1935 nach vorläufiger Ermittlung auf rd. 437 000. Das entspricht etwa 1,88 Feierschichten auf 1 Mann der Gesamtbelegschaft.

Luxemburgs Roheisen- und Stahlerzeugung im April 1935.

1935	Roheisenerzeugung				Stahlerzeugung			
	Thomas-	Gießerei-	Puddel-	zu-	Thomas-	Siemens-	Elektro-	zu-
	t	t	t	sammen	t	t	t	sammen
Januar	168 455	586	—	169 041	165 064	369	553	165 986
Februar	153 164	—	—	153 164	150 779	822	594	152 195
März	148 058	—	—	148 058	141 530	463	613	142 606
April	154 410	—	—	154 410	154 513	679	657	155 849

Großbritanniens Eisenerzförderung im vierten Vierteljahr 1934¹⁾.

Bezeichnung der Erze	4. Vierteljahr 1934				
	Gesamt-förderung in t zu 1000 kg	Durchschnittlicher Eisengehalt in %	Wert		Zahl der beschäftigten Personen
			insgesamt in £	je t zu 1016 kg in sh d	
Westküsten-Hämatit	205 052	53	132 979	13 2	1976
Jurassischer Eisenstein	2 334 018	28	374 360	3 3	5336
„Blackband“ und Ton-eisenstein	44 997	32	45 141	—	408
Andere Eisenerze	32 106	—		—	—
Insgesamt	2 616 173	30	552 480	4 3	7980

¹⁾ Iron Coal Trad. Rev. 130 (1935) S. 808.

Wirtschaftliche Rundschau.

Klärung von Zweifelsfragen bei Steuerabsetzungen für kurzlebige Wirtschaftsgüter.

Buchführende Gewerbetreibende und buchführende Land- und Forstwirte dürfen bei Wirtschaftsgütern des Anlagevermögens, deren betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer erfahrungsgemäß 5 Jahre nicht übersteigt, gemäß § 6, Ziffer 1, Satz 4, des neuen Einkommensteuergesetzes vom 16. Oktober 1934 die Absetzungen für Abnutzung höher als nach § 7 des neuen Einkommensteuergesetzes und ohne Rücksicht auf den Teilwert bemessen. Nach § 7 müssen die Absetzungen für Abnutzung auf die Gesamtnutzungsdauer der Wirtschaftsgüter des Anlagevermögens verteilt werden. Nach § 6, Ziffer 1, Satz 4, sind die Absetzungen für Abnutzung nach oben nicht begrenzt; die Wirtschaftsgüter können unter Umständen bereits im Jahre der Anschaffung voll abgeschrieben werden.

Ueber die Auslegung der Bestimmung des § 6, Ziffer 1, Satz 4, sind verschiedene Zweifel entstanden, zu denen der Reichsminister der Finanzen in einem der Reichsgruppe Industrie unterm 27. April 1935, S. 1430 B — 121 III erteilten Bescheid Stellung genommen hat.

Es kommt da zunächst die Behandlung der Festwerte (Standardwerte) in Frage. Das Wesen der Fest- (Standard-) Bewertung besteht darin, daß der Wertansatz in den Bilanzen unverändert gelassen wird, solange sich die betrieblichen Verhältnisse nicht wesentlich ändern. Absetzungen für Abnutzung werden von einem Festwert nicht vorgenommen; es unterbleibt bei ihnen auch jede besondere Aktivierung von Neuanschaffungen. Die Werte der Neuanschaffungen sind in den Festwert eingeschlossen. Für die Inanspruchnahme der erhöhten Absetzungen für Abnutzung nach § 6, Ziffer 1, Satz 4, müssen nach der Weisung des Reichsfinanzministers die Festwerte in kurzlebige und langlebige Wirtschaftsgüter aufgeteilt werden. Der die langlebigen Wirtschaftsgüter umfassende Teil des alten Festwertkontos ist in der bisherigen Weise weiterzubehandeln, das heißt: er kann, solange sich die betrieblichen Verhältnisse nicht wesentlich ändern, unverändert bestehen bleiben. Der bei der Zerlegung des alten Festwertkontos auf kurzlebige Wirtschaftsgüter entfallende Wertansatz ist auf das „Konto kurzlebiger Wirtschaftsgüter“ zu übertragen, wo er nach den allgemeinen Vorschriften weiterbehandelt werden kann.

Der Grundsatz der Maßgeblichkeit der Handelsbilanz für die Steuerbilanz gilt auch für den Teil des alten Festwertkontos, der auf das Konto kurzlebiger Wirtschaftsgüter übernommen wird. Danach können für den die kurzlebigen Wirtschaftsgüter umfassenden Teil des alten Festwertkontos grundsätzlich Absetzungen für Abnutzung nur in der Höhe gemacht werden, in der sie auch in der Handelsbilanz vorgenommen werden. Bleibt nach völliger Abschreibung in der Handelsbilanz in der Steuerbilanz ein Restbetrag übrig, so bemessen sich für den Restbetrag die Absetzungen nach der Restnutzungsdauer.

Sind kurzlebige Wirtschaftsgüter sofort über Unkosten abgebucht worden, so daß sie in den Handelsbilanzen überhaupt nicht oder nur mit *1 RM* erscheinen, und kommen Fest- (Standard-) Werte nur in der Steuerbilanz vor, dann soll nach Weisung des Reichsfinanzministers gemäß § 10, Satz 2, der Ersten Einkommensteuer-Durchführungsverordnung für die Bemessung der Absetzungen für Abnutzung gleichfalls „die Restnutzungsdauer“ maßgebend sein. Damit langwierige Ermittlungen und Berechnungen über die Restnutzungsdauer der verschiedenen auf dem Festwertkonto berücksichtigten Gruppen von kurzlebigen Wirtschaftsgütern vermieden werden, hat sich der Reichsminister der Finanzen damit einverstanden erklärt, daß in derartigen Fällen für die Bemessung der Absetzungen für Abnutzung ohne nähere Nachprüfung eine durchschnittliche Restnutzungsdauer von 4 Jahren zugrunde gelegt wird.

Weist nur die Steuerbilanz einen Fest- (Standard-) Wert auf, die Handelsbilanz dagegen nicht, so soll in der kaufmännischen Buchführung der Festwert nicht auf das Konto kurzlebiger Wirtschaftsgüter übernommen, vielmehr lediglich für steuerliche Zwecke eine kontenmäßige Aufstellung angefertigt werden, in der die Entwicklung dieses Bilanzpostens (z. B. Verkäufe) und die Höhe der jeweils in Anspruch genommenen Absetzungen für Abnutzung darzustellen sind.

Die erleichterte Absetzung kurzlebiger Wirtschaftsgüter, die bereits in der Bilanz für 1933 oder 1932/33 vorhanden waren (Altanlagen), ist nach dem Runderlaß des Reichsministers der Finanzen vom 20. Dezember 1934 S 2158 — 45 III/S 1430 B — 121 III (RStBl. 1935, S. 1) abhängig von der Uebertragung der Altanlagen auf ein „Konto kurzlebiger Wirtschaftsgüter“. Diese Bestimmung geht davon aus, daß dieses Konto kurzlebiger Wirtschaftsgüter bereits für den Buchabschluß 1934 oder 1933/34 einzurichten war. Sind jedoch die Bilanzarbeiten schon vor Be-

kanntgabe des Erlasses vom 20. Dezember 1934 abgeschlossen gewesen, so weist die Buchführung regelmäßig ein Konto kurzlebiger Wirtschaftsgüter nicht auf. Die nachträgliche Einrichtung des Kontos für den Bilanzabschluß 1933/34 begegnet vielfach technischen Schwierigkeiten, besonders bei Aktiengesellschaften wegen der Formvorschriften für die Bilanzaufstellung. Um eine Benachteiligung derjenigen Unternehmen, die das Konto nicht mehr rechtzeitig einrichten konnten, zu vermeiden, hat sich der Reichsminister der Finanzen nunmehr damit einverstanden erklärt, daß für die Altanlagen sowie für die Zugänge des Wirtschaftsjahres 1934 oder 1933/34 ein Konto noch im Laufe des Wirtschaftsjahres 1935 oder 1934/35 eingerichtet werden kann. Einer späteren Uebertragung von Altanlagen und der oben bezeichneten Zugänge auf das Sonderkonto erklärt der Minister nicht zustimmen zu können.

Für Neuzugänge ist nach dem Erlaß vom 20. Dezember 1934 das Konto kurzlebiger Wirtschaftsgüter laufend mit allen Aufwendungen für die Anschaffung oder Herstellung kurzlebiger Wirtschaftsgüter des Anlagevermögens zu belasten. Ist die Eintragung für das laufende Wirtschaftsjahr versäumt worden, so soll sie in späteren Wirtschaftsjahren nicht mehr nachgeholt werden können. Im übrigen kann die Umbuchung auch am Ende des Geschäftsjahres erfolgen. Erfolgt die Umbuchung in einer Summe, dann muß ersichtlich sein, um welche Gegenstände es sich im einzelnen handelt, damit eine Nachprüfung ohne Schwierigkeiten möglich ist.

Wirtschaftsgüter, die in den vom Reichsminister der Finanzen unterm 20. Dezember 1934 veröffentlichten Listen kurzlebiger Wirtschaftsgüter des Anlagevermögens verzeichnet sind, gelten ohne Rücksicht auf ihre tatsächliche Nutzungsdauer als kurzlebige im Sinne des § 6, Ziffer 1, Satz 4. Deshalb ist bei Altanlagen dieser Art die bisherige Behandlung der Absetzungen für Abnutzung unerheblich. Für die Restwerte solcher Altanlagen darf die Vergünstigung des § 6, Ziffer 1, Satz 4, in Anspruch genommen werden. Da es sich dabei um ein Wahlrecht des Steuerpflichtigen handelt, kann er bei solchen Restwerten die Absetzungen für Abnutzung auch weiterhin nach der Nutzungsdauer bemessen, die sich unter den besonderen Verhältnissen seines Betriebes für die in Betracht kommenden Wirtschaftsgüter tatsächlich ergibt. Unzulässig ist es, die erforderlichen Absetzungen zu unterlassen, z. B. in Verlustjahren, um sie in späteren Jahren nachzuholen. Absetzungen für Abnutzung müssen in der im § 7 des Einkommensteuergesetzes vorgeschriebenen Höhe mindestens vorgenommen werden.

Schließlich haben sich noch Zweifel ergeben darüber, ob es zulässig ist, die kurzlebigen Altanlagen auf ihrem bisherigen Konto zu lassen und sie nach Bedarf im Jahre 1935 und später auf das Sonderkonto zu übernehmen, um sie dort auf einmal, oder höher als zu 20 %, abzuschreiben. Hierzu gilt nach Weisung des Ministers das Vorstehende in den Absätzen 7 und 8 Gesagte, im übrigen die Veranlagungs-Richtlinien zur Einkommen- und Körperschaftsteuer 1934, wo unter B II 6 folgendes ausgeführt wurde: „Bei Wirtschaftsgütern, die in den Listen kurzlebiger Wirtschaftsgüter des Anlagevermögens verzeichnet sind, aber nicht auf dem Sonderkonto ausgewiesen werden, kann man von einer Nutzungsdauer von 5 Jahren auch dann ausgehen, wenn bisher die Absetzungen für Abnutzung nach einer längeren Nutzungsdauer bemessen worden sind. Es kann daher der Absetzung für Abnutzung ein Satz von 20 % zugrunde gelegt werden.“

Der deutsche Maschinenbau im April 1935. — Die Geschäftstätigkeit erreichte im April, hauptsächlich wohl infolge der Osterfeiertage, nicht in allen Zweigen der Maschinenindustrie den hohen Stand des vorhergehenden Monats, in dem sich die Leipziger Frühjahrsmesse bemerkbar gemacht hatte. Die Zahl der Arbeitstage war im April um zwei (= 8 %) geringer als im März. Im ganzen war aber der Eingang von Anfragen und Aufträgen der Inlandskundschaft auch im Berichtsmontat recht befriedigend, mit Ausnahme derjenigen Zweige des Maschinenbaues, für deren Abnehmerkreis Errichtungsverbote für Neuanlagen oder Erweiterungen bestehender Fabrikbetriebe bestehen. Im Auslandsgeschäft wurde bei gleichbleibender Anfragetätigkeit die Auftragshöhe des Monats März nicht ganz erreicht.

Der vorhandene Auftragsbestand ermöglichte auch im April in fast allen Zweigen der Maschinenindustrie wieder Neueinstellungen von Arbeitskräften, die bei einer Reihe von Maschinengruppen bis zu 5 % der bisherigen Gefolgschaftsstärke ausmachten. Der Beschäftigungsgrad stieg im Laufe des Monats im Durchschnitt der Maschinenindustrie auf rd. 71 % der Normalbeschäftigung.

Vereins-Nachrichten.

Aus dem Leben des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

Mitgliederkartei.

Mit Rundschreiben vom 4. April 1935 haben wir unseren Mitgliedern im Inlande einen Fragebogen zugesandt, durch den die Unterlagen für eine Kartei sämtlicher Mitglieder der technisch-wissenschaftlichen Vereine gesammelt werden sollten. Der größte Teil unserer Mitglieder hat uns den Fragebogen ausgefüllt zurückgesandt. Wir bitten die Mitglieder, die das noch nicht getan haben, um baldige Einsendung, weil die Angaben für die Arbeiten innerhalb der Reichsgemeinschaft der technisch-wissenschaftlichen Arbeit dringend benötigt werden.

Aenderungen in der Mitgliederliste.

- Azmacher, Hugo*, Ingenieur, Kreckenbeck (Kaldenkirchen Land), Haus Bey.
Bennek, Hubert, Dr.-Ing., Fa. Fried. Krupp A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen (Niederrh.) 1.
Blinde, Wilhelm, Prokurist der Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf; Düsseldorf 10, Mörsenbroicher Weg 11.
Böhne, Clemens, Ingenieur, Fliegergruppe Greifswald, Greifswald, Hunnenstr. 31.
Busson, Werner, Dr. mont., Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Grillo Funke, Gelsenkirchen, Auf dem Bettau 36.
Dick, Walther, Dr.-Ing., Oberhausen (Rhld.), Am Grafenbusch 10.
Dröge, Wilhelm, Dipl.-Ing., Eisen- u. Hüttenwerke, A.-G., Bochum, Roseggerstr. 1.
Dusch, Alfons, Dipl.-Ing., Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Werk Phoenix, Düsseldorf; Düsseldorf-Gerresheim, Pfeifferstr. 76.
Feldmann, Erich, Ingenieur, Bochum-Langendreer, Kaiserstr. 60.
Gollmer, Walter, Dr. phil., Kokereidirektor, Saargruben-Verwaltung, Saarbrücken 3, Blücherstr. 14.
Kösters, Franz, Dipl.-Ing., Fa. Demag A.-G., Duisburg, Landfermannstr. 9.

- Lechner, Franz*, Ingenieur, Verein. Oberschl. Hüttenwerke, A.-G., Gleiwitz (O.-S.), Katzlerstr. 20.
Mäurer, Otto, Dipl.-Ing., Berlin-Tempelhof, Kaiserkorso 5.
Meyer zu Düttingdorf, Heinz, Betriebsingenieur, Hüttenwerke Siegerland, A.-G., Eichener Walzwerk, Kreuztal (Kr. Siegen), Stephanstr. 16.
Kalinowsky, Walter, Dipl.-Ing., Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., Oberhausen (Rheinl.), Elsa-Brandström-Str. 31.
Müller, Georg, Dipl.-Ing., Fa. Fried. Krupp A.-G., Essen, Dreilindenstr. 81.
Schwindt, Kurt, Dipl.-Ing., Bergbau- u. Hütten-A.-G., Friedrichshütte, Abt. Carl Stein, Wehbach (Sieg).
Schylla, Ulrich, Dr.-Ing., Walzw.-Betriebsleiter der Mannesmannröhren-Werke, Abt. Rath, Düsseldorf-Rath, Bochumer Str. 19.
Tofaute, Walter, Dr. phil., Fa. Fried. Krupp A.-G., Versuchsanstalt, Essen, Semperstr. 40.
Wirz, Werner, Dipl.-Ing., Reichsautobahnen, Oberste Bauleitung Berlin; Rüdersdorf (Kr. Niederbarnim), Kaiserstr. 5.

Neue Mitglieder.

- Müller, Georg*, Dr.-Ing., Wissenschaftl. Mitarb. im Forschungsinst. der Mannesmannröhren-Werke, Huckingen; Hüttenheim (Bez. Düsseldorf), Ehinger Str. 621.
Räbel, Georg, Ing., Betriebschef der August-Thyssen-Hütte, A.-G., Werk Thyssenhütte, Abt. Maschinenbetrieb I, Hamborn (Rhein), Kronstr. 18 a.
Schombardt, Walter, Dipl.-Ing., Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund, Chemnitzer Str. 13.
Süßdorf, Alfred, Dipl.-Ing., Abt.-Vorsteher im Techn. Büro der Fa. Fried. Krupp A.-G., Essen, Richard-Wagner-Str. 47.

Gestorben.

- Heissig, Franz*, Dr.-Ing. E. h., Generaldirektor, Wien. 14. 5. 1935.
Matthes, Christian, Dr., Düsseldorf. 17. 5. 1935.
Schneider, Carl, Direktor, Berlin. 3. 5. 1935.
Wernicke, Friedrich, Ingenieur, Görlitz. 14. 4. 1935.

Der Führer beim Besuch des „Bochumer Vereins“ am 14. April 1935



Der Führer Dr. Borbet



Dr. Vögler Dr. Chyfflen Der Führer Dr. Borbet



Dr. Vögler Der Führer Dr. Borbet



Dr. Borbet Dr. Vögler Der Führer