STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

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

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

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

HEFT 11 | 18. März 1943 | 63. JAHRGANG

Walzenlager aus Kunstharzpreßholz.

Von Simon Hellmanns in Dortmund-Berghofen und Ewald Rohde in Düsseldorf.

(Die verfügbaren Walzenlager-Werkstoffe. Herstellung und Anwendung eines Sonderpreßholzes für Gleitlager. Versuche mit diesem Preßholz an Profilstahl-, Pilger-, Blech- und Blockstraßen. Gestaltungs- und Einbaurichtlinien.)

Die große Aufmerksamkeit, die der Verbesserung der Walzenlager gewidmet wird, erkennt man aus den zahlreichen Arbeiten, die in den verflossenen Jahren auf diesem Gebiet veröffentlicht worden sind[1]). Das Ziel — nämlich ein möglichst wirtschaftliches, betriebssicheres und aus heimischen Rohstoffen gefertigtes Walzenlager — wird im wesentlichen auf zwei Wegen erstrebt: erstens über das Wälzlager, zweitens über das nichtmetallische Gleitlager.

Ob sich bei der grundsätzlichen Ueberlegenheit der rollenden Reibung über die gleitende das Gleitlager nach seiner Durchbildung zum hochwertigen Maschinenlager bei diesem Wettstreit auch beim Bau neuer Walzwerke behaupten wird, bleibe dahingestellt.

Die im folgenden niedergelegten Erfahrungen mit Walzenlagern aus Kunstharzpreßholz, einem neuen Gleitwerkstoff für Gleitlager bis zu den größten Durchmessern, beanspruchen deshalb nicht nur die Aufmerksamkeit bei allen Umstellungen vorhandener Walzwerke, sondern auch beim Bau neuer Walzwerke, ferner für Pressenführungen und andere zylindrische Gleitflächen zwischen 100 und 2000 mm Dmr.

Die bisher verfügbaren Gleitwerkstoffe für Walzenlager waren

a) Lagermetalle: Kupferlegierungen (mit Zinn, Zink, Blei, Nickel legiert), Blei- und Zinnlegierungen (mit Antimon, Kupfer, Nickel u. a. Zusätzen).

b) Natürliche Harthölzer: Pockholz, Bongossi oder Eisenholz, Akazie, Eiche und anderes mehr.

c) Kunstharzpreßstoffe: Hartgewebe und Schnitzelwerkstoffe nach DIN 7703.

Zu diesen Gleitwerkstoffen tritt auf Grund der im folgenden beschriebenen Versuche

d) das Kunstharzpreßholz hinzu.

Dieser Werkstoff gehört zur Gruppe der vergüteten einheimischen Hölzer. Aus der gleichen Werkstoffgruppe lernte der Walzwerker schon einmal vor längeren Jahren einen für Walzenlager gedachten, aus massiven Buchenholzklötzen durch Tränkung und Pressen gefertigten Gleitwerkstoff kennen, der jedoch die Nachteile der natürlichen Harthölzer aufwies, nämlich die Quellempfindlichkeit und die Neigung zum Reißen infolge Feuchtigkeitsänderungen oder schlagartiger Beanspruchung im Walzgerüst. Es handelte sich damals um massive Buchenholzklötze, die durch Tränkung und Verdichtung vergütet waren. Auf diesem Wege erzielte man — solange erstklassige Rohstoffe verfügbar waren — brauchbare Lagerwerkstoffe für leichte und mittlere Walzenlager. Man hätte diesem Werkstoff, wie das bei den natürlichen Harthölzern durch die Rahmenlager gelungen ist, durch bessere Lagergestaltung zu einem größeren Anwendungsgebiet verhelfen können. Dies wird hier eindeutig herausgestellt, weil jeder neue Werkstoff eine ihm gerechte Gestaltung benötigt.

Das Sonder-Kunstharzpreßholz, welches für die Anwendung als Walzenlagerwerkstoff entwickelt worden ist, ist als eines der jüngsten Glieder in der Reihe der Kunststoffe anzusehen. Bei der Herstellung dieses Werkstoffes geht man unmittelbar von der Rotbuchen-Holzfolie und vom Kunstharz aus, d. h. durch zweckentsprechende Schichtung und Verpressung dieser zwei Grundstoffe entsteht ohne Zwischenschaltung weiterer Arbeitsgänge ein Gleitwerkstoff, welcher den bisherigen Kunstharzpreßstoffen, ja selbst dem Baumwollhartgewebe bei konstruktiv sachkundiger Anwendung gleichwertig oder sogar überlegen ist.

Durch die Verarbeitung billigerer einheimischer Rohstoffe und infolge des geringeren Arbeitsaufwandes ergibt sich ein um rund 50% niedrigerer Preis der Preßholzplatten gegenüber Hartgewebe.

Die Textilfüllstoffe der bisher hauptsächlich angewandten Lagerpreßstoffe müssen anderen Wirtschafts-

[1]) Turk, C.: Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1437/43 (Walzw.-Aussch. 52). Hülsewig, A.: Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1483/85 (Walzw.-Aussch. 53). Cords, E.: Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1486/89 (Walzw.-Aussch. 54). Weinlig, H.: Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1573/79 (Walzw.-Aussch. 71). Kretzler, A.: Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 769/71. Weinlig, H.: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 801/08 (Schmiermittelaussch. 12, Masch.-Aussch. 53). Ostermann, W.: Z. VDI 79 (1935) S. 1131/36. Achilles, O.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1301/04 (Walzw.-Aussch. 130). Cramer, H.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 437/41 (Walzw.-Aussch. 135). Schiffers, A.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 500/09 (Walzw.-Aussch 136). Fläschel, C.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 673/80 (Walzw.-Aussch. 139). Rosenbaum, K.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1281/92 (Masch.-Aussch. 76). Arens, J.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 213/24. Rohde, E.: Z. VDI 83 (1939) S. 1209/16. Lemm, H. P.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 516/20. Eckenberg, H.: Ber. Masch.-Aussch. VDEh Nr. 96 (1942). Arens, J.: Ber. Masch.-Aussch. VDEh Nr. 94 (1942). Becker, E.: Die Walzenlager. Halle 1933. Richtlinien für Walzenzapfenlager aus Hartgewebe, VDI 2004 (Ausgabe Mai 1942).

zweigen entzogen werden[2]). Bei dem hier in Frage kommenden Sonderpreßholz bestehen die Füllstoffe jedoch nur aus einheimischem Rotbuchenholz. Auf diese Weise wird die Holzzellulose ohne den Umweg über die Zellwolle zu einem vorzüglichen Lagerwerkstoff verarbeitet. Darüber hinaus hat sich auch noch gezeigt, daß bei der Herstellung gegenüber dem bisher gebräuchlichen Lagerpreßstoff fast die Hälfte des Kunstharzes eingespart werden kann.

Rohstoff- und arbeitseinsatzmäßig betrachtet ist also die Verwendung des neuen Walzenlagerwerkstoffes an Stelle von Hartgewebe und Schnitzelpreßstoff zu befürworten.

Die ersten Versuche mit Kunstharzpreßholz in Walzenlagern wurden bei einem Hüttenwerk durchgeführt, das in der Anwendung natürlichen Hartholzes über besondere Erfahrungen verfügte. Dort hatte man die bekannten Röchlingschen Rahmenlager dadurch weiterentwickelt, daß man zunächst durch Einbau des Holzfutters mit aufrechtstehender Faser versuchte, ihre Anwendung auch für höher belastete Straßen zu ermöglichen *(Bild 1)*.

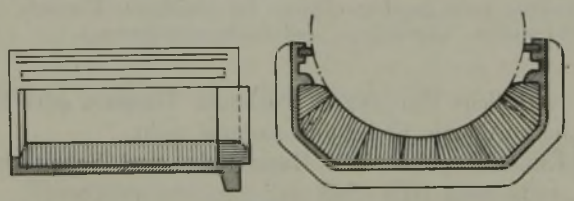


Bild 1.
Rahmenlager für 900er Platinengerüst mit Eisenholzfütterung.

Bei Verwendung von Pockholz brachte das Aufrichten der Holzklötze bei hochbelasteten Walzenlagern keinen durchschlagenden Erfolg. Auch Verschleißversuche auf einer Spindelprüfmaschine haben die Ueberlegenheit der Verschleißeigenschaften des „vor Hirn" beanspruchten Pockholzes[3]) gegenüber einem Einbau mit anderer Faserrichtung nur für Oelschmierung, nicht aber bei Wasserschmierung nachweisen können. Die Holzfasern liegen nämlich beim Pockholz meistens zueinander verschränkt, so daß ein erhöhter Lagerdruck ihr Ausknicken verursachen kann. Auch die Versuche, Pockholzstopfen in Bronzerahmen vor Hirn einzuspannen *(Bild 2)*, führten bei höher belasteten Walzenlagern zu keinem Ergebnis, weil die Holzstopfen veraschten, sobald die Metallrahmen mit zum Tragen kamen und dabei eine hohe Reibungswärme auftrat.

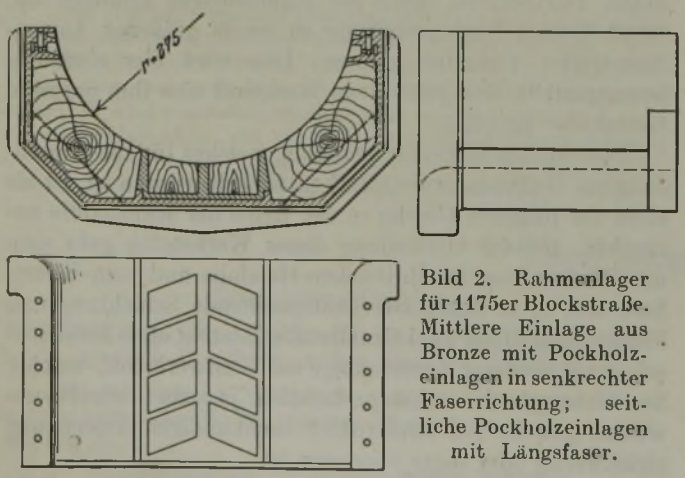


Bild 2. Rahmenlager für 1175er Blockstraße. Mittlere Einlage aus Bronze mit Pockholzeinlagen in senkrechter Faserrichtung; seitliche Pockholzeinlagen mit Längsfaser.

Anderseits neigten die Lager, bei welchen Hirnholzstopfen in Eisenholzblocklager eingepaßt waren, zum vorzeitigen Zerspalten durch Quellen und Reißen *(Bild 3)*.

Bessere Erfolge wurden erst mit Einlagen aus Bongossi-Eisenholz erzielt, bei welchen die Faserung für die Beanspruchung „vor Hirn" schon wesentlich günstiger ist. Hier handelt es sich nämlich um Stämme mit großen Querschnitten, aus welchen Bohlen mit praktisch paralleler Faserung herausgeschnitten werden können. Es wurde auch versucht, aus Eisenholz Lagerfütterungen mit zylindrischer Rückenfläche zu fertigen, wobei trapezförmige Stäbe, Faserrichtung senkrecht zur Gleitfläche, als Ausgangsstoff dienten. Hiermit erreichte man etwa ein Drittel der Laufzeit hochwertiger Preßstoffausfütterungen. Die aufzuwendende spangebende Bearbeitung ist aber so umfangreich, daß eine breitere Anwendung nicht möglich sein dürfte. Gleiches gilt für den Einsatz anderer natürlicher Harthölzer, sofern nicht Sonderfirmen die Fertigung der Lager übernehmen. Es bleibt dann immer noch die hohe Quell- und Reißempfindlichkeit derartiger Lagerausfütterungen.

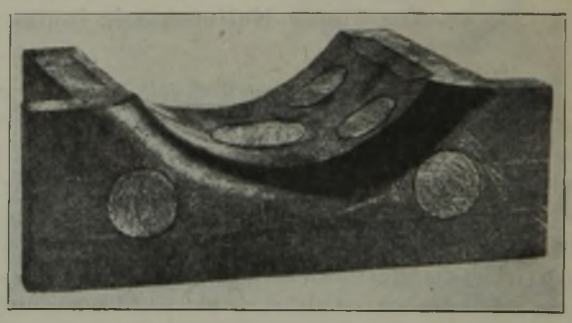


Bild 3. Eisenholzblocklager mit Hirnholzstopfen.

Bei Hartgewebe bringt das Aufrichten der Schichten erfahrungsgemäß keine Vorteile[4]), eher eine Verminderung der Tragfähigkeit, weil die Fasern im Textilgewebe verschlungen sind und nicht wie bei Eisenholz und noch besser bei Preßholz genau parallel zueinander liegen, so daß sie Druckkräfte aufnehmen können.

Bei einer 750er Platinenstraße (2100 mm Ballenlänge) erreichte man mit „vor Hirn" beanspruchten Eisenholzlagern an der am stärksten beanspruchten Stelle eine durchaus befriedigende Lebensdauer von etwa 4 bis 5 Wochen.

Die Umstellung von Hartholz auf Kunstharzpreßstoff[5]) kam mit Rücksicht auf den niedrigen Preis des Eisenholzes (0,15 *RM*/kg) nur in Frage, wenn entweder die Lebensdauer der Preßstofflager erheblich höher war, oder wenn die Zulieferung von Eisenholz fortfiele. Aus diesem Grunde wurden Versuche mit langlappigem Baumwollschnitzelpreßstoff gemacht, mit dem durchschnittlich eine Lebensdauer von drei Monaten erreicht wurde. An dieser Versuchsstelle, dem Oberlager der Mittelwalze des Vorwalzgerüstes neben dem Anstichkaliber, begannen auch die Versuche mit Preßholz. Das erste Versuchslager wurde am 18. August 1940 eingebaut. Die Auskleidung bestand aus einem hochverdichteten Preßholz, bei dem die Folien abwechselnd um 90° gegeneinandergeschränkt waren. Da die Festigkeitswerte des betreffenden Preßholzes senkrecht zur Schichtung wesentlich günstiger sind als parallel zur Schichtung, wurde das erste Versuchslager mit Schichtung senkrecht zum Lagerdruck eingebaut, also in der jetzt bei Hartgewebe üblichen Schichtrichtung. Die Zerstörung dieses Versuchslagers trat durch allmähliches Abblättern der einzelnen Furnierschichten ein. Schon das zweite Versuchslager wurde entgegen den Ueberlegungen bezüglich der Festigkeitswerte und im Widerspruch zu der bisherigen Anwendung von Preßholz auf Grund

[2]) Eckenberg, H.: Ber. Masch.-Aussch. VDEh Nr. 96 (1942).
[3]) Weinlig, H.: Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1575.
[4]) Arens, J.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 213/24.
[5]) Cramer, H.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 437/41 (Walzw.-Aussch. 135).

der Erfahrungen mit Eisenholzlagern, mit Schichtrichtung parallel zum Lagerdruck, eingebaut, so daß es vor Hirn beansprucht wurde. Dieses Lager wurde nach zehn Monaten Laufzeit bei 5 mm Verschleiß ausgebaut, da der Lagerstützkörper durch Bruch zerstört war. An der gleichen Stelle läuft zur Zeit ein drittes Versuchslager mit einer Auskleidung aus den weiter unten beschriebenen Formstäben seit dreizehn Monaten. An diesem Lager ist zwischenzeitlich der Kragen zweimal erneuert worden.

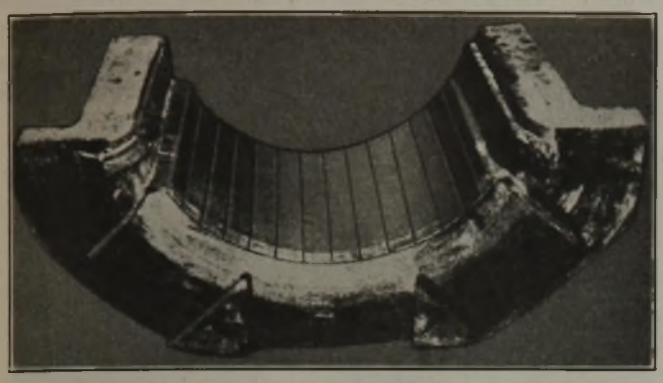


Bild 4. Preßholzlager für 750er Platinenstraße.

Wie *Bild 4* zeigt, ist die Kragenform dieses Preßholzlagers für eine Profilstahlstraße mit hohem Axialschub der Walzen nicht besonders geeignet. Bei der bisher auf dieser Straße üblichen Platinenwalzung jedoch genügen diese einfachen Kragen vollauf.

Es wurden anschließend Lager aus Versuchspreßhölzern gemacht, die nach verschiedenen Gesichtspunkten aufgebaut waren. Hierbei wurden folgende Einflüsse auf die Eignung des Preßholzes als Gleitwerkstoff untersucht:

1. Foliendicke,
2. Schränkung der Folien zueinander,
3. Harzgehalt,
4. Harzzusammensetzung,
5. Preßdruck und die sonstigen Fertigungsbedingungen.

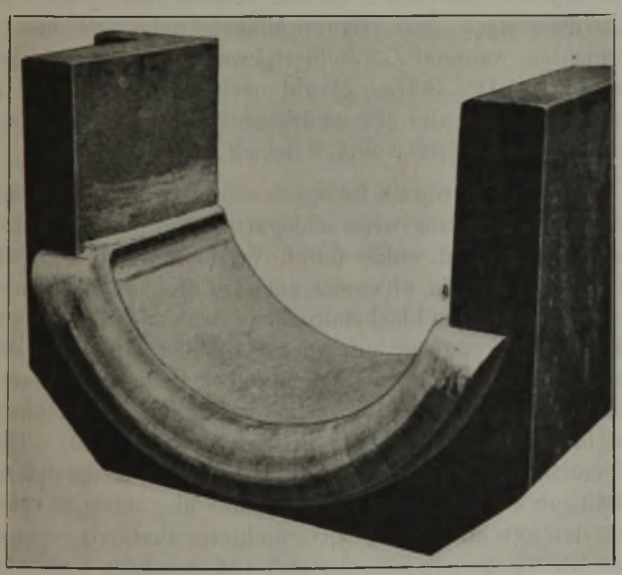


Bild 5.
Preßholzlager für die Unterwalze einer 1100er Blockstraße.

Die weiteren Versuchslager wurden u. a. eingebaut bei einer 1100er Blockstraße (2750 mm Ballenlänge). An dieser Straße sind vier Versuchslager Anfang Februar 1942 eingebaut worden. Zwei Lager sind bis 19. Dezember 1942 in Betrieb gewesen, haben also — unter Abrechnung der Stillstandszeit dieser Straße — 41 Wochen Laufzeit erreicht. Je ein Lager der Ober- oder Unterwalze auf der Antriebseite, die durch das Anstichkaliber hoch beansprucht wird, wurde nach 23 und 29 Wochen Betriebszeit ausgebaut. An dieser Straße wurden vergleichsweise bisher langlappige Baumwoll- oder Mischgewebeschnitzel-Ausfütterungen verwendet, die im Durchschnitt über sämtliche Lager der Straße gerechnet 30 Wochen hielten *(Bild 5)*.

Aehnliche günstige Ergebnisse wurden an einer 1025er Dampfblockstraße, einer 900er Zweiwalzen-Profil- und Platinenstraße und einer 800er Zweiwalzen-Fertigstraße erzielt. An der 900er Straße erreichten langlappige Baumwollschnitzel-Segmente durchschnittlich eine Lebensdauer von 22 Wochen. Die Preßholzversuchslager erreichten 68 und 21, 96, 31, 45, 63 Wochen.

Vier weitere Versuchslager wurden an einer 850er Blockstraße unter verhältnismäßig ungünstigen Bedingungen erprobt *(vgl. Bilder 6 und 7)*.

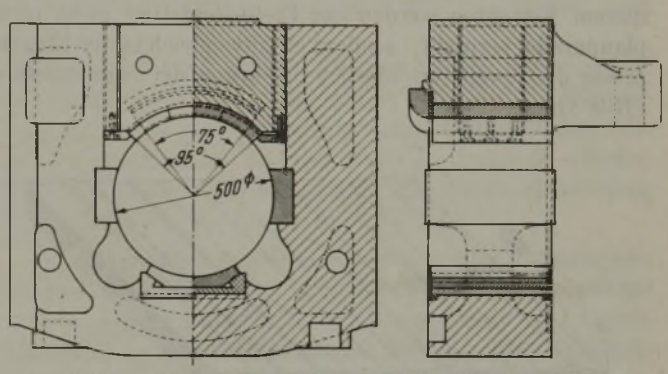


Bild 6. Preßstofflager für eine 850er Blockstraße.

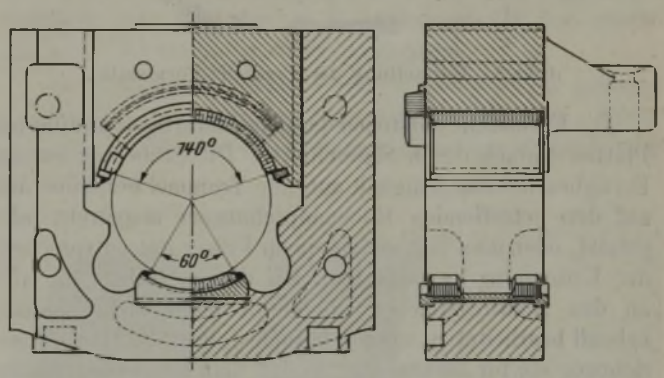


Bild 7.
Preßholzlager für eine 850er Blockstraße. (Neue Ausführung.)

Die ersten Versuchslager aus Preßholz *(Bild 6)* gingen vorzeitig zu Bruch, weil die Haltelaschen abrissen. Es blieb ungeklärt, ob dieses auf Quellkräfte des Holzes oder auf die Reibungskraft des sich drehenden Walzenzapfens zurückzuführen ist. Bei zwei weiteren Versuchslagern wurden die Halteleisten verstärkt. Diese Lager erreichten durchschnittlich 51 Tage = 102 Schichten Laufzeit, wogegen die bisherigen Lager mit Zellwollhartgewebe-Ausfütterung durchschnittlich eine Laufzeit von 44 Tagen = 88 Schichten erreichten. Das gleiche Lager hat früher bei Baumwollpreßstoff eine Lebensdauer von 110 Tagen erreicht. Unter konstruktiv gleichen Bedingungen ist also in diesem Falle Baumwollhartgewebe anscheinend dem Preßholz überlegen. Es ist aber zu berücksichtigen, daß beim Preßholz lediglich zwei Versuchslager erprobt worden sind, und daß die Ergebnisse mit Baumwollhartgewebe zu einer Zeit ermittelt worden sind, als andere Schmierstoffe zur Verfügung standen.

Auf die Bedeutung dieses Versuchsergebnisses für die Lagerbauart wird an späterer Stelle zurückzukommen sein.

Die bisher wiedergegebenen Versuchsergebnisse ließen die Erwartung zu, daß mit dem Sonderpreßholz auch hoch-

beanspruchte Walzenlagerungen ausgefüttert werden können. Zunächst wurden Versuche an einer 850er Pilgerstraße eingeleitet. An dieser Stelle wurde unbeabsichtigt noch einmal ein Versuch mit Schichtrichtung senkrecht zum Walzdruck durchgeführt, weil die Segmente entgegen ausdrücklicher Anweisung von der Werkstatt mit Schichtrichtung parallel zur Gleitfläche gefertigt worden waren. Preßholzplatten werden nämlich nur in beschränkter Dicke hergestellt, und es liegt genau wie bei Hartgewebe zur Einsparung von spanabhebender Bearbeitung nahe, aus den dünnen Platten wenige breite Segmente an Stelle vieler schmaler Stäbe zu fertigen.

Um derartige Fehlgriffe und viel spangebende Arbeit zu sparen, hat man inzwischen ein neues Formpreßverfahren entwickelt, durch das der Einbau dieses Sonderpreßholzes in falscher Richtung mit Sicherheit verhindert wird. Nach diesem Verfahren werden die Preßholzplatten nicht mehr planparallel verpreßt, sondern erhalten gleich in der Etagenpresse die jeweils erforderliche Gehrung der Segmentstäbe *(Bild 8)*.

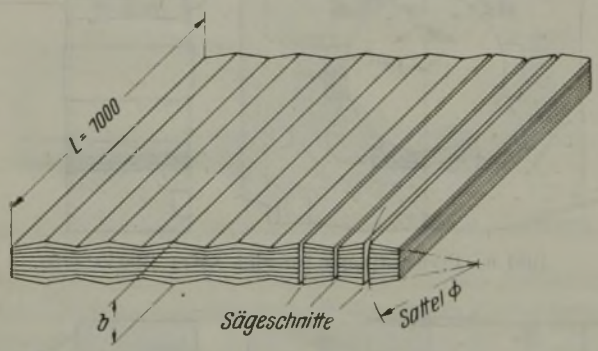


Bild 8. Herstellung der Preßholz-Formstäbe.

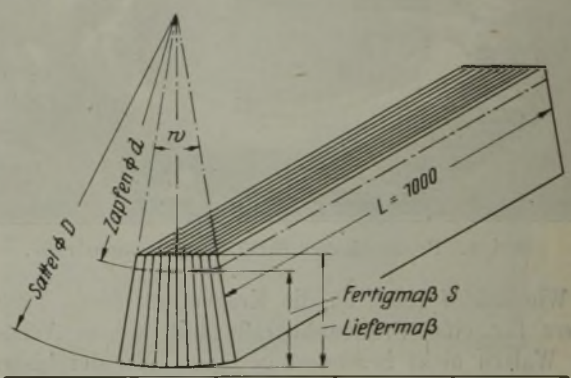
Die Formstäbe entstehen dann aus derartigen profilierten Platten einfach durch Sägeschnitte. Die Stäbe werden zur Fertigbearbeitung lediglich auf eine Trommel gespannt und auf den betreffenden Rückendurchmesser abgedreht oder gefräst, oder man läßt sie an einem Fräser mit entsprechender Krümmung vorbeilaufen. Bei diesen Stäben, die also an den Gehrungsflächen überhaupt nicht mehr spanabhebend bearbeitet zu werden brauchen, liegt die Hauptfaserrichtung ein für allemal fest, so daß man sie gewissermaßen als „narrensicher" bezüglich ihres richtigen Einbaues bezeichnen kann.

Um die Vorteile dieses Herstellverfahrens noch zu kennzeichnen, sei erwähnt, daß zwischen den profilierten Platten auf einfache Weise Stäbe für die verschiedensten Lagerdurchmesser dadurch hergestellt werden können, daß die Dicke b der Preßholzplatte, also die Breite der Stäbe, bei gleichbleibendem Gehrungswinkel geändert wird. Bei gleichbleibendem Gehrungs-(Zentri-)Winkel w ändert sich der zugehörige Lagerdurchmesser d proportional zur Stabbreite b.

Mit diesem Verfahren ist es also unter Verwendung einer geringen Anzahl von Preßwerkzeugen möglich, die Lagerstäbe für alle in Frage kommenden Lagerabmessungen zu verpressen *(Bild 9)*.

Zunächst kann der Eindruck entstehen, daß die vielen schmalen Stäbe einer Ausfütterung ein Nachteil gegenüber Hartgewebe sind. Dieses zur Verminderung der Herstellkosten, besonders der spangebenden Bearbeitung, erdachte System ist aber für schwierige Lagerungen, wo mit einer Verformung der Einbaustücke zu rechnen ist, eher von Vorteil, da hierdurch die Risse vermieden werden, durch die beispielsweise auch spröde Preßstoffschalen zertrümmert werden.

An der vorerwähnten 850er Pilgerstraße wurden nach dem Fehlschlag mit den Versuchslagern mit falscher Schichtung Lager aus Formstäben mit Hauptfaserrichtung parallel zum Lagerdruck eingebaut. Bei diesen Versuchslagern wurde nach 800 Betriebsstunden ein Verschleiß von 4 bis 6 mm festgestellt. Infolge Walzenbruchs wurden sie nach 1468 Betriebsstunden zerstört und mußten ausgebaut werden. Sie hätten, nach dem Verschleiß zu urteilen, eine Lebensdauer von etwa 2000 Betriebsstunden erreichen können. Vergleichsweise sei erwähnt, daß in den gleichen Lagern Ausfütterungen aus langlappigem Schnitzelwerkstoff durchschnittlich 870 Betriebsstunden und Ausfütterungen aus Baumwoll- oder Mischhartgewebe durchschnittlich 1270 Betriebsstunden erreicht haben.



Zentriwinkel w°	20	10	5
Satteldmr. D mm	100 bis 500	400 bis 1000	1000 bis 2000
Stabdicke S mm (Fertigmaß)	5 bis 30	10 bis 50	20 bis 50

Bild 9. Formstäbe aus Preßholz.

Diese Versuchsergebnisse werden bestätigt durch weitere Versuche auf einer großen Pilgerstraße in einem anderen Röhrenwalzwerk. Die Laufzeiten der einzelnen Preßholzversuchslager betragen hier 24, 36, 2×48, 50, 66, 68, 74, 80, 120 und 220 Schichten. In den gleichen Lagern erreichten Ausfütterungen mit Baumwollhartgewebe 80 bis 100 Schichten, während Zellwollhartgewebe 20 bis 30 Schichten erreichten. Der Betrieb glaubt nach Einarbeitung auf die Besonderheiten der Preßholzausfütterungen eine durchschnittliche Laufzeit von 120 Schichten zu erreichen.

Während hierdurch bewiesen war, daß der neue Lagerwerkstoff für vorzugsweise schlagartig beanspruchte Walzenlager geeignet ist, sollte durch Versuche auf Blechstraßen untersucht werden, ob er sich auch für diese unter besonders hohen spezifischen Flächendrücken arbeitenden Lager eignet. Die ersten Versuche auf einer 800/560er Grobblech-Dreiwalzenstraße begannen im September 1940 unter Verwendung des damals zur Verfügung stehenden Preßholzes höchster Verdichtungsstufe (spez. Gewicht 1,40). Diese Versuche waren ein völliger Fehlschlag. Es bleibe dahingestellt, ob die Erklärung für den Fehlschlag darin zu suchen ist, daß gewöhnliches, hochverdichtetes Preßholz senkrecht zur Gleitfläche nur 50% der aufrecht stehenden Fasern hat. Die Versuche wurden trotzdem fortgeführt mit Profilstäben, die in einem Versuchswerkzeug gepreßt worden waren. Hierbei erreichte man eine Lebensdauer von acht Wochen, gegenüber der durchschnittlichen Lebensdauer von vier Wochen bei Ausfütterungen aus langlappigen Baumwollschnitzeln. Dieses Ergebnis konnte an dem Gerüst nur in den Wintermonaten erzielt werden, da im Sommer infolge des zu warmen Kühlwassers immer wieder Versager auftraten. Eine wesentliche Verbesserung ist durch die

Umstellung von Werksumlaufwasser auf Trinkwasser eingetreten. Ferner muß für derartige besonders hochbeanspruchte Lager ein geeignetes druckfestes Walzenlagerfett zur Verfügung stehen.

Aehnliche Schwierigkeiten traten an einer 760/620er Mittelblech-Dreiwalzenstraße auf. An dem Vorgerüst dieser Straße liefen bisher vier Versuchslager aus Preßholz *(Bild 10)*, von denen das letzte eine Laufzeit von 38 Wochen erreicht hat. Lagerausfütterungen aus langlappigem Baumwollschnitzelpreßstoff hielten hier im Durchschnitt 16 Wochen. Bei neueren Preßstofflieferungen wurden allerdings mehrfach völlig unzureichende Laufzeiten beobachtet, was teilweise auf mangelhafte Preßstoffgüte, zum Teil aber auch auf

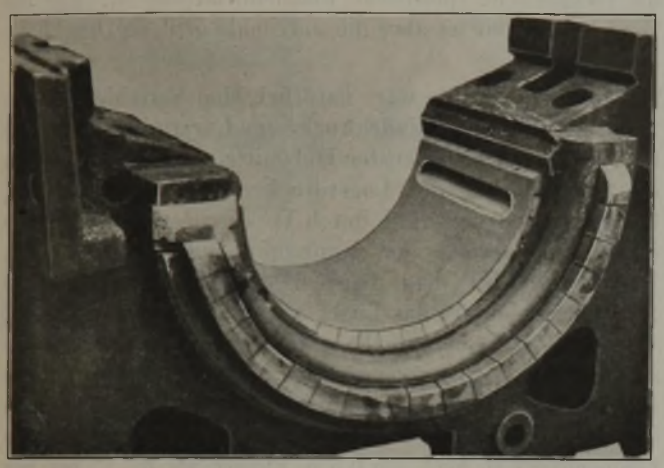


Bild 10. Preßholzlager für 760er Mittelblechtrio (Drucklager auf der Oberwalze).

Mängel in der Schmierung und Kühlung zurückgeführt werden kann. Nach Beseitigung dieser Mängel laufen zur Zeit vier mit Festholzstäben ausgekleidete Drucklager an der Unter- bzw. Oberwalze seit 40 Wochen ohne nennenswerten Verschleiß.

An einem 750er Mittelblech-Dreiwalzenvorgerüst wurden im Januar 1942 neue Einbaustücke mit Zellwollhartgewebe-Ausfütterungen eingebaut, die durchaus neuzeitlich gestaltet waren.

Die Versuche mußten nach wenigen Tagen abgebrochen werden, weil die Ausfütterung zerstört war. In diese Einbaustücke wurden Ausfütterungen aus Preßholz eingespannt und am 1. April 1942 ins Gerüst eingebaut. Am 8. Juni 1942 wurden sie untersucht: Der Verschleiß des einen Lagers betrug 16 mm, der des zweiten Lagers 9 mm.

Ferner wurden Versuchslager aus Preßholzstäben an einer Grobblech-Dreiwalzenstraße mit 860/630 mm Dmr. und 2500 mm Ballenlänge eingebaut. Die Lager wurden mit 25 mm Schalendicke eingebaut und nach 20 mm Verschleiß und einer Leistung von 15 381 t ausgebaut. An dieser Stelle haben bisher zwei Hartgewebelager gearbeitet und 9700 t und 10 121 t geleistet.

Weitere Versuche wurden an einer 900er Dreiwalzen-Blechstraße (3100 mm Ballenlänge) durchgeführt. Hier hatte man bisher an der Unterwalze mit dreiteiligen Lagern (schmale Drucklager mit je zwei Seitenlagern) recht und schlecht unter Verwendung von Baumwollhartgewebe gearbeitet, da eine endgültige Umgestaltung des Gerüstes bisher nicht durchführbar war. Bei der Umstellung auf Zellwollhartgewebe traten erwartungsgemäß große Schwierigkeiten auf, so daß die Versuche vom Betrieb an dieser schwierigen Stelle gewünscht und durchgeführt wurden. Es wurden zwei Drucklager und vier Seitenlager mit Preßholz ausgekleidet. Abgesehen von der nach heutigen Begriffen für Preßstoff fehlerhaften Lagerbauart wurde verabsäumt, vor Inbetriebnahme der Lager die Schmierfasen in die Preßholzausfütterungen einzuarbeiten. Die Versuchslager sind nach durchschnittlich 54 Betriebsstunden zerstört ausgebaut worden. An dem stark verbogenen Stützkörper eines der beiden Seitenlager konnte nachgewiesen werden, daß der Lagereinbau unsachgemäß erfolgt war. Dieser Fehlschlag darf verglichen werden mit dem ebenfalls verhältnismäßig ungünstigen Ergebnis bei dem weiter oben erwähnten Versuch an der 850er Blockstraße. Auch hier wurden Lager mit zu geringem Umschlingungswinkel verwendet. Durch Verbreiterung des Drucklagers und durch Fortfall der Seitenlager werden die Lagerungsbedingungen wesentlich verbessert *(Bild 7)*.

Zwischenzeitlich wurden noch die Arbeits- und Stützwalzen eines 5-m-Grobblech-Vierwalzengerüstes auf Preßholz umgeändert. Längere Betriebserfahrungen liegen noch nicht vor.

Diese Versuche dürften erwiesen haben, daß auch bei Walzenlagerungen mit sehr hohen spezifischen Flächendrücken Preßholzausfütterungen, unter Voraussetzung richtiger Lagergestaltung und der auch bei Preßstoff erforderlichen Sorgfalt bei der Lagerpflege, mindestens gleichwertig den Ausfütterungen aus Hartgewebe sind.

Abschließend sei erwähnt, daß zwei weitere Versuchslager in die Außenwalzen eines Roeckner-Walzwerkes eingebaut wurden. Bei der Besichtigung der Versuchslager nach Durchführung der ersten Walzversuche ließ sich kein meßbarer Verschleiß feststellen *(Bild 11)*. Demzufolge wurden inzwischen für sämtliche Außenwalzen dieses Walzwerks Preßholzlager und zwei weitere Versuchslager für das zweite Roeckner-Walzwerk in Arbeit genommen.

Die Schilderung dieser Versuche, die sich auf mehrere voneinander unabhängige Hüttenwerke verteilen, dürfte genügen, um die gute Brauchbarkeit derartiger Preßholzlager zu beweisen.

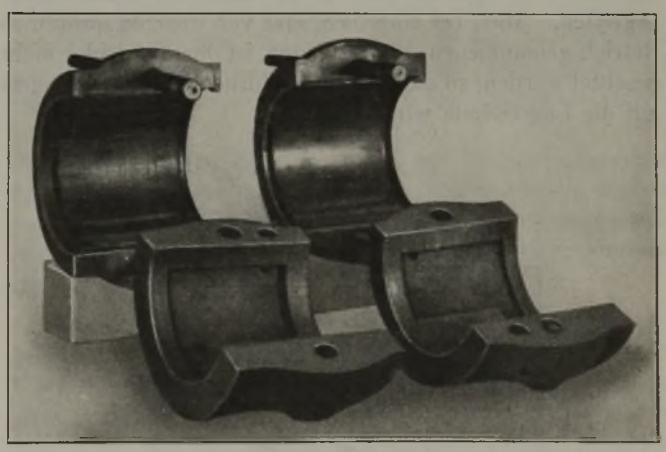


Bild 11. Preßholzlager der Außenwalzen eines Roeckner-Walzwerkes mit Kühlschalen.

Bei diesen Versuchen wurde noch beobachtet, daß die Federung bei Preßholzlagern geringer ist als bei Preßstofflagern. Dieses erklärt sich aus dem doppelt so großen Elastizitätsmodul des zur Verwendung kommenden Preßholzes gegenüber Preßstoff.

Der Zapfenverschleiß ist bei Preßholz ebenso gering wie bei Hartgewebe und Schnitzelpreßstoff. Es ist eine bekannte Tatsache, daß bei Kunststoffen der Zapfenverschleiß gegenüber früheren Metallagern keine Rolle mehr spielt. Unterschiede in dem Energieverbrauch gegenüber Hartgewebe oder Schnitzelpreßstoff konnten nicht festgestellt werden.

Die Gestaltung von Kunstharzpreßholz-Walzenlagern

Aus den jüngsten Veröffentlichungen über Preßstoff-Walzenlager sieht man eindeutig die allmählich fortschreitende Entwicklung des Walzenlagers zum hochwertigen Maschinenlager. Der Walzwerker hat erkannt, daß diese Lager gegenüber den primitiven Metallklotzlagern früherer Zeiten zwar eine sorgfältigere Pflege beanspruchen, aber ein viel maßhaltigeres Walzen ermöglichen. Ferner ist eine wesentlich längere störungsfreie Lebensdauer zu erzielen. Diese Vorteile sind aber weniger durch den Uebergang von einem Lagerwerkstoff zum anderen erzielt worden als vielmehr durch die Summe der Verbesserungen an Gestaltung und Pflege, die in der jüngsten Vergangenheit gefunden wurden.

Will man Regeln für die Gestaltung von Preßholzausfütterungen aufstellen, so muß man zunächst hervorheben, daß es keine Walzenlagerbauart gibt, die sich für alle Anwendungsfälle eignet. Die im folgenden beschriebene Bauart muß also von Fall zu Fall, je nach den vorhandenen Raumverhältnissen und den auftretenden Beanspruchungen, abgewandelt werden.

Bei Preßstoffausfütterungen für Walzenlager über 150 mm Zapfendurchmesser ist allgemein zu empfehlen, den Kragen von der Schale zu trennen. Das gleiche gilt für Preßholzausfütterungen. Bei der Lagerschale ist es zweckmäßig, die Schalenlänge $\leq$ Zapfendurchmesser zu wählen, um Kantenpressungen soweit wie möglich zu verhindern. Aber auch wenn die Lagerlänge dieser Bedingung entspricht, muß untersucht werden, ob der Walzdruck vom Zapfen auf das Gerüst so übertragen wird, daß der Schwerpunkt der aus der spezifischen Belastung der Zapfenfläche gebildeten Summenfläche über der Mitte der Tragschale liegt.

Beim Drucklager einer Oberwalze wirkt sich der Druck der Anstellspindel in vielen Fällen wie ein auf Schneiden liegendes Lager aus. Die Mitte der Anstellspindel muß deshalb wie die Lagerschneide in der Mitte der Schalenlänge angreifen. Auch bei einzelnen, erst vor wenigen Jahren in Betrieb genommenen Walzgerüsten ist hierauf leider nicht geachtet worden, so daß der Spindeldruck einseitig verlagert auf die Lagerschale wirkt.

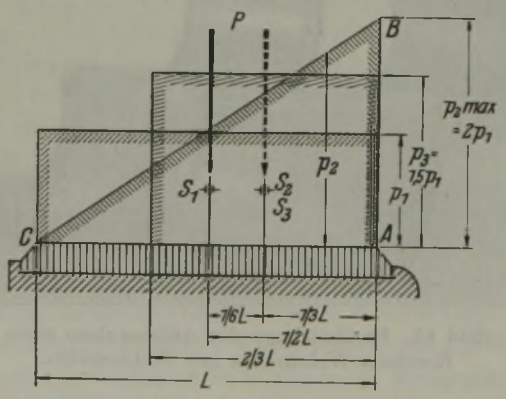


Bild 12. Untersuchung des spezifischen Lagerdruckes. Veränderung infolge Verschiebung der Resultierenden P um $^1/_6$ L. Wirkung einer Lagerverkürzung um $^1/_3$ L auf den spezifischen Flächendruck.

In *Bild 12* wird versucht klarzulegen, welche Bedeutung diesem Fehler für die Höhe des auftretenden spezifischen Lagerdruckes beizumessen ist. Bekanntlich muß die Summe der von der Gleitfläche aufgenommenen Einzelkräfte p (unabhängig von der Verteilung und Größe der Einzelkräfte) gleich dem von der Schneide oder Spindel aufgenommenen Druck P sein. Demnach muß der Flächeninhalt aller aus p entstehenden Belastungsflächen gleich groß, d. h. inhaltlich $= L \cdot p_1$ sein. Der Einfachheit halber seien nur zwei Fälle herausgegriffen: Drückt die Schneide in Lagermitte, so entsteht ein Rechteck mit der Höhe p_1 und der Schwerpunkt dieses Rechteckes fällt mit der Lagermitte zusammen. Liegt die Schneide aber um $^1/_6$ L aus der Mitte verschoben, so entsteht als Belastungsfläche ein Dreieck A—B—C, weil bei diesem der Flächenschwerpunkt bekanntlich auf einer Parallelen liegt, welche $^1/_3$ L über der in Frage kommenden Grundlinie A—B liegt. Flächengleichheit entsteht in diesen beiden Fällen, wenn die eben erwähnte Grundlinie des Belastungsdreiecks $= 2 \times p_1$ wird. In diesem Falle, der bei Walzenlagern durchaus vorkommen kann, hat man also eine Kantenpressung $p_{2\,max}$, welche doppelt so groß ist wie die rechnerische spezifische Flächenbelastung p_1. Für die Lagerhaltbarkeit ist aber die maximale örtliche Druckhöhe maßgebend.

Die beste Abhilfe wäre natürlich eine Verschiebung der Schneide oder des Spindeldruckes in Lagermitte, was vielfach mit den verschiedensten Hilfsmitteln möglich ist. Wenn die Verschiebung des Lagerdruckes aber unmöglich ist, bleibt zu untersuchen, ob durch Verkürzung der Lagerlänge eine Verminderung der Kantenpressung erreichbar ist. Bleibt man bei dem Beispiel der um $^1/_6$ L einseitige Schneide, so müßte das Lager auf $^2/_3$ L verkürzt werden. Wie aus *Bild 12* hervorgeht, entsteht dann das Belastungsrechteck $2/3\ L \times 3/2\ p_1$ (mit Rücksicht auf die erforderliche Flächengleichheit mit dem Rechteck $L \times p_1$). Also ist auch bei dieser erheblichen Lagerverkürzung der auftretende Flächendruck p_3 noch um 0,5 p_1 kleiner als $p_{2\,max}$ bei nur $^1/_6$ L außermittigem Kraftangriff. *Bild 12* läßt noch erkennen, daß die Lagerausfütterung in Längsrichtung beiderseitig nach Möglichkeit von Bunden gehalten wird, welche das Auseinanderquetschen der Ausfütterung verhindern soll. Die Bunde dürfen natürlich nicht zu hoch sein, damit sie die Ausnutzung der Ausfütterung nicht übermäßig einschränken.

Die Schalendicke soll bei Hartgewebe-Ausfütterungen nach der Formel $s = \frac{0{,}25\ D}{100} + 10$ mm gewählt werden[6]. Für Hängelager wird eine Wanddicke $s = \frac{0{,}25\ D}{100} + 5$ mm vorgeschlagen. Bei Preßholzausfütterungen dürfte es sich empfehlen, die Schalendicke zu vereinheitlichen, um mit möglichst wenigen normalen Stababmessungen auszukommen.

Bei der Begrenzung der Wanddicke sollte man ferner unterscheiden zwischen hochbelasteten Walzenlagern ($p \geq 250$ kg/cm²) und geringer beanspruchten Lagern. Bei diesen dürfte vielfach eine um bis zu 10 mm dickere Schale $\left(s = \frac{0{,}25\ D}{100} + 10 \div 20\right)$ zu empfehlen sein. Nur bei hochbeanspruchten Lagern ist die Zermürbung und nicht der allmähliche Verschleiß für die Lebensdauer maßgebend. Erfahrungsgemäß wird diese Zermürbung durch möglichst dünne Ausfütterungen hinausgeschoben. Bei geringer belasteten Lagern und bei Sonder-Preßholz auch im Bereich höherer Lagerdrücke ergibt sich aber die Lebensdauer aus dem langsam fortschreitenden Verschleiß, der durch die Schalendicke oder die vorspringenden Bunde des Sattels begrenzt wird. Die Ausnutzung der Ausfütterung entspricht dann dem Verhältnis $\frac{s_1}{s}$ *(vgl. Bild 13)*. Dieses Verhältnis wird natürlich mit abnehmender Wanddicke immer ungünstiger.

[6]) Richtlinien für Walzenzapfenlager aus Hartgewebe, VDI 2004 (Ausgabe Mai 1942).

Solche Ueberlegungen dürfen aber nicht in den Fehler vieler älterer Preßstofflagerungen zurückführen, bei denen die Schalendicke übertrieben groß gewählt wurde.

Die Preßholzausfütterung muß genau wie bei Hartgewebe oder Schnitzelpreßstoff in Richtung des Umfangs fest zusammengespannt werden. Aus diesem Grunde ist zunächst für die Rückenanlagefläche die zylindrische Form jeder anderen vorzuziehen. Diese Rückenfläche ist fein zu schlichten, damit beim Eintreiben der Ausfütterung keine übermäßigen Reibungskräfte auftreten und damit die Ausfütterung satt aufliegt.

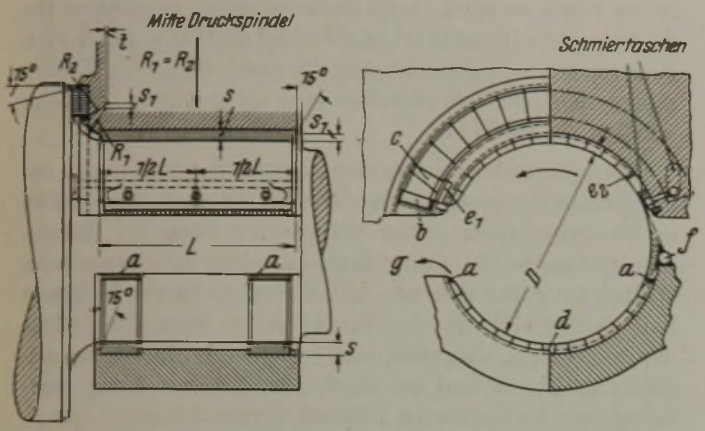


Bild 13. Walzenlager mit Preßholzfutter in der Druckschale, im Hängelager und im Kragen.

Die Preßholzausfütterungen erfordern mit Rücksicht auf die große Zahl der Formstäbe, die zu einer Ausfütterung gehören, eine größere Zugabe zum Zusammenspannen als eine Preßstoffausfütterung, die aus wenigen Segmenten oder einer zusammenhängenden Schale besteht. Das Verspannen erfolgt bekanntlich mit Spannkeilen oder Laschen unter Verwendung von zugfesten Schrauben, z. B. Inbusschrauben. Mit Laschen *(Bild 6)* kann jedoch nur eine verhältnismäßig geringe Spannkraft erzeugt werden. Mit Spannkeilen anderseits ist der verfügbare Spannweg sehr begrenzt. Immerhin haben derartige Spannlaschen und -keile den Vorteil, vom Betrieb nachträglich gelöst oder gespannt werden zu können. Dieser Vorteil ist aber in der Mehrzahl der Fälle ohne Bedeutung. Bei den eingeschweißten Spannlaschen *(Bild 7 und 13)* geht man davon aus, daß die Verspannung der Ausfütterung durch Eintreiben des letzten oder vorletzten Stabes in Richtung der Walzenachse erzielt wird. Zu diesem Zweck werden die zwei Stäbe am Rande der Ausfütterung an ihrer Berührungsfläche als schlanke Keile 1:100 bearbeitet. Nachdem alle übrigen Stäbe von oben in den Stützkörper eingelegt sind, wird der vorletzte in axialer Richtung durch eine Oeffnung im Bund *(Bild 13)* eingetrieben. Die Ausfütterung hat dann genau die richtige Verspannung, wenn der Keilstab die Ausfütterung zusammenzupressen beginnt, sobald er etwa $^1/_4$ L eingeführt ist.

Zur Verminderung der Reibung beim Eintreiben des Holzkeiles und um zu verhüten, daß er sich im Betrieb wieder herausschiebt, kann man die Gleitflächen mit Kunstharzleim bestreichen. Bei sehr großen Lagern verwendet man zwei Holzkeile an beiden Spannleisten mit Steigung 1:200, um das Futter von beiden Seiten aus gleichmäßig zusammenzuspannen. Statt die Holzstäbe keilförmig zu bearbeiten, kann man natürlich, soweit Platz vorhanden ist, auch einen Stahlkeil zum Verspannen zwischen den Randstab und die Spannleiste eintreiben.

Bei Hängelagern und verhältnismäßig niedrig beanspruchten Seiten- und Drucklagern ist das Einlassen der verschweißten Spannlasche in eine Nute *(Bild 13)* nicht erforderlich. Zur Platzersparni sempfiehlt sich vielmehr, besonders bei Seitenlagern *(Bild 14)*, die Anbringung einer Auftragschweißung, die mit einer Einlageschablone aus Kupfer hergestellt wird, damit die Berührungsfläche zur Preßholzausfütterung hin glatt wird. Nach Fertigstellung der Auftragschweißung wird die Kupferlehre wieder herausgenommen.

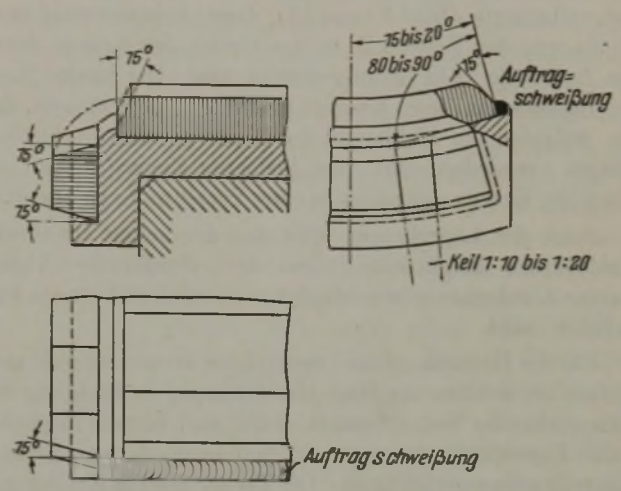


Bild 14. Preßholz-Seitenlager.

Preßholzausfütterungen erhalten möglichst einen tragenden Umschlingungswinkel von 110 bis 120°. Die ganze Ausfütterung einschließlich der Randstäbe für Schmiernute und Abfasung ist dann etwa 130 bis 150° breit. Der über 120° hinausragende Teil muß aber freigearbeitet werden, so daß er nicht zum Tragen kommt. Anderseits sind Preßholzfutter unter 90° Breite zu verwerfen, weil dann die Randzonen den gleichen hohen Flächendruck erhalten wie die Lagermitte, so daß der Eintritt des Schmiermittels in die Gleitfläche gefährdet ist. Bei Preßholz tritt noch die Gefahr hinzu, daß sich in hochbelasteten Randstäben die Holzfolien voneinander lösen und wie ein Buch aufblättern. Versuche, diese Erscheinung zu vermeiden, indem die Randsegmente mit Schichtung parallel zur Gleitfläche eingelegt werden, führten zu keinem Erfolg. Durch gutes Abfasen der Kanten wird diese Schwäche des Preßholzes *(s. Bilder 13 und 14)* einwandfrei ausgeschaltet.

Während die Formgebung der Lagerschale in der geschilderten Weise fast bei allen Walzenlagern gleich ist, ist die Gestaltung des Lagerkragens noch recht vielseitig, was zum Teil auf die jeweiligen Beanspruchungen zurückzuführen ist. Bei den meisten vorhandenen Walzgerüsten befindet sich der Lagerkragen noch zwischen Ballen und Zapfen und ist deshalb der Einwirkung von Hitze und, besonders bei Unterwalzen, von Walzzunder ausgesetzt. Es sei deshalb darauf hingewiesen, daß jede andere Lösung lagertechnisch vorzuziehen ist, beispielsweise die Verlegung des Lagerkragens an das Zapfenende, Zusammenfassung der Axialkräfte an einem Zapfenende der Walze, welches in der Ausführung nach *Bild 15* besonders einfach erfolgen kann. Die auf den Zapfen aufgezogene Buchse besteht aus Stahl mit besten Gleiteigenschaften, ist also dem gelegentlich lockeren Gefüge eines gegossenen Walzenzapfens als Gleitfläche weit überlegen.

Im folgenden soll nur auf die Gestaltung der üblichen Kragen eingegangen werden. In Anlehnung an die früheren

Metallager, bei welchen Kragen und Schale aus einem Stück bestanden, versuchte man bisher vielfach, diese zusammenhängende Form getreulich nachzubilden. Anderseits erkannte man, daß bei Preßstoffausfütterungen gelegentlich Schwierigkeiten auftreten, wenn das Lager in der Hohlkehle Druck bekommt, statt nur in der Schale und an der äußeren Kragenfläche.

Auch für Preßholz empfiehlt es sich, dieser Erkenntnis Rechnung zu tragen und auf eine Ausfüllung der Hohlkehle völlig zu verzichten. Hierdurch erhält man eine sehr einfache und werkstoffsparende Form für den Kragen. Bei großen Lagern hält man den Kragen möglichst beiderseits in einer Schwalbennute *(Bild 10 und 13)*, damit beispielsweise beim Einhängen der Baustücke in das Gerüst der Kragen durch die Halteseile nicht herausgedrückt wird. Der zweite Bund am Innenradius dieses Kragens ist dabei so zu bemessen, daß ein Anlaufen der Hohlkehle der Walze an dem Stahlstützkörper vermieden wird. Bei kleineren Lagern genügt es, wenn der Kragen sich außen in einer Verschwalbung abstützt.

Auch der Lagerkragen wird aus den schon erwähnten Profilstäben hergestellt, indem die erforderliche Anzahl kurzer Abschnitte nebeneinander in der Schwalbennute aufgefädelt wird.

Für die Herstellung der Lagerkragen verwendet man aber Stäbe, bei welchen die Hauptfaserrichtung in Richtung der Längsachse der Walze verläuft, so daß auch hier ein möglichst hoher Faseranteil senkrecht zur Gleitebene oder parallel zum Lagerdruck ausgerichtet ist. Die Lagerstäbe für Kragen und die Stäbe für Lagersättel sind zur Vermeidung von Verwechslungen entsprechend gekennzeichnet. Die Fertigung der Kragen aus planparallelen Preßholzplatten mit Schichtung senkrecht zur Walzenachse ist wegen des Zerblätterns nicht zu empfehlen. Wenn geeignete Stababschnitte nicht verfügbar sind, bleibt man besser beim Hartgewebe, das eine wesentlich bessere Verklebung der Schichten infolge Verfilzung der Fasern hat.

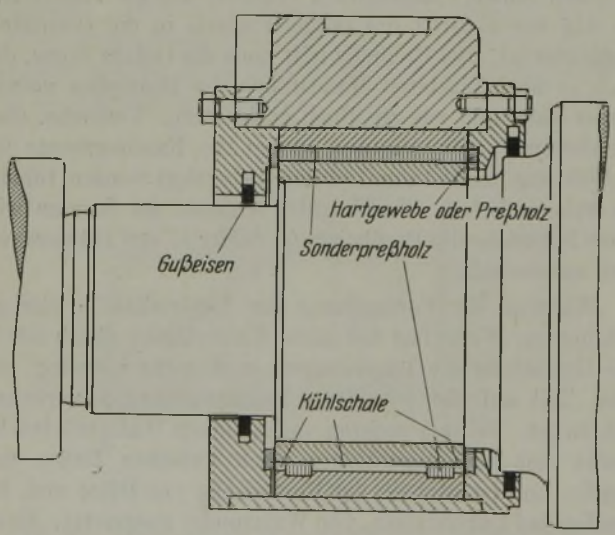


Bild 15. Preßholzfestlager einer Breitband-Vorstraße.

Bezüglich des Hängelagers sei noch darauf hingewiesen, daß dieses bei Preßholz zweckmäßig als Kühlschale ausgebildet wird *(Bilder 7, 11, 13 und 15)*. Zwei ausreichend breite Streifen, welche aus den gleichen Stäben wie die zugehörige Druckschale gefertigt werden, tragen die Walze, während der Zwischenraum zusätzlich als Kühlfläche benutzt wird. Dieses Hängelager hat ferner den Vorteil, daß der Schmierstoff in der Hauptdruckzone nicht durch die Kanten der bisher üblichen Klotzhängelager abgestreift wird. Ferner hat diese Hängelagerform für Preßholz noch den Vorteil, daß die Stabenden nutzbar gemacht werden können, die bei der Herstellung der Druckschale anfallen. Die in Normallänge von 1 m gelieferten Stäbe können also voll ausgenutzt werden. Selbstverständlich kann man die Reststücke von Normalstäben auch in die Druckschalen, möglichst im unbelasteten Teil, einlassen. Die zahlreichen Trennfugen in Längs- und Querrichtung innerhalb einer solchen Lagerschale haben sich bisher niemals als störend erwiesen, weil das Preßholz durch Einwirkung der Schmier- und Kühlmittel etwas aufquillt und dadurch alle vorhandenen Rillen ausfüllt. Auch die gelegentlich geäußerten Bedenken wegen Unterbrechung des Schmierfilms durch diese Rillen haben sich als bedeutungslos erwiesen, da die Walzenzapfen sich sehr schnell selbst eine spiegelglatte Laufbahn schaffen *(s. Bild 11)*.

Bei weniger hoch belasteten Lagern hat man sogar die Preßholzausfütterung auf der Gleitfläche nach dem Einbau in den Stützkörper in der polygonalen Form des Anlieferungszustandes der Stäbe belassen, ohne daß dieses beim Walzen zu Schwierigkeiten Anlaß gegeben hätte. In diesem Fall werden also die vom Preßholzwerk beschafften Stäbe nur abgelängt, eingepaßt und verspannt, da sie an den Gehrungsflächen und im Rückendurchmesser fertig bearbeitet vom Preßholzwerk geliefert werden können.

Ueber Pflege und Betrieb der Preßholzwalzenlager braucht eigentlich nur gesagt werden, daß sich gegenüber Preßstoff keine Unterschiede zeigen. Das Kühlwasser ebenso wie der Schmierstoff müssen in ausreichender Menge und Güte zweckmäßig und ununterbrochen zugeführt werden. Die Schmiernute soll offen sein[6]), damit auch das Kühlwasser freien Zutritt in das Drucklager hat.

Die Walzenzapfen haben bei nichtmetallischen Lagern gegenüber früher einen außerordentlich geringen Verschleiß. Besonders fallen die gefährlichen Brandrisse fort, so daß die Zapfen im Laufe der Zeit eine spiegelblanke Politur erhalten. Werden die Walzen aus dem Gerüst ausgebaut und auf Lager genommen, so ist ein Rostschutzanstrich auf dem Zapfen dringend erforderlich, um die Oberflächenglätte nicht durch Rost zerstören zu lassen. Zapfen mit poriger Oberfläche oder lockerem Gefüge oder solche mit Riefen oder mit Schäden infolge Rostangriffs bewirken nämlich einen erheblich schnelleren Verschleiß aller Lagerwerkstoffe. Aus dem gleichen Grunde wird nochmals darauf hingewiesen, daß das Kühlwasser möglichst einwandfrei gereinigt sein muß. Praktische und einfache Kühlwasserreiniger sind mehrfach beschrieben worden[7])[6]).

Abschließend sei noch kurz darauf hingewiesen, daß die Preßholzstäbe vor dem Verbrauch so zu lagern sind, daß schädliche Verwerfungen und Quellungen verhütet werden. Hierzu genügt es, daß sie in trockenen, kühlen Räumen geordnet gestapelt werden. Ob das Kochen in Oel besondere Vorteile bietet, wird noch geprüft. Für gewöhnlich ist es bei dem hier behandelten Sonderpreßholz nicht erforderlich.

Zusammenfassung.

Versuche mit einem Sonderpreßholz für Gleitlager erweisen seine Gleichwertigkeit, zum Teil sogar Ueberlegenheit gegenüber Baumwoll- und Zellwollpreßstoffen. Mit Rücksicht auf den wesentlich geringeren Kostenaufwand und die günstigere Rohstoffbeschaffung für diesen Lagerwerkstoff ist die Umstellung auf Preßholz erwünscht.

[7]) Schiffers, A.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 500/09 (Walzw.-Aussch. 136).

Erfahrungen mit Lichtbogenofendeckeln aus Einheitssteinen beim Einbau von metallischen Kühlringen.

Von Heinrich Müller in Essen.

[Bericht Nr. 411 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.[1]).]

(Einsparung von Arbeitszeit bei der Herstellung von Deckelsteinen durch Verwendung von maschinell gepreßten Einheitswölbsteinen an Stelle der handgestampften Einzelformate. Ausbildung und Einbau der metallischen Kühlringe für die Elektrodendurchgänge, die als Tragelemente für den keramischen Deckelteil dienen sollen.)

Der Deckel des Lichtbogenofens ist bisher fast ausnahmslos aus Silikasteinen hergestellt worden. Er ist beim basischen Lichtbogenofenbetrieb nach wie vor die schwächste Stelle der Ofenzustellung. Bestrebungen, seine Haltbarkeit zu verbessern, waren bisher noch wenig erfolgreich. Die Haltbarkeit ist bei den einzelnen Werken und Ofenbauarten sehr verschieden. Beim festen Einsatz werden Zahlen von über 100 erreicht, während anderseits wieder sehr schlechte Ergebnisse genannt werden. Im Mittel kann man mit 40 bis 80 Schmelzen Haltbarkeit je Deckel rechnen. Auch von einer Ofenreise zur anderen ist bei gleichen Ofenbauarten die Haltbarkeit sehr verschieden, ohne daß jeweils ein genauer Grund hierfür angegeben werden könnte. Der Aufwand an metallurgischer Arbeit für eine Schmelze ist naturgemäß auf die Lebensdauer des Deckels von Einfluß. Weiter hängt die Haltbarkeit des Deckels von seinem Abstand vom Lichtbogen ab, sie wird mit zunehmendem Abstand des Lichtbogens vom Deckel besser. Ofengröße und elektrische Ausrüstung, vor allem die Spannung, spielen eine wichtige Rolle. Die verhältnismäßig rasche Zerstörung erfolgt durch thermische und chemische Beanspruchungen. Die Lichtbogentemperatur liegt mit etwa 3000° erheblich über dem Schmelzpunkt der Deckelsteine. Im Gegensatz zum Siemens-Martin-Ofen, der einen großen Teil der basischen Metalloxyddämpfe und des Staubes durch Züge und Kammern abführt, bleiben beim Lichtbogenofen die Schwaden längere Zeit im Ofen. Nur ein kleiner Teil entweicht durch Türen, Elektrodendurchgänge und Abstich. Diese basischen Stoffe greifen natürlich den sauren Deckel an. Als weiterer Grund für die verminderte Haltbarkeit kommt meist noch das zu schnelle Anheizen des Deckels hinzu. Als Folge der entstehenden Spannungen platzen einzelne Steine oder auch größere Flächen von der Unterseite des Deckels ab. Besonders leicht tritt dies ein, wenn ein Deckel während der Ofenreise erneuert wird. Die so entstehenden schwachen Stellen sind meist der Ausgangspunkt für einen schnellen Verschleiß oder für das Zubruchgehen des Deckels. Langsames Anwärmen ist also als weitere Sicherung anzusehen. Aber auch die Gesamtspannung der unteren Deckelfläche kann zur Ablösung von größeren Teilen führen. Die beim Siemens-Martin-Ofen übliche Arbeitsweise, dem Wachsen des Gewölbes durch starke Federn in der Querverankerung Rechnung zu tragen, ist beim Lichtbogenofen nicht angewendet worden. Hier sucht man beim einteiligen Deckelring die beim Anwärmen entstehenden Drücke durch Zwischenlagen von Dachpappe und dünnen Holzplättchen auszugleichen. Man kann diesen Ring auch mehrteilig ausführen, wobei als Spannungsausgleich zwischen den Stößen und Segmenten Holzstücke eingeklemmt werden, die zerdrückt werden oder verbrennen.

Auf Grund der Erfahrungen bei Siemens-Martin-Oefen versuchte man, durch Einbau von Rippen die Gewölbehaltbarkeit zu verbessern. Die stark isolierende Staubablagerung zwischen den Rippen stellte sich jedoch als Nachteil heraus. An der Deckelunterseite war ein erhöhtes Abschmelzen zu erkennen. Außerdem zwingt dies dazu, den Deckel häufig während der Schmelze abzublasen. Versuche, den Mörtel zu verbessern oder durch sehr enge Fugen weiterzukommen, brachten keine eindeutigen Erfolge. Auch durch Aenderung der Bindemittel hat man die sauren Steine zu verbessern versucht. Ihre Konzentration bleibt im allgemeinen unter 2 %, da der Baustoff Silika wegen seiner schon nicht genügenden Feuerbeständigkeit keine weitere Verdünnung durch Zusatzmittel verträgt. Versuche, den Quarzit durch Kalk, Tonerde, Elektroofenschlacke und Flußspat beim Brennen zu binden, ergaben kein einwandfreies Bild zugunsten des einen oder anderen Bindemittels. Bei den schon Jahre zurückliegenden ersten Arbeiten mit Normalsteinen wurden Steine der verschiedensten in- und ausländischen Firmen erprobt. Eindeutige Unterschiede waren nicht feststellbar.

Die bei der hohen Arbeitstemperatur ungenügende Feuerfestigkeit der Silikasteine hat dazu geführt, nach anderen Deckelbaustoffen zu suchen. Baustoffe mit 65 % Al_2O_3, Rest SiO_2 ergaben keinen Vorteil. Die rein basischen Steine, die zur Zeit bei Siemens-Martin-Oefen Vorteile zeigen, wurden auch für den Lichtbogenofendeckel vorgeschlagen. Die Deckel werden jedoch des hohen spezifischen Gewichtes wegen sehr schwer; sie haben ferner eine ziemlich hohe Wärmeleitfähigkeit, weshalb es ratsam ist, solche Deckel nach außen zu isolieren. Die Ausdehnung der basischen Baustoffe ist durchweg größer als die der sauren Steine. In dieser Beziehung sind die genannten tonerdehaltigen Steine noch am vorteilhaftesten. Für den Einbau von basischen Steinen wurde vorgeschlagen, zwischen Haupttragring und Deckelmauerung Zwischenstücke aus Metall einzubauen, die gegen den Haupttragring durch Federn abgestützt werden. Die besonders temperaturwechselbeständigen Chrom-Magnesit-Steine sind für den Deckel kaum anwendbar, da absplitternde Teile des Deckels bei der Schlackenreduktion zu unerwünschten Chromgehalten des Bades führen. Der Preis für Sillimanit und Magnesit ist im Vergleich zum Silikastein sehr hoch. Das schon erwähnte hohe Gewicht der basischen Steine verteuert die Anwendung weiterhin.

Die Aufteilung des runden Deckels mit Oeffnungen für die Elektroden in geeignete kleine Bauelemente führte zu den verschiedensten Steinformen, je nach Deckelgröße ergaben sich 30 bis 40 verschiedene Steinsorten. Zumeist werden bei der Beschaffung von Lichtbogenöfen die verschiedensten Zeichnungen für die Deckel von den Lieferfirmen gestellt. Für die Kühlringe ist oft eine gerade Fläche über den Umfang des Elektrodenkreises hinausgehend vorgesehen, um ein gutes Aufliegen der Kühlringe zu erzielen. Manchmal findet man unter den Kühlringen

[1]) Erstattet im Ausschuß für den Elektrostahlbetrieb am 27. Oktober 1942 in Düsseldorf. — Eingereicht am 5. Dezember 1941. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Aussparungen im Deckel, die die Kühlwirkung verbessern sollen. Die verschiedenen Steine müssen von Hand geformt werden, da eine maschinelle Erzeugung schwierig ist. Nach dem Gesagten ergibt sich zwangsläufig eine große Lagerhaltung. Auch die Gewölbestärke ist nicht einheitlich und liegt zwischen 200 und 350 mm je nach Ofengröße. Bei Silikasteinen größeren Querschnitts entstehen erfahrungsgemäß bereits beim Brennen Spannungen, die zu Rissen führen können.

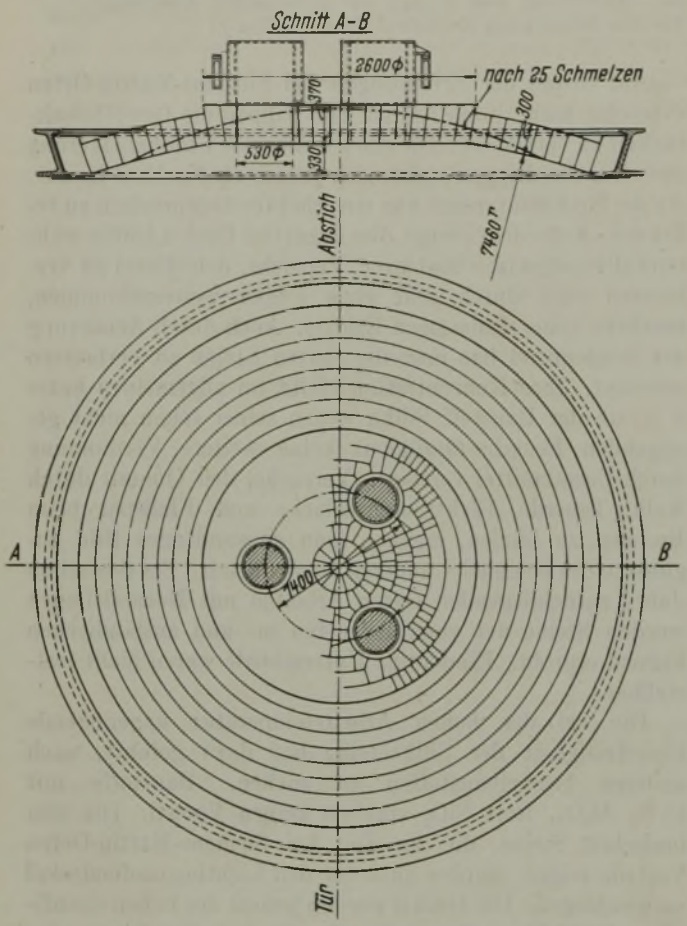


Bild 1. Bisher üblicher Deckel.

Das Handformen von Steinen ist im Vergleich zur maschinellen Herstellung von Einheitssteinen kostspielig. Maschinell hergestellte Steine können außerdem dichter gepreßt werden, was den chemischen Angriff durch Schlackendämpfe vermindern dürfte. Das Schema einer häufig verwendeten Steinanordnung zeigt *Bild 1.* Eine Deckelkühlung wird hier durch Aufsetzen von Kühlringen versucht, die gleichzeitig als Abschluß für die Elektrodenöffnungen im Mauerwerk dienen. Eine merkliche Erhöhung der Haltbarkeit durch derartig aufgesetzte Ringe wurde jedoch nicht festgestellt. Sie dienen also hauptsächlich als guter Abschluß zwischen den Elektroden und den Oeffnungen im Mauerwerk. Die Deckel sind im allgemeinen ringförmig konzentrisch von außen nach innen zu gemauert. Nach der Mitte zu werden die Steinformen kleiner. Die ersten Schwierigkeiten entstehen beim Uebergang zwischen Elektrodenöffnungen und diesen konzentrischen Steinlagen. Die Elektrodenöffnungen sollen mit Rücksicht auf die Deckelspannungen mit Ringsteinen ummauert sein. Die Oeffnungen sind meist 80 bis 100 mm größer als der Elektrodendurchmesser. Um einen guten Abschluß zu erreichen, ist eine große Zahl von Sondersteinen notwendig. Auf der Innenseite der Elektrodenöffnungen auf den Mittelpunkt des Deckels zu treten diese Schwierigkeiten noch einmal auf. Da das Verhältnis Elektrodenteilkreis zu Deckeldurchmesser meist verschieden ist, ergeben sich weitere Schwierigkeiten. Der Teilkreisdurchmesser nimmt mit der Ofengröße zu; gleichzeitig ändert er sich mit der Elektrodenstärke. Die Verwendung von Graphit- oder Kohleelektroden bedingt auch wieder verschiedene Abmessungen.

Der Deckel kann als Kugelabschnitt angesehen werden, dessen Radius etwa dem ein- bis zweifachen Kesseldurchmesser entspricht. Will man Einheitssteine einführen, so ist zuvor zu klären, wie der runde Deckel am besten aufgeteilt wird und ob man als Bauelement von quadratischen, rechteckigen oder sogar sechskantigen so weit konischen Steinen ausgeht, daß die richtige Wölbung herauskommt. Die geschilderten Schwierigkeiten des Abschlusses zwischen

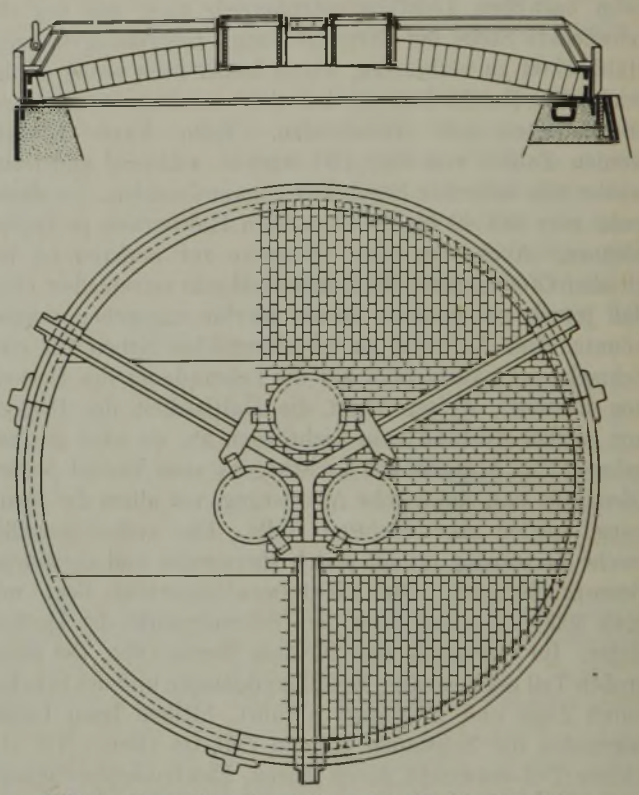


Bild 2. Neue Deckelzustellung für 15- bis 20-t-Ofen.

Deckelring und Elektrodenöffnung dürften aber auch bei diesen Steinformen zutreffen. Im Betrieb wurden zunächst Versuche mit Normalsteinen und sogenannten Wölbern gemacht. In die Umgrenzung der Elektrodenöffnungen wurden jedoch wassergekühlte Eisenringe eingesetzt. Zwischen Deckelring und den vorher in die richtige Lage gebrachten eisernen Kühlringen ist der Deckel mit leicht konischen Einheitssteinen ausgemauert. Beim Anschluß des Mauerwerks an die eisernen Kühlringe werden die Steine ein wenig behauen. Im übrigen ergab die Verwendung von saurem Mörtel infolge der guten Kühlung durch die Ringe keinerlei Mängel. Um einen guten Verband bei der Ausmauerung zu erzielen, werden zweckmäßig bei großen Deckeln am Rande auch Halbsteine eingebaut. Aehnlich dem Siemens-Martin-Ofengewölbe wird ein Gewölbestreifen gemauert, in dem die drei Kühlringe als Gewölbestützen aufzufassen sind. Beobachtungen ließen es ratsam erscheinen, im Anschluß an diesen Gewölbestreifen zwei rechtwinklig hierzu liegende Deckelkappen zu mauern, um Druckspannungen in einer Richtung zu vermeiden. Diese Art der Ausmauerung ist in *Bild 2* dargestellt.

Als Steinformen wurden zuerst Normalsteine und Wölber verwendet, um die notwendige Ueberhöhung herauszubekommen. Später wurde ein „Einheits"-Wölbstein eingeführt, der weitgehend dem Normalstein entsprach. An

Stelle der für große Oefen bisher meist verwendeten 300 mm hohen Steine sind in letzter Zeit für Großöfen mit 5200 mm Kesseldurchmesser mit gutem Erfolg 240 mm starke Deckel versucht worden. Diese Steinstärke dürfte somit allgemein anwendbar sein, was eine Ersparnis von 16 % Steinen bringen würde.

Die Kühlringe sind so bemessen, daß geringe Verschiebungen gegen die Elektrodenstellung im Gewölbe möglich sind. Eine gewisse Verschiebbarkeit wird durch ihre natürlich elektrisch gut isolierende Aufhängung an der sogenannten kleinen Brücke *(Bild 2)* über dem Deckel erreicht. Metallarmierte Kühlwasserschläuche sind ebenfalls

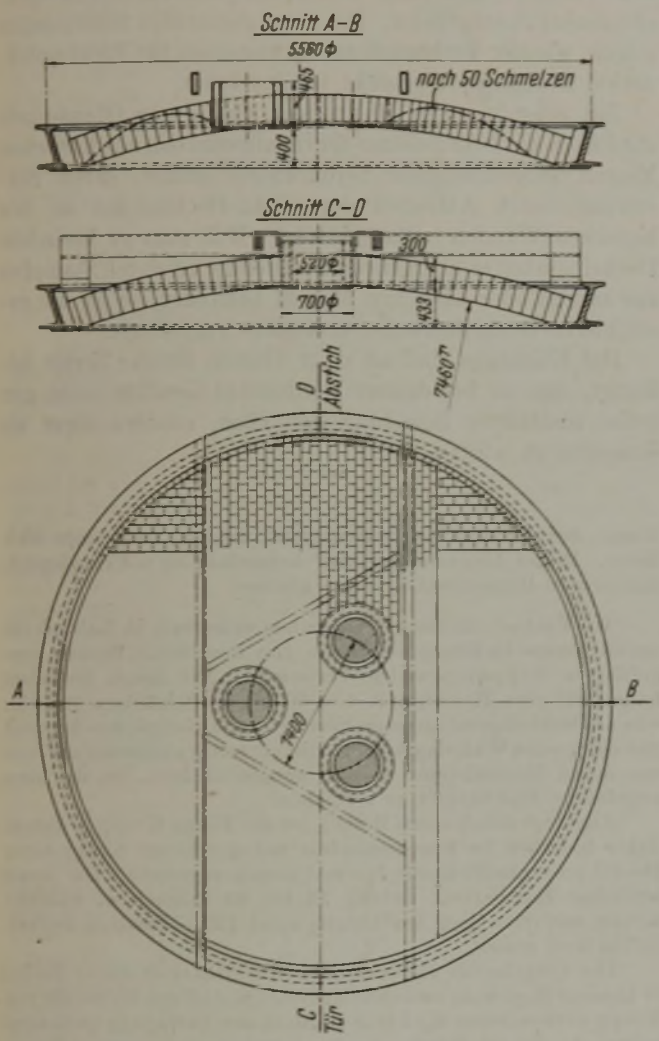
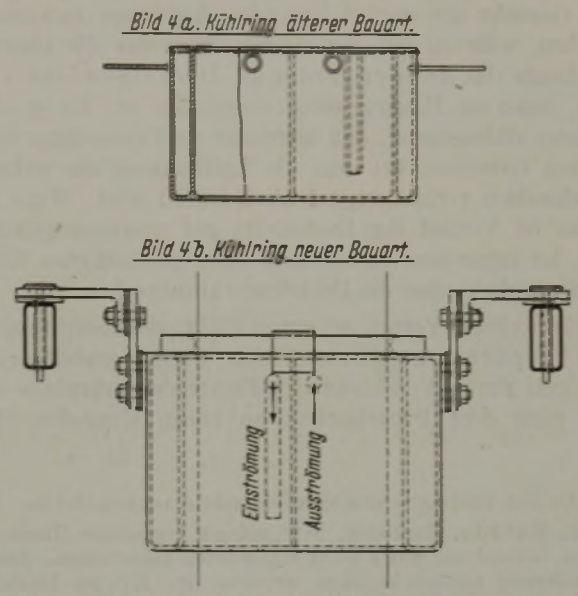


Bild 3. Bauart und Verschleiß des neuen Deckels.

elektrisch zu isolieren. Die mit dem Deckel-Außenring starr verbundene kleine Brücke wurde zunächst sternförmig ausgeführt. Später wurden die Kühlringe an zwei parallel angeordneten Trägern befestigt *(Bild 3)*. Die Querverbindungen zwischen den Trägern sind wassergekühlt. Zwischen Deckel und der kleinen Brücke oder den Hohlträgern muß so viel Platz sein, daß der Deckel wachsen kann. Die Kühlringe sind durchweg aus beruhigtem Flußstahl hergestellt, sie werden aus dem Vollen geschmiedet und ausgebohrt. An der Oberseite wird der Ring durch einen aufgeschweißten Deckel verschlossen, so daß die Schweißnähte oberhalb des Gewölbes liegen. Es sind auch schon untere Ringteile aus Flußstahlblech gezogen worden. Eine ältere Ausführung der Kühlringe zeigt *Bild 4 a*, die neuere *Bild 4 b*. Bei der älteren Ausführung ist auf die Isolation durch Ausmauern mit Schamotteplättchen und Ausschmieren mehr Wert gelegt als bei der neuen. Dies war für die Betriebssicherheit nicht unbedingt erforderlich.

Die Lebensdauer der Kühlringe mit 300 bis 700 Schmelzen ist recht hoch. Sie ist weitgehend von der Sauberkeit des Kühlwassers abhängig. Der Ring soll möglichst schmal sein, um die untere Kühlfläche klein zu halten. Durch Schlackenteile, die sich an der Unterseite der Ringe festsetzen, isoliert sich der Kühlring selbsttätig gegen den Schmelzraum, so daß die Wärmeverluste erträglich sind. Auf dem Kühlring liegt als Abschluß ein leicht beweglicher Ring aus austenitischem Stahl auf, der kleine Bewegungen der Elektroden mitmachen soll. Seine lichte Weite ist nur wenig größer als die Elektrodenstärke. Die Kanten sind stark abgerundet, um einen leichten Durchgang der Elektroden zu erzielen. Einzelheiten sind aus *Bild 4 b* zu ersehen.



Bilder 4 a und 4 b. Kühlringe älterer und neuer Bauart.

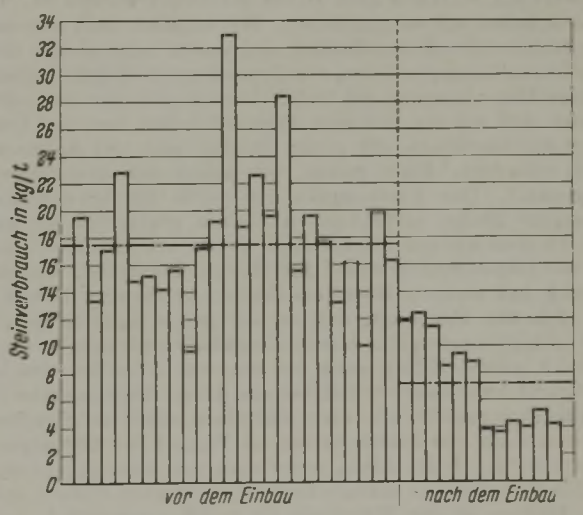


Bild 5. Deckelsteinverbrauch vor und nach Einbau der Kühlringe und der Einheitssteine. (2 Oefen.)

Die beschriebene Art der Deckelmauerung ist seit 16 Jahren in Gebrauch und im Laufe der Zeit immer weiter verbessert worden. Neuanschaffungen von Oefen mit den von den Deckelbaufirmen gelieferten Deckeln ergaben Gelegenheit, immer wieder Haltbarkeitsvergleiche mit der eigenen Bauweise anzustellen. Der Steinverbrauch bei den fremden Deckeln lag jedoch wesentlich höher als bei den eigenen. Bei einem Großofen mit 5200 mm lichte Weite wurde mit der eigenen Deckelausführung vom Umbau an sofort die doppelte Haltbarkeit erzielt. Bei dem eigenen Deckel sind einige Behauarbeiten an den Normalsteinen notwendig, die aber nur einen kleinen Mehraufwand an Arbeitsstunden gegenüber der ausschließlichen Verwendung von Form-

steinen erfordern. Dies wird dadurch erreicht, daß die Einpassung der Einheitssteine unter reichlicher Verwendung von Mörtel geschieht, weil die Temperaturen am Deckelrand genügend tief bleiben. Dasselbe gilt in etwa für das Anpassen des Einheitsmauerwerkes an die wassergekühlten Ringe. Für Großöfen wurde ein besonderer Widerlagerstein am eisernen Deckelring eingeführt. Für mittlere Ofengrößen ist er nicht erforderlich.

In den *Bildern 1 und 3* sind die bisher beobachteten Abschmelzungslinien vor dem Zubruchgehen des Deckels dünn gestrichelt eingezeichnet. Man ersieht, daß bei dem eigenen Deckel die Spannweite erheblich geringer ist. Bei den fremden Deckeln kann ein dünnes Gewölbe leicht durch das Gewicht der darauf lastenden Kühlringe zusammenbrechen, während bei der eigenen Bauweise die eisernen Kühlringe das dünnerwerdende Deckelgewölbe tragen, somit ein Hängegewölbe entstanden ist. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß hierdurch die Lebensdauer eines dünnen Gewölbes, bei dem die Luftkühlung ein weiteres Abschmelzen verhindert, erheblich erhöht wird. Wenn die Steine im Verlauf der Deckelreise gut zusammengefrittet sind, ist sogar das Auswechseln eines beschädigten Kühlringes möglich, ohne die Deckelreise abzubrechen.

Ein weiterer Vorteil der guten Elektrodenabdichtung ist eine Ersparnis an Elektroden. Diese Feststellung ergab sich durch Vergleiche des Elektrodenverbrauchs vor und nach dem Deckelumbau an einem Großofen. Die Herabsetzung des Verbrauchs erklärt sich durch die gute Kühlung und saubere Abdichtung der Elektrodendurchgänge. Bei den aufgesetzten Kühlringen kann Frischluft zwischen Deckel und Kühlung hindurchgelangen, während nach der werkseigenen Bauweise meist nur sauerstoffarme Ofengase aus dem Ofen austreten können, die keinen Abbrand an den Elektroden verursachen.

Zusammenfassung.

Die starke Erhöhung der Stahlerzeugung aus dem Lichtbogenofen bedingt einen größeren Silikasteinverbrauch. Um die Leistungsfähigkeit der Steinwerke zu erhöhen, wurden Versuche mit einer Sonderbauweise für Lichtbogenofendeckel durchgeführt. Die dabei gemachten Erfahrungen zeigen, wie der Verbrauch an Silikasteinen für Elektroofendeckel nennenswert gesenkt werden kann.

Bei einer längeren Haltbarkeit des sauren Ofendeckels wird auch die Lebensdauer der im allgemeinen aus basischen Massen aufgestampften Seitenwände größer, deren Zerstörung durch Abfließen der Silika-Deckelsteine an den basischen Wänden entlang erfolgt. Will man zu basischen Deckelbaustoffen übergehen oder Ofendeckel durch Stampfen aus sauren oder basischen Massen herstellen, so ist die geschilderte Deckelbauweise besonders vorteilhaft.

Die Kühlringe sind an einer kleinen Brücke derart befestigt, daß sie bei dünner werdendem Gewölbe nicht nur keine zusätzliche Belastung darstellen, sondern sogar als Tragelement wirken.

*

*

An den Vortrag schloß sich folgende Aussprache an.

E. Herzog, Hamborn: Wir müssen irgendeine Bauweise finden, bei der wir mit 3 bis 4 Steinsorten auskommen. Dieser Anforderung entspricht ohne weiteres der Krupp-Deckel; aber auch der Didier-Deckel dürfte ihr entsprechen.

Sie fragen, ob schon nach Didier gearbeitet worden ist. In Hamborn haben wir so gearbeitet. Wir standen auch vor der Wahl: Didier- oder Krupp-Deckel, und waren nahe daran, den Krupp-Deckel auszuprobieren, von dem wir große Stücke halten. Den Ausschlag zugunsten des Didier-Deckels gab aber dann der Umstand, daß wir zur Zeit kein Personal haben, um eine Umstellung durchzuführen, die große Sorgfalt und viel Aufmerksamkeit erfordert. Kurz gesagt, wir haben den bequemeren Weg gewählt. Das Ausstampfen der durch die Verwendung unbehauener Steine verbleibenden Lücken probierten wir zunächst an dem kleinen Deckel eines 6-t-Lichtbogenofens, und zwar mit Didier-Stampfmasse für Hochfrequenzöfen, obwohl diese sich bei unseren Hochfrequenzöfen keineswegs bewährt hatte. Ich bin überzeugt, daß es mit jedem anderen guten Mörtel auch zu machen ist. Anschließend haben wir den Versuch mit gleich gutem Erfolg auch bei unserem 20-t-Ofen durchgeführt, und zwar haben wir dabei das ganze Kugelgewölbe in einer Flucht gemauert, also nicht nur einen mittleren Streifen, gegen den dann von beiden Seiten im Winkel von 90° gegengemauert wird. Es ist dabei, wenn man von zwei gegenüberliegenden Seiten aus zu mauern beginnt, nicht ganz einfach, mit beiden Hälften in der Mittellinie so zusammenzustoßen, daß man eine einwandfreie Mauerung bekommt. Es ist aber gegangen.

Das Ergebnis der ersten beiden Versuchsdeckel beim 20-t-Ofen ist folgendes: Als Vergleichsmaßstab diene der Rippengewölbedeckel nach Didier, von dem wir beim gleichen Ofen bisher 47 Stück mit einem Haltbarkeitsdurchschnitt von 53,7 Schmelzen aufgearbeitet haben, einer Zahl, die selbstredend auch im Zusammenhang mit dem Qualitätsprogramm gewertet werden muß. Die beiden ersten Versuchsgewölbe nach der neuen Bauart haben 32 und 57 Schmelzen ergeben. Das besagt noch nichts. Aber auch der dritte Deckel, der zur Zeit im Gebrauch ist, hat sich sehr gut angelassen, so daß wir glauben, daß wir es, selbst wenn wir im Durchschnitt nicht mehr ganz an die Durchschnittshaltbarkeit des Rippengewölbes herankommen sollten, nicht mehr verantworten können, die unzähligen Formsteine des alten Rippengewölbes beizubehalten. Dabei soll nicht bestritten werden, daß das bisher verwendete Rippengewölbe den grundsätzlichen Vorteil hatte, daß es, wenn es an den Elektrodenkränzen dünn wurde, an dem konzentrischen Rippenkranz, der die drei Elektrodenkränze umgibt, noch einen Halt hatte. Dieser Umstand ist aber keinesfalls so schwerwiegend, daß er den Rippendeckel retten könnte.

W. Tietze, Laband: Wir haben seinerzeit in Laband für unsere neuen Lichtbogenöfen die von den Didier-Werken ausgeführten Rippengewölbe verwendet. Mit diesen Gewölben haben wir eine Haltbarkeit von 50 bis 60 Schmelzen erreicht, was als befriedigend anzusprechen ist. Schwierigkeiten bereiten nur die großen Widerlagersteine, die vorzeitig abplatzen und von uns durch Normalsteine ersetzt werden mußten, um die oben angeführte Haltbarkeit zu erreichen.

Angeregt durch einen Besuch bei der Firma Krupp in diesem Jahre habe ich im Einverständnis mit der Firma Krupp einen Deckel ausschließlich mit Normalsteinen zugestellt. Die damit erreichte Haltbarkeit betrug 35 bis 40 Schmelzen, während Krupp mit derselben Ausführung rund 100 Schmelzen Deckelhaltbarkeit erzielt.

Die Ursache für die verminderte Haltbarkeit dieser Deckel in Laband liegt wohl ausschließlich darin, daß uns bisher die von Krupp verwendeten Kühlringe nicht zur Verfügung gestanden haben, da die am Rande des Deckelringes vermauerten Steine nach 35 Schmelzen kaum eine Abnutzung gezeigt haben. Es ist daher zu erwarten, daß nach Einbau der Kühlringe in das Deckelgewölbe die gleiche Haltbarkeit erzielt wird, wie es bei der Firma Krupp der Fall ist.

E. Lange, Mülheim (Ruhr): Bei den Deutschen Eisenwerken in Mülheim liegen inzwischen Erfahrungen mit einem Deckel eines 10-t-Ofens vor, der mit genormten Steinen von Martin & Pagenstecher, nach dem Vorschlag Krupp, jedoch mit aufgesetzten Kühlringen gemauert wurde. Da die für den Ofen vorgesehenen Steine mit einem Kugelradius von 4250 mm noch nicht fertiggestellt waren, wurde der Deckel aus Steinen mit einem Kugelradius von 6900 mm, so wie sie für die 35-t-Oefen des Bochumer Vereins bestimmt sind, ausgeführt. Der Deckel hatte demzufolge einen sehr kleinen Stich. Der Deckel hielt 60 Schmelzen bei heißerschmolzenen Stählen aus; dabei ist zu berücksichtigen, daß derselbe zweimal durch eine Störung an der Kühlwasserleitung vollständig naß geworden ist. Das Mauern des Deckels ist anfangs durch das Behauen der Steine an den Widerlagern und an den Elektrodenringsteinen etwas schwierig. Bei einiger Uebung wird sich das wohl bessern. Ein zweiter Deckel der gleichen Ausführung ist augenblicklich in Betrieb und sieht nach 25 Schmelzen noch sehr gut aus. Nach den bisherigen Erfahrungen ist anzunehmen, daß mit den neuen Steinen zufriedenstellend gearbeitet werden kann.

Da die nach dem Kruppschen Verfahren eingemauerten Kühlringe wahrscheinlich ziemlich heiß werden, möchte ich anfragen, wieviel Wasserdruck zumindest für die Kühlung benötigt wird. (Zuruf: 3 bis 4 atü.)

Eine Deckelstärke von 250 mm halte ich zumindest bei großen Oefen für zu gering. Stärkere Deckel werden länger halten, natürlich unter der Voraussetzung, daß der Schmelzer entsprechend aufpaßt. Bei Oefen dagegen, bei denen es üblich ist, den Deckel schon nach 10 bis 20 Schmelzen auf die Hälfte der Steinstärke abzuschmelzen, wäre es aus Ersparnisgründen zweckmäßig, mit noch geringeren Steinstärken zu arbeiten.

H. Müller, Essen: Für den Bau der Lichtbogenofendeckel kann ein Einheitsstein für den größeren Teil des Gewölbes angewendet werden, abgesehen von den Randsteinen und von den Umgrenzungen für die Elektrodendurchgänge. Es geht nur noch darum, ob die Umgrenzungen der Elektrodendurchgänge durch Sonderringsteine oder durch metallische Kühlringe erfolgen sollen. Erfahrungsgemäß ist es aber doch ein ausgesprochener Vorteil, wenn die Kühlringe eingebaut werden. Bei einer aus zwei Großöfen bestehenden Neuanlage waren die Deckel zunächst in der üblichen Weise mit Formsteinen hergestellt worden. Die Deckelhaltbarkeit war unbefriedigend. Entsprechend der Ausführung des Deckels an den Lichtbogenöfen mittlerer Größe wurden auch diese beiden Ofendeckel nach der Sonderausführung mit Kühlringen umgebaut. Die Haltbarkeitszahlen stiegen auf mehr als das Doppelte, und es werden jetzt häufig Steinverbrauchszahlen von etwa 4 kg/t erreicht *(Bild 5)*. Auch von einem Außenwerk wurde nach Einbau der Kühlringe an einem 5-t-Lichtbogenofen eine Erhöhung der Haltbarkeit von etwa 50 Schmelzungen auf etwa 150 festgestellt.

Die Herstellung der Kühlringe dürfte zur Zeit allerdings in manchen Werken Schwierigkeiten machen. Wir selbst haben eine lange Praxis in der Herstellung der Ringe, so daß Störungen nicht entstehen. Es wäre vielleicht nach der Normalisierung der Lichtbogenöfen zu überlegen, die Herstellung der metallischen Kühlringe einer Sonderfirma zu übertragen.

Der Einbau der Ringe selbst bringt bereits eine kleine Steinersparnis mit sich. Sind die Schwierigkeiten der Beschaffung der Kühlringe und deren Aufhängung an den Deckeln überwunden, so bietet die beschriebene Anordnung auch eine geeignete Grundlage für den Aufbau der Lichtbogenofendeckel, wenn diese nicht aus gebrannten Steinen, sondern aus basischen oder sauren Massen aufgestampft werden sollen.

Was die Arbeit des Behauens anbelangt, so wurde bei den großen Oefen mit 5200 mm Kesseldurchmesser festgestellt, daß die Mauerstunden beim Einbau der Einheitssteine um etwa 10 % höher liegen.

Umschau.

Zur Entwicklung der Breitbandstraßen.

An die in der 48. Vollsitzung des Walzwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. am 27. November 1941 erstatteten Berichte von D. Timmermann[1]) und H. P. Lemm[2]) schloß sich folgende Aussprache an.

F. Winterhoff, Mülheim (Ruhr): Bereits im Jahre 1936 hatte ich gelegentlich des Vortrages von A. Nöll über „Zeitgemäße Fragen aus dem Gebiete des Walzwerkswesens"[3]) Stellung zu der zweckmäßigen Bauart von Breitbandstraßen genommen. Ich hatte darauf hingewiesen, daß die Lösungen von A. P. Steckel[4]), G. A. V. Russell[5]) oder E. Broemel[6]) nur als behelfsmäßig bezeichnet werden müssen und kaum zu einem vollen Erfolg führen können. Inzwischen ist die von mir beschriebene Breitbandstraße einige Jahre in Betrieb, und man kann daher die damals gemachten Ausführungen über den Bau und Betrieb dieser ersten deutschen vollkontinuierlichen Breitbandanlage[6]) einer kritischen Betrachtung unterziehen. Ich erwähnte u. a., daß an das Breitband hauptsächlich acht Forderungen in qualitativer Hinsicht gestellt würden. Hieraus ergaben sich für den Bau geeigneter Walzwerke fünf Forderungen für den Konstrukteur.

Ein zusammenfassender Ueberblick über die bis dahin vorhandenen Breitbandstraßen führte damals zu der Schlußfolgerung, daß behelfsmäßige Lösungen beim Bau solcher Straßen nicht in der Lage wären, den gestellten Anforderungen zu entsprechen. Die Nachteile solcher, zwar verhältnismäßig billig erscheinenden Bauarten wurden von mir als so groß bezeichnet, daß ihr Bau nicht empfehlenswert sei. Die einzige Lösung, die in etwa in der Lage ist, mit der kontinuierlichen Straße in Wettbewerb zu treten, ist die halbkontinuierliche Anordnung. Voraussetzung ist hierbei jedoch:

1. daß das als Vorstraße dienende Universalgerüst in einer Achse mit der Fertigstraße angeordnet ist,
2. daß das Vorgerüst und die Fertigstraße in ihren Leistungen richtig aufeinander abgestimmt sind, und
3. daß die Fertigstraße aus mindestens fünf, besser aus sechs Gerüsten besteht.

Die Vorträge der Herren Lemm und Timmermann beschäftigen sich hauptsächlich mit Anlagen, welchen die Vorschläge von Broemel zugrunde liegen. Bei diesen spielt das Ausgleichen oder das Aufheizen des Bandes in Haspelöfen eine ausschlaggebende Rolle. Da dieses Verfahren nahe mit der Ausführungsart von Steckel verwandt ist, möchte ich zunächst etwas zu dem Steckel-Warmwalzwerk sagen.

Ich erwähnte damals, daß die bestehenden Steckel-Warmwalzwerke in Amerika stillgesetzt worden wären, weil sie sich aus den von mir dargelegten Gründen nicht bewährt hätten. Auf Grund dieser kritischen Darstellung in meinem Vortrag, der durch die Veröffentlichung in „Stahl und Eisen" nach Amerika gelangte, hatte die Patentinhaberin des Steckel-Warmwalzverfahrens, die Firma „The Cold Metal Process Company", Youngstown, Ohio, im Dezember 1938 schriftlich beim Verein Deutscher Eisenhüttenleute Einspruch erhoben. Sie behauptete, daß die von mir gemachten Bemerkungen von den wirklichen Tatsachen erheblich abwichen, und forderte eine Berichtigung meiner Darstellungen. Sie lege den allergrößten Wert darauf, daß die beteiligten Kreise über die wirklichen Tatsachen unterrichtet und nicht irregeführt würden. In dem sich daraus entwickelnden Schriftwechsel wies die Cold Metal besonders auf das Steckel-Warmwalzwerk der Firma Youngstown Sheet and Tube Co. hin, das aus einem Universalgerüst und einem Umkehrfertiggerüst besteht, wobei dieses auf jeder Seite eine Wickelvorrichtung hat, die in einem Zwischenwärmofen aufgestellt ist. Die Oefen dienen nicht nur dem Temperaturausgleich, sondern können auch für die zusätzliche Erwärmung der Streifen benutzt werden. Diese Anlage wurde im Jahre 1935 von der Firma Youngstown Sheet and Tube Co. in Betrieb genommen und um diese Zeit von mir besichtigt. Das Ergebnis der Besichtigung klang in dem Urteil aus, daß das Steckel-Verfahren für uns ungeeignet wäre. Naturgemäß wurde diese Frage noch einmal aufgeworfen, als der Bau einer deutschen Breitbandstraße verwirklicht werden sollte. In Erkenntnis der wahren Sachlage wurde von uns trotz des hohen Kostenaufwandes und der großen Erzeugung das kontinuierliche Verfahren gewählt. Die größte Bandbreite bei der Youngstown-Anlage betrug 1270 mm und die geringste Dicke, die man auf dieser Anlage bei normaler Walzung laufend erzielt hat, 2 mm. Von der Cold Metal wurde weiter auf die angeblich großen Vorteile des Steckel-Warmwalzwerkes gegenüber den kontinuierlichen Anlagen hingewiesen. In einem Schreiben hieß es wörtlich:

1. Die Dicke der auf dem Steckel-Walzwerk erzeugten Streifen wird wegen der Temperaturregelung in genaueren Abmessungen gehalten. als dies auf einem kontinuierlichen Walzwerk möglich ist.
2. Die Kanten der auf dem Steckel-Warmwalzwerk erzeugten Streifen sind frei von Rauheiten und Rissen, da die Kante des Streifens beim Walzen der wärmste Teil des Streifens ist, und zwar infolge der Tatsache, daß in den Haspelöfen nach jedem Stich die Kanten wieder erwärmt werden. Die Kanten der auf einem kontinuierlichen Walzwerk erzeugten Streifen weisen dagegen oft Rauheiten und Risse auf, da während des Walzens auf dem kontinuierlichen Walzwerk die Kante der kälteste Teil des Streifens ist. Auf dem Steckel-Walzwerk können daher infolge der Möglichkeit der Temperaturregelung metallurgische Eigenschaften erreicht werden, die auf dem kontinuierlichen Walzwerk nicht erzielt werden

[1]) Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 109/14 (Walzw.-Aussch. 169).
[2]) Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 257/65 (Walzw.-Aussch. 171).
[3]) Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1091/1112 (Walzw.-Aussch. 128).
[4]) Iron Steel Engr. 10 (1933) Nr. 1, S. 3/8.
[5]) J. Iron Steel Inst. 133 (1936) I, S. 51/93; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 849/51.
[6]) Nöll, A.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1120/25 (Walzw.-Aussch. 141); Winterhoff, F.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1225/38 (Walzw.-Aussch. 145).

können. Die schwersten Wickelrollen sind auf dem Steckel-Walzwerk erzielt worden. 765 mm breite Streifen sind auf 1,6 mm heruntergewalzt worden, und zwar in Wickelrollen von je 4300 kg; dies Gewicht ist größer, als es zur Zeit auf dem kontinuierlichen Walzwerk, nämlich dem Walzwerk auf dem Irvin-Werk der Carnegie-Illinois Steel Corporation, erzielt werden kann.

3. Die größte Wirtschaftlichkeit wird bei der Anwendung des Steckel-Walzwerkes erzielt wegen der niedrigsten Festkosten und weil die direkten Betriebskosten ebenso niedrig sind wie die bei den kontinuierlichen Walzwerken erzielten.

Während der weiteren Entwicklung des Meinungsaustausches hat die Cold Metal es vorgezogen, auf die geforderte Veröffentlichung zu verzichten. Ich hatte dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute u. a. mitgeteilt, daß die Cold Metal nicht angibt, welche Anlagen nach der Erstellung der Anlage bei der Youngstown Sheet and Tube Co. nachträglich noch errichtet worden sind. Nach Fertigstellung der neuen Breitbandstraße der Firma Youngstown Sheet and Tube Co. für Breitband bis 1300 mm, bestehend aus elf kontinuierlich angeordneten Gerüsten, ist das Steckel-Warmwalzwerk stillgesetzt worden. Die anderen Steckel-Anlagen liefern aber, wie die Cold Metal selbst zugibt, kein Breitband, sondern nur Bandstahl bis zu einer Breite von 540 mm.

Auf Grund der Zuschrift der Cold Metal habe ich mich eingehend nach der Anlage der Youngstown Sheet and Tube Co. erkundigt. Hierbei wurde mir das Ergebnis unserer damaligen Besichtigung noch einmal bestätigt. Es wurde mir mitgeteilt, daß das auf dieser Anlage gewalzte Breitband bei weitem nicht die Oberflächengüte hat, die man auf einer kontinuierlichen oder halbkontinuierlichen Straße erreicht. Ferner habe man wegen der Ungleichmäßigkeit der Fertigwalztemperatur nicht die Möglichkeit, ein einheitliches oder vorher bestimmtes Korngefüge zu erreichen. Aus diesen Gründen wurde auch wohl das einzige Steckel-Walzwerk in den Vereinigten Staaten von Amerika inzwischen abgebrochen.

Die Cold Metal hob zwar an ihren Streifen drei Vorzüge besonders hervor, doch deckte sich diese Behauptung nicht mit den praktischen Erfahrungen. Von den beteiligten amerikanischen Betriebsleuten wurde mir gerade das Zwischenwärmen als großer Nachteil geschildert. Die theoretisch mögliche Temperaturregelbarkeit läßt in der Praxis sehr zu wünschen übrig. Es wurde als völlig ausgeschlossen bezeichnet, auf einem Steckel-Warmwalzwerk engere Maßgrenzen zu erreichen als auf einem kontinuierlichen. Damit dürften die unter Punkt 1 und 2 des Schreibens der Cold Metal aufgezählten Vorteile hinfällig sein. Die unter Punkt 3 erwähnte größere Wirtschaftlichkeit kann ich nicht beurteilen. Sie ist aber auch nicht ausschlaggebend, wenn nicht eine gleich- oder höherwertige Qualität als auf kontinuierlichen Anlagen erzielt wird. Nicht die Wirtschaftlichkeit, sondern vor allem die Qualität ist maßgebend; d. h., wenn auf einem Walzwerk keine erstklassige Qualität hergestellt werden kann, nützt auch die billigste Anlage nichts, weil der Absatz eingeengt wird, und man sich auf zweitklassige und schlechter bezahlte Erzeugnisse beschränken muß.

So weit meine damalige Stellungnahme. Nun zu den vorliegenden Vorträgen.

Herr Lemm bringt in seinem Vortrag eine Gegenüberstellung der Anlagekosten, Stundenleistungen und Bundgewichte bei den verschiedenen Arten von Straßen für Breitband. Er setzt bei der vollkontinuierlichen Straße die Anlagekosten, Stundenleistung und Bundgewichte gleich 100 %. Bei dem Steckel-Walzwerk wird danach das Bundgewicht gleichfalls mit 100 % angegeben, während die Stundenleistung auf 21 %, d. h. auf rd. ein Fünftel der kontinuierlichen Straße, fällt, hingegen die Anlagekosten 48,5 % von denen einer kontinuierlichen Straße sind. Hieraus folgt, daß beim Steckel-Walzwerk die Anlagekosten etwa 50 % des Anlagekapitals einer kontinuierlichen Straße betragen, daß aber das Walzwerk nur 21 % von dem leistet, was eine kontinuierliche Straße zu leisten vermag. Somit ist also die Belastung je Tonne Erzeugung höher als bei der kontinuierlichen Anlage. Wenn jetzt die Qualität des auf dem Steckel-Walzwerk hergestellten Walzzeugs besser wäre als diejenige einer kontinuierlichen Straße, so könnte man die höheren Anlagekosten, bezogen auf die Tonne Erzeugung, noch in etwa vertreten. Da aber das Gegenteil der Fall ist, wirkt sich die schlechtere Wirtschaftlichkeit besonders nachteilig aus. Hier tritt also am krassesten in Erscheinung, daß mit einer Leistungsverminderung der Kapitalaufwand je Tonne Erzeugung ganz erheblich steigt, während auf der anderen Seite die Qualität des fertigen Erzeugnisses mit dem Walzgut, das auf kontinuierlichen Straßen hergestellt wird, nicht wettbewerbsfähig ist. Eindeutig steht fest, daß die auf einem Steckel-Walzwerk erzeugten Breitbänder höchstens noch für Weißblech- und ähnliche Güten ausreichen. Für Karosseriebleche werden sie kaum verwendbar sein.

Betrachtet man weiter die im Vortrag von Herrn Lemm angeführte Ausführungsart nach Röchling, die aus einem Universalgerüst mit vier oder fünf kontinuierlich angeordneten Fertiggerüsten besteht, so stellt man fest, daß es sich im großen und ganzen um eine verbesserte Ausführung des Steckel-Walzwerkes handelt. Von Herrn Lemm wird angegeben, daß bei der viergerüstigen Röchling-Straße die Anlagekosten noch 63 %, die Stundenleistung 35 % und die Bundgewichte etwa 60 bis 65 % von denen einer kontinuierlichen Straße betragen. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß Herr Lemm bei der Kostenaufstellung für den Bau des Röchling-Walzwerkes sicherlich einen Drehstromantrieb für die Fertigstraße eingerechnet hat. Würden jedoch, wie es meines Erachtens unumgänglich notwendig ist, die Kosten eines Gleichstromantriebes eingesetzt, so würde sich der prozentuale Anteil der Anlagekosten von 63 % auf 80 bis 85 % erhöhen. Auch hier wird also deutlich gezeigt, daß der Kapitalaufwand je Tonne Fertigerzeugnis bedeutend höher ist als bei einer kontinuierlichen Straße. Damit müssen auch die Umwandlungskosten im ganzen gesehen höher sein als die bei der kontinuierlichen Walzung.

Diese Vergleiche beziehen sich auf eine volle Beschäftigung der verglichenen Walzwerksarten. Die Erfahrung hat gezeigt, daß aber auch bei halber Beschäftigung die kontinuierlichen Straßen den nichtkontinuierlichen Anlagen überlegen sein müssen. Die geringeren Umwandlungskosten und das durch die höhere Qualität bedingte bessere Ausbringen heben den erhöhten Kapitaldienst weitgehend wieder auf. Wenn die auf den Steckel-Walzwerken erzielten Maßgrenzen nicht mit denen des Breitbandes von kontinuierlichen Straßen vergleichbar sind, so muß doch zugegeben werden, daß die auf der Röchling-Straße zu erzielenden Maßhaltigkeiten besser sein müssen als beim Steckel-Walzwerk, da die Fertigwalzung auf vier oder gar fünf Gerüsten vorgenommen wird. Ob hierbei die Dickenabmaße, gemessen von den beiden Bandkanten bis zur Bandmitte, besser sind als die, welche auf kontinuierlichen Straßen erzielt werden, möchte ich bezweifeln. Die Abmaße von Bandanfang bis Bandende sind, wie von Herrn Lemm ausführlich beschrieben wird, vom Temperaturabfall während des Walzens abhängig. Ein geringer Dickenunterschied bei der kontinuierlichen Walzung, gemessen vom Bandanfang bis zum Bandende, ist daher zwar vorhanden, er hält sich aber in so engen Grenzen, daß er bisher zu keinerlei Schwierigkeiten geführt hat, da der Temperaturunterschied zwischen Anfang und Ende des Walzgutes nach der Vorwalzung nur wenige Grad beträgt. Wenn es trotzdem aber einmal erforderlich werden wird, mit noch engeren Abmaßen zu arbeiten, so bietet die kontinuierliche Straße auch hierzu einfachere Möglichkeiten als die der Haspelöfen. Man kann z. B. die Unterdruckanstellung des ersten oder der beiden ersten Gerüste der Fertigstraße stetig etwas (nach dem System Möller) zustellen. Dadurch wird die durch den größer werdenden Walzdruck bedingte Walzspaltvergrößerung ausgeglichen. Derartige Anstellungen werden selbsttätig gesteuert und spielen im Vergleich zum gesamten Kostenaufwand einer Breitbandstraße eine zu vernachlässigende Rolle. Auch könnte ein kontinuierlicher Ausgleichsofen zwischen Fertig- und Vorstraße eingeschaltet werden, um die unvermeidlichen Temperaturunterschiede zwischen Anfang und Ende des Walzgutes auszugleichen. Zu derartigen Hilfsmitteln würde man aber nur greifen, wenn geringere Abmaße gefordert würden, als sie jetzt auf kontinuierlichen Straßen erreicht werden. Das ist aber im Augenblick nicht der Fall, da die erzielten Dickentoleranzen bei weitem enger sind, als die Verbraucher sie verlangen. Das Ziel beim Breitbandwalzen muß sein, jegliche Zwischenwärmung während des Walzens wegen der dadurch bedingten Zunderbildung und wegen der dadurch leicht entstehenden Betriebsstörungen zu unterlassen.

Die Vorstellungen, die in der Praxis von dem in den Vorträgen angeführten Walzkaliber mit konvexem Querschnitt anzutreffen sind, sind häufig unrichtig. So wird z. B. dieser konvexe Walzspalt vorher nicht künstlich eingestellt, indem man die Walzen hohl schleift, sondern die Walzen werden im Gegenteil ballig geschliffen, und zwar derart, daß sich im Ruhezustand durchweg ein Walzspalt von bikonkavem Querschnitt bildet. Dieser wandelt sich dann unter der Einwirkung des Walzens im Arbeitszustand in einen Spalt von bikonvexem Querschnitt. Der Walzspalt und damit der Querschnitt des fertigen Bandes im letzten Fertiggerüst hat jedoch fast genau rechteckigen Querschnitt. Das zur einwandfreien Führung des

Breitbandes in der Fertigstraße erforderliche Kaliber ist in bezug auf den am fertigen Band gemessenen Dickenunterschied äußerst gering. Für die weitere Verarbeitung des Breitbandes ist es unbedeutend klein. Für die anschließende Kaltwalzung ist es aber trotzdem erwünscht, um auch dort eine einwandfreie Führung des Walzgutes zu haben. Nach der Kaltwalzung ist aber das über den Querschnitt des Bandes gemessene Dickenabmaß so gering, daß die hergestellten Bleche alle nach anderen Verfahren hergestellten an Maßhaltigkeit übertreffen.

Da das Röchling-Walzwerk in seinem Aufbau einer halbkontinuierlichen Straße sehr ähnlich ist, zieht Herr Timmermann hier entsprechende Vergleiche, obwohl es meines Erachtens angebrachter wäre, die Broemel-Anlage mit einer vollkontinuierlichen Anlage zu vergleichen, da ich wiederholt zum Ausdruck gebracht habe, daß auch die halbkontinuierliche Anlage für die Erzeugung von Breitband von geringer Stärke eine unvollkommene Lösung darstellt.

Auf die durch Temperaturverschiedenheit bedingten Dickenunterschiede zwischen Bandanfang und Bandende bin ich schon eingegangen. Ich möchte aber nochmal betonen, daß vielleicht theoretische Ueberlegungen hier einen Vorteil der Anlage mit Zwischenwärmung erwarten lassen. In der Praxis hat sich aber auch hier die kontinuierliche Straße bis heute nicht nur als völlig ausreichend, sondern auch den bisherigen Anlagen mit Haspelöfen als überlegen erwiesen. Wie ich bereits sagte, hat die Abmaßfrage, die so stark in den Vordergrund gerückt wird, bei der kontinuierlichen Straße noch nie Schwierigkeiten gemacht. Anders steht es mit der Frage des Entzunderns; hier bieten sich bei uns und auch in Amerika noch manche Aufgaben. Wie bekannt, hat die kontinuierliche Straße sowohl vor der Vor- als auch vor der Fertigstraße Zunderbrecher mit Druckwasserabspritzung. Außerdem befinden sich zwischen den Gerüsten der Vorstraße Abspritzvorrichtungen. Selbst bei diesen Vorrichtungen kann es hin und wieder vorkommen, daß etwas Zunder eingewalzt wird. Für normale Qualitäten schadet er nicht, für Karosseriegüte ist aber ein solches Band nicht brauchbar.

Wenn nun selbst bei diesen Vorsichtsmaßnahmen örtliche Zundereinwalzungen vorkommen, wie groß muß dann die Gefahr erst sein beim Arbeiten mit Zwischenwärmung. Es wurde zwar erwähnt, daß durch die mechanische Beanspruchung beim Haspeln der Zunder abgelöst würde. Nach unseren Erfahrungen kann ich mir nicht vorstellen, daß diese Ablösung eine vollständige sein wird. Meines Erachtens wird der Zunder stets an einigen Stellen hängenbleiben und so zu einer Verschlechterung der Oberfläche führen. Auch bei der kontinuierlichen Straße findet nicht nur in den Zunderbrechern eine Zertrümmerung des Zunders statt, sondern auch bei den Schlingenhebern der Fertigstraße. Trotz all dieser Vorkehrungen und trotz der außerordentlich kurzen Durchgangszeit der kontinuierlichen Straße spielt die Entzunderung bei ihr immer noch eine Rolle. Ich glaube aber wohl sagen zu können, daß die Oberfläche der Breitbänder, die auf kontinuierlichen Straßen hergestellt werden, bisher unübertroffen ist. Anderseits glaube ich, da ich die Schwierigkeiten kenne, die die Erreichung dieses Zieles gemacht hat, sagen zu können, daß Anlagen mit Zwischenwärmung in der Fertigstraße nicht in der Lage sein werden, diese hohe Qualität zu erreichen.

Ferner glaube ich, daß eine Zwischenwärmung für die mechanischen Eigenschaften des Walzgutes nicht zweckmäßig ist. Bei der Herstellung von Breitband muß vor allem angestrebt werden, die Auslauftemperatur über 900° zu halten, um ein Erzeugnis mit normalgeglühtem Gefüge zu erhalten. Diese Möglichkeit besteht bei der hohen Durchgangsgeschwindigkeit der kontinuierlichen Straße ohne weiteres. Bei der Anwendung von Zwischenwärmöfen dürfte dies aber nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten möglich sein. Man erhält demnach ein Erzeugnis, das unter Umständen noch nachträglich normalgeglüht werden muß, um es zum Beispiel auf hohe Ziehfähigkeit zu bringen. Außerdem möchte ich auf die bekannten Gefahren hinweisen, die bei dem langen Halten des Walzgutes auf Temperaturen zwischen 700 und 900° entstehen. Bei dem Betrieb mit Haspelöfen wird praktisch die gesamte Walzung in diesem Bereich durchgeführt. Es wird hierdurch sicherlich der etwa bestehende Nachteil der Walzung in einer Richtung, besonders aber die Entstehung von Zeilengefüge und Korngrenzenzementit gefördert.

Nun noch ein Wort zu der mechanischen und elektrischen Ausrüstung der Röchling-Straße, verglichen mit der vollkontinuierlichen Straße. Es ist zwar nicht notwendig, so sagt Herr Timmermann, die Fertigstraße beim Broemel-Walzwerk mit regelbarem Antrieb auszurüsten, er hält die Regelung jedoch für zweckmäßig, um auch bei der Walzung von Sonderstählen weitgehend anpassungsfähig zu sein. Vergleicht man die mechanische Ausrüstung der Walzgerüste selbst, so kann nicht bezweifelt werden, daß die Fertigstraße nach der Bauart Broemel verwickelter ist als die Fertigstraße einer vollkontinuierlichen Bandstraße, da die Zwischenwärmöfen mit ihrem Zubehör schwierige Teile darstellen, die leicht die Ursache größerer Störungen sein können. Wenn das Broemel-Walzwerk mit regelbarem Antrieb versehen wird, weicht die elektrische Ausrüstung selbst nur noch geringfügig von einer vollkontinuierlichen Straße ab. Der angebliche Vorteil beim Broemel-Walzwerk, daß in der Fertigstraße nur ein Gerüst arbeitet und dadurch die Stromspitzen klein gehalten werden gegenüber der Fertigstraße beim vollkontinuierlichen Walzwerk, ist bei der heutigen Strombewirtschaftung belanglos. Es stehen jedenfalls im Ruhrbezirk genügend starke Anlagen zur Verfügung, die in der Lage sind, derartige Stromspitzen aufzunehmen. Selbst bei der früher beschriebenen Fertigstraße mit Gleichrichtern, bei welchen naturgemäß die auf das Netz gelangenden Stromstöße gegenüber den Ilgner-Leonard-Speisungen wesentlich höher sind, haben sich keine Nachteile im Netz herausgestellt. Dies liegt besonders daran, daß die größte Stromspitze langsam anwächst, weil die Gerüste der Fertigstraße erst nach und nach belastet werden. Was Herr Lemm als Vorteil der Broemel-Anlage in elektrischer Hinsicht anführt, ist meines Erachtens ein ganz wesentlicher Nachteil in wirtschaftlicher Beziehung. Durch die Haspelöfen werden nämlich die Gerüste der viergerüstigen Fertigstraße nur zur Hälfte ausgenutzt. Wenn zwei Gerüste walzen, stehen die zwei anderen die gleiche Zeit still. Daß sich dies ungünstig auf die Kosten auswirkt, dürfte klar sein.

Auf die Vorstraße oder das Universalgerüst näher einzugehen, erübrigt sich, da die Anlagekosten eines neuzeitlichen Universalgerüstes ungefähr die gleichen sind wie die einer viergerüstigen einfachen Vorstraße. Beim umkehrbaren Universalgerüst benötigt man Ilgner-Leonard-Sätze und einen entsprechenden Umkehrmotor, während die durchlaufenden Einzelwalzgerüste einer vollkontinuierlichen Vorstraße mit gewöhnlichen Drehstrommotoren, ja selbst mit Kurzschlußläufern betrieben werden können. So ist es auch zu erklären, daß die Anlagekosten des Steckel-Walzwerkes, der halbkontinuierlichen Straße und auch der fünfgerüstigen Röchling-Straße je Tonne Erzeugung wesentlich höher sind als bei der vollkontinuierlichen Straße.

Zusammenfassend kann zu dem Vergleich zwischen vollkontinuierlichen Breitbandstraßen und solchen, die nach anderen Verfahren arbeiten, gesagt werden, daß die Güte des auf der kontinuierlichen Anlage hergestellten Erzeugnisses bis heute noch von keiner anderen Anordnung erreicht wurde. Mit den nichtkontinuierlichen Anlagen muß zwangsweise eine so große Güteminderung des Walzgutes in Kauf genommen werden, daß trotz der billigeren Anlagekosten nichts gewonnen wird. Berücksichtigt man aber, daß den hohen Anlagekosten der kontinuierlichen Straße eine sehr große Erzeugungsmöglichkeit gegenübersteht, so muß das Verhältnis der Anlagekosten bei ihr günstiger sein als bei irgendeinem anderen Verfahren, d. h. die Kosten, auf die Tonne Walzgut gerechnet, sind bei der kontinuierlichen Straße günstiger als bei den anderen Lösungen. Auf diese Tatsache habe ich bereits im Jahre 1938 hingewiesen, und der nunmehr vierjährige Betrieb der Breitbandstraße hat diese Behauptung vollauf bestätigt.

Vergleicht man die Entwicklung in Amerika, so stellt man fest, daß nach Inbetriebnahme des großen Steckel-Warmwalzwerkes bei der Youngstown Sheet and Tube Co. weitere Anlagen dieser Art nicht mehr errichtet worden sind. Die Anzahl der kontinuierlichen Breitbandstraßen aber hat sich um ein weiteres Dutzend erhöht. Man ist drüben in der Mechanisierung der Erzeugung von Breitbändern inzwischen noch einen Schritt weitergegangen und hat vor einigen kontinuierlichen Breitbandstraßen in der gleichen Walzrichtung Blockwalzwerke aufgestellt, um vom gegossenen Block nach Möglichkeit in einer Hitze bis zum Fertigerzeugnis walzen zu können. Natürlich können bei diesen Straßen die Brammen auch erkalten und dann verputzt werden. Das Erhitzen erfolgt dann in den üblichen Wärmöfen. Bei verschiedenen Firmen aber, z. B. bei der Otis Steel Corporation in Cleveland, walzt man durchweg in einer Hitze vom gegossenen Block bis zum fertigen Breitband.

Ich bin weit davon entfernt, alles als richtig anzuerkennen, was auf dem Gebiete der Breitbänder in Amerika entwickelt und gebaut worden ist, besonders wenn man die ganz anders gelagerten Verhältnisse in Deutschland oder auch in Europa den amerikanischen Verhältnissen gegenüberstellt. Auf dem Gebiet der Breitbanderzeugung ist uns jedoch die Richtlinie auf Grund der Entwicklungen und Erfahrungen in Amerika eindeutig vorgezeichnet, besonders im Hinblick auf die Erschließung

und Bewirtschaftung des großeuropäischen Raumes. Dieses wird auch durch die Tatsache erhärtet, daß sich zwei große Hüttenmaschinenfabriken in einer Firmengemeinschaft auf diesem Sondergebiet zusammengefunden und vollständige Ausführungspläne für die Erstellung derartiger Anlagen in Deutschland von einer namhaften amerikanischen Firma übernommen haben. Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß die von mir beschriebene Anlage nach eigenen Entwürfen ohne amerikanische Zeichnungen in Zusammenarbeit mit der Demag entstanden ist.

Eine ähnliche Entwicklung auf dem Gebiet der Breitbandstraßen wie in Amerika ist bei uns durch das Gesetz zur Ueberwachung des planmäßigen Ausbaues der deutschen Eisenindustrie von vornherein unmöglich. Ich wies hierauf bereits in meinem Vortrag vom Jahre 1938 hin. Mehr als früher werden zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit bei der Erzeugung von Handelsgütern — die Breitbänder werden künftig eine große Rolle spielen — die Anteile des Kapital- und Zinsendienstes, des Energieverbrauchs und des Arbeitereinsatzes je Tonne Erzeugung herangezogen werden müssen. Daß dabei die technisch einfachste Umwandlung, wie sie die vollkontinuierliche Umwandlung von Breitband nun einmal darstellt, am günstigsten abschneiden wird, ist selbstverständlich, zumal da besonders die Frage nach Einsparung von Arbeitskräften heute mehr denn je im Vordergrund steht. Vielleicht ist es möglich, auch hierüber Vergleichszahlen zwischen den anderen Walzarten und der vollkontinuierlichen Straße zu bekommen, wobei man wohl jetzt schon sagen kann, daß die vollkontinuierliche Straße die geringste Kopfzahl je Tonne Erzeugung haben wird. Weiter werden die besseren Eigenschaften des Erzeugnisses bei der Verarbeitung zu Weiß- oder Karosserieblechen einen geringeren Arbeitsaufwand erfordern

1. durch Einsparung von nachträglicher Oberflächenbehandlung,
2. durch Einsparung von Glühungen und
3. durch besseres Ausbringen und weniger Abfall infolge besserer Maßhaltigkeit.

Gerade in der heutigen Zeit sollte der Grundsatz gelten, nur Walzwerke zu erbauen, bei denen von vornherein feststeht, daß sie in der Lage sind, erstklassige Güten zu liefern. Alle anderen Lösungen müßten ausscheiden.

Trotz meiner damaligen Warnung sind verschiedene Walzwerke in behelfsmäßiger Bauart in Deutschland errichtet worden. Es wäre wissenswert, einmal eine kritische Betrachtung des Betriebes dieser Walzwerke in diesem Kreise vorzunehmen. Bisher haben hierzu nur die Konstrukteure gesprochen!

Statt solche Behelfs-Breitbandstraßen zu bauen, hätten sich meines Erachtens zweckmäßiger mehrere Werke zusammengetan, um eine vollkontinuierliche Breitbandstraße gemeinsam voll auszunutzen. Dann wäre wirtschaftliche Arbeitsweise mit höchster Qualitätsverbesserung auf dem Feinblechgebiet vereint gewesen. Es wird einmal wieder die Zeit kommen, wo wir gegen den Wettbewerb von Amerika auf dem Weltmarkt zu kämpfen haben. In diesem Kampf werden sich dann nur die Anlagen durchsetzen, die in der Lage sind, ein ebenso erstklassiges und billiges Erzeugnis zu liefern wie die Amerikaner. Die Behelfsanlagen, die unter Zugeständnissen an die Güte des Erzeugnisses errichtet wurden, werden dann zum Schaden der deutschen Eisenhüttenindustrie und des deutschen Eisenhüttenmannes nicht wettbewerbsfähig sein.

H. P. Lemm, Magdeburg (nachträglich eingesandt): Herr Winterhoff bespricht zunächst ausführlich das Steckel-Walzwerk. Dazu ist zu sagen, daß die in den Vereinigten Staaten von Amerika erzielten Ergebnisse beim Bau des ersten Steckel-Walzwerkes in Deutschland berücksichtigt wurden. Diese Ergebnisse genügten vollauf für den vorgesehenen Verwendungszweck. Bei der Probewalzung des deutschen Walzwerkes, die sich aus zeitbedingten Gründen nur auf wenige Tage erstrecken konnte, wurden bereits Bänder in zufriedenstellender Güte gewalzt. Im übrigen sollte man die Beurteilung dieses Walzwerkes ruhig der Zukunft überlassen. Wenn die erste Anlage dieser Art in Deutschland den Betrieb aufgenommen haben wird, läßt sich nach einigen Monaten Einlaufzeit ein Urteil fällen.

Die Erörterungen selbst befassen sich im wesentlichen mit dem zweiten Teil meiner Ausführungen, dem Vergleich einiger Walzwerksanordnungen. Bei diesem Vergleich bin ich von den kontinuierlichen Straßen ausgegangen, da diese in den Vereinigten Staaten in zahlreichen Ausführungen arbeiten und auf ihnen der weitaus größte Teil der Breitbänder hergestellt wird. Verglichen habe ich die bei der Planung wichtigen Einflüsse, wie Bundgewicht, erreichbare Endstärke, Leistung und Anlagekosten. Daneben sind für die Wirtschaftlichkeit noch andere Punkte zu beachten. Wenn aber für die Wirtschaftlichkeit das Verhältnis der Anlagekosten zur Leistung von so großer Bedeutung ist, wie dies in der Erörterung angegeben wird, so muß bei der Aufstellung von Vergleichen der praktisch erreichbare Ausnutzungsgrad zugrunde gelegt werden. Die kontinuierlichen Straßen konnten bisher, selbst in guten Zeiten, im Durchschnitt oft nur unter 50 % ausgenutzt werden. Das Verhältnis der Anlagekosten zur Leistung wird dann bei kleineren Anlagen günstiger als bei kontinuierlichen Straßen. Wie weit darüber hinaus das Ausbringen, die Betriebskosten usw. die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Anlagearten beeinflussen, kann nur durch einen Vergleich der Betriebszahlen festgestellt werden. Diese fehlen bisher leider; sie sind auch für die kontinuierliche Straße nicht bekanntgegeben worden, so daß es verfrüht ist, hierüber ein endgültiges Urteil zu fällen. Welche Straßenart, von der Leistung aus gesehen, vorzuziehen ist, muß im Einzelfall geprüft werden. Beim Walzen von Edelstahl hat man beispielsweise für das normale Walzprogramm meistens besondere Walzwerke errichtet, und aus den gleichen Gründen wird man für die Herstellung von Breitbändern aus Edelstahl ebenfalls Sonderanlagen errichten. Infolge des geringen Bedarfes sind dann kleinere Anlagen zweckmäßiger.

Im übrigen ist die Leistung der Mehrzahl der von mir angeführten Walzwerke so groß, daß sie den meisten Ansprüchen genügen. Die Errichtung weiterer Anlagen wird schließlich nicht durch eine zu geringe Leistung der dann bestehenden Walzwerke, sondern ähnlich wie in den Vereinigten Staaten durch die Standortfrage und durch Verkehrsfragen bedingt sein.

So bleibt zur Beurteilung nur die Güte der Streifen. Gegenüber den kontinuierlichen Straßen wird zweifelsohne bei der einen oder anderen zum Vergleich herangezogenen Walzwerksart die Oberflächengüte geringer sein. Die halbkontinuierliche Straße und das Röchling-Walzwerk gleichen jedoch in ihrer Arbeitsweise der kontinuierlichen Straße, da jedes Fertigwalzgerüst nur einen Stich ausführt. Daher ist bei der Anwendung gleicher Mittel bei diesen Walzwerken eine den Anforderungen voll entsprechende Oberflächengüte kaum schwieriger zu erreichen als bei der kontinuierlichen Straße, selbstverständlich unter Zugrundelegung der von mir angegebenen Voraussetzungen. Es ist aber zu beachten, daß das Verwendungsgebiet von Breitstreifen außerordentlich groß ist, und daß nur für einen Bruchteil der Erzeugung die höchste Oberflächengüte verlangt wird.

Die Dickengenauigkeit sollte nicht, wie es oft geschieht, an Streifen von 2 mm Stärke und mehr geprüft werden, sondern an den dünnsten Streifen, für die man das Walzwerk ausgelegt hat, beispielsweise für die kontinuierliche Straße an Streifen von 1,3 mm Dicke und 800 mm Breite oder 1,6 mm Dicke bei 1250 mm Breite. Für größere Endstärken werden weniger Walzgerüste benötigt, also einfachere Anlagen, und das Walzen größerer Dicken bietet bei weitem weniger walztechnische Schwierigkeiten, um eine bessere Genauigkeit zu erreichen. Die zur Zeit vorliegenden deutschen Normen und Festlegungen können für die Beurteilung der Dickengenauigkeiten nicht herangezogen werden, da sie der Breitbandherstellung noch nicht Rechnung tragen. Auch die zur Zeit von den deutschen Verbrauchern gestellten Ansprüche können noch kein Maßstab sein, da erfahrungsgemäß erst bei einem größeren Verbraucherkreis und bei wachsendem Wettbewerb höchste Anforderungen gestellt werden. Nicht zuletzt, und dieser Punkt erscheint mir sehr wichtig, stellt aber die Arbeit der neuzeitlichen Kaltwalzwerke außerordentlich hohe Anforderungen an die Maßgenauigkeit der warm gewalzten Streifen. Dies wird allerdings erst dann in Erscheinung treten, wenn man auch in Deutschland mit höchsten Geschwindigkeiten beim Kaltwalzen arbeiten wird. In den Vereinigten Staaten hat man bereits Kaltwalzwerke für Walzgeschwindigkeiten bis zu 1000 m/min und mehr gebaut, während man in Deutschland nur mit einem Bruchteil dieser Geschwindigkeit arbeitet.

Dicke und Dickengenauigkeit werden wesentlich von der Wärmehaltung beeinflußt, die wiederum das Bundgewicht bestimmt. Dabei sind auch der kontinuierlichen Straße Grenzen gesetzt, so daß bei größeren Genauigkeitsanforderungen die Bundgewichte verkleinert werden müssen. Dies war die Voraussetzung bei der Aufstellung der für die einzelnen Straßenarten angestellten Vergleiche. Somit lassen sich theoretisch bei den verschiedenen Straßenarten bei gleichen Dicken auch gleiche Dickenunterschiede erzielen, jedoch bei verschieden großen, den Straßenarten entsprechenden Bundgewichten. Haspelöfen können das Ergebnis nur in günstigem Sinne beeinflussen. Eine Einschränkung muß gemacht werden bei Straßen, deren Walzen beim Durchgang eines Streifens verstellt werden. Es muß be-

zweifelt werden, ob die beiden von Herrn Winterhoff angegebenen Wege zur Verbesserung der Stärkengenauigkeit (Nachstellung während des Walzens und Ausgleichöfen) eine günstigere Lösung als der Haspelofen darstellen.

Anstatt der theoretischen Erwägungen sind Betriebsvergleiche vorzuziehen, die jedoch in dem erstrebten Umfange nicht möglich sind, da die von mir zum Vergleich herangezogenen Walzwerksarten zum größten Teil noch nicht gebaut sind oder infolge der Zeitverhältnisse nicht arbeiten. Es ist jedoch wünschenswert, die tatsächlichen Betriebsergebnisse für verschiedene Streifenbreiten über Bundgewichte, Dicken, Dickenabweichungen, Durchschnittsleistungen usw. der zur Zeit arbeitenden verschiedenen Anlagen gegenüberzustellen, da die bisherigen Veröffentlichungen fast ausschließlich nur beschreibender Art sind. Eine weitere Beschäftigung mit der Herstellung von Blechen in Bandform ist notwendig, da die Entwicklung auf dem Gebiet der Breitbandwalzung durchaus noch nicht abgeschlossen ist. Dies ergibt sich allein aus der Tatsache, daß selbst kontinuierliche Breitstreifenwalzwerke, die erst vor wenigen Jahren erstellt wurden, durch neuere Anlagen bereits überholt sind und daher in einzelnen Fällen auch bereits umgebaut wurden.

D. Timmermann, Magdeburg (nachträglich eingesandt): Nach den Ausführungen von Herrn Winterhoff sind Haspelöfen als schwierige Einrichtungen anzusehen, die zu Störungen Anlaß geben können. Der Aufbau dieser Oefen ist jedoch sehr einfach, und ihre Arbeitsvorgänge sind bei den geringen Bandgeschwindigkeiten maschinentechnisch wesentlich leichter zu beherrschen als beispielsweise die Arbeitsvorgänge bei den Aufwickelvorrichtungen der kontinuierlichen Walzwerke, deren Wickelgeschwindigkeiten 10 m/s und mehr betragen. Die Steuerung der Oefen ist zwar ein zusätzlicher Arbeitsvorgang; dem steht jedoch gegenüber, daß eine Regelung der Walzgeschwindigkeiten nicht notwendig ist. Wenn auch die Oefen eine Verteuerung der Anlage bedeuten, so wird dies jedoch durch den billigeren elektrischen Antrieb der Walzgerüste ausgeglichen, da, wie bereits in meinem Vortrag ausgeführt, bei der Anwendung von Haspelöfen ein Regelantrieb bei den Walzgerüsten nicht notwendig ist, ausgenommen man verwalzt besondere Stahlsorten, die stark verschiedene Walzgeschwindigkeiten verlangen.

Die Belastung des Netzes ist, wie aus den Untersuchungen von H. Lemm hervorgeht, beim Röchling-Walzwerk wesentlich gleichmäßiger als bei anderen Walzwerksarten. Für genügend starke Netze mag dies nicht von Bedeutung sein, jedoch ist diese Frage für viele Werke wichtig, so daß das Röchling-Walzwerk hier Vorteile bietet.

Die Verzunderung dürfte beim Röchling-Walzwerk nicht größer als bei der kontinuierlichen Straße sein, da das Walzgut kürzere Zeit an der Luft ist und die Haspelöfen mit Gasüberschuß arbeiten. Außerdem steht nichts im Wege, die gleichen Zunderentfernungseinrichtungen wie bei kontinuierlichen Straßen anzubringen. Als Beispiel für die Oberflächenbeschaffenheit sei erwähnt, daß auf dem Röchling-Walzwerk gewalzte Bänder mit gutem Erfolg zu sogenannten veredelten Blechen verarbeitet worden sind, obwohl die für diese an die Oberflächengüte gestellten Forderungen sehr groß sind. Ferner sind auch Bänder aus nichtrostendem Stahl mit zufriedenstellender Oberflächengüte gewalzt worden.

In der Erörterung wurde auch die Frage der mechanischen Eigenschaften des gewalzten Bandes angeschnitten, und es wurde eine Auslauftemperatur von über 900° für notwendig bezeichnet, um ein normal geglühtes Gefüge zu erhalten. Dazu ist zu sagen, daß keine Schwierigkeiten bestehen, die Temperatur der Haspelöfen so hoch zu halten, daß die der jeweiligen Stahlsorte entsprechende günstigste Auslauftemperatur mit Sicherheit erreicht wird.

Infolge der Anordnung von Haspelöfen zwischen den einzelnen Walzgerüsten ist das Röchling-Walzwerk nicht als kontinuierliche Straße anzusprechen. Es können nicht alle Walzgerüste gleichzeitig arbeiten, so daß bei einer viergerüstigen Fertigstraße die Walzgerüste tatsächlich immer nur zur Hälfte ausgenutzt sind. Dies ist aber nicht von Bedeutung, da eine gute Abstimmung der Arbeitszeiten der Vorstraße und der Fertigstraße zueinander wesentlicher ist. Diese ist beim Röchling-Walzwerk leichter erreichbar als bei vielen anderen Straßenarten. Bei der kontinuierlichen Straße zum Beispiel läuft die Vorstraße zeitweilig leer und ist wesentlich weniger belastet als die Fertigstraße. Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Anlagen müssen auch diese verschiedenen Ausnutzungsgrade entsprechend berücksichtigt werden, wie dies bei den von Herrn Lemm angestellten Vergleichen auch geschehen ist.

Die in den Vereinigten Staaten entwickelte kontinuierliche Straße ist seit fast zwei Jahrzehnten in vielen Ausführungen gebaut und dadurch stark gefördert worden, während die Entwicklung des Röchling-Walzwerkes durch die Zeitverhältnisse stark beeinflußt wurde. Um so mehr muß anerkannt werden, daß die erste Anlage, als Großversuchsanlage mit geringen Mitteln erstellt, seit längerer Zeit durchaus zufriedenstellend arbeitet. Erst die Ergebnisse eines voll ausgebauten Röchling-Walzwerkes können jedoch einem Vergleich mit den Angaben kontinuierlicher Straßen für eine endgültige Beurteilung zugrunde gelegt werden.

Erzeugung von Hüttensteinen und Hartbrandsteinen aus Donawitzer Hochofenschlacke.

Ueber die Herstellung von dampfgehärteten Hüttensteinen aus alpiner Hochofenschlacke im Hochofenbetrieb in Eisenerz (Steiermark) macht F. Schwarz[1]) bemerkenswerte Angaben. Als Ausgangsstoff dient Schlackensand folgender Zusammensetzung:

SiO_2	35,3 %	FeO	1,6 %
CaO	28,9 %	MnO	5,7 %
MgO	16,5 %	S	1,3 %
Al_2O_3	10,0 %		

Die unter Zusatz von 4 % feingemahlenem Kalk gepreßten Steine werden 8 h bei 8 atü gehärtet und haben ein Gewicht von 3,8 bis 4,2 kg, rd. 25 % Porenraum und Druckfestigkeiten von 30 bis 200 kg/cm². Das Verfahren erfordert als Gesamtenergieverbrauch 125 kg steirische Glanzkohle für 1000 Steine, während man bei der Ziegelherstellung aus Lehm mit 200 kg zu rechnen hat. Bei Versuchen zur Klärung der großen Schwankungen in der Festigkeit der Steine hat sich gezeigt, daß durch Zusatz von 1,5 % Sulfitlauge zu dem üblichen Gemisch erhöhte Druckfestigkeiten erhalten wurden. Auch der Zusatz von 2 % Kalziumchlorid hat sich bewährt. Die besseren Festigkeiten stammen nach Ansicht des Verfassers daher, daß eine Verfestigung des Gemisches vor dem Pressen nicht eintrat und die gesamte hydraulische Festigkeit erst im Dampfkessel zur Geltung kam. Versuchsmäßig ist es auch gelungen, aus Schlakkenmehl, Schlackensand und 0,4 % wasserfreier Soda Hüttensteine mit besonders guten Eigenschaften im Wege der Dampfhärtung zu gewinnen. Nach Ansicht des Verfassers ist die Erzielung eines vollwertigen Hüttensteins und auch die Herstellung eines vollwertigen Zements aus der alpinen Hochofenschlacke eine pufferchemische Frage. Während der Zementbildung darf ein bestimmter alkalischer Wasserstoffionen-Konzentrationswert (p_H) von 10,5 nicht überschritten werden. Als Erreger der hydraulischen Eigenschaften eignen sich Soda und kaustischer Magnesit besser als die üblichen Erreger Kalk, Natron- und Kalilauge. Dieses besondere Verhalten der alpinen Hochofenschlacke ergibt sich aus ihrem hohen Gehalt an Magnesia und Manganoxydul. Durch die Einstellung eines bestimmten p_H-Wertes soll die Ausfällung von Magnesia als wasserhaltiges, die Erhärtung störendes Hydrat verhindert werden.

An anderer Stelle[2]) beschreibt der Verfasser einen auf Grund eines besonderen Verfahrens (DRP. 715 250) durchgeführten betrieblichen Großversuch, um aus der magnesiareichen Donawitzer Hochofenschlacke unter Zusatz von Ton Hartbrandsteine herzustellen. Zu dem Zweck wurde Gladenhofer Ton mit 18 bis 20 % Fe_2O_3 zunächst getrocknet und feingemahlen und dann unter Zusatz von 0,2 bis 0,3 Gewichtsprozent Soda, auf den Tonanteil bezogen, mit granulierter oder kristallisierter Hochofenschlacke vermischt. Das Mischungsverhältnis war 80 bis 85 % Schlacke zu 20 bis 15 % Ton. Das Gemisch wurde unter Zugabe von 4 bis 6 % Wasser teilweise auf Drehtischpressen, teilweise auf hydraulischen Pressen zu Normalsteinen, Platten und Keilsteinen verformt. Der Sodazusatz steigert die Trockenfestigkeit der Steine durch Anregung der hydraulischen Eigenschaften der granulierten Schlacke und führt durch Verminderung der Viskosität des Tones zu einer besseren Verteilung des Tones in dem Stein. Die Steine wurden nach eintägigem Trocknen in einem kohlenbeheizten Großraumofen gebrannt. Die Normalsteine hatten nach dem Brennen bei 1000° ein Gewicht von 3,5 kg, einen Porenraum von etwa 20 % und eine durchschnittliche Druckfestigkeit von 150 kg/cm².

Fritz Keil.

[1]) Ziegelei-Anz. 55 (1942) S. 61/62.

[2]) Schwarz, F., und H. Ernst: Sprechsaal 75 (1942) Nr. 39/40.

Explosion beim Arbeiten mit Ueberchlorsäure.

Im Schnellaboratorium eines oberschlesischen Stahl- und Preßwerks ereignete sich eine Explosion, durch die die Inneneinrichtung des Laboratoriums weitgehend zerstört wurde. Von dem Herdabzug und den umliegenden Teilen des Schnellaboratoriums ist nichts unzerstört geblieben. Glücklicherweise waren keine Personenschäden zu verzeichnen. Da die Holzverkleidung durch brennendes Gas aus der Leitung Feuer gefangen hatte, mußte die Werksfeuerwehr mit dem Schaumlöscher eingreifen.

Bild 1. Schnellaboratorium nach dem Umbau.

Zunächst sei der Herd beschrieben, wie er vor der Explosion aussah:

1. Er bestand aus einem hölzernen Unter- und Oberbau mit Glasscheiben vorn und in der Decke. Die Trennungswände bestanden aus Holz. Die Arbeitsplatte und die Rückwand waren gekachelt. An der linken Trennungswand der mittleren Kapelle, in der die Explosion stattfand, hingen u. a. drei Vorratsflaschen mit Ammoniumpersulfat (12 %), Salpetersäure (1,2) und Ueberchlorsäure (1,59). Diese Vorratsbehälter sollen zur Zeit des Unfalls infolge einer Undichtigkeit der Hähne schwach getropft haben, so daß das Holz der Fußleiste der Seitenwand mit oxydierenden Flüssigkeiten benetzt gewesen sein dürfte.

2. Aus den Aussagen der beiden im Schnellaboratorium zur Zeit der Explosion tätigen Personen ergibt sich, daß durch irgendeinen Zufall, der nicht mehr genau festzustellen ist, die Fußleiste zu glimmen begann, so daß der Hilfsjunge rasch nach einem nassen Lappen griff, um die sofort darauf beginnende Entflammung des Holzes abzulöschen. Ehe er dazu kam, war nach seiner Angabe die Explosion bereits erfolgt. Als Ursache ist vielleicht die hohe Temperatur des Luftraumes der Kapelle gemeinsam mit der oxydierenden Wirkung der Lösungen anzunehmen, wenn nicht der Bunsenbrenner umgefallen war, und zufällig auf die mit Ueberchlorsäure getränkte Stelle des Holzes mit einer Stichflamme einwirkte. Vielleicht war auch eine beim Lösen von zwei in Arbeit befindlichen Siliziumproben entstandene Wasserstoffentwicklung und Funkenbildung an den Leitungsanschlüssen zur elektrischen Heizplatte die Ursache der Explosion, da das Lösen mit Salzsäure und Ueberchlorsäure erfolgte.

Jedenfalls kann eine der genannten Ursachen, wenn sie nicht zusammenwirkten, die Explosion eingeleitet haben. Weitere Ursachen dürften nach dem oben Gesagten ausscheiden. Auch eine Besichtigung und Untersuchung durch die staatliche Gewerbeaufsicht schuf keine weitere Klärung.

Auf Grund der Erfahrungen und der zahlreichen Veröffentlichungen im Schrifttum[1]) über ähnliche Vorfälle wurde der Neubau unter Beachtung aller Vorsichtsmaßnahmen durchgeführt. Einzelheiten sind aus *Bild 1* zu ersehen. Dabei wurde

1. alles Holzwerk vermieden und der ganze Herd von Grund auf nur in Stein mit Kachelbelag ausgeführt.
2. Die Vorratsflaschen wurden nicht mehr innen, sondern an der Vorderwand angebracht.
3. Die asbestumhüllten elektrischen Leitungen wurden von außen durch Oeffnungen im Mauerwerk seitlich oder von unten zugeführt und gegen Funkenbildung gesichert.
4. Zur weiteren Verbesserung der Entlüftung wurden die Abzugsrohre erneuert und verstärkt *(Bild 2)*. Ebenso wurde ein starker Entlüfter (0,33/0,45 PS, 1410 Umdr.) eingebaut. Neu geschaffen wurde auch eine Berieselungsanlage, die jeden Morgen eingeschaltet wird. Für die Entfernung des Rieselwassers ist durch einen Ablauf gesorgt.

Nachdem durch die geschilderten Maßnahmen nach menschlichem Ermessen eine Explosion von Ueberchlorsäure in Zukunft ausgeschlossen erscheint, wurden die Arbeiten mit Ueberchlorsäure wegen der großen Vorteile bezüglich Zeit- und Geldersparnis wieder aufgenommen, zumal da dieses fortschrittliche Verfahren auch sonst sehr viel angewandt wird. Selbstverständlich wurden auch Vorkehrungen für eine gesicherte Lagerung und eine selbsttätige Abzapfung der Ueberchlorsäure getroffen. Seit Mitte 1939 haben sich sonst keinerlei Vorfälle beim Arbeiten mit Ueberchlorsäure ergeben.

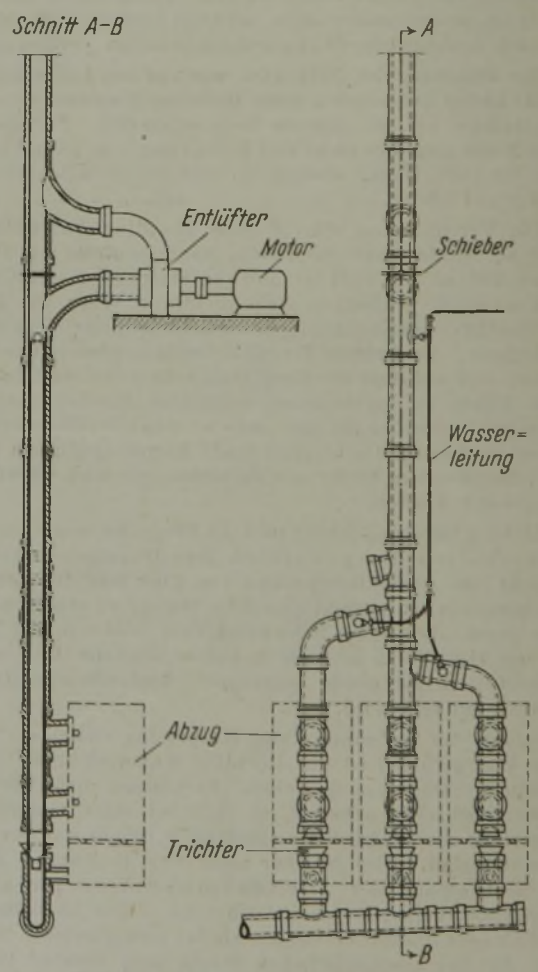


Bild 2. Entlüftungs- und Berieselungsanlage.

Karl Gabiersch.

[1]) Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium, hrsg. vom Chemikerausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, Bd. 2. Düsseldorf 1941. S. 35. — Seuthe, A., und E. Schaefer: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 549/53 (Chem.-Aussch. 121). Herb, O.: Chemiker-Ztg. 66 (1942) S. 321. Deiß, E.: Chemiker-Ztg. 66 (1942) S. 415. Meyer, J.: ebenda.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen.

(Patentblatt Nr. 10 vom 11. März 1943.)

Kl. 18 c, Gr. 9/01. F 90 406. Ofen zum Glühen von Gezähe. Erf.: Ferdinand Steinhausen, Bochum. Anm.: Flottmann AG., Herne.

Kl. 21 h, Gr. 15/03. L 96 237. Elektrodensalzbadofen. Erf.: Dipl.-Ing. Karl-August Lohausen, Hennigsdorf (Osthavelland). Anm.: Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin.

Kl. 42 k, Gr. 20/03. D 79 988. Vorrichtung zum Auffinden von Fehlstellen in eisernen Werkstücken nach magnetischen Verfahren. Erf.: Dipl.-Ing. Ernst Hemmerling, Bremen-Lesum. Anm.: Deutsche Schiff- und Maschinenbau-AG., Bremen.

Kl. 49 c, Gr. 18/01. St 56 742. Vorrichtung zum Schneiden von Blechstreifen aus Bändern oder Tafeln. Dipl.-Ing. Georg Rechel, Heidelberg, und Otto Scherzinger, Mannheim.

Kl. 80 c, Gr. 11. K 160 611. Endloses Sinterband zum Sintern und Brennen von Gut aller Art, insbesondere von Zement. Erf.: Dipl.-Ing. Wilhelm Zollikofer, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk AG., Magdeburg-Buckau.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 10 vom 11. März 1943.)

Kl. 7 a, Gr. 1 529 494. Gelenkkupplung, insbesondere für Walzwerke. Bandeisenwalzwerke AG., Dinslaken a. Ndrh.

Kl. 18 b, Gr. 1 529 640. Kippwerksantrieb für Beschickmaschinen. Simmering-Graz-Pauker AG. für Maschinen-, Kessel- und Waggonbau, Wien XI.

Kl. 21 h, Gr. 1 529 559. Wärmeisolierung für Industrieöfen. Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin-Siemensstadt.

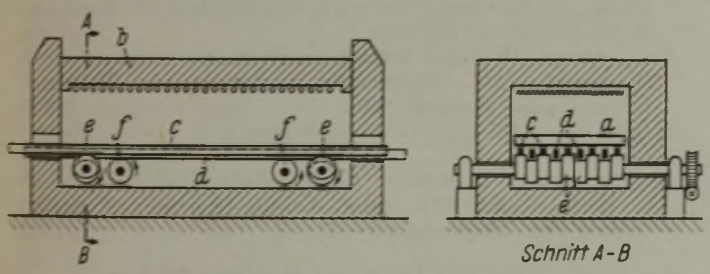
Kl. 21 h, Gr. 1 529 609. Elektroden-Regulierwinde. Demag-Elektrostahl G. m. b. H., Duisburg.

Kl. 42 k, Gr. 1 529 484. Härteprüfmaschine für besonders große Werkstücke. Georg Reicherter, Eßlingen a. N.

Kl. 42 k, Gr. 1 529 618. Kombinierte Vorrichtung für Einspannschweißungen zur einfachen und verschärften Prüfung auf Schweißrissigkeit. Focke-Wulf Flugzeugbau G. m. b. H., Bremen.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 c, Gr. 9_{50}, Nr. 727 407, vom 7. September 1939; ausgegeben am 2. November 1942. Brown, Boveri & Cie., AG., Mannheim-Käfertal. (Erfinder: Peter Becker in Dortmund.) *Rollförderrost für Industrieöfen.*



Die fortschreitende Bewegung des Wärmgutes a durch den Ofen b erfolgt abwechselnd auf einer der ineinandergesetzten, aus parallelen Einzelstäben gebildeten Rostgruppen c d. Die Vorwärtsbewegung der belasteten Rostgruppe wird durch die stetig durchlaufenden Nockenwalzen e bewirkt, während die Rückbewegung der unbelasteten Rostgruppe in einer tiefer gelegenen Ebene durch die im umgekehrten Drehsinn laufenden zylindrischen Rücklaufwalzen f herbeigeführt wird. Jede Nockenwalze e besteht aus mehreren, auf gemeinsamer Welle nebeneinander angeordneten, exzentrischen Nockenscheiben, die abwechselnd um 180° gegeneinander versetzt sind und deren größere, für die Vorwärtsbewegung wirksame Hälfte halbkreisförmig und konzentrisch zur Drehachse gestaltet ist, so daß die Vorwärtsbewegung des Rostes und Wärmgutes ohne Aenderung seiner Höhenlage erfolgt.

Kl. 48 a, Gr. 6_{02}, Nr. 727 594, vom 31. Januar 1940; ausgegeben am 6. November 1942. Schering AG., Berlin. (Erfinder: Dr. Joachim Korpiun in Birkenwerder b. Berlin.) *Verfahren zum galvanischen Verzinken.*

Um bei der galvanischen Glanzverzinkung unter Verwendung alkalischer oder zyankalischer Zinkbäder auch bei lang dauernder Verwendung des Bades oder bei einer 30° übersteigenden Badtemperatur noch brauchbare Niederschläge zu bekommen, erhält das Bad erfindungsgemäß einen Zusatz von ungelöstem Zinksulfid, zweckmäßig 1 bis 5 g/l. Dieser Zusatz kann auch durch chemische Umsetzung des im Bad enthaltenen gelösten Zinks mit geeigneten Schwefelverbindungen hergestellt werden.

Kl. 48 b, Gr. 13, Nr. 728 218, vom 29. September 1934; ausgegeben am 23. November 1942. Dr. Fritz Steinberg in Beuel und Dr. Gottfried Becker in Remscheid. *Verfahren, die Oberflächenschicht von Gegenständen aus Eisen oder Stahl durch Diffusion gleichzeitig an Chrom und Silizium anzureichern.*

Um die Oberfläche von Gegenständen aus Eisen und Stahl durch Diffusion mit Chrom und Silizium anzureichern, werden die gereinigten Gegenstände in einem Behälter in ein über 5% Si enthaltendes Gemisch aus Silizium, Ferrosilizium oder siliziumhaltigen Legierungen einerseits und Chromchlorid anderseits eingesetzt, der Behälter verschlossen und dann einige Stunden auf 800 bis 1000° erhitzt. Je nach den gewünschten Eigenschaften der Diffusionsschicht können zusätzlich noch andere Metalle, wie Molybdän, Wolfram oder Nickel, diffundiert werden. Die Reaktion wird in nichtoxydierender oder besser reduzierender Atmosphäre vorgenommen.

Kl. 18 d, Gr. 2_{20}, Nr. 728 508, vom 8. März 1936; ausgegeben am 30. November 1942. Kohle- und Eisenforschung GmbH. in Düsseldorf. *Bei hohen Temperaturen hohen Drücken ausgesetzte hoch dauerstandfeste Gegenstände.*

Ferritische, nicht aushärtungsfähige Stahllegierungen mit 0,01 bis 0,15% C, 0,1 bis 1,5% Si, weniger als 0,45% Mn, 0,3 bis 6,5% Ni und 0,01 bis 0,5% B weisen eine beträchtlich höhere Dauerstandfestigkeit auf als borfreie Stähle sonst gleicher Zusammensetzung. Die Stähle eignen sich daher als Werkstoff für Gegenstände, die hohen Drücken bei hohen Temperaturen ausgesetzt sind und hierbei eine hohe Dauerstandfestigkeit haben müssen. Durch Zusatz von Molybdän, Wolfram, Vanadin, Zirkon, Titan, Aluminium einzeln bis zu je 3% oder zu zweien oder mehreren bis zu 8% wird die Dauerstandfestigkeit der Stähle noch erhöht.

Wirtschaftliche Rundschau.

Verwendungsverbot für Eisen und Stahl und Erzeugnisse aus Eisen und Stahl.

Durch Anordnung E III der Reichsstelle Eisen und Metalle vom 5. März 1943 (Reichsanzeiger Nr. 60 vom 13. März 1943) ist bestimmt worden, daß die Verwendung von Eisen und Stahl jeder Art als alleiniger oder wesentlicher Werkstoff zur Herstellung von Flüssigkeitsbehältern, Gegen-, Belastungs- und Spanngewichten sowie verschiedenen Erzeugnissen, die sämtlich in einer besonderen Anlage zu der erwähnten Verordnung aufgeführt sind, verboten ist. Soweit die Anlage nicht besondere Bestimmungen über die Abgrenzung des Verbots enthält, ist es zulässig, zur Herstellung von Gegenständen, die im wesentlichen aus anderen Werkstoffen als Eisen und Stahl bestehen, unentbehrliche Teile, wie z. B. Zweckbeschläge, Nägel, Schrauben, Haken, Stifte, Klammern, Eckbleche, Federn oder Bewehrungseisen, aus Eisen und Stahl zu verwenden. Ferner sind Verwendungsbeschränkungen für Abflußrohre aus Eisen, Stahl und Eisenbeton, für Gegenstände aus Eisen und Stahl zur Herstellung von Backöfen, für Ständer und Sockel aus Grau-, Temper- oder Stahlguß für Maschinen und Apparate, für Schienen und Kleineisenzeug, für Schwellen aus Eisen und Stahl und für Weichen verfügt worden. Schließlich enthält die Anordnung noch ein Herstellungsverbot für Bauwerke, Bauwerksteile und Grundstückseinrichtungsgegenstände sowie besondere Vorschriften über eisensparende Herstellung bestimmter Erzeugnisse aus Eisen und Stahl.

Die von den Verwendungs- und Herstellungsverboten dieser Anordnung betroffenen Gegenstände dürfen in einer den Verboten widersprechenden Ausführung weder in Auftrag gegeben oder in Auftrag genommen noch von Herstellern oder Händlern geliefert werden. Die Bestimmungen dieser Anordnung gelten auch für solche Gegenstände, die eine andere Bezeichnung als die in der Anordnung oder den Anlagen genannten Gegenstände haben, jedoch dem gleichen oder einem ähnlichen Verwendungszweck dienen.

Die Anordnung tritt am 15. März 1943 in Kraft. Sie gilt auch in den eingegliederten Ostgebieten und den Gebieten von Eupen, Malmedy und Moresnet sowie — mit Zustimmung des zuständigen Chefs der Zivilverwaltung — sinngemäß auch im Elsaß, in Lothringen und Luxemburg und im Bezirk Bialystok sowie in der Untersteiermark und den besetzten Gebieten Kärntens und Krains.

Spaniens Förderung von Eisenerz und Schwefelkies im Jahre 1942.

Die spanische Eisenerzförderung zeigte mit 1 670 370 t im Jahre 1942 eine geringfügige Zunahme (rd. 30 000 t) gegenüber dem Vorjahre mit 1 640 687 t. Um die gleiche Tonnenmenge ist die Schwefelkiesgewinnung gesunken, nämlich von 494 096 t auf 463 533 t.

Wandlungen in der Stahlausfuhr der Vereinigten Staaten von Amerika.

In rascher Folge wechseln die amerikanischen Erzeugungs- und Verteilungsbehörden. Das War Production Board (WPB) sah im Oktober 1942 den Production Requirements Plan (PRP) in Tätigkeit treten, sah, wie dieser Plan im Dezember bereits wieder durch den Controlled Materials Plan ersetzt wurde und erlebt jetzt das Ende auch dieses Musters an Schwerfälligkeit, gleichzeitig dabei behilflich, den Central War Productions Plan aufzustellen. Geändert hat sich im Grunde genommen nichts.

In der Ausfuhr jedoch hat die Privatindustrie einen bemerkenswerten Sieg errungen. Die United States Steel Export Co. (U. S. S. E. C., Tochtergesellschaft der United States Steel Co.) tritt seit Jahresbeginn als alleinige Ausfuhrfirma auf, soweit es sich um Lieferungen an private Kunden handelt. Das WPB und das Office of Price Administration (OPA) behalten sich zwar eine Art Oberaufsicht vor, schon um den rd. 11 000 Beamten der OPA (Abt. Ausfuhr) eine Art Daseinsberechtigung zu geben, tatsächlich aber kann die U. S. S. E. C. machen, was sie will. Mit der Bethlehem Steel Co. hat man sich geeinigt. Diese bekommt in Verbindung mit der Youngstown Sheet & Tube Co. das weit ergiebigere Pacht- und Leihgeschäft zugewiesen, d. h., alles was England, die Dominions bekommen. Die übrigen Eisen- und Stahlwerke stellen die Ausfuhr vorübergehend gänzlich ein. An sich haben sie niemals sehr viel ausgeführt. Die U. S. S. E. C. hat also eine Art Monopol. Schon vorher wurde vom WPB die Ausfuhrpreisliste der U. S. S. E. C. durch den Price shedule No. 6 des WPB zur amtlichen amerikanischen Ausfuhrpreisliste erhoben, nach der sich alle anderen Werke zu richten hatten. Die Fob-Preise der Gesellschaft sind gestaffelt, und zwar: a) an Länder, die mit den Alliierten verbündet sind oder aus besonderen Gründen bevorzugt behandelt werden sollen. Zu diesen gehören alle lateinamerikanischen Republiken ohne Kriegszustand mit der Achse, aber ohne diplomatische Beziehungen, ferner Portugal und Spanien und b) solche, für die besondere Gründe einer Vorzugsbehandlung nicht vorliegen, wie Argentinien und merkwürdigerweise auch die Türkei, Indien u. a. Die Preise unter b) sind erheblich höher als unter a), im allgemeinen zwischen 30 und 50 %. Genau ist dies nicht bekannt. Unter a) werden seit 7. Februar 1943 fob amerikanische Häfen notiert (in Dollar je metr. t): Walzdraht 59,50, leichte Schienen 57,30, schwere Schienen 60,60, Winkellaschen für schwere Schienen 82,00, Oberbaunägel 73,80, Grobbleche 58,40, Formstahl Grundpreis 56,20, Monierstahl 56,20, Stabstahl Grundpreis 57,30, schwarzer Draht Grundpreis 70,50, verzinkter Zaundraht 81,50, Drahtstifte Grundpreis 65,00, warmgewalzte Bleche 24 BG. 73,80, verzinkte Bleche 24 BG. 88,20, kaltgewalzter Bandstahl 20 BG. 70,50, warmgewalzter Bandstahl ¼″ 55,10. Alles fob Atlantikhäfen, Zahlung vor Abgang der Ware. Versicherung derzeit nach Montevideo 3 %, nach Lissabon 7,5 %. Frachten: u. a. für Stabstahl nach Montevideo 22,00, nach Lissabon 28,00, nach Alexandrette (für Türkei) 37 $ je ton.

Vereinsnachrichten.

Fachausschüsse.

Dienstag, den 30. März 1943, 10 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

171. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Leistungssteigerung an Profilwalzenstraßen durch Zeitstudien. Berichterstatter: Kurt Wuhrmann, Völklingen.
2. Leistungssteigerung in Grobblechwalzwerken durch betriebswirtschaftliche Maßnahmen. Berichterstatter: Max Reckziegel, Dillingen.
3. Aussprache.

Eisenhütte Oberschlesien,

Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik.

Donnerstag, den 25. März 1943, 16 Uhr, findet im Hauptverwaltungsgebäude der Friedenshütte der VOH., Friedenshütte (O.-S.), die

58. Sitzung des Hochofenausschusses

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Eindrücke von einer Besichtigungsreise ins ukrainische Industriegebiet. Berichterstatter: Hochofenchef A. Jochemczy, Friedenshütte.
2. Probleme der Eisen schaffenden Industrie. Berichterstatter: Werksdirektor E. Bertram, Friedenshütte.
3. Aussprache über die Erzeugung von Ferromangan.
4. Verschiedenes.

* * *

Freitag, den 26. März 1943, 16 Uhr, findet in der Staatlichen Ingenieurschule (Hörsaal 1) Kattowitz, Holteistr., die

55. Sitzung des Fachausschusses „Stahlwerk"

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Kontinuierliches Gießen und Walzen von Metall- und Stahlblöcken. Berichterstatter: Professor Dr. C. Netter, Technische Hochschule Breslau.
2. Erfahrungen über Kokillen, besonders Stahlgußkokillen. Berichterstatter: Dipl.-Ing. E. Gnida, Königshütte, mit einem Beitrag von Obering. F. W. Morawa, Julienhütte.
3. Aussprache über Siemens-Martin-Ofenherde.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Ferrari, Ettore, Ingenieur, Rapallo (Italien), Albergo Rapallo. *12* 025

Funke, Paul, Dipl.-Ing., Stahlwerke Braunschweig GmbH., Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Leonhardstr. 61. *26* 031

Höfges, Heinrich, Betriebsingenieur in der Metallurg. Abt. der August-Thyssen-Hütte AG., Werk Thyssenhütte, Duisburg-Hamborn, Wohnung: Paul-Janzen-Str. 6. *38* 069

Kmet', Gustav, Ingenieur, Preßwerk Laband GmbH., Laband (Oberschles.); Wohnung: Rathausstr. 4. *11* 085

Kreutz von Scheele, Heinrich, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Oy. Vuoksenniska Ab., Virasoja, Imatra Järnverk (Finnland). *28* 095

Küderling, Fritz, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Presserei u. Mech. Werkst. der Preß- u. Walzwerk AG., Düsseldorf-Reisholz; Wohnung: Düsseldorf 10, Harleßstr. 4. *30* 083

Laquay, Rudolf, Ingenieur, Deutsche Bergwerks- u. Hüttenbau-GmbH., Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstr. 99; Wohnung: Berlin-Friedenau, Rathstr. 1. *40* 009

Luce, Julius, Dr.-Ing., Betriebsassistent, Dortmunder Union Brückenbau AG., Dortmund, Sunderweg 86; Wohnung: Hagen-Haspe, Frankstr. 13. *37* 275

Meyer, Hans, Dr.-Ing., Betriebsdirektor i. R., Gotha, Kaiserstraße 45. *09* 048

Mollitor, Arthur, Direktor u. Geschäftsführer der Firma Stahl- u. Eisengießerei Max. Jahn, Leipzig-Leutzsch; Wohnung: Leipzig C 1, Hindenburgstr. 34. *37* 300

Den Tod für das Vaterland fand:

Hartmann, Hans, Dipl.-Ing., Düsseldorf. * 15. 12. 1907, † 9. 2. 1943. *35* 194

Gestorben:

Eggerth, Karl, Ingenieur, Hüttendirektor i. R., Leoben. * 28. 5. 1874, † 13. 1. 1943. *25* 023

Grosse, Carl, Hamburg. * 11. 11. 1868, † 2. 12. 1942. *06* 024

Loeser, I., Hüttendirektor i. R., Essen. * 29. 7. 1870, † 6. 3. 1943. *95* 005

Orlob, Adalbert, Dipl.-Ing., Magdeburg-Hopfengarten. * 23. 3. 1898, † 14. 1. 1943. *38* 126

Neue Mitglieder.

Ablasser, Franz, techn. Angestellter, Gebr. Böhler & Co. AG., Kapfenberg (Steiermark); Wohnung: Mariazeller Str. 75. *43* 091

Berge, Heinz, Dipl.-Ing., Direktionsassistent, Westfälische Union AG. f. Eisen- und Drahtindustrie, Hamm (Westf.); Wohnung: Bismarckstr. 12. *43* 092

Eusterbrock, Heinrich, Dr.-Ing., Betriebsleiter, Brandenburger Eisenwerke GmbH., Brandenburg (Havel); Wohnung: Am Havelgut 2. *43* 093

Schröter, Hans, Oberingenieur, Fa. Gustav Schwartz, Verkaufsges. der Intern. Galalithgesellschaft AG., Hamburg-Harburg 1, Seehafenstr. 16. *43* 094

Voss, Emil, stellv. Direktor, Gew. Knabenberufsschule, Trier; Wohnung: Louis-Lintz-Str. 11. *43* 095