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 12 | 25. MÄRZ 1943 | 63. JAHRGANG

Der Einfluß des Gegenzuges beim Ziehen von Stahldraht.

Von Werner Lueg und Anton Pomp in Düsseldorf.

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung.

[Bericht Nr. 14 des Ausschusses für Drahtverarbeitung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*).]

(Versuchseinrichtung zum Ziehen mit Gegenzug und Versuchswerkstoffe. Durchführung und Auswertung der Versuche. Versuchsergebnisse: Einfluß des Gegenzuges auf den Vorwärtszug, den Zug an der Ziehdüse, den Durchmesser des auslaufenden Drahtes und die Oberflächenvergleichstemperatur beim Ziehen von patentiertem Stahldraht mit steigender Querschnittsabnahme. Querschnittsabnahme, Aenderung der Zugkräfte und der Zieharbeit, Anstrengungsgrad und Formänderungswirkungsgrad in Abhängigkeit vom Verhältnis Gegenzug/Vorwärtszug. Zugkräfte, Zieharbeit, Vergleichstemperatur und deren Aenderung beim Ziehen eines patentierten Stahles mit 0,58% C und eines kohlenstoffarmen Walzdrahtes mit Gegenzug in vierstufiger Ziehfolge. Einfluß des Gegenzuges auf Kraftbedarf und Zieharbeit, Ziehdüsenbeanspruchung, Formänderungswirkungsgrad und Haltbarkeit der Ziehwerkzeuge beim Ziehen von kohlenstoffarmem Walzdraht und patentiertem Stahldraht im Vierfachzug.)

Einleitung.

Das gleiche, was Brems- und Haspelzug für das Kaltwalzen von Bandstahl bedeuten, stellt der Gegenzug für den Vorgang des Drahtziehens dar: nämlich die Uebernahme eines Teiles der elastischen Formänderungsarbeit durch Anlegen von äußeren Zugkräften an den zu verformenden Werkstoff. Die durch diese Zugkräfte im Werkstoff hervorgebrachten Längszugspannungen wirken dabei im gleichen Sinne wie die von den eigentlichen Formgebungswerkzeugen ausgehenden Druckquerspannungen. Sie vermindern diese, indem der ganze Spannungszustand im Bereich der Formgebung mehr in das Gebiet der Zugspannung verschoben wird, und rufen so eine Entlastung der formgebenden Werkzeuge hervor. Nach dieser Feststellung ist das Arbeiten mit Vorspannung in jedem Falle vorteilhaft, weil es zumindest den Verschleiß an den arbeitenden Flächen der Werkzeuge herabsetzt und damit deren Lebensdauer erhöht.

Beim Ziehvorgang sind seiner Natur nach im Austrittsquerschnitt des Ziehgutes aus der Ziehdüse stets schon die von der Ziehkraft erzeugten Längsspannungen vorhanden, wie aus *Bild 1a* hervorgeht, das den Spannungszustand nach den Grundsätzen der Schubspannungshypothese veranschaulicht. Bringt man am Eintrittsquerschnitt des Ziehgutes in die Ziehdüse durch Anlegen einer der Ziehrichtung entgegengerichteten Zugkraft, die mit Gegenzug bezeichnet werde, sodann eine Längsspannung vom Betrage σ_{l_0} auf, so überlagert sich diese dem ursprünglichen Spannungszustand gemäß *Bild 1b*. Wie man daraus erkennt, sinken hierdurch nicht nur die Druckspannungen in der Querrichtung, sondern auch noch die Reibungskräfte ab, so daß die Längsspannung σ_{l_1} am Ende der Ziehdüse gegenüber dem Ziehvorgang ohne Gegenzug nicht um den ganzen Betrag der Vorspannung ansteigt. Entsprechend verhalten sich die nach außen in Erscheinung tretenden Kräfte: Der Vorwärtszug P_V steigt langsamer als der Gegenzug P_G, während der Zug an der Ziehdüse P_D abnimmt. Die genannten drei Kräfte müssen sich außerdem immer das Gleichgewicht halten, das durch die Beziehung $P_V = P_D + P_G$

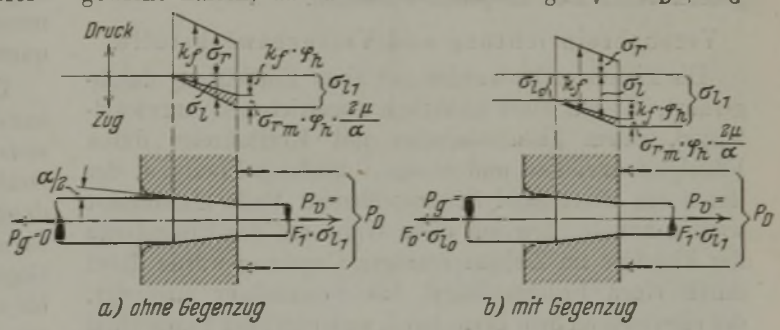


Bild 1. Spannungsverhältnisse in der Ziehdüse ohne und mit Vorspannung (Gegenzug).

gekennzeichnet wird. Der Gegenzug ist aber keineswegs etwa verlorene Bremsarbeit, er kann vielmehr zur Arbeitsleistung herangezogen und durch geeignete Mittel wieder für den Ziehvorgang nutzbar gemacht werden. Dieser Rückgewinn trägt dann nicht unwesentlich zur Verbesserung des Wirkungsgrades der Formänderung bei.

Aus dem bereits Gesagten ergeben sich zwanglos die beim Ziehen mit Gegenzug zu erwartenden Vorteile:

1. geringere federnde Aufweitung des Ziehwerkzeuges infolge sinkender Druckquerspannung und daher besserer Uebereinstimmung zwischen Draht- und Düsendurchmesser;
2. Verminderung der Reibungsverluste, verbunden mit
3. geringerer Erwärmung von Draht und Düse;
4. geringerer Verschleiß oder größere Lebensdauer der Ziehwerkzeuge und
5. geringerer Arbeitsaufwand bei Rückgewinn der Vorspannarbeit.

*) Vorgetragen in der 3. Vollsitzung am 12. Nov. 1942. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Der Gegenzug kann aber nicht beliebig groß gemacht werden, sondern nur bis zu dem Betrag ansteigen, bei dem die mit ihm steigende Längsspannung σ_{l_1} die Formänderungsfestigkeit des Ziehgutes erreicht. Praktisch wird man sich diesem Betrag mit Rücksicht auf das Vermeiden häufiger Abrisse immer nur bis auf einen bestimmten Abstand nähern dürfen. Die zulässige Größe des Gegenzuges ist außerdem vom Verformungsgrad abhängig. Mit steigender Querschnittsabnahme nimmt nämlich auch die Längsspannung σ_{l_1} zu, so daß dann der Unterschied zwischen Längsspannung und Formänderungsfestigkeit, der durch den Gegenzug ausgenutzt werden kann, kleiner wird. Alle diese Zusammenhänge lassen sich auch an Hand der von A. Pomp, E. Siebel und E. Houdremont[1]) angegebenen und von F. Körber und A. Eichinger[2]) vervollständigten Ziehkraftformel in ihrer grundsätzlichen Wirkung darstellen, doch soll hierauf an dieser Stelle verzichtet werden.

Die Entwicklung des Gegenzugziehens in geschichtlicher und maschinentechnischer Hinsicht wurde bereits in einem vor dem Arbeitsausschuß des Ausschusses für Drahtverarbeitung erstatteten und inzwischen veröffentlichten Bericht[3]) geschildert. Es sei hier nur erwähnt, daß die mit dem Gegenzugziehen verbundenen Vorteile zuerst in Deutschland erkannt wurden, und daß diese Arbeitsweise bereits von 1924 bis 1929 durch ein Deutsches Reichspatent[4]) geschützt war.

Im folgenden wird über Versuche berichtet, die über die zahlenmäßige Größe des Einflusses des Gegenzuges bei praktisch durchgeführten Ziehvorgängen Aufschluß geben. Obwohl in den früheren Arbeiten, die sich mit dem Gegenzugziehen beschäftigen, eine ganze Anzahl Versuchsergebnisse mitgeteilt wurden, waren neue Untersuchungen erwünscht, weil jene älteren Angaben vielfach wegen fehlender Unterlagen und mangelnder Vergleichsgrundlagen kein geschlossenes Bild zu geben vermögen.

Versuchseinrichtung und Versuchswerkstoffe.

Die Ziehversuche wurden mit einer Einrichtung durchgeführt, die aus einer elektrisch angetriebenen Aufwickelhaspel, einem Ziehdüsenhalter mit Kraftanzeige durch Flüssigkeitsmeßdose und einem Ablaufhaspel bestand, der durch ein Bremsband in einstellbarem Maße abgebremst werden konnte. Der auf diese Weise auf der Einlaufseite der Ziehdüse im Ziehgut erzeugte Gegenzug wurde dabei durch einen Federmeßbügel mit Feinmeßuhr angezeigt, der einerseits an dem Bremsband, anderseits der Einfachheit halber an dem Lasthaken des Hallenlaufkrans befestigt war. Wie durch Einschalten einer Meßvorrichtung in den Drahtstrang zwischen Ablauf- und Aufwickelhaspel bei ausgebautem Ziehdüsenhalter festgestellt wurde, stimmte der aus den Uebersetzungsverhältnissen und der Meßuhranzeige ermittelte Gegenzug auch bei laufenden Haspeln gut mit der tatsächlich vorhandenen Zugkraft überein. Die Reibungsverluste in den Lagern der Ablauf- und Bremsvorrichtung waren demnach zu vernachlässigen. Während der Gegenzug und der Zug am Ziehwerkzeug bei dem gewählten Aufbau also unmittelbar gemessen wurden, ergab sich der Vorwärtszug entsprechend der bereits erwähnten Kraftgleichung als Summe der beiden vorgenannten Größen auf rechnerischem Wege.

[1]) Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 11 (1929) S. 53/72; s. a. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 561/67 (Walzw.-Aussch. 67).

[2]) Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 22 (1940) S. 57/80; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 829/32, 854/62 u. 882/87 (Walzw.-Aussch. 160).

[3]) Lueg, W.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 432/39 (Aussch. Drahtverarb. 7).

[4]) DRP. 438 275 vom 31. August 1924.

Als Ziehgut wurde für die Versuche ein Stahldraht mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,58 % benutzt, der einen Durchmesser von 4,0 mm hatte und auf eine Zugfestigkeit von 100 kg/mm² patentiert war. Ferner wurde ein kohlenstoffarmer Walzdraht von 5,0 mm Anfangsdurchmesser mit Gegenzug gezogen. Die Ziehwerkzeuge waren in allen Fällen aus Hartmetall G 1 angefertigt. Sie hatten durchweg einen Düsenöffnungswinkel von im Mittel 11° und waren in zylindrischen Stahlfassungen eingesetzt, die bei den kurzen Versuchsziehlängen nicht besonders gekühlt wurden. Als Schmiermittel wurde stets ein geeignetes Ziehöl benutzt.

Versuchsführung und Versuchsauswertung.

Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, daß das Ziehgut zunächst gebeizt und darauf abgespült wurde, um dann durch Trocknen an feuchter Luft einen das Schmiermittel gut annehmenden Rostanflug zu erhalten. Bei dem patentierten Stahldraht wurde eine Reihe mit steigender Querschnittsabnahme gezogen, bei der der Anfangsdurchmesser von 4 mm stets der gleiche war, während der Enddurchmesser bei 3,8 bis 3,0 mm entsprechend Querschnittsabnahmen von 9 bis 44 % lag. Eine zweite Versuchsreihe mit dem gleichen Werkstoff bestand aus einer vierstufigen Verformung mit einer mittleren Querschnittsabnahme von 30 %, bei der von 4,0 an 3,4 mm, von 3,4 an 2,8 mm, von 2,8 an 2,4 mm und schließlich von 2,4 an 2,0 mm gezogen wurde. Die Gesamtquerschnittsabnahme betrug demnach 75 %. Die genannten Ziehstufen wurden dabei im Einzelzug vorgenommen. Um die Anzahl der Versuche zu beschränken, wurde für jede Ziehstufe als Ausgangswerkstoff aber nur ein ohne Gegenzug an die betreffende Abmessung vorgezogener Draht verwandt.

Der 5-mm-Walzdraht wurde nur in einer ebenfalls den betrieblichen Verhältnissen angenäherten vierstufigen Ziehfolge, und zwar gleichfalls in einzelnen Zügen, an die Durchmesser 4,0, 3,2, 2,6 und 2,2 mm gezogen, was einer Gesamtquerschnittsabnahme von 80,6 % entspricht.

Um einen Anhalt über den zulässigen Gegenzug zu erhalten, wurde nach dem Einziehen in die Ziehdüse zunächst stets die Zugfestigkeit eines ohne Gegenzug hergestellten Drahtstückes ermittelt. Hiernach konnten dann in Verbindung mit dem jeweils eintretenden Anstieg des Vorwärtszuges die zweckmäßigen Abstufungen für die Erhöhung des Gegenzuges gewählt werden. Der Gegenzug wurde stets bis zu einem Anstrengungsgrad des auslaufenden Ziehgutes von 100 %, das heißt bis zu seinem Abriß gesteigert.

Da es bei den Versuchen hauptsächlich um die Feststellung der verschiedenen Kräfte ging, reichte für jede Gegenzugstufe eine Ziehlänge von rd. 1,25 m, entsprechend einer einzigen Umdrehung der Ziehtrommel, aus. Diese wurde dabei immer aus dem Stillstand angefahren, wobei die durchschnittliche Ziehgeschwindigkeit von 0,06 m/s gewöhnlich nach ein Fünftel Trommelumfang entsprechend einer Anlaufzeit von etwa 6 s erreicht war. Diese Zeit genügte meistens auch, den vorher festgelegten Gegenzug an der Spannvorrichtung des Bremsbandes einzustellen.

Die Messung während des Ziehversuches beschränkte sich im allgemeinen auf die Feststellung des Zuges an der Ziehdüse bei dem jeweils eingestellten Gegenzug. Bei einer Reihe von Versuchen wurde außerdem der Durchmesser des aus der Ziehdüse austretenden Drahtes festgestellt, um die Wirkung der erhöhten Längsspannung auf die Ziehgutabmessungen zu überprüfen. Es sei an dieser Stelle vorweggenommen, daß die vom Gegenzug auf der Eintrittsseite der Ziehdüse im Ziehgut erzeugte Vorspannung auch bei höchsten Anstrengungsgraden nur eine eben noch meßbare Verminde-

rung des einlaufenden Drahtdurchmessers verursachte. Bei einem Teil der Versuche wurde schließlich noch auf eine demnächst näher zu beschreibende Weise die Temperatur an der Oberfläche des Ziehgutes beim Verlassen der Ziehdüse zu messen versucht.

Die Auswertung der Versuche bestand vornehmlich darin, die auf das Ziehen ohne Gegenzug bezogenen Aenderungen der Bezugsgrößen zu ermitteln. Hierzu gehören die Verhältnisse Gegenzug/Vorwärtszug, Vorwärtszug bei Gegenzug/Vorwärtszug ohne Gegenzug und Düsenzug bei Gegenzug/Düsenzug ohne Gegenzug. Wie früher schon gezeigt wurde[3]), läßt sich aus den Zugkräften und den Ziehgutabmessungen auch die bei vollkommenem Rückgewinn der Vorspannarbeit dem Ziehvorgang noch von außen zuzuführende Ziehkraft berechnen, die, ins Verhältnis zur Ziehkraft ohne Gegenzug gesetzt, einen Maßstab für die Beeinflussung der Zieharbeit durch den Gegenzug liefert. Mit Hilfe der als Mittel aus der Zugfestigkeit vor und nach dem Zug bestimmten Formänderungsfestigkeit wurde schließlich noch in einigen Fällen der Formänderungswirkungsgrad bestimmt.

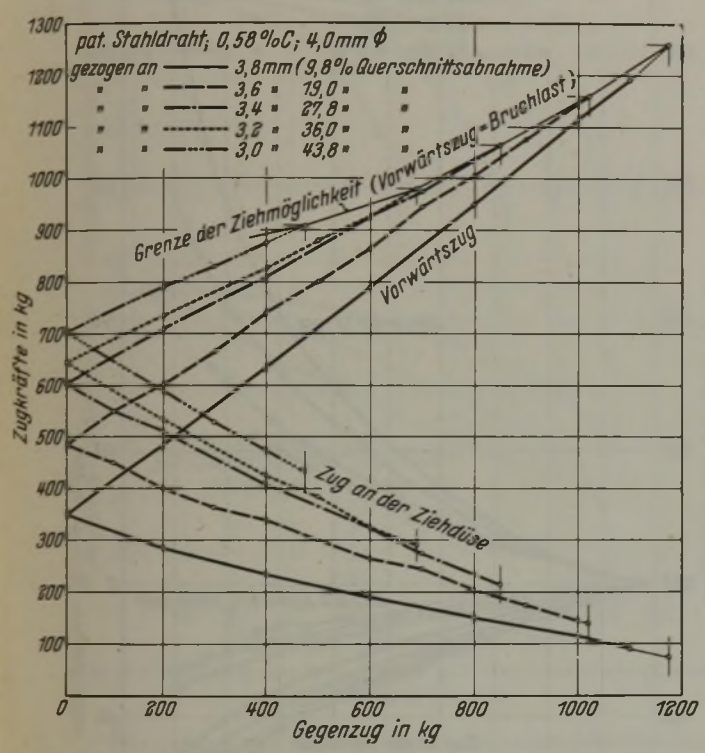


Bild 2.
Zugkräfte beim Drahtziehen in Abhängigkeit vom Gegenzug.

Versuchsergebnisse.

Die Größe des Vorwärtszuges und die des Zuges an der Ziehdüse, die sich beim Ziehen des patentierten Stahldrahtes im Einzelzug mit steigender Querschnittsabnahme ergab, ist im *Bild 2* in Abhängigkeit vom Gegenzug aufgetragen. Hiernach steigt der Vorwärtszug erwartungsgemäß mit dem Gegenzug an, während gleichzeitig der Zug an der Ziehdüse absinkt. Vorwärtszug und Zug an der Ziehdüse unterscheiden sich dabei wiederum um den Betrag des gleichzeitig herrschenden Gegenzuges. Wie man weiter sieht, ist der Verlauf der Zugkräfte praktisch geradlinig, so daß er auch durch eine einfache mathematische Beziehung ausgedrückt werden könnte. Er beginnt dabei bei fehlendem Gegenzug auf der senkrechten Bildachse bei um so höheren Werten, je größer die Querschnittsabnahme ist. Mit wachsendem Verformungsgrad ändert sich aber auch die Neigung der Schaulinien gegen die Bildachsen, und zwar wird der Einfluß des Gegenzuges auf den Vorwärtszug kleiner und auf den Zug an der Ziehdüse größer. Anderseits sinkt aber mit steigender Querschnittsabnahme der zulässige Gegenzug, weil der Vorwärtszug eher den der Endzugfestigkeit des Ziehgutes entsprechenden Betrag erreicht. In *Bild 2* ist dies durch den Schnittpunkt der Vorwärtszug-Schaulinien mit den zugehörigen Bruchlastwerten zum Ausdruck gebracht. Verbindet man diese Schnittpunkte miteinander, so erhält man dadurch eine Linie, die die Grenze der Ziehmöglichkeit darstellt. Vergleicht man schließlich den durch die Entfernung der Höchstwerte von der senkrechten Achse dargestellten größtmöglichen Gegenzug mit dem zu gleicher Zeit herrschenden größten Vorwärtszug, so zeigt sich, daß der Gegenzug dem Vorwärtszug um so näher kommt, je kleiner die Querschnittsabnahme ist. Was den Einfluß des Gegenzuges auf die Zugkraft an der Ziehdüse angeht, so ist die Verminderung der Düsenzugkraft in allen Fällen recht beträchtlich, und zwar am größten bei dem geringsten Verformungsgrad. So sinkt beispielsweise die Düsenzugkraft von 350 kg beim Ziehen ohne Gegenzug auf 75 kg bei der höchsten erreichbaren Vorspannung ab, wenn die Querschnittsabnahme 9 % beträgt, dagegen nur von 705 auf 435 kg bei 44 % Querschnittsverminderung. Anderseits steigt aber auch der Vorwärtszug bei den kleineren Abnahmen stärker an als bei den großen; in den gewählten Beispielen nämlich von 350 auf 1265 kg und von 705 auf 910 kg.

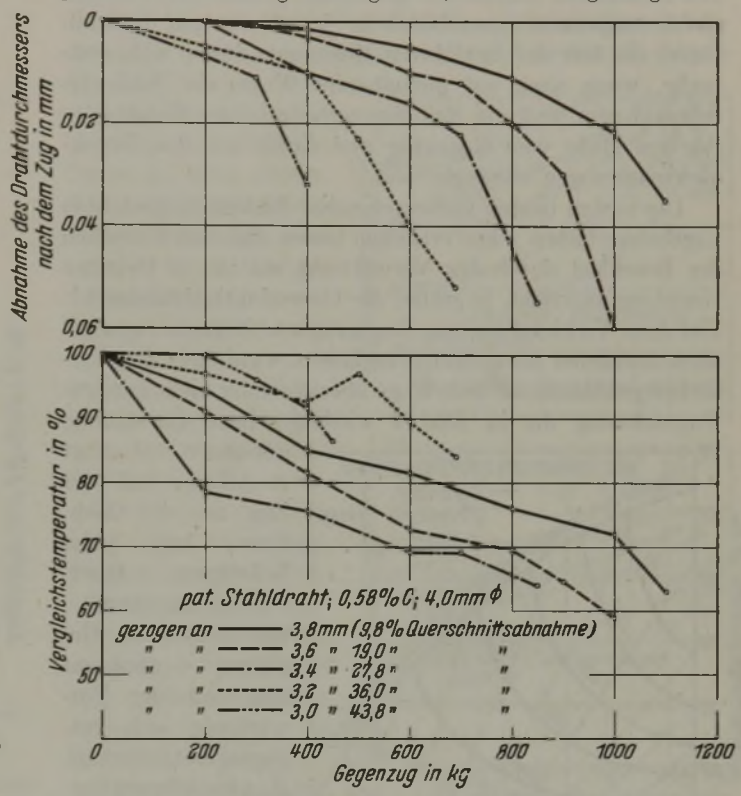


Bild 3. Durchmesserabnahme und Vergleichstemperatur in Abhängigkeit vom Gegenzug.

Auch auf die Abmessungen des gezogenen Drahtes wirkt sich der Gegenzug aus, wie der obere Teil des *Bildes 3* erkennen läßt. Der Enddurchmesser nimmt danach mit steigender Vorspannung in zunehmendem Maße ab, wobei die Abnahme um so eher einsetzt, je größer die Querschnittsabnahme ist. Es ergeben sich dabei kurz vor dem Abriß Durchmesserverminderungen, die mit 5 bis 6 hundertstel Millimeter in der gleichen Größenordnung liegen wie der Unterschied zwischen dem zulässigen Ueber- und Untermaß bei den vorliegenden Drahtdicken. Der eingangs angeführte Vorteil des Ziehverfahrens, den Ziehgutdurchmesser durch den Gegenzug in gewissen Grenzen beeinflussen zu können,

wird durch die gemachten Feststellungen eindeutig belegt. — Im unteren Teil des gleichen Bildes ist der Verlauf der Vergleichstemperatur wiedergegeben, der sich auf die Temperaturverhältnisse nach etwa 1 m Ziehlänge bezieht. Die Temperatur der Drahtoberfläche nimmt demnach bei den drei geringeren Verformungsgraden in erster Näherung geradlinig mit steigendem Gegenzug ab. Sie sinkt in diesen Fällen in etwa gleichem Abstand von der Grenze der Ziehmöglichkeit auf etwa den gleichen Wert, nämlich auf rd. 60 % des Anfangsbetrages ab. Das abweichende Verhalten der Schaulinien für die Züge mit 36 und 44 % Querschnittsabnahme bleibt zunächst unerklärlich, könnte aber auch von Meßfehlern herrühren. Jedenfalls verhält sich die Vergleichstemperatur grundsätzlich der Erwartung gemäß. Durch die hier durchgeführten Messungen dürfte wohl erstmalig, wenn auch auf mittelbarem Wege, der Nachweis erbracht sein, daß die Reibungsverluste in der Ziehdüse in starkem Maße vom Gegenzug und damit von den Druckquerspannungen abhängig sind.

Die in den beiden vorhergehenden Bildern dargestellten Ergebnisse haben schon erkennen lassen, daß zum Erreichen der Bruchlast durch den Vorwärtszug ein um so kleinerer Gegenzug ausreicht, je größer die Querschnittsabnahme ist. Um diese Verknüpfung von Gegenzug und Verformungsgrad noch deutlicher hervortreten zu lassen, wurde aus den Versuchsergebnissen auf dem Wege über eine hier nicht gezeigte Umzeichnung die in *Bild 4* wiedergegebene Darstellung gewonnen. Sie zeigt zunächst, daß der Zug an der Ziehdüse bei jeder beliebigen Querschnittsabnahme mit steigendem Gegenzug abnimmt und daß der Vorwärtszug sich entgegengesetzt verhält. Man kann ferner feststellen, daß das Sinken des Düsenzuges um so rascher und der Anstieg des Vorwärtszuges um so langsamer erfolgen, je größer die Querschnittsabnahme wird. Das wichtigste Ergebnis der Darstellung gemäß *Bild 4* ist aber die in weitem Bogen von links oben nach rechts unten verlaufende Linie, die das Schaulinienfeld abschließt. Auf ihr liegen nämlich die zusammengehörigen Werte der drei Zugkräfte, bei denen der Vorwärtszug die Bruchlast des Ziehgutes erreicht. Da diese Grenzlinie gleichzeitig die zugehörige Querschnittsabnahme angibt, stellt ihr Verlauf die gesuchte Beziehung zwischen dem Gegenzug und dem Verformungsgrad für die vorliegenden Versuchsbedingungen dar. Wie man sieht, ist beim Arbeiten ohne jede Vorspannung eine Querschnittsabnahme von etwa 54 % im Einzelzug möglich. Mit steigendem Gegenzug sinkt die erreichbare Querschnittsabnahme dann in zunehmendem Maße ab. Dies Verhalten erklärt sich aus dem bereits erwähnten Anstieg der Längsspannungen im Austrittsquerschnitt der Ziehdüse mit zunehmendem Verformungsgrad.

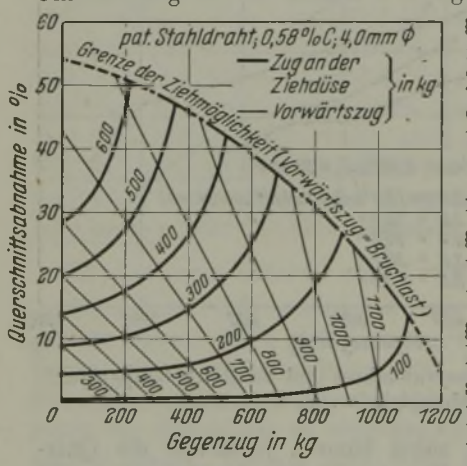


Bild 4. Querschnittsabnahme und Zugkräfte beim Ziehen von patentiertem Stahldraht in Abhängigkeit vom Gegenzug.

Einen weiteren Einblick in die vom Gegenzug beeinflußten Arbeitsverhältnisse erhält man, wenn die auf das Ziehen ohne Gegenzug bezogenen Größen in Abhängigkeit von dem Verhältnis des Gegenzuges zum jeweils herrschenden Vorwärtszug aufgetragen werden. In *Bild 5* ist dies zunächst für den Vorwärtszug, den Zug an der Ziehdüse und die auf die geschilderte Weise ermittelte Zieharbeit geschehen. Danach wächst der Einfluß des Gegenzuges mit zunehmendem Verhältnis Gegenzug/Vorwärtszug mehr und mehr an. Sinngemäß sinkt der Zug an der Ziehdüse entsprechend ab. Wiederum äußert sich der Einfluß des Gegenzuges, wie schon mehrfach festgestellt, bei den geringsten Verformungsgraden am stärksten. Von Wichtigkeit ist die Feststellung, daß der Vorwärtszug bei der niedrigsten Querschnittsabnahme auf mehr als den 3,5fachen Betrag der ursprünglichen Ziehkraft ansteigen kann. Die mit diesem Anstieg verbundene erhöhte Belastung der Zieheinrichtung muß aber beim Uebergang zum Gegenzugziehen berücksichtigt werden. Für den für die betrieblichen Verhältnisse in Frage kommenden Verformungsbereich von 20 bis 35 % Querschnittsabnahme ergibt sich immerhin noch ein Zuwachs des Vorwärtszuges zwischen 50 und 150 % beim Anlegen des höchsten Gegenzuges.

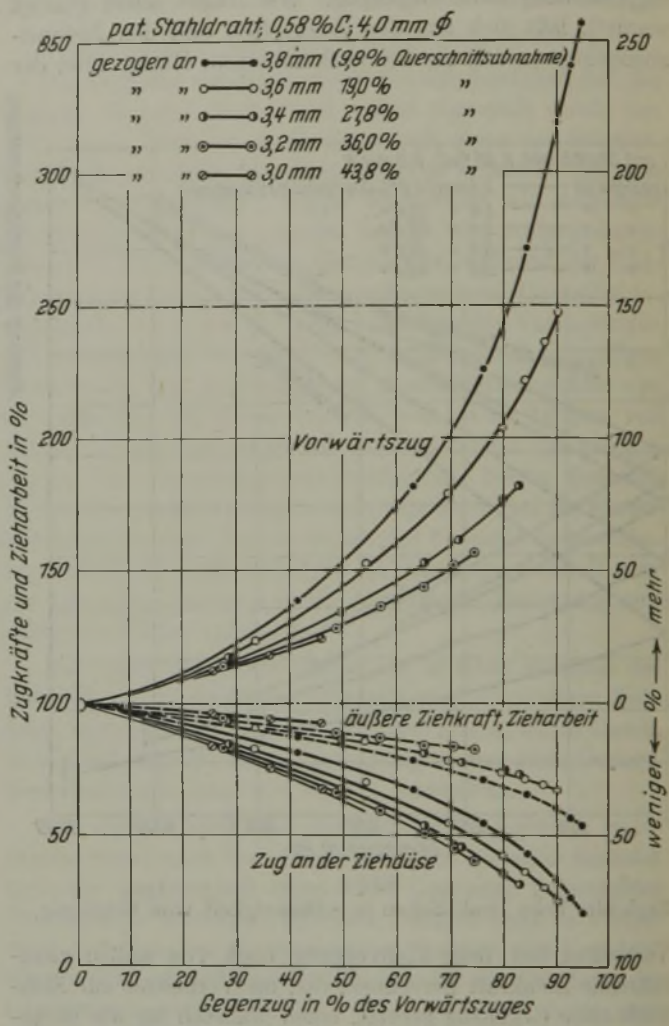


Bild 5. Einfluß des Gegenzuges auf Zugkräfte und Zieharbeit beim Ziehen von patentiertem Stahldraht (0,58 % C).

Der Verlauf der Schaulinien für die Zugkraft an der Ziehdüse läßt die beachtliche Entlastung des Ziehwerkzeuges durch den Gegenzug erkennen. Im günstigsten Fall, das heißt bei höchstem Gegenzug und geringstem Verformungsgrad, hatte die Ziehdüse nur noch 20 % der ursprünglichen Belastung aufzunehmen. In dem eben genannten Verformungsbereich lassen sich immerhin noch 60 bis 75 % der Düsenbelastung ersparen.

In weniger starkem Maße als die beiden eben besprochenen Zugkräfte wird die Zieharbeit vom Gegenzug und von seinem Verhältnis zum Vorwärtszug beeinflußt. Bei 9 %

Querschnittsabnahme sinkt sie aber bei höchstem Gegenzug doch noch um den erstaunlich hohen Betrag von rd. 46 %. Das bedeutet, daß bei dieser geringen Formänderung ein ganz erheblicher Anteil der Formänderungsarbeit beim gewöhnlichen Ziehvorgang allein von der Düsenreibung verbraucht wird. Dieser Anteil kann durch Anbringen einer Vorspannung also bedeutend herabgesetzt werden. Die Lage der übrigen Schaulinien zeigt, daß in dem Bereich der bei Stahldraht im Betrieb üblichen Abnahme immerhin Ersparnisse an Zieharbeit und Ziehleistung von 15 bis 30 % gemacht werden können. Allerdings ist in allen Fällen vorausgesetzt, daß die Vorspannarbeit verlustlos zurückgewonnen wird.

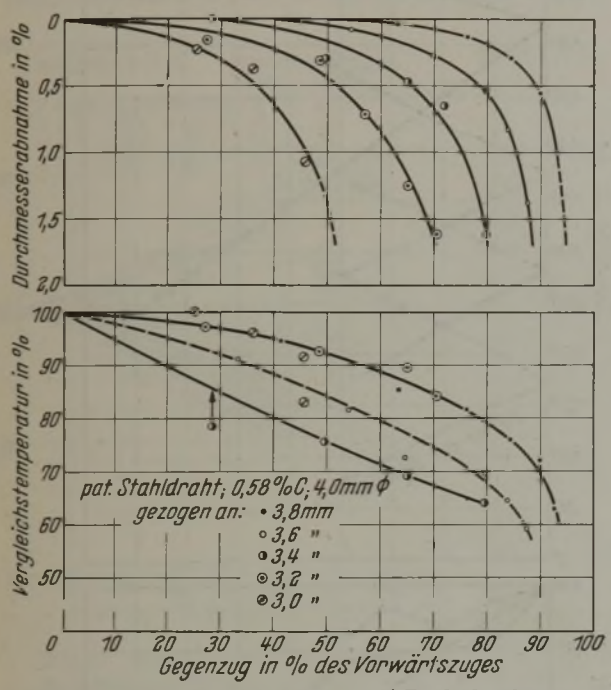


Bild 6. Einfluß des Gegenzuges auf Drahtdurchmesser und Vergleichstemperatur.

Die Auftragung der auf den Enddurchmesser bezogenen Durchmesserabnahme und der Vergleichstemperatur in Abhängigkeit vom Verhältnis Gegenzug/Vorwärtszug gemäß *Bild 6* zeigt ebenfalls den zunehmenden Einfluß des Gegenzuges. Beachtenswert ist hier im besonderen, daß der Durchmesser des Ziehgutes allein durch Anlegen einer Vorspannung bis zu 1,5 % verändert werden kann.

Im *Bild 7* sind schließlich noch der Anstrengungsgrad, der sich als Quotient aus der Längsspannung σ_{l_1} am Austritt der Ziehdüse und der Zugfestigkeit des Ziehgutes an der gleichen Stelle ergibt, und der Formänderungswirkungsgrad in Abhängigkeit vom Verhältnis Gegenzug/Vorwärtszug aufgetragen. Auch diese beiden Bezugsgrößen steigen mit wachsendem Gegenzug und gleichzeitig mit der Querschnittsabnahme an. Infolge ihrer höherliegenden Anfangswerte erreichen die Schaulinien mit steigender Verformung schon bei kleineren Gegenzügen die Grenze der Ziehmöglichkeit, was beim Anstrengungsgrad durch das Erreichen des 100-%-Wertes besonders deutlich zum Ausdruck kommt. Beim Formänderungswirkungsgrad ist diese Grenze dagegen nicht durch eine derartig ausgezeichnete Linie gekennzeichnet. Auch ist der Einfluß des Gegenzuges hier nicht so groß, wie aus der allgemein geringeren Steilheit der Schaulinien hervorgeht. Nur bei dem geringsten Verformungsgrad macht er sich kurz vor dem Abriß in stärkerem Maße bemerkbar. Die Tatsache, daß die Schaulinien mit steigender Querschnittsabnahme übereinander liegen, ist beim Formänderungswirkungsgrad nicht wie beim Anstrengungsgrad durch den Anstieg der Längsspannung zwangsläufig gegeben, sondern darin begründet, daß der Anteil der Reibungsarbeit an der insgesamt aufzubringenden Formänderungsarbeit kleiner wird. Bedeutsam ist jedenfalls, daß der Formänderungswirkungsgrad auch bei den in dieser Hinsicht ungünstig liegenden Verformungsgraden durch Anlegen eines großen Gegenzuges auf dieselben Werte gebracht werden kann, wie sie bei den größeren Querschnittsabnahmen von vornherein vorliegen. So kann der hier verarbeitete patentierte Stahldraht durch Anwenden von Gegenzug fast im ganzen untersuchten Verformungsbereich mit einem Formänderungswirkungsgrad von 70 % und mehr gezogen werden.

Faßt man die bisher gewonnenen Erkenntnisse zusammen, dann kann gesagt werden, daß das Arbeiten mit Gegenzug beim Ziehen eines Stahldrahtes mit 0,58 % C dann am vorteilhaftesten ist, wenn geringe Querschnittsabnahmen vorzunehmen sind. Düsenkraft und Zieharbeit sinken dann unter merkbarem Anstieg des Formänderungswirkungsgrades beträchtlich ab. Für die bei dem benutzten Werkstoff betriebsüblichen Abnahmen ist ebenfalls noch eine bedeutende Entlastung des Ziehwerkzeuges mit einer entsprechenden Verminderung seines Verschleißes und seiner Temperaturbeanspruchung zu erzielen; für die Zieharbeit und den Formänderungswirkungsgrad sind die erreichbaren Gewinne aber selbst bei verlustloser Ausnutzung der Gegenzugarbeit kaum noch von Belang.

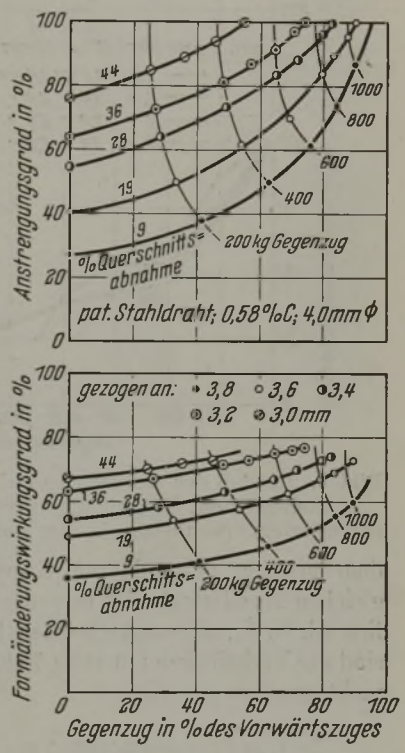


Bild 7. Anstrengungsgrad und Formänderungswirkungsgrad beim Ziehen von patentiertem Stahldraht mit verschiedenen Querschnittsabnahmen in Abhängigkeit vom Gegenzug.

Wurde der patentierte Stahldraht in vier aufeinanderfolgenden Zügen bei etwa gleicher Abnahme von rd. 30 % im einzelnen Zug und einer Gesamtquerschnittsabnahme von 75 % von 4,0 an 2,0 Dmr. mit veränderlichem Gegenzug gezogen, dann wiesen der Vorwärtszug und der Zug an der Ziehdüse wie auch die Vergleichstemperatur gemäß *Bild 8* grundsätzlich das gleiche Verhalten auf, wie nicht anders zu erwarten war. Nur wird bei jedem weiteren Zug der anwendbare Gegenzug immer kleiner, da einerseits der Durchmesser des Ziehgutes ständig abnimmt und anderseits der Anstrengungsgrad schon beim Ziehen in gewöhnlicher Weise zunimmt. Wie vorher sinkt auch hier die Vergleichstemperatur ab, wenn der Gegenzug wächst, und zwar im vorliegenden Fall bei allen vier Zügen in praktisch gleichem Maße. Auch bei bereits vorgezogenem und entsprechend verfestigtem Ziehgut setzt die Vorspannung demnach die Wärmeentwicklung und damit also die sie verursachende Reibung im Ziehkanal herab. Wenn auch die Schaulinien der Vergleichstemperatur nicht in allen Fällen bis zur Grenze der Ziehmöglichkeit reichen, so geht aus ihrem Verlauf doch hervor, daß die Temperatur bei den ersten drei Zügen bei

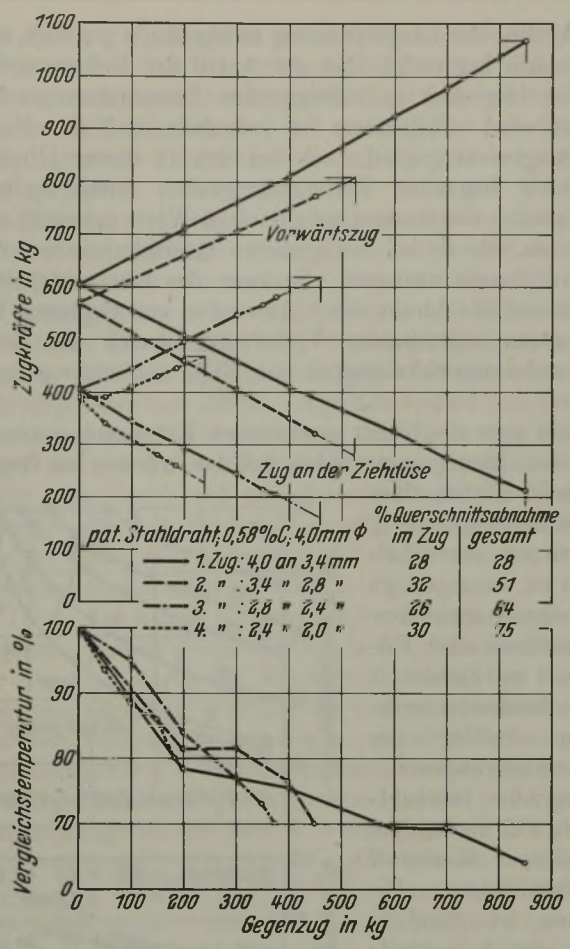


Bild 8. Einfluß des Gegenzuges auf Vorwärtszug, Zug an der Ziehdüse und Vergleichstemperatur beim Ziehen von patentiertem Stahldraht in vier aufeinanderfolgenden Zügen.

dem größten anwendbaren Gegenzug auf ungefähr den gleichen Hundertsatz der ursprünglichen Temperatur, nämlich rd. 65 %, abgesenkt werden kann. Beim letzten Zug sind die Verhältnisse mit etwa 75 % der Anfangstemperatur nicht ganz so günstig.

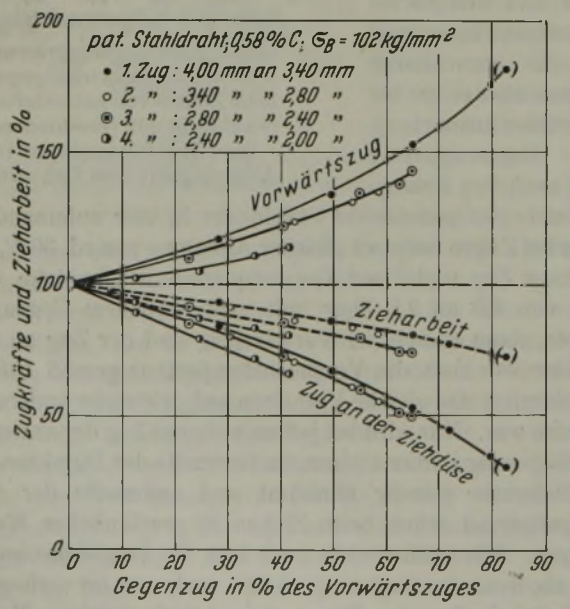


Bild 9.
Einfluß des Gegenzuges auf Zugkräfte und Zieharbeit beim Ziehen von patentiertem Stahldraht in einer vierstufigen Ziehfolge.

Bild 9, das wiederum die Zu- und Abnahmen der Zugkräfte und der bei vollkommenem Rückgewinn der Vorspannarbeit noch erforderlichen Zieharbeit in Abhängigkeit vom Verhältnis Gegenzug/Vorwärtszug zeigt, läßt erkennen, daß der Vorwärtszug bei dieser Versuchsreihe im ersten Zug bei der höchsten Vorspannung auf das 1,7fache angestiegen war, während das Ziehwerkzeug gleichzeitig mit weniger als 35 % seiner Anfangsbelastung beansprucht wurde. Bei den folgenden Zügen bleiben die erreichten Aenderungen der Zugkräfte kleiner, weil hier der Gegenzug wegen des von vornherein größeren Anstrengungsgrades nicht mehr so groß gemacht werden kann. Berücksichtigt man, daß die Schaulinien des zweiten, dritten und vierten Zuges auf dem Bilde nicht bis zur Grenze der Ziehmöglichkeit reichen, so ergeben sich im günstigsten Fall, d. h. bei höchster Vorspannung,

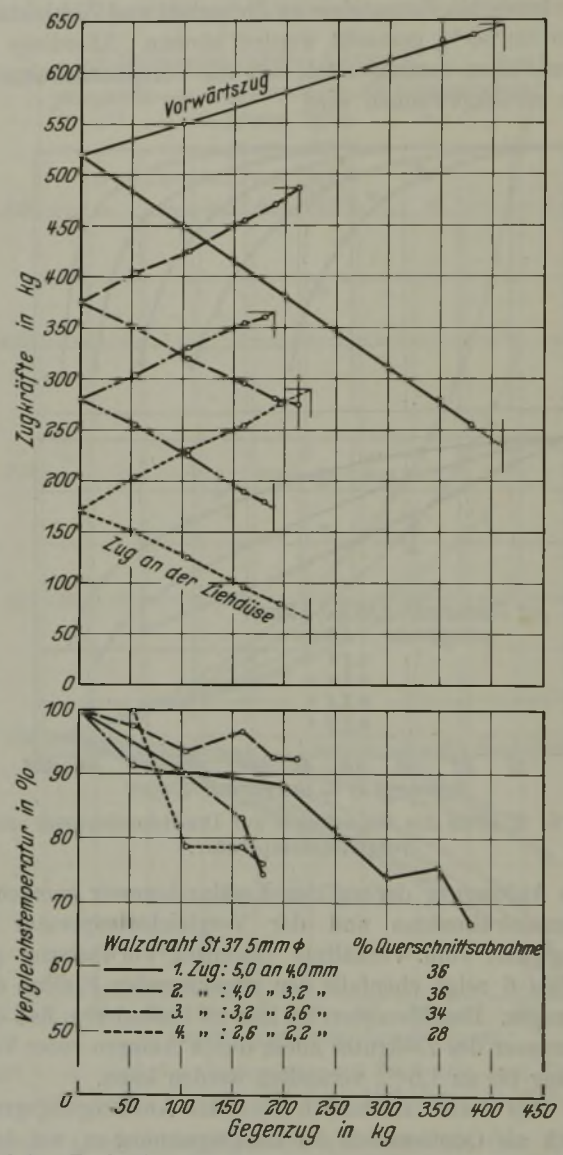


Bild 10. Zugkräfte und Gegenzug beim Ziehen von kohlenstoffarmem Walzdraht in einer vierstufigen Ziehfolge.

auch für diese Ziehstufen immerhin noch bedeutende Entlastungen der Ziehdüse von 35 bis über 50 %. Aus dem Verlauf der Schaulinien ist ferner ein wachsender Einfluß des Gegenzugverhältnisses auf den Zug an der Ziehdüse und ein sinkender auf den Vorwärtszug mit zunehmender Gesamtverformung zu entnehmen. Aus ihren Endpunkten ergibt sich dagegen mit fortschreitender Ziehfolge für beide Zugkräfte ein Rückgang der Beeinflussung. Wegen der Beanspruchung der Ziehwerkzeuge und damit ihrer Haltbarkeit ist also die Anwendung des Gegenzuges stets bei den ersten Verformungsstufen am meisten erfolgversprechend. Wie bei dem Zug an der Ziehdüse steigt der Einfluß des Verhältnisses Gegenzug/Vorwärtszug bei der Zieharbeit mit wachsendem Verformungsgrad, jedoch wirkt sich dieser auf die unter günstigsten Umständen erreichbaren Ersparnisse kaum mehr aus. Diese liegen außerdem mit 20 bis 27 % in einer Größe, die für den praktischen Ziehereibetrieb wohl nicht von Belang sind, zumal da noch die Umformungsver-

luste für den Rückgewinn der Vorspannarbeit in Abzug gebracht werden müssen.

Wie zu erwarten, liegen die Verhältnisse auch beim Ziehen von Walzdraht aus Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt in einer vierstufigen Ziehfolge grundsätzlich nicht anders. Bei *Bild 10*, in dem Zugkräfte und Vergleichstemperatur in Abhängigkeit vom Gegenzug in kg aufgetragen sind, ist daher höchstens auf die größere Verschiebung der zueinander gehörigen Schaulinienpaare der Zugkräfte mit fortschreitender Gesamtverformung nach kleineren Werten hin und auf das unregelmäßigere Verhalten der Temperatur hinzuweisen. Zu beachten wäre allenfalls noch, daß der höchste anwendbare Gegenzug beim zweiten, dritten und vierten Zug fast gleich und mit rd. 200 kg gerade halb so groß ist wie der der ersten Ziehstufe.

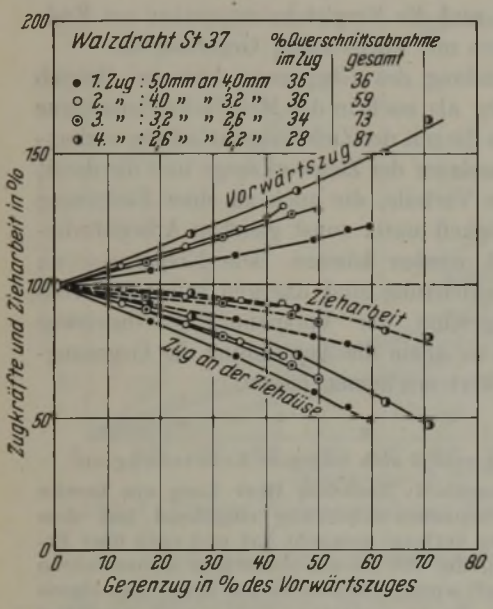


Bild 11. Einfluß des Gegenzuges auf Zugkräfte und Zieharbeit beim Ziehen von kohlenstoffarmem Walzdraht in einer vierstufigen Ziehfolge.

Stellt man die Aenderung der Zugkräfte und der Zieharbeit gemäß *Bild 11* in Abhängigkeit des auf den Vorwärtszug bezogenen Gegenzuges dar, so stellt sich heraus, daß die Grenzwerte aller drei Größen hier nicht so weit vom Anfangswert liegen wie beim Ziehen von patentiertem Stahldraht. Dies dürfte aber weniger vom Werkstoff als vielmehr von der durchweg größeren Querschnittsabnahme beim Ziehen des Walzdrahtes herrühren. Wie das Schaubild zeigt, liegt die Ziehdüsenbelastung bei höchstem Gegenzug jetzt zwischen 73 und 47 % des Anfangswertes, während gleichzeitig der Vorwärtszug auf das 1,2- bis 1,6fache ansteigt und die Zieharbeit um 7 bis 25 % absinkt. Die fortschreitende Verformung spiegelt sich in der Lage der Schaulinien jedoch nicht eindeutig wider. Bemerkenswert ist außerdem, daß im Gegensatz zum patentierten Stahldraht das größte anwendbare Verhältnis Gegenzug/Vorwärtszug und die größten Aenderungen der Bezugsgrößen hier beim vierten Zug auftreten.

Fragt man nun nach den Vorteilen, die in dieser und jener Hinsicht bei einer Anwendung des Gegenzuges in einer Mehrfachziehmaschine zu erwarten sind, dann gibt hierüber am besten ein Vergleich Auskunft. Zu diesem Zweck wurde auf Grund der Versuchsergebnisse für die beiden durchgeführten vierstufigen Ziehfolgen die Gesamtänderung der Zieharbeit, der Ziehdüsenbeanspruchung und des Formänderungswirkungsgrades ermittelt, und zwar wurden folgende drei Fälle berücksichtigt: 1. der Gegenzug wird in allen vier Ziehstufen ausgeübt, seine Arbeit aber nicht zurückgewonnen; 2. Gegenzug herrscht nur im zweiten, dritten und vierten Zug, und zwar unter Ausnutzung der Vorspannarbeit; 3. Gegenzug mit verlustlosem Rückgewinn wird in allen vier Stufen angebracht. Dabei ist angenommen, daß der Gegenzug in allen Fällen möglichst nahe an der Grenze der Ziehmöglichkeit liegt. Die Lage der Arbeitspunkte ist durch die dabei herrschende Anstrengung von 91 bis 97 % des auslaufenden Ziehgutes wohl genügend gekennzeichnet.

Das Ergebnis dieser Ermittlung ist in *Bild 12* wiedergegeben. Danach steigt die Zieharbeit bei fehlendem Rückgewinn im Mittel um ein Drittel an, dagegen sinkt sie bei Rückgewinn der Vorspannarbeit auf 90 und 85 % oder 84 und 80 %, je nachdem bei Walzdraht oder Stahldraht die erste Ziehstufe ohne oder mit Gegenzug arbeitet.

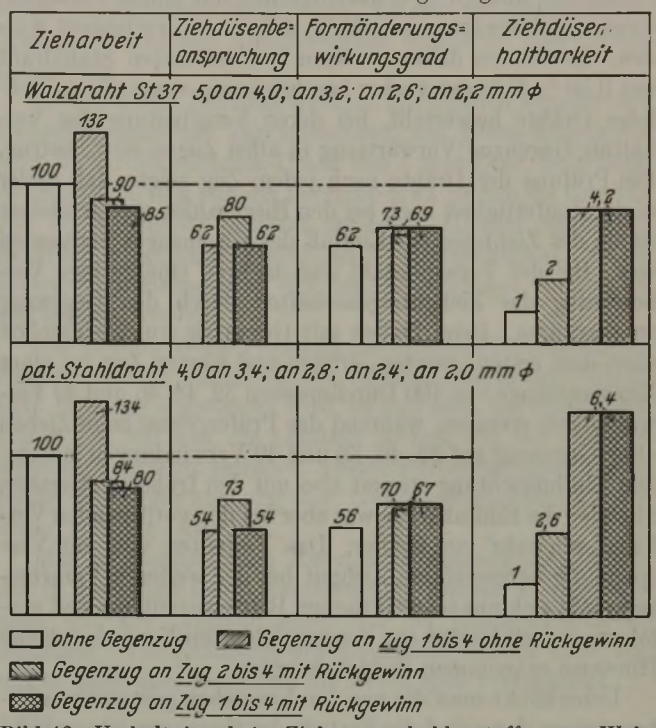


Bild 12. Verhältnisse beim Ziehen von kohlenstoffarmem Walzdraht und patentiertem Stahldraht ohne und mit Gegenzug in einer vierstufigen Ziehfolge.

Sehr viel stärker ändert sich die Ziehdüsenbelastung, wobei es gleichgültig ist, ob der Rückgewinn der Gegenzugarbeit durchgeführt wird oder nicht. Ferner macht sich ein Fehlen der Vorspannung im ersten Zug auf das Gesamtergebnis sehr bemerkbar. Sowohl bei dem kohlenstoffarmen Walzdraht als auch bei dem patentierten Stahldraht wird nämlich fast die Hälfte der Entlastung allein in der ersten Ziehstufe erzielt. Bemerkenswert ist ferner, daß die Düsenbeanspruchung durchschnittlich um 40 bis 45 % verringert werden kann.

Beim Formänderungswirkungsgrad macht die Ziehweise dagegen nicht sehr viel aus. Auch ist die erreichbare Verbesserung nicht von der Größe, daß sie beim Ziehen im Betrieb ins Gewicht fällt.

Um einen ungefähren Anhalt über die Wirkung der vom Gegenzug hervorgerufenen Entlastung der Ziehdüsen auf die Haltbarkeit der Ziehwerkzeuge zu bekommen, wurde angenommen, daß die Lebensdauer der Werkzeuge nach den gleichen Gesetzmäßigkeiten von der Belastung abhängig sei wie bei Wälzlagern, obwohl die Reibungsverhältnisse — hier gleitende, dort rollende Reibung — grundsätzlich verschieden sind. Läßt man die erwähnten Beziehungen trotzdem gelten, dann ergibt sich im Verhältnis zum gewöhnlichen Ziehvorgang die in der letzten Spalte des Schaubildes dargestellte Verlängerung der Werkzeughaltbarkeit. Man erkennt auch hier den großen Vorteil der Vorspannung in der ersten Ziehstufe. Sowohl bei dem kohlenstoffarmen Walzdraht als auch beim patentierten Stahldraht wird die Haltbarkeit hierdurch nämlich nochmals um den gleichen Betrag vervielfacht, der sich schon beim Anbringen des Gegenzuges im zweiten, dritten und vierten Zug einstellt.

Nachdem die verformungstechnischen Fragen des Ziehens mit Gegenzug durch die geschilderten Versuche eingehend

beleuchtet worden sind, bleibt noch zu prüfen, in welchem Maße sich die Vorspannung auf die Eigenschaften des Ziehgutes auswirkt. Wie in dem seinerzeit gegebenen Ueberblick[3]) ausgeführt wurde, waren bereits von anderer Seite günstige Wirkungen auf die Härteverteilung, die Zugfestigkeit und die Verwindezahlen festgestellt worden. Besonders waren die beiden letztgenannten Eigenschaften bei einem Stahldraht mit 0,6 % C durch Ziehen mit einem Verhältnis Gegenzug/Vorwärtszug = 31 % teils stark verbessert worden. Es wurden daher aus dem hier benutzten Stahldraht mit 0,58 % C in der vorher beschriebenen vierstufigen Ziehfolge Drähte hergestellt, bei deren Verarbeitung das Verhältnis Gegenzug/Vorwärtszug in allen Zügen 40 % betrug. Die Prüfung der Drähte nach jedem Zug zeigte, daß weder in der Zugfestigkeit noch bei den Biegezahlen an irgendeiner Stelle der Ziehfolge ein Einfluß des Gegenzuges vorhanden war. Bei der Verwindezahl war dagegen eine geringe Verbesserung der Ziehguteigenschaften durch den Gegenzug zu verspüren. Beim Ziehen mit Gegenzug wurden nämlich nach dem ersten, zweiten, dritten und vierten Zug bei einer Einspannlänge von 100 Durchmessern 32, 48, 46 und 49 Verwindungen ertragen, während das Prüfergebnis beim Ziehen ohne Gegenzug auf 32, 46, 38 und 40 Verwindungen lautete. Die Einflußrichtung stimmt also mit den früheren Angaben überein; die Einflußgröße war aber bei den vorliegenden Verhältnissen sehr viel kleiner. Das Verhalten von mit Vorspannung hergestelltem Ziehgut bei der weiteren Verarbeitung läßt sich nur im praktischen Betrieb ermitteln und verfolgen, so daß hierfür aus den geschilderten Versuchen keine Hinweise entnommen werden konnten.

Ueberblickt man die aus den Versuchen gewonnenen Erkenntnisse, dann sind die Vorteile des Gegenzugziehens wohl in erster Linie in der Entlastung der Ziehwerkzeuge und einer entsprechenden Steigerung ihrer Haltbarkeit zu erblicken. Die Verhältnisse gestalten sich dabei besonders günstig, wenn es sich um die erste Verformungsstufe oder um kleine Verformungsgrade handelt. Für den Betrieb bedeutet dies eine Senkung der anteiligen Werkzeugkosten, eine Ersparnis an Kosten für das Aufmachen und Nachpolieren der Hartmetalldüsen und schließlich eine geringere Zahl von überhaupt in Betrieb befindlichen Ziehdüsen. Wie schon früher ausgeführt, kann die Ziehdüsenentlastung aber auch zur Steigerung der Ziehgeschwindigkeit, zur Verarbeitung härterer Werkstoffsorten u. dgl. ausgenutzt werden[3]). Die übrigen Vorteile des Ziehens mit Gegenzug sind sicherlich dem Betrieb ebenfalls willkommen, doch dürften sie für die Frage der Anwendung oder Nichtanwendung dieses Ziehverfahrens kaum von ausschlaggebender Bedeutung sein.

Es wäre sehr zu begrüßen, wenn nun möglichst bald auch einwandfreie Ergebnisse über das Ziehen mit Gegenzug unter praktischen Betriebsverhältnissen beigebracht würden.

Zusammenfassung.

An einem patentierten Stahldraht mit 0,58 % C und einem kohlenstoffarmen Walzdraht wurden Ziehversuche vorgenommen, bei denen am Eintritt des Ziehgutes in die Ziehdüse ein Gegenzug von veränderlicher Größe aufgebracht wurde. Der Einfluß dieser Vorspannung auf die Zugkraft an der Ziehdüse, den Vorwärtszug und die daraus abzuleitenden Ziehverhältnisse wurden durch Messen der Zugkraft an der Ziehdüse untersucht. In Uebereinstimmung mit den theoretischen Ueberlegungen ergab sich in allen Fällen ein starker Anstieg des Vorwärtszuges bei entsprechender Entlastung der Ziehdüse und einer weniger großen Verminderung der beim vollkommenen Rückgewinn der Vorspannarbeit noch erforderlichen Zieharbeit. Auch der Drahtdurchmesser und die Vergleichstemperatur am Ende der Ziehdüse sanken mit wachsendem Gegenzug ab.

Für die Anwendung des Gegenzugziehens im Betrieb sowohl im Einzelzug als auch in der Mehrfachziehmaschine sprechen besonders die mit der Ziehdüsenentlastung verbundene größere Lebensdauer der Ziehwerkzeuge und die damit weiter verknüpften Vorteile, die auch zu einer Steigerung der Ziehgeschwindigkeit unter sonst gleichen Arbeitsbedingungen ausgenutzt werden können. Die Ersparnisse an Zieharbeit und Ziehleistung sind dagegen selbst bei vollkommenem Rückgewinn der Vorspannarbeit durchweg nicht so groß, daß sie allein die Anwendung des Gegenzugziehens erstrebenswert erscheinen lassen.

* * *

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung an.

A. Pomp, Düsseldorf: Nachdem Herr Lueg uns bereits in der letzten Arbeitsausschußsitzung eingehend mit dem Ziehen mit Gegenzug vertraut gemacht hat und auch über Ergebnisse berichtete[3]), die mit diesem neuartigen Ziehverfahren in Amerika gesammelt wurden, konnte er uns heute über eigene Versuche berichten, die es gestatten, bisher noch ungeklärt gebliebene Fragen zu beantworten.

W. Fiedler, St. Ingbert (Saar): Herr Lueg führte am Schluß seines Vortrages aus, daß die Arbeitsweise mit Gegenzug von ganz besonderer Bedeutung ist für die Steigerung der Ziehgeschwindigkeit. Das deckt sich auch mit den Ergebnissen der Versuche, die wir in St. Ingbert durchgeführt haben, da die Arbeitsweise mit höherer Ziehgeschwindigkeit schließlich auch eine Frage der Haltbarkeit des Ziehwerkzeuges ist. Wenn es gelingt, eine Maschine so zu bauen, daß die dabei erforderlichen Handzeiten nicht zu groß werden, dann ist das entschieden die beste Lösung, um bei der Arbeitsweise mit hohen Ziehgeschwindigkeiten einen ganz entscheidenden Schritt vorwärtszukommen. Wie sich schon gezeigt hat, kann eine volle Ausnutzung von Maschine und Arbeitskraft nur dann stattfinden, wenn ein Mann zwei Maschinen bedient und hierbei große Bundgewichte verarbeitet werden können. Das bedingt anderseits, daß die Handzeiten nicht zu hoch werden dürfen. Die Gegenzugvorrichtung muß also so ausgebildet werden, daß praktisch keine Mehrarbeit gegenüber der Arbeitsweise an der üblichen Ziehmaschine entsteht.

Ueberwachung des Anheizens von Siemens-Martin-Ofengewölben.

Von Franz Strähuber in Duisburg-Huckingen und Robert Klesper in Bonn.

[Mitteilung Nr. 315 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*).]

(Es wird für Siemens-Martin-Oefen mit Silikagewölbe ein langsames Anheizen bis zu etwa 400° empfohlen und die Ueberwachungseinrichtungen sowie die Anheizvorrichtungen beschrieben.)

Um bei einem Höchstmaß an Leistung einen hohen zeitlichen Siemens-Martin-Ofen-Ausnutzungsgrad zu erreichen, wird man bemüht sein, die Dauer der Ueberholungs- und Anheizzeit auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken. Es besteht dabei vielfach die Gefahr eines zu schnellen Anheizens, das sich besonders nachteilig auf die Haltbarkeit von Silikagewölben auswirken kann. Der Ofen muß jedoch — diese Forderung wird besonders auch von der Industrie feuerfester Steine erhoben —, ohne daß die Steine Schaden nehmen, auf Betriebstemperatur gebracht werden. Die Anheizzeit muß deshalb ausreichend bemessen sein.

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

I. Verhalten der Silikasteine bei Erwärmung.

Bild 1 läßt erkennen, daß die lineare Ausdehnungskurve für Silika grundsätzlich anders verläuft als die sämtlicher anderer feuerfester Steine. Durch die bekanntlich bei 280° erfolgende Umwandlung des α-Cristobalits in die β-Modifikation hat der Silikastein bereits bis 300° fast 73 % der Enddehnung erreicht, die mit 1,42 % etwa bei 650° abgeschlossen ist. Die Temperaturspanne von 0 bis 300° ist deshalb besonders kritisch, da sich in diesem kleinen Abschnitt schon eine Ausdehnung von über 1 % vollzieht. Außergewöhnliche Vorsichtsmaßnahmen bei der Inbetriebnahme sind daher erforderlich.

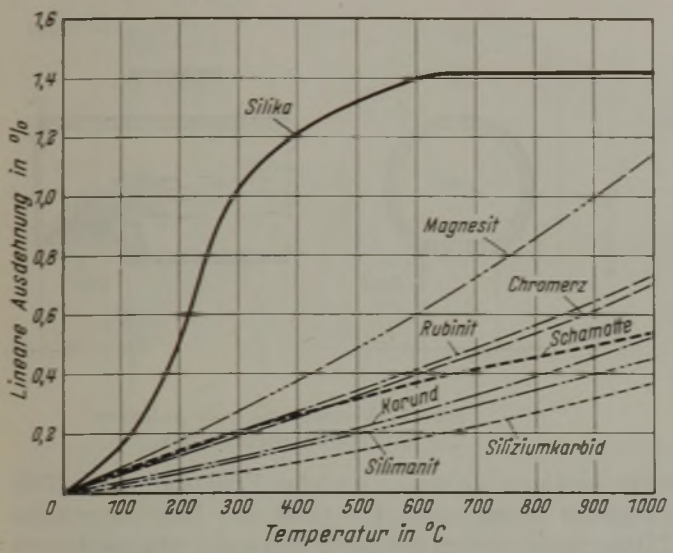


Bild 1. Lineare Wärmeausdehnung feuerfester Steine.

II. Schäden durch mangelhaftes Anheizen.

Zu schnelles Anheizen, besonders in dem vorerwähnten Temperaturbereich, verursacht Rißbildungen sowie Abplatzen. Die über dem Bad vorhandenen Eisen- und Manganoxyddämpfe dringen in diese Risse ein und erniedrigen den Schmelzpunkt der Steine, so daß tropfenweises Abschmelzen bereits bei einer Ofentemperatur erfolgt, welche die Steinoberfläche eines glatten, unverletzten Gewölbes oder eines unbeschädigten Ofenkopfes in keiner Weise gefährden würde. Aus den rissigen Steinen, besonders aus denen des Gewölbes, lösen sich sehr bald kleine Stückchen infolge der Rißbildung wie „nasse Schwämmchen" heraus. Das Mauerwerk ist daher schnell stark zerklüftet. Hierdurch wird — und dieser Umstand wirkt sich weiterhin ungünstig aus — die Reaktionsoberfläche um ein Vielfaches vergrößert. Es konnte mehrfach nachgewiesen werden, daß durch die Einwirkung verkehrten Anheizens Gewölbe bereits nach 60 bis 80 Schmelzen zerstört waren, die sonst 400 bis 500 durchstanden. Eine genaue Ueberwachung des Anheizvorganges, besonders der Gewölbe, ist deswegen unbedingt erforderlich.

III. Anheizvorschläge.

A. Anheizgeschwindigkeit.

Bis 300°, aus Sicherheitsgründen möglichst sogar bis 400°, soll die Anheizgeschwindigkeit 10°/h nicht übersteigen. Dabei muß dieser Anstieg so gleichmäßig wie möglich erfolgen, am besten linear. Ab 400° bis etwa 1600° kann die Erwärmung schneller durchgeführt werden, jedoch soll auch hier der Anstieg nicht mehr als 25°/h betragen.

Die Inbetriebnahme eines Siemens-Martin-Ofens nach diesen Vorschriften würde im Mittel etwa 90 h, d. s. rd. 4 Tage, dauern; doch wird u. a. die Dauer der Gesamtanheizzeit auch von dem Umfange der jeweils durchgeführten Erneuerungsarbeiten beeinflußt.

Bis zu einer Temperatur von 400° ist jedenfalls ein langsames Erwärmen unter allen Umständen erforderlich, selbst wenn ein Ofen aus irgendwelchen Gründen schnell in Betrieb kommen soll.

B. Temperaturmeßeinrichtung.

Die Temperaturmessung beim Anheizen kann in verschiedenster Weise durchgeführt werden. Nachfolgend seien einige Anordnungen beschrieben, die sich auf verschiedenen Werken, welche den Anheizvorgang eingehend überwachen, bewährten.

In eine kleine Bohrung wird ein mit dünnen keramischen Röhrchen isoliertes Thermoelement, aus Eisen-Konstantan oder Nickel-Nickelchrom-Draht von 1 mm Dmr. bestehend, so eingeführt, daß sich die Lötstelle etwa 10 mm im Gewölbe von der Innenseite entfernt befindet. Hierbei ergibt sich natürlich ein geringer Verlust an Widerstandsdraht, da die Enden nach Beendigung des Aufheizvorganges einfach abgeschnitten werden.

Ein anderes Werk[1]) benutzt ein in einem Schutzrohr befindliches Platin-Platinrhodium-Element, das in eine 270 mm tiefe Bohrung eingelassen wird, so daß sich, bei einer Steinstärke von 300 mm, die Lötstelle 30 mm von der Gewölbeinnenseite entfernt befindet. Dieses Pyrometer dient gleichzeitig zur Ueberwachung der Gewölbetemperaturen über einen Teil der Ofenreise.

Man verwendet auch Eisen-Konstantan-Rohrelemente, die in genau passende durchgehende Löcher so eingebaut sind, daß die Lötstelle innen mit der Gewölbefläche abschneidet. Vor Auflassen des Kopfgases werden diese Elemente dann ausgebaut und die Bohrungen verschmiert.

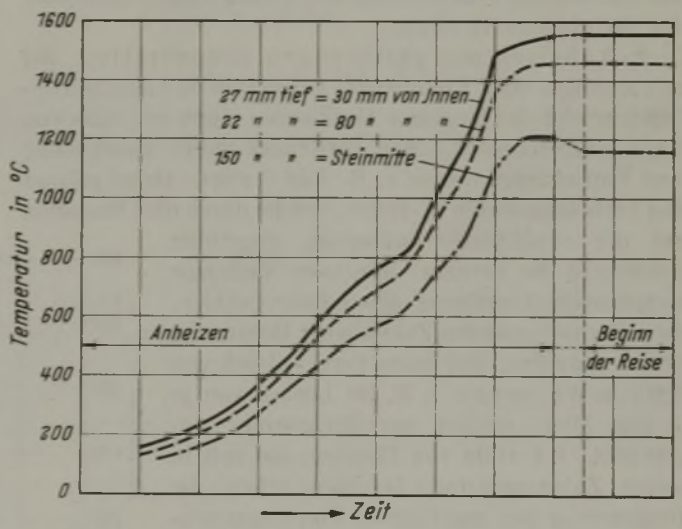


Bild 2. Temperaturen in verschiedenen Gewölbetiefen gleichzeitig gemessen mit eingesteckten Platin-Platinrhodium-Elementen (Steindicke 300 mm).

Daß die Temperaturmessung an einer Meßstelle, die sich an der Innenfläche des Gewölbes oder kurz dahinter befindet, die einwandfreie Lenkung des Anheizvorganges ermöglicht, wurde bereits von C. Kreutzer[1]) nachgewiesen (*Bild 2*), der bei Gelegenheit einer Nachprüfung der Gewölbedurchwärmung (wobei Platin-Platinrhodium-Elemente in einem 300 mm dicken Gewölbestein, in Entfernungen von 30, 80 und 150 mm von der Gewölbeinnenkante entfernt, eingebaut waren) feststellte, daß, sobald die Innenfläche des Gewölbes eine Temperatur von 600° hat, die Mitte des Steines bereits eine solche von 450° aufweist. Damit wären auch in der Mitte des Steines bereits alle für einen Silikastein gefähr-

[1]) Nach Angaben von A. Mund und G. Rockrohr, Oberbilker Stahlwerk, Düsseldorf. — S. a. Kreutzer, C.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1020/21 (Stahlw.-Aussch. 357).

lichen Temperaturen überschritten, so daß kaum noch eine Gefahr für das Gewölbe besteht.

Der Einbau von drei Elementen hat sich als ausreichend erwiesen. Eines ist in der Gewölbemitte, die beiden anderen sind in den Seitenteilen des Gewölbes, etwa in Höhe der rechten und linken Ofentür, wiederum in der Gewölbeachse angeordnet. Der Thermostrom gelangt in bekannter Weise mit Hilfe von Kompensationsleitungen zu einem Mehrfarbenschreiber, der die Anheizkurven aufzeichnet.

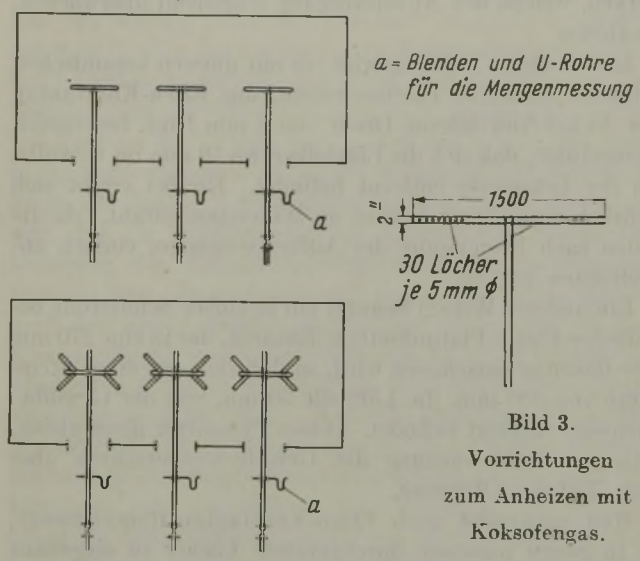


Bild 3. Vorrichtungen zum Anheizen mit Koksofengas.

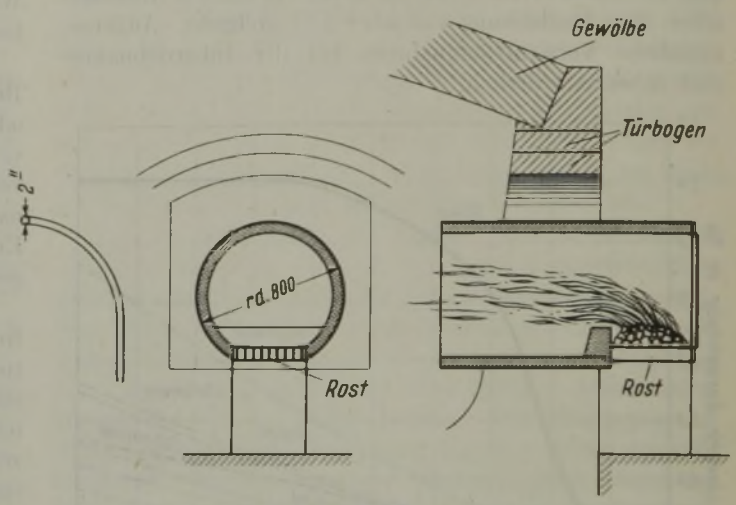


Bild 4. Vorrichtung zum Anheizen mit festen Brennstoffen.

C. Anheizvorrichtungen.

Für das Anheizen sind geeignete Geräte zu verwenden, die eine örtliche Ueberhitzung durch frühzeitiges Anflackern des Steinfutters verhüten.

1. Anheizen mit gasförmigen Brennstoffen. Bei mit Mischgas oder Koksofengas gefeuerten Siemens-Martin-Oefen erfolgt das langsame Hochheizen meist mit Hilfe von Koksofengasflammen. Man verwendet hierzu zweckmäßig eine Vorrichtung, wie sie z. B. *Bild 3* zeigt. Dabei gelangt das Vorheizgas durch 2"-Rohre, welche durch die Ofentüren, auf der Schaffplatte aufliegend, eingeführt werden, in die Brenner. Man kann auch eine sternförmige Anordnung dieser Rohre wählen, die mit einer größeren Zahl kleiner Bohrungen versehen werden. Bei einem Ferngasdruck von 120 mm WS wurden z. B. 30 Löcher von je 5 mm Dmr. seitlich am Brennerrohr angebracht. Mit Hilfe von Blenden, die sich in jedem Zuleitungsstrang befinden, erfolgt die Bestimmung der zugeführten Vorheizgasmengen. Für die Einstellung genügt die Anbringung einfacher, mit Mengenskalen versehener U-Rohre. Man kann zur nachträglichen Prüfung, ob das Anheizen tatsächlich nach einem vorgeschriebenen Fahrplan erfolgte, eine schreibende Ringwaage einbauen.

Es sei noch erwähnt, daß sich ein einfaches, nach dem Herd zu abgebogenes 2"-Gasrohr als vollständig ungeeignet erwiesen hat, selbst wenn hierbei, zur Verteilung der Wärme, eine Blechabdeckung vorgesehen wird.

Es ist zu beachten, daß selbstverständlich die bei Ferngasbeheizung verwendeten Düsenbrenner eine stärkere Hitzeeinwirkung ergeben als die Hilfsbrenner. Um beim Uebergang auf die Kopfbeheizung einen Temperatursprung zu vermeiden, muß deshalb der Düsenbrenner anfangs weniger Gas erhalten als das Hilfsheizgerät.

2. Anheizen mit festen Brennstoffen. Zum Anwärmen der mit Generatorgas beheizten Oefen werden vielfach Kohlenfeuer verwendet. Hierfür hat sich die in *Bild 4* dargestellte Anordnung gut bewährt. Sie besteht aus einem in die Ofentüren passenden Rohrstück, das mit einem halben Schamottestein ausgemauert wird. An der Vorderseite befindet sich ein kleiner Planrost, der zum offenen Ende hin durch eine Feuerbrücke abgegrenzt ist. Die Länge des Rohres soll so bemessen sein, daß es ein Stück in den Ofen hineinragt, damit die entweichenden heißen Rauchgase nicht unmittelbar das Mauerwerk des Türpfeilers sowie der Gewölbe berühren, da ein zu schnelles Erwärmen dieser Teile vermieden werden muß. Die nicht vom Rohr ausgefüllten Türabschnitte werden mit Blech verkleidet oder mit Steinen zugestellt. Das Rohr wird durch eine Tür geschlossen.

Andere in den Betrieben gebrauchte Hilfsgeräte müssen daraufhin geprüft werden, ob sie genau so einwandfrei arbeiten wie die unter 1 und 2 aufgeführten.

D. Beispiele: Anheizschaubild, Anheizfahrplan.

Bild 5 zeigt die an dem neuen Gewölbe eines mischgasbeheizten Siemens-Martin-Ofens mit einfachen an drei Stellen eingebauten Drahtelementen aufgenommenen Anheizkurven. Etwa 2½ Tage lang erfolgte durch die in *Bild 3* gezeigte Vorrichtung das Hochheizen mit Koksofengas. Dabei war dem Ofenmann die Vorschrift gegeben worden, daß der Temperaturanstieg bis 400° nicht mehr als 10°/h betragen sollte, während er von 400 bis 700° mit einem Anstieg bis 25°/h fahren durfte. Bei 700° wurde bereits durch die Köpfe das eine milde Flamme erzeugende Hochofengas aufgelassen. Wie aus dem Verlauf der an drei Stellen aufgenommenen Kurven ersichtlich, hielten die Ofenleute die Vorschrift ziemlich genau ein. Mengenmessungen durch Blende und U-Rohr leisteten dabei gute Dienste. In den

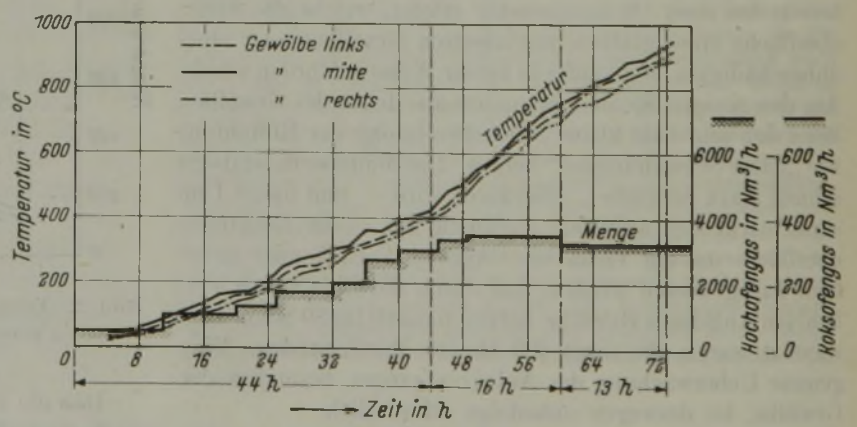


Bild 5. Anheizkurven eines mischgasbeheizten Siemens-Martin-Ofens.

weitaus meisten Fällen dürfte das nach diesem einfachen Verfahren vorgenommene Anheizen den gestellten Anforderungen genügen.

Will man noch sorgfältiger vorgehen, so empfiehlt sich die Aufstellung eines genauen Anheizfahrplanes. Ein Werk

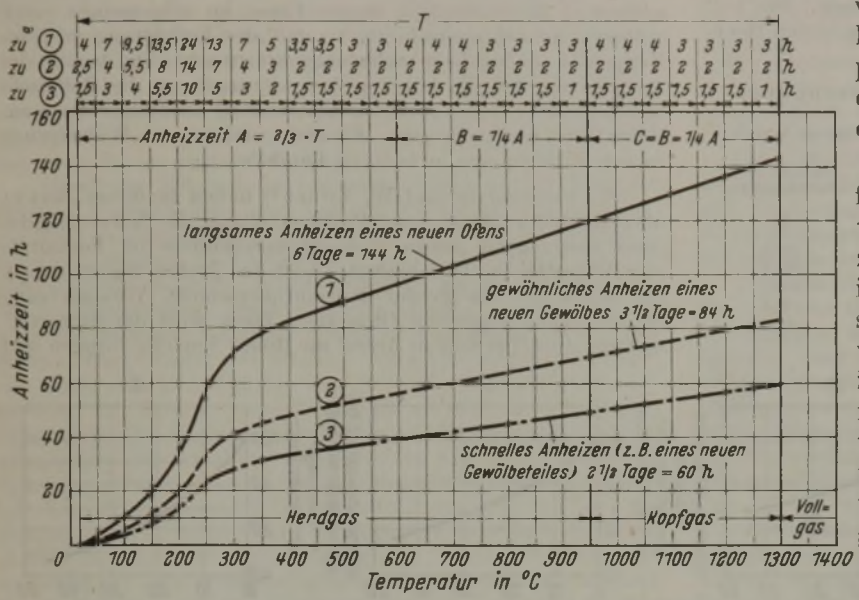


Bild 6. Anheizzeiten.

ist dabei in folgender Weise vorgegangen. Der eigentliche Anheizvorgang wurde in folgende drei Stufen unterteilt:

in einen etwa bis 600° reichenden Abschnitt A, da hier die lineare Ausdehnung des Silikasteines und damit das eigentliche Gewölbeanheizen fast beendet sind,

in einen Abschnitt B von 600 bis 950°, an dessen Ende „Kopfgas" aufgelassen wird, und

in den letzten Abschnitt C von 950 bis 1300°, an dessen Ende die volle Gasmenge aufgelassen wird.

Aus der in *Bild 1* dargestellten Ausdehnungskurve des Silikasteines wurden für Temperaturabschnitte von je 50° für den Bereich von 0 bis 600°, der als Abschnitt A bezeichnet ist, die jeweilige lineare Ausdehnung in den Teilabschnitten sowie der prozentuale Anteil jedes Teilabschnittes an der gesamten bis 600° erfolgenden Ausdehnung ermittelt.

Zahlentafel 1. Ausdehnung in den bis 600° unterteilten Temperaturbereichen.

Temperaturbereich °C	Lineare Ausdehnung %	Anteil am Anheizabschnitt A %	Summe %	Anteil am Anheizabschnitt A aufgerundet %	Summe %
20 bis 50	0,05	3,60	—	4,0	—
50 bis 100	0,11	7,80	11,4	7,5	11,5
100 bis 150	0,14	9,90	21,3	10,0	21,5
150 bis 200	0,20	14,10	35,4	14,0	35,5
200 bis 250	0,35	24,80	60,2	25,0	60,5
250 bis 300	0,19	13,50	73,7	13,5	74,0
300 bis 350	0,11	7,80	81,5	7,5	81,5
350 bis 400	0,07	4,90	86,4	5,0	86,5
400 bis 450	0,06	4,20	90,6	4,0	90,5
450 bis 500	0,05	3,60	94,2	3,5	94,0
500 bis 550	0,04	2,90	97,1	3,0	97,0
550 bis 600	0,04	2,90	100,0	3,0	100,0
600	1,41	100,0		100,0	

Die für das Anheizen bis 600° festliegende Gesamtzeit wurde nun von 50 zu 50° prozentual in gleicher Weise aufgeteilt *(Bild 6)*. Dauert z. B. das Anheizen eines neuen Gewölbes bis auf 600° 56 h, so wird für den Temperaturbereich von 200 bis 250° eine Aufheizgeschwindigkeit von 14 h gewählt, das sind rd. 25 % der Gesamtaufheizdauer, entsprechend dem für diese Temperaturspanne aus *Zahlentafel 1* zu entnehmenden Anteil von 25 % an der bis 600° erfolgenden Ausdehnung.

Bild 6 läßt u. a. die je nach dem Umfange der vorgenommenen Erneuerungsarbeiten unterschiedliche Bemessung der Anheizzeiten erkennen. Die Gesamtanheizzeit T ist in die vorstehend schon angeführten drei Abschnitte A, B und C unterteilt, von denen der wichtigste der Abschnitt A ist, da sich in ihm die Erwärmung in dem bereits genannten kritischen Bereich von 0 bis 400° vollzieht. Er beträgt zwei Drittel der gesamten Anheizzeit. Ein vollkommen neu zugestellter Ofen, dessen Kammergewölbe ebenfalls ausgewechselt wurden, muß natürlich langsamer angeheizt werden — nach diesen Anhaltswerten in etwa 6 Tagen — als ein Ofen, der lediglich ein neues Gewölbe erhielt. Hier beträgt die Gesamtzeit T etwa $3^1/_2$ Tage, von denen auf den Abschnitt A $2^1/_3$ Tage entfallen. Ist dagegen nur ein Gewölbestreifen ausgewechselt worden, so genügt eine Gesamtanheizzeit von $2^1/_2$ Tagen, wobei der kritische Abschnitt A in 40 h durchlaufen wird.

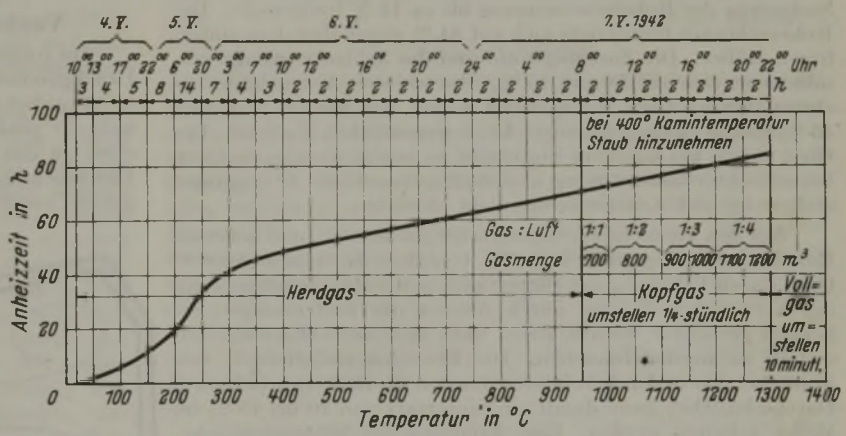


Bild 7. „Fahrplan" für das Anheizen eines neuen Gewölbes.

Als Beispiel sei in *Bild 7* ein auf Grund vorstehend angeführter Unterlagen entwickelter Anheizfahrplan gezeigt, der dem Ofenmann jeweils vor dem Anheizen zur Verfügung gestellt wird. Er kann aus dieser Vorschrift genau die einzuhaltenden Anheizgeschwindigkeiten entnehmen. Sogar die Uhrzeiten sind ihm angegeben. Nach Erreichen der Temperatur von 950° sind ihm die durch den Brennerkopf einzuführenden Gasmengen mit den erforderlichen Gas-Luft-Verhältnissen genauestens vorgeschrieben.

In ähnlicher Weise — wobei man aus naheliegenden Gründen vielfach nicht so ausführlich wird sein können — lassen sich Anheizvorschriften für die Ofenbedienung aufstellen, die jedenfalls bis zum Schmelzer über das Verhalten von Silikasteinen beim Erwärmen unterrichtet und auf die Folgen schneller Inbetriebnahme hingewiesen werden muß. Die Aufnahme der Anheizkurven ist auch bei gelegentlichen Beanstandungen der Güte der feuerfesten Steine ein Beweismittel für sorgsame Bedienung.

Umschau.

Leistungssteigerung der Hochöfen durch Erhöhung des Sinteranteils im Möller.

Die Republic Steel Corporation[1]) hat kürzlich eine Versuchsreihe über die Steigerung der Roheisenerzeugung durch Erhöhung des Sinteranteils im Möller abgeschlossen. Die Versuche erstreckten sich über vier Jahre und wurden in den Hochofenwerken Cleveland und Youngstown der Gesellschaft durchgeführt.

Zahlentafel 1.
Einfluß von Sinter auf die Roheisenerzeugung.

Sinteranteil	Verbrauch und Erzeugung in % des sinterfreien Möllers			
	Koks	Zuschlag	Schlackenmenge bezogen auf Sinter und Schrott	Tägliche Roheisenerzeugung
%	%	%	%	%
0	100,0	100,0	100,0	100,0
10	94,2	92,9	79,2	103,2
20	90,4	87,4	66,0	106,3
30	87,2	82,7	56,0	109,5
40	84,8	79,4	49,2	112,5
45	83,9	78,1	46,4	114,2

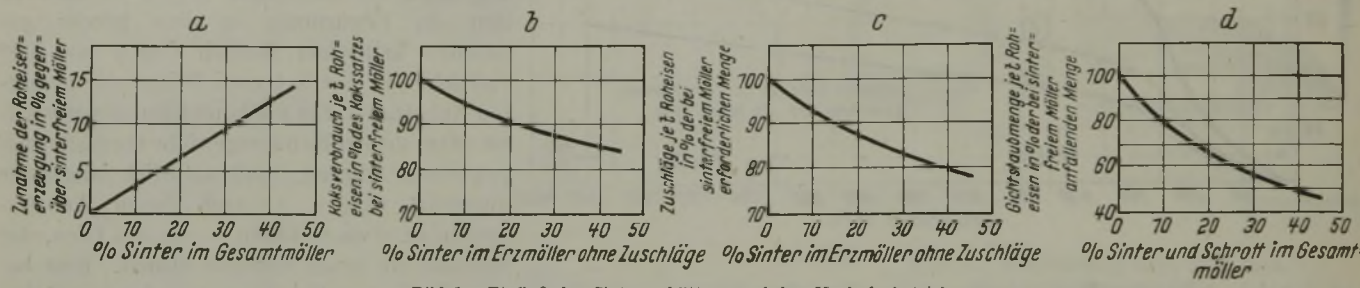


Bild 1. Einfluß der Sinterverhüttung auf den Hochofenbetrieb.
a) Einfluß auf die tägliche Roheisenerzeugung. b) Einfluß auf den Koksverbrauch. c) Einfluß auf die Menge an Zuschlägen. d) Einfluß auf den Gichtstaubentfall.

Wie aus *Zahlentafel 1* und *Bild 1* hervorgeht, wurde der Sinteranteil im Möller bis zu 45 % erhöht und hierbei eine Steigerung der Roheisenerzeugung bis zu 14 % festgestellt. Der Koksverbrauch erniedrigte sich auf 84 % gegenüber dem sinterfreien Möller. Die Zuschlagstoffe und die Schlackenmenge verminderten sich auf 78 und 46 %. Ein weiterer Versuch, der an einem anderen Ofen durchgeführt wurde, den Sinteranteil über 45 % hinaus zu steigern, ergab keine wesentlichen Vorteile. Der Ofen neigte bei höherem Sintersatz zu einem unruhigen Gang bei schlechter Gasströmung, so daß eine wesentliche Erzeugungssteigerung und Koksersparnis nicht eintraten.

Aus den Versuchsergebnissen wird geschlossen, daß bei einer Roheisenmehrerzeugung von 140 t täglich bei einem 1000-t-Ofen durch Erhöhung des Sinterzusatzes die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten durch Ausbau der Sinteranlagen erheblich gesteigert werden kann, ohne daß neue Ofeneinheiten erstellt zu werden brauchen. Die Erzeugungsmöglichkeit von Sinter beträgt in den Vereinigten Staaten zur Zeit etwa 13 Mill. t. Durchschnittlich kann damit ein Sintersatz von 10 bis 15 % im Möller gehalten werden. Eine Erhöhung der Sintererzeugung, die einen Sintersatz von 45 % des Möllers ermöglicht, würde sich kostenmäßig günstiger auswirken als der Bau neuer Hochofeneinheiten, da eine Sinteranlage mit einer Leistung von etwa 1200 t täglich nach amerikanischen Angaben nur rd. 500 t Stahl benötigt und die Kosten nur etwa 5 % eines neuzeitlichen Hochofens betragen. Die Bauzeit einer solchen Anlage wird mit sechs Monaten veranschlagt. Nach einem nicht näher gekennzeichneten Aufsatz in „Steel" würde der Zeitfaktor im Vergleich zu der Zeit, die man für den Bau von neuen Hochöfen benötigt, für die Errichtung von Sinteranlagen sprechen. Man würde also bei gleichbleibendem Koksdurchsatz durch den Bau genügend zahlreicher Sinteranlagen zu einer Erhöhung der Roheisenerzeugung gelangen.

Frühere Versuche, die in Amerika mit Mesabierzen durchgeführt wurden und über die W. A. Haven[2]) berichtet hat, haben bewiesen, daß der Sintersatz über 45 % hinaus bis auf 68 % des Möllers gesteigert werden konnte. Hierbei stieg die tägliche Roheisenerzeugung um 200 t/24 h bei einem Rückgang des Koksverbrauchs um etwa 200 kg/t Roheisen, wenn man den Sintersatz von 40 % auf 68 % steigerte.

Wenn die Republic Steel Corporation bei einer Erhöhung des Sintersatzes über 45 % keine Vorteile erzielt hat, so mag das an der Profilgestaltung des für die Versuche bereitgestellten Ofens liegen.

Die Hochöfen, die Mesabierze verarbeiten, haben wegen der mulmigen Beschaffenheit dieses Erzes im allgemeinen einen größeren Schachtquerschnitt, so daß die Verhüttung größerer Mengen Sinter dort keine Schwierigkeiten macht. Die Ansicht der Amerikaner, daß die höheren Anforderungen an die Roheisenbeschaffenheit einen größeren Sinteranteil im Möller nicht zulassen[2]), ist nicht erwiesen. Sie steht vielmehr im Widerspruch zu den Erfahrungen in anderen Ländern.

W. Feldmann und W. Loorz[3]) haben in ihrem Bericht über Hochofenführung und Profilgestaltung die Notwendigkeit eines ausreichend großen Schachtquerschnittes im Verhältnis zum Blasquerschnitt dargelegt. Auch bei großen Sintermengen im Möller ist ein großer Schachtquerschnitt Voraussetzung für einen störungsfreien Ofengang. Dann wird die Sinterverhüttung auch bei hohem Anteil im Möller Vorteile bringen und günstige Ergebnisse an Erzeugung und Koksverbrauch zeigen, wie die Praxis in Deutschland bereits mehrfach bewiesen hat.

Kurt Grethe.

Pulsierende selbstverdichtende Verbrennungskammer für Gasturbinen.

Im folgenden soll zu dem Vorschlage, den Freiflugkolben-Druckgaserzeuger einer Gasturbine durch eine „pulsierende selbstverdichtende Verbrennungskammer" zu ersetzen[1]), ein Hinweis zur praktischen Verwirklichung gegeben und das Ergebnis einer an der Technischen Hochschule Dresden durchgeführten Untersuchung eines schwingenden Verbrennungsvorganges mitgeteilt werden.

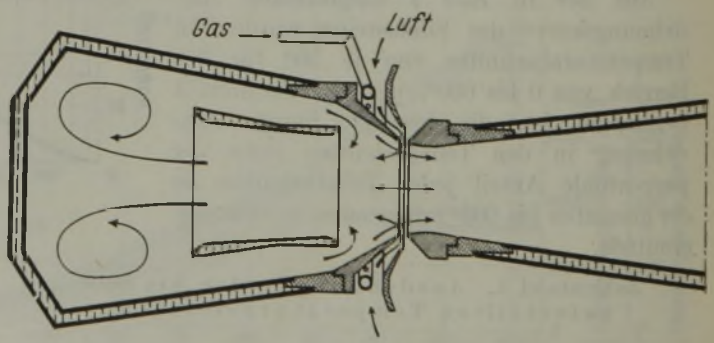


Bild 1. Brennkammer.

Eine neue Brennkammer *(s. Bild 1)* besteht im wesentlichen aus einem birnförmigen, gekühlten Raum mit zentraler Oeffnung, einer inneren Düse und einer diffusorartigen Auspuffleitung; die beiden letzten Teile werden ebenfalls gekühlt. Ein Ringrohr mit Oeffnungen, durch das gasförmiger Brennstoff (z. B. Propangas) zugeführt wird, und ein Luftführungsteller ergänzen die Vorrichtung, die also keine beweglichen Teile aufweist.

Zum Anlassen wird in der Kammer ein brennfähiges Gemisch zur Zündung gebracht. Die Gase verpuffen und strömen mit großer Geschwindigkeit aus, so daß der Druck zunächst rasch ansteigt und dann wieder abfällt. Durch Trägheit und Abkühlung infolge des Wärmeüberganges an die Wandung entsteht ein Unterdruck, wodurch Umgebungsluft, vermischt mit Brennstoffgas, sowie auch ein Teil der Abgase aus dem Diffusor angesaugt werden. Da die Temperatur in der Kammer noch sehr

[1]) Iron Coal Tr. Rev. 145 (1942) S. 738.

[2]) J. Iron Steel Inst. 127 (1933) S. 66/69; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 396/97.

[3]) Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 2/14 (Hochofenaussch. 212).

[1]) Weißenberg, B.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 305/14 (Masch.-Aussch. 88).

hoch ist, kommt das Gemisch wiederum zur Entzündung, und das Spiel wiederholt sich. Sehr wesentlich für das Zustandekommen des Ladungswechsels ist die innere Düse. Durch diese wird der Ansaugstrahl weiter nach unten geleitet, und es entsteht ein Wirbelring, wie in *Bild 1* durch Pfeile angedeutet ist. Die hohe Strömungsgeschwindigkeit verzögert nun wahrscheinlich die Fortpflanzung der Zündung, sie vergrößert jedenfalls den Wärmeübergang, so daß der Ansaugunterdruck verstärkt wird und dieser nicht durch sofortige Verbrennung und Ausdehnung der ersten einströmenden Gemischteilchen aufgehoben wird. Der Luftführungsteller dient dazu, seitlich der Auspuffleitung ausweichende Abgase vom Gemisch abzuhalten, das während des Auspuffens in dem zwischen Teller und Brennkammeroberteil liegenden Raum gespeichert wird.

Durch die Trägheit der einströmenden Gassäule wird das Gemisch vorverdichtet, und dadurch erfolgt auch die Verbrennung mit zunehmendem Druck. Die bei der Expansion erzeugte kinetische Energie findet sich im Abgasstrahl wieder; die Aufgabe besteht nun darin, diese Energie in Druck umzuwandeln. Bei atmosphärischem Betrieb der Brennkammer, wie das heute noch der Fall ist, kann ein geringer Gegendruck hinter dem Diffusor überwunden werden; der Druckgewinn läßt sich wahrscheinlich durch Erhöhung des Druckpegels wesentlich vergrößern. Die Brennkammer wäre dazu zwischen dem Axialverdichter und der Turbine einer normalen Gleichdruckgasturbine anzuordnen und an Stelle des Diffusors mit einem Strahlverdichter zu versehen, der die etwa siebenfache Menge Ueberschußluft (zur Herabsetzung der Temperatur vor der Turbine) auf höheren Druck bringt. Ein Druckgewinn zwischen Axialverdichter und Turbine wirkt sich als eine Verringerung der Antriebsleistung des Axialverdichters aus, womit auch kleinere innere Verluste des Aggregates verbunden sind. Die Druckschwankungen vor der Turbine können, da die Frequenz sehr hoch ist, leicht in einem Aufnehmer ausgeglichen werden. Werden die Wandungen der Brennkammer durch die vom Axialverdichter gelieferte Ueberschußluft gekühlt, so ist eine Wasserkühlung entbehrlich. Die hohe Luftgeschwindigkeit hat bei Oelfeuerung eine gute Zerstäubung des Oeles zur Folge, ohne daß — wie es bei normalen Brennern der Fall ist — ein Druckverlust in Kauf genommen werden muß. Inwiefern es möglich ist, den Axialverdichter z. B. durch mehrere hintereinander geschaltete Brennkammern ganz auszusparen, ist eine Frage der weiteren Entwicklung, jedenfalls aber läßt sich hier eine Wirkungsgradverbesserung durch einfachste Mittel herbeiführen.

Bei der höchsten, bisher erreichten Frequenz von 128 Verpuffungen in der Sekunde sind Druckamplituden von + 0,26 und — 0,17 at piezoelektrisch indiziert worden. Bei niedriger Frequenz sind die Amplituden geringer, und es liegt deshalb nahe, die Verpuffungsfrequenz zu steigern. Dies ist praktisch möglich durch Erweiterung des engsten Querschnittes zwischen Brennkammer und Diffusor und voraussichtlich auch durch Erhöhung des Druckpegels. Infolge der größeren Amplituden und damit des höheren Verdichtungs- oder Expansionsverhältnisses, insbesondere bei Resonanz zwischen Verpuffungsfrequenz und Kammereigenschwingungsfrequenz (bei etwa 1000 Hz) müßte der „thermische Wirkungsgrad" der Energieumsetzung: Verbrennungswärme—Massenbewegung noch besser werden; das selbststeuernde Verpuffungsverfahren wäre dann, eben im Hinblick auf die wellenartige Verdichtung des Gemisches, auch als ein selbstverdichtendes zu bezeichnen.

Die Abgasanalyse zeigt eine chemisch einwandfreie Ausnützung des Brennstoffes: Der Kohlensäuregehalt ist auf Treibgas 13% (theoretisch höchstens 13,9%), der Sauerstoffgehalt 1,5% und der Kohlenoxydgehalt Null. Weitere Meßergebnisse sind: Mittlere Brennkammertemperatur 1200°, Abgastemperatur 1500°, Heizflächenbelastung 200 bis 275 000 kcal/m² h (bei 1150° Temperaturunterschied ist die höchste Wärmeübergangszahl also 240 kcal/m² h ° C), Feuerraumbelastung (bezogen auf Kammer + Diffusor) 15 000 000 kcal/m³ h. An das Kühlwasser wird rund ein Drittel der Verbrennungswärme übertragen.

F. H. Reynst, Dresden.

Erzeugung von Temperguß nach dem Weißkernverfahren.

A. E. Davies[1]) beschreibt eingehend das Herstellungsverfahren von weißem Temperguß. Neben den üblichen Schmelzöfen hat sich ein Drehofen infolge guter Durchmischung und Treffsicherheit der Schmelzenanalyse sowie genauer Temperatureinhaltung besonders bewährt. Im Gegensatz zu dem noch vor wenigen Jahren gebräuchlichen Hämatitzusatz wird heute bis zu 50 % Stahlschrott zusammen mit Hartguß- und Grauguß-schrott als Gattierung verwendet, wobei vorteilhaft gebrochene Stahlwerkskokillen eingesetzt werden.

Der Einstellung eines dem Querschnitt der Gußstücke entsprechenden Siliziumgehaltes wird außerordentlich große Bedeutung beigemessen. Er soll so begrenzt sein, daß Graphitausscheidungen im Rohguß vermieden werden. Der Verfasser betrachtet den Schwefelgehalt als ein geeignetes Mittel, um auch bei hohem Siliziumgehalt die Graphitausscheidung zu unterdrücken. Da durch Mangan Schwefel gebunden wird, lehnt er höhere Mangangehalte ab, weil dadurch die Wirkung des Schwefels in bezug auf die Graphitausscheidung wieder aufgehoben wird. Davies empfiehlt Schwefelgehalte von 0,1 bis 0,2 %, denen etwa der zweifache Mangangehalt gegenüberstehen sollte.

Neben den bekannten Merkmalen des Einformens, Gießens und Schwindens wird ein Spannungsfreiglühen beschrieben, bei dem zur Vermeidung von Spannungsrissen die Gußstücke im Anschluß an das Ausleeren noch warm in einen Ofen gebracht werden. Hier werden sie etwa 8 h bei 870° geglüht und langsam abgekühlt.

Für den Tempervorgang wird eine Glühtemperatur von 980° und eine Glühzeit von 48 h, ausreichend für Querschnitte bis zu 40 mm, bei entsprechender Zusammensetzung angegeben. Offenbar wird also dabei die Erweichung durch den Karbidzerfall herbeigeführt, da bei der verhältnismäßig niedrig liegenden Glühtemperatur in 48 h eine durchgreifende Entkohlung bei so großen Querschnitten nicht erreichbar ist. Die Zusammensetzung der Erzmischungen schwanken zwischen einem Teil neuen zu drei bis elf Teilen altem Erz, je nach Wanddicke der Gußteile. Das alte Erz wird zur Regenerierung der Witterung ausgesetzt.

Abweichend vom eigentlichen Thema des Aufsatzes wird ein Hinweis auf die Herstellung von amerikanischem Schnelltemperguß gegeben, dessen Glühung bei geeigneter Zusammensetzung bereits in 15 h bei Anwendung eines Durchlaufofens mit einer Tagesleistung von 35 t vollendet sein soll.

Der Bericht schließt mit einem Hinweis auf die Möglichkeit einer nachträglichen Vergütung des Tempergusses, wobei Zugfestigkeiten bis zu 95 kg/mm² jedoch ohne jede Dehnung erreicht werden. Ein Schweißen des Tempergusses, das wegen der Wiederauflösung der Temperkohle und der dadurch eintretenden Härtung sehr schwierig ist, soll nur bei stark entkohltem Temperguß mit sehr niedrigem Siliziumgehalt möglich sein.

Fritz Schulte.

„Arma"-Stahl.

C. F. Joseph[1]) berichtet über einen angeblich neuen amerikanischen Werkstoff, „Arma Steel" genannt, der aber weder neu noch Stahl ist. Es handelt sich vielmehr um einen Temperguß mit etwa 2,65 % C, 1,35 % Si, 0,40 % Mn, 0,05 % P und 0,13 (!) % S, der im Duplexverfahren, Kupolofen-Lichtbogenofen, erschmolzen und im naturgasbeheizten Muffelofen mit überwachter Glühatmosphäre zur Verhinderung von Außenentkohlungen geglüht wird. Die Gußstücke werden zunächst zur Zerlegung der groben Karbide etwa 15 h lang bei 870° geglüht und in Oel oder Luft abgekühlt. Will man eine Brinellhärte von 197 bis 241 kg/mm² erreichen, dann werden sie anschließend bei 675° 4 bis 6 h lang geglüht; bei einer angestrebten Brinellhärte von 163 bis 207 verlängert sich die zweite Glühung auf 6 bis 8 h.

Die Ueberwachung der Rohstoffe Koks, Roheisen und Zuschläge ist erforderlich. Die fertigen Gußstücke sollen nach dem Magnetpulververfahren oder durch Beizen geprüft werden.

Die Eigenschaften sollen denen eines geschmiedeten unlegierten Stahles mit 0,35 bis 0,50 % C entsprechen, wobei das erreichte günstige Streckgrenzenverhältnis selbstverständlich ist. Der Werkstoff ist härtbar, auch flammenhärtbar, die Bearbeitbarkeit ist gut. Wegen der Hauptformgebung durch Gießen kann viel Bearbeitung eingespart werden. Es werden unter anderem Nockenwellen, Kolben und Schwinghebel daraus hergestellt.

Hans Jungbluth.

Flammenhärten von Gußeisen verschiedener Güteklassen.

Eine Arbeit von H. Killing[2]) befaßte sich mit der autogenen Oberflächenhärtung (Flammenhärtung) von Gußeisen der genormten Güteklassen Ge 12.91, Ge 14.91, Ge 18.91, Ge 22.91 und Ge 26.91 sowie eines molybdänlegierten Gußeisens von 32 kg/mm² Zugfestigkeit und eines Schalenhartgusses an einem einheitlichen Probekörper, wobei an die Untersuchungen beim Härten von schwarzem Temperguß angeknüpft wurde[3]).

[1]) Foundry Trade J. 66 (1942) S. 167/69; 67 (1942) S. 97/101 u. 103.

[1]) Iron Steel 15 (1942) S. 450/53.

[2]) Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Braunschweig (1942). — Vgl. Kritzler, G., und H. Killing: Gießerei 29 (1942) S. 429/37.

[3]) Kritzler, G., F. Roll und Daub: Gießerei 25 (1938) S. 609/17.

Da die Flammenhärtung einen Wärmestau in der Randzone des Werkstücks voraussetzt und damit außerordentlich kurze Anwärmzeiten bedingt, war zu prüfen, in welchem Umfang die Art der Erwärmung die Ausbildung der Härtegefüge beeinflußt. Es wurden daher auch Ofenversuche mit entsprechend längeren Anwärmzeiten zum Vergleich durchgeführt. Als Probenform wurde ein Zylinder von 28 mm Dmr. gewählt, der aus dem genormten Gußeisenbiegestab herausgearbeitet werden kann und damit gute Vergleichsmöglichkeit für spätere Untersuchungen bietet. Die chemische Zusammensetzung der Gußeisensorten zeigt *Zahlentafel 1.*

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung der untersuchten Gußeisensorten.

Güteklasse	C_{ges} %	C_{geb} %	Graphit %	Si %	Mn %	P %	S %
Ge 12.91	3,32	0,09	3,23	3,66	0,52	0,36	0,084
Ge 14.91	3,42	0,54	3,88	2,65	0,58	0,39	0,087
Ge 18.91	3,53	0,66	2,87	2,46	0,54	0,50	0,113
Ge 22.91	3,15	0,57	2,58	2,32	0,88	0,26	0,099
Ge 26.91	3,11	0,78	2,33	1,63	0,84	0,21	0,103
Ge 32	3,09	0,72	2,37	1,75	0,84	0,29	0,100 + 0,56 Mo
Schalenhartguß	3,58	—	—	2,2	0,62	0,16	0,06

Die Arbeitsverfahren bei der Flammenhärtung wurden eingehend behandelt, da zusammenhängende Untersuchungen bisher nur an Rundkörpern größerer Durchmesser durchgeführt worden sind. Als Wärmequelle wurde die Azetylen-Sauerstoff-Flamme benutzt und als Arbeitsverfahren der Flammenhärtung die Mantelhärtung gewählt, wobei ein schneller Umlauf der Proben mit Erhitzung der Gesamtoberfläche und nachfolgende Gesamtabschreckung stattfindet.

An einer Leuchtgashärteeinrichtung wurden Versuche zur Prüfung des Mantelhärteverfahrens mit Proben gleicher Abmessung von 28 mm Dmr. durchgeführt. Die Fragen der Flammeneinstellung, des Abstandes der Brennerflammen, der Gasgeschwindigkeit und des Gasverbrauchs sowie der Umlaufgeschwindigkeit der Proben wurden klargelegt, wobei vor allem im Hinblick auf den geringen Durchmesser der Proben die Brennerleistung und damit die erforderliche Erhitzungsgeschwindigkeit zu prüfen war.

Für die Messung der Abschrecktemperaturen, die wegen der kurzen Anwärmzeiten und der geringen Ausdehnung der Glühflächen bei Proben derartig geringen Durchmessers besondere Schwierigkeiten bietet, wurde ein geeignetes Meßverfahren ausgearbeitet. Mit einem optischen Strahlungspyrometer wurde über ein Visierrohr, das den Einfluß der Streuflamme beseitigte, die dem Brenner gegenüberliegende Werkstückseite anvisiert. Durch eine Versuchsreihe wurde die Abhängigkeit des Temperaturverlaufes nach der Zeit ermittelt und bei den folgenden Härtungen ohne Temperaturmessung nur die jeweilige Anwärmzeit gemessen, aus der die zugehörige Abschrecktemperatur bestimmt wurde. Die Abschrecktemperatur wurde für alle Gußeisensorten mit 1020° gewählt. Die Anwärmzeit betrug hierfür 25 s.

Der Einfluß der durch Abschrecken in Oel und Wasser veränderten Abkühlgeschwindigkeiten wurde an einer Gußeisensorte mittlerer Festigkeit geprüft.

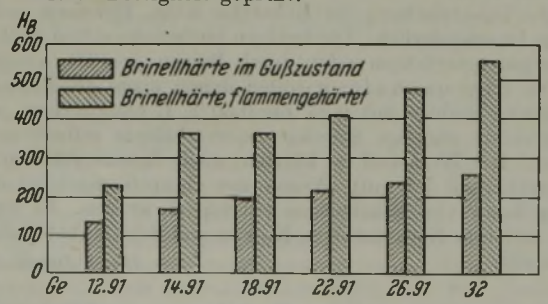


Bild 1. Vergleich der Härtehöchstwerte verschiedener Gußeisensorten im Ausgangszustand und nach der Flammenhärtung.

Die größte Oberflächenhärte der sechs Gußeisensorten ist in *Bild 1* im Vergleich mit der Ausgangshärte dargestellt. Durch das Flammenhärten steigt die Härte im Bereich von 60 bis 120 % der Härte des Ausgangszustandes. Die perlitischen Gußeisensorten höherer Festigkeit erreichen Brinellhärten bis zu 550 Einheiten. Diese Härtewerte liegen bis zu 45 % höher als bei entsprechender Ofenhärtung.

Um auch den Verlauf der Härte über den Querschnitt feststellen zu können, wurde für die Trennung der Proben nach der Härtung zuvor an drei Stellen ein 10 mm tiefer Sägenschnitt angebracht, der während des Erhitzens mit Asbest ausgefüllt wurde, um eine Wärmebeeinflussung des Gefügezustandes zu tieferen Zonen hin zu verhindern.

An Hand metallographischer Untersuchungen wird nachgewiesen, daß bei der Härtung ferritischen Gußeisens (Ge 12.91) eine Aufkohlung aus dem Graphit erfolgt. Diese Zementation führt bei der Flammenhärtung bis zur Perlitbildung, bei der Ofenhärtung infolge längerer Erwärmung über den Kohlenstoffgehalt des Perlitpunktes hinaus. Die Unterschiede in der Wärmebehandlung bei den beiden Härtungsarten werden an Hand dieses Ergebnisses gegenübergestellt.

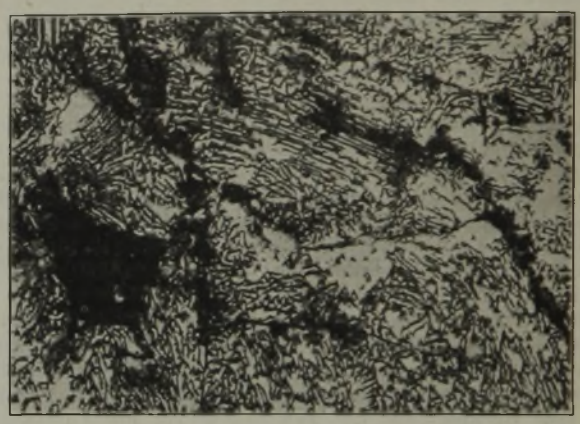


Bild 2. Gefüge von Ge 12.91 in der flammengehärteten Außenzone. (× 500; geätzt.)

Bild 2 zeigt in 500facher Vergrößerung die Härtezone einer flammengehärteten Probe von Ge 12.91. Das Gefüge weist im Gegensatz zum vorwiegend ferritischen Ausgangsgefüge große Mengen von Perlit auf. Diese Perlitbildung kann nicht durch Kohlenstoffwanderung aus dem Kern entstanden sein, weil bei der entsprechenden Ofenhärtung über den gesamten Querschnitt ein martensitisches Härtegefüge beobachtet wurde, das eine Aufkohlung aus dem Graphit erkennen läßt. Im übrigen wurde auch bei allen anderen Gußeisensorten eine Veränderung des Graphits durch den Härtevorgang metallographisch beobachtet. Bei dem perlitischen Gußeisen Ge 26.91 und bei Ge 32 war durch die Kohlenstoffbestimmung keine Aenderung des Anteils an gebundener Kohle festzustellen, so daß bei solchen Gußeisensorten die Graphitveränderung noch einer besonderen Untersuchung bedarf.

Die Aufkohlungsvorgänge beim Oberflächenhärten wurden außerdem an Gußeisenproben untersucht, bei denen durch Glühbehandlung ein Teil des ursprünglich gebundenen Kohlenstoffs in Temperkohle umgewandelt war. Hierzu wurden die sechs Gußeisensorten und der Schalenhartguß vor der Härtung bei 900° über 3 h geglüht. *Zahlentafel 2* zeigt die hierbei erreichten Höchsthärten im Vergleich zu den besprochenen Härteversuchen ohne vorhergehende Glühbehandlung. Es ergibt sich, daß nach

Zahlentafel 2. Einfluß einer Glühbehandlung auf die erzielbaren Höchstwerte der Brinellhärte bei flammengehärteten oder im Ofen gehärteten Gußeisen verschiedener Güteklassen.

Güteklassen	Brinellhärte H 187,5/2,5/30					
	Anlieferungszustand	ofengehärtet	flammengehärtet	weichgeglüht	ofengehärtet	flammengehärtet
Ge 12.91	140	280	220	130	155	160
Ge 14.91	170	350	360	140	190	220
Ge 18.91	190	360	360	140	210	220
Ge 22.91	210	360	415	140	220	230
Ge 26.91	230	380	480	140	245	350
Ge 32	255	380	550	140	270	375
Schalenhartguß	—	—	—	156	—	415

dem Weichglühen in keinem Falle, weder bei der zur Prüfung durchgeführten Ofenhärtung noch bei der Flammenhärtung, diejenige Härte wieder erreicht wird, die ohne das Weichglühen erzielt wurde. Hieraus könnte man schließen, daß die Rückkohlung des durch Glühen zum Zerfall gebrachten Karbids nur unvollständig vor sich ging und kein zusätzlicher Anreiz zur Zementation aus dem Graphit eingetreten ist.

Eine bedeutende Härtesteigerung nach dem Weichglühen wurde beim Schalenhartguß erzielt, dessen Härte von 156 auf 415 Einheiten anstieg.

Die Prüfung der Anlaßbeständigkeit der gehärteten Proben der sechs Gußeisensorten wurde auf Anlaßzeiten bis zu 200 h

und Anlaßtemperaturen bis zu 500° ausgedehnt. Die Härtegefüge sind anlaßbeständig bis zu 300°; Temperaturen von 400° bewirken nur einen schwachen Härteabfall.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß

1. Gußeisen auch bei kleinen Wellendurchmessern durch die Flammenhärtung oberflächengehärtet werden kann, wobei sich die Härtetiefe auf 2 mm begrenzen läßt, so daß ein genügend starker unbeeinflußter Kern verbleibt;
2. je nach der Güteklasse des zu härtenden Gußeisens Oberflächenhärten von 220 bis 550 BE zu erreichen sind;
3. bei ferritischem Gußeisen mit niedrigem Gehalt an gebundenem Kohlenstoff eine Zementation aus dem Graphit einsetzt, die bis zum Kohlenstoffgehalt des Perlitpunktes und darüber hinaus getrieben werden kann;
4. durch Flammenhärtung oberflächengehärtetes Gußeisen bis 300° anlaßbeständig ist und
5. die beim Glühen von Gußeisensorten mit höherem Gehalt an gebundenem Kohlenstoff entstandene Temperkohle beim Härten keinen Anreiz zur Zementation bietet.

Gottfried Kritzler und *Helmut Killing.*

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Zur Verbrennung von Koks mit sauerstoffreichem Wind und ihre Auswirkung auf die Verhüttung.

In einem Versuchs-Niederschachtofen durchgeführte Verbrennungsversuche von Robert Durrer, Petro Lwowycz und Borut Marinček[1]) mit Koks und Wind verschiedenen Sauerstoffgehaltes und verschiedener Geschwindigkeit und wechselnder Schichthöhe zeigen, daß mit Luft die Verbrennung praktisch zu Kohlensäure geführt werden kann, während bei sauerstoffreichem Wind dieses Ziel nicht erreicht werden konnte. Auf Grund der Versuchsergebnisse wird die Möglichkeit der Verhüttung im Niederschachtofen erörtert. Beim Betrieb mit Wind (Windniederschachtofen) erscheint eine vollständige Verbrennung des Brennstoffs zu Kohlensäure möglich; bei Verwendung von sauerstoffreichem Wind (Sauerstoffniederschachtofen) ist noch kein Weg zur Verbrennung auf Kohlensäure zu erkennen, dagegen erscheint das Arbeiten auf ein kohlenoxydreiches Gas besonders vorteilhaft.

Einfluß karbidbildender Elemente auf die Streckgrenze von Stahl bei Raumtemperatur.

Kurt Dies[2]) untersuchte den Einfluß der karbidbildenden Elemente Titan, Vanadin, Chrom und Molybdän auf die Ausbildung der Streckgrenze an Stahlproben in verschiedenen Wärmebehandlungszuständen. Nach Ofenabkühlung von 930° verschwindet die Streckgrenze mit der vollständigen Abbindung des Kohlenstoffs zu Sonderkarbid. Bei den Chrom- und Molybdänstählen geht der Uebergang von der einen Art der Fließgrenzenausbildung zur anderen allmählich, bei den Titan- und Vanadinstählen sprunghaft vor sich. Nach Luftabkühlung ergeben sich bei den Titanstählen ähnliche Verhältnisse für die Streckgrenzenausbildung wie nach Ofenabkühlung. Die Vanadinstähle jedoch zeigen auch nach vollständiger Kohlenstoffabbindung in einem gewissen Legierungsbereich noch eine unstetige Fließkurve, was darauf schließen läßt, daß das Vanadinkarbid ebenso wie das Eisenkarbid eine ausgeprägte Fließgrenze hervorrufen kann. Aus den Ergebnissen von Anlaßversuchen ergibt sich, daß für die Erzeugung der Streckgrenze weniger die chemische Natur der Karbide als ihre Verteilung maßgebend ist. Bei den Vanadinstählen erscheint die ausgeprägte Fließgrenze nur bei einem gewissen kritischen Verteilungsgrad der Karbidteilchen, während in dem unter- und überkritischen Verteilungszustand eine glatte Fließlinie vorhanden ist. Der Vorgang der Streckgrenzenausbildung wird gedeutet.

Beitrag zur Klärung der Vorgänge beim entkohlenden Glühen von unlegiertem und legiertem Temperrohguß in Kohlenoxyd-Kohlendioxyd-Gemischen.

Von Walter Baukloh, Fritz Schulte und Hellmut Friederichs[2]) wurden Entkohlungsversuche mit weiß erstarrtem Gußeisen in Kohlenoxyd-Kohlendioxyd-Gemischen zwischen 950 und 1050° durchgeführt und der Einfluß von Wanddicke, Glühdauer, Temperatur und Gaszusammensetzung, ferner der Einfluß des Kohlenstoffgehaltes im Rohguß sowie von Mangan, Nickel, Chrom, Vanadin, Molybdän und Schwefel auf die Entkohlungsgeschwindigkeit untersucht. Weiterhin wurde die Diffusionskonstante für Kohlenstoff in Eisen bestimmt und der Reaktionsmechanismus beim entkohlenden Glühen weitgehend geklärt.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Entkohlungsgeschwindigkeit nimmt mit steigender Temperatur zu. Sie ist in den ersten 2 h um ein Mehrfaches höher als nach etwa 10 h Glühdauer und nimmt mit der Zeit etwa nach einer hyperbolischen Kurve ab.

2. Die Kohlenstoffvergasung findet praktisch nur an der Probenoberfläche statt. Der zur Aufrechterhaltung der Entkohlung erforderliche Kohlenstoff wandert aus dem Innern zum Rand nach. Seine Diffusionsgeschwindigkeit bestimmt die Entkohlungsgeschwindigkeit. Die Ledebursche Theorie des Reaktionsgeschehens hat sich somit als richtig erwiesen.

3. Die bei Stählen gemachte Feststellung, daß die in der Zeiteinheit vergaste Kohlenstoffmenge proportional mit dem Ausgangskohlenstoffgehalt zunimmt, läßt sich auf untereutektoidisches weißes Gußeisen nicht ohne weiteres übertragen. Bei kurzen Glühzeiten scheinen die mit steigendem Kohlenstoffgehalt zunehmenden Primärzementiteinlagerungen die Diffusionsgeschwindigkeit des Kohlenstoffs und damit auch die Entkohlungsgeschwindigkeit herabzusetzen. Bei längerer Glühdauer macht sich jedoch diese anfängliche Verlangsamung kaum noch bemerkbar.

4. Mangan, Nickel, Chrom und Vanadin wirken sich in niedrigen Gehalten kaum, in höheren Gehalten meist ungünstig auf die Entkohlungsgeschwindigkeit aus. Lediglich Molybdän bewirkt bei 1050° eine Erhöhung der Entkohlungsgeschwindigkeit. Bei 950° ist der Einfluß ebenfalls ungünstig. Schwefel scheint die Entkohlbarkeit zu verschlechtern.

5. Bei niedriger Strömungsgeschwindigkeit wird die höchste Entkohlungsgeschwindigkeit mit einem Gasgemisch aus etwa 28 % CO_2 und 72 % CO erreicht.

6. Kohlendioxydgehalte über rd. 28 % führen bei 1050° zu einer Verzunderung des Eisens und ebenfalls zu einer Herabsetzung der Entkohlungsgeschwindigkeit.

7. Weißes Gußeisen kann in einem mit seiner Zusammensetzung im Wüstitfeld liegenden Gasgemisch entkohlt werden, ohne zu verzundern, solange ein bestimmter Kohlenstoffgehalt nicht unterschritten wird. Ist dieser erreicht, so muß der Kohlendioxydgehalt gesenkt werden, um ein Verzundern zu vermeiden.

8. Die mit reinen Kohlenoxyd-Kohlendioxyd-Gemischen erhaltenen Ergebnisse lassen sich auch auf das Glühfrischen mit stickstoffhaltigen Kohlenoxyd-Kohlendioxyd-Gasen übertragen, wenn ein entsprechend günstiges Verhältnis von CO : CO_2 und eine genügend hohe Strömungsgeschwindigkeit vorliegen. Es muß lediglich dafür gesorgt werden, daß die Entkohlungsreaktion an der Oberfläche genügend rasch gegenüber der Kohlenstoffdiffusion verläuft.

Die Entkohlung von Guß- und Tempereisen in Wasserstoff und Wasserstoff-Wasserdampf-Gemischen.

Walter Baukloh und A. K. Foroud[1]) unternahmen Entkohlungsversuche mit Wasserstoff und Wasserstoff-Wasserdampf-Gemischen bei verschiedenen Temperaturen an weißem, grauem und Tempereisen. Durch einen Zusatz von etwa 2 Vol.-% Wasserdampf zum Wasserstoff werden die Entkohlungszeiten merklich herabgesetzt. Der Einfluß niedriger Mangangehalte auf die Wasserstoffentkohlung bewegt sich in engen Grenzen. 80prozentiges Ferromangan konnte mit reinem Wasserstoff nicht entkohlt werden. An Hand rechnerischer Unterlagen wird der Nachweis erbracht, daß die Entkohlung in Gasen mit oxydierenden Bestandteilen im wesentlichen nur durch die Diffusionsgeschwindigkeit des Kohlenstoffs im Eisen bestimmt wird. Beim Glühen in reinem Wasserstoff bei höheren Temperaturen liegen die Verhältnisse umgekehrt. Hier ist die rein chemische Umsetzungsmöglichkeit zwischen Wasserstoff und Kohlenstoff der langsamere und damit die Entkohlungsgeschwindigkeit bestimmende Vorgang.

Eisen-Silizium-Legierung hoher Anfangspermeabilität durch metallurgische Sonderbehandlung.

An einem Bandstahl von großer Reinheit mit etwa 3 % Si wurden von Franz Pawlek[2]) Glühversuche zur Erzielung einer möglichst hohen Anfangspermeabilität in verschiedenen Atmosphären und bei steigenden Temperaturen vorgenommen. Dabei zeigte sich ein zunehmender günstiger Einfluß durch

[1]) Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 329/32.

[2]) Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 333/40 (Werkstoffaussch. 617).

[2]) Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 341/54 (Werkstoffaussch. 618).

[1]) Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 355/62 (Werkstoffaussch. 619).

[2]) Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 363/66 (Werkstoffaussch. 620).

Steigerung der Glühtemperatur und ein Sinken der Permeabilitätskurven beim Glühen in Wasserstoff, der durch geringe Mengen von Stickstoff oder Kohlenstoff verunreinigt war. Steigender Gehalt an Stickstoff und Kohlenstoff drückt die Anfangspermeabilität stark herab, während ein Glühen in reiner Wasserstoffatmosphäre oder im Vakuum bei Einhaltung bestimmter Glühzeiten und Temperaturen höchste Anfangspermeabilität erzeugt. Eine oxydierende Vorbehandlung bei der Vakuumglühung erwies sich als außerordentlich vorteilhaft. Die Untersuchungen an handelsüblichen Eisen-Silizium-Legierungen zeigen die gleichen Ergebnisse, wobei besonders bei Anwendung der Vakuumglühung Anfangspermeabilitäten erreicht werden, die in der gleichen Größenordnung wie die der bisher üblichen Legierungen mit etwa 40 % Ni liegen. Die Einführung dieses Verfahrens in die Praxis sowohl für die Wasserstoff- als auch für die Vakuumglühung ist noch im Gange.

Kleine Behelfsprobe zur Ermittlung der Kerbschlagzähigkeit.

August Thum und Ralph Zoege v. Manteuffel[1]) geben eine Behelfsprobe von 27 × 4 × 3 mm³ mit 1 mm tiefem Spitzkerb von 60° bei r = 0,1 mm zur Ermittlung der Kerbschlagzähigkeit von kleinen Werkstücken und von Stellen örtlicher Werkstoffveränderung an. Zu der grundsätzlichen Frage der Eignung einer derartigen Kleinkerbschlagprobe für die allgemeine Werkstoffprüfung wird an Hand von Versuchsunterlagen Stellung genommen. Der Einfluß von Abänderungen in den Probenabmessungen und den Prüfbedingungen auf die Ergebnisse wird nachgeprüft und die Wahl der Abmessungen begründet. Prüfergebnisse über die Unterscheidungsfähigkeit und Treffsicherheit bei verschiedenen Werkstoffen, Prüftemperaturen, Entnahmestellen und Behandlungszuständen werden besprochen und teilweise zu den Kerbschlagzähigkeitswerten der DVM-Probe (10 × 10 × 55 mm³ mit 3 mm tiefem Rundkerb von 2 mm Dmr.) und zu Kerbbiegeversuchen in Vergleich gesetzt. Die Kleinkerbschlagprobe liefert vergleichbare, wiederholbare und nicht übermäßig streuende Kerbschlagzähigkeitswerte, die tiefer als die der DVM-Probe liegen, und spricht in anderer Weise an als die DVM-Probe. Die Kleinprobe will die DVM-Probe nicht verdrängen, sondern soll nur in den Fällen einen Ersatz bieten, in denen sich die DVM-Probe wegen ihrer Größenabmessungen nicht mehr anwenden läßt. Die Probenahme und Anwendung der Kleinkerbschlagprobe werden durch Beispiele veranschaulicht.

Leistungssteigerung an Profilwalzenstraßen durch Zeitstudien.

Der Durchschnittstonnenakkord im Walzwerk, bei dem die durchschnittliche Stundenleistung die Grundlage der Lohnverrechnung bildet, gibt keine Gewähr für eine einwandfreie und damit gerechte Entlohnung der Arbeit.

Von Kurt Wuhrmann[1]) wurde daher für das gesamte Walzwerk ein Zeitakkord ausgearbeitet, mit dem Ziel, neben einer der Leistung entsprechenden Entlohnung des Walzers durch die Zeitstudie im Walzwerk eine Leistungssteigerung zu erreichen.

Zur Durchführung dieser Aufgabe sind zunächst Arbeitsstudien notwendig, um die einzelnen Arbeitsvorgänge zu erfassen. Die danach folgende Zeitstudie ergibt den Zeitbedarf der einzelnen Arbeitsgänge und schafft damit die Möglichkeit, die Blockfolgezeiten der einzelnen Arbeitsgruppen zu errechnen. Die längste aller Folgezeiten tritt an der Stelle auf, an der der engste Querschnitt liegt, und diese Stelle ist maßgebend für die Leistung der Straße. Diese längste Blockfolgezeit bildet daher die Grundlage zur Errechnung der Vorgabezeit. Die Auswertung der Zeitaufnahmen erfolgt nach der Häufigkeitsrechnung. Die Vorgabezeit wird aus Blockfolgezeit ohne Verlustzeitzuschlag (weil die Störungen getrennt erfaßt werden), unter Berücksichtigung von Blockgewicht und Ausbringen (da vom Einsatz ausgegangen wird), in Minuten je Tonne Erzeugung mit Hilfe von Nomogrammen errechnet.

Die Störungen werden durch den Akkordrechner, der Mittler zwischen Betriebsleitung und Straßenbelegschaft ist, aufgeschrieben; dieser gibt der Belegschaft die Blockfolgezeiten und Vorgabezeiten bekannt und legt Einsatzgewicht und Walzmengen fest und fertigt die Akkordabrechnung für seine Schicht. Diese Ausrechnung erfolgt so, daß das Ergebnis der Leistung in einem Ueberverdienst aus dem Verhältnis der zu bezahlenden Minuten zu den tatsächlich gebrauchten Minuten ausgedrückt wird, und zwar für den 100-%-Mann.

Die Umrechnung des Ueberverdienstes in Geld wird mit dem Geldfaktor vorgenommen, der, einmal bestimmt, im allgemeinen unverändert bleibt.

Die Vorteile des Zeitakkordes sind:

Genaue Erfassung aller Störungen, Bestimmung des Leistungsgrades aus dem Verhältnis der zu bezahlenden Minuten zu den tatsächlich gebrauchten Minuten sowie die Möglichkeit, bei Veränderung betrieblicher Einrichtungen die jeweilige Vorgabezeit der getroffenen Aenderung anzupassen. Darüber hinaus bieten die Zeitunterlagen sowohl für die Selbstkosten als auch für die Statistiken, Terminfragen und den Arbeitsfluß wichtige Unterlagen.

Der Erfolg der Einführung des Zeitakkordes wird an Hand des Leistungsgrades, der sich seit der Einführung des Zeitakkordes ständig verbessert, nachgewiesen.

[1]) Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 367/74 (Werkstoffaussch. 621).

[1]) Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 375/80 (Betriebsw.-Aussch. 203).

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen[1]).

(Patentblatt Nr. 11 vom 18. März 1943.)

Kl. 10 a, Gr. 22/05. G 103 007. Gewinnung von Pechkoks zur Herstellung von Elektroden. Erf.: Dr. Konrad Keller, Dortmund-Eving. Anm.: Gesellschaft für Kohlentechnik m. b. H., Dortmund-Eving.

Kl. 18 b, Gr. 14/05. A 91 516. Vorrichtung zum Kühlen der Brennerzunge von Siemens-Martin-Ofenköpfen durch einen Luftstrom. Erf.: Dipl.-Ing. Fred Wegscheider, Leoben-Donawitz. Anm.: Reichswerke AG. Alpine Montanbetriebe „Hermann Göring", Wien.

Kl. 18 c, Gr. 1/30. N 37 855. Verfahren zur Ausscheidungshärtung von Dauermagneten. Philips Patentverwaltung G. m. b. H., Berlin.

Kl. 18 c, Gr. 6/10. H 154 971. Glühverfahren für härtbare Stahldrähte in Glühtöpfen. August Hoffmann, Dortmund-Wickede.

Kl. 18 c, Gr. 6/60. B 194 679. Kühlvorrichtung für ein Bleibad zum Patentieren von Stahldrähten. Dipl.-Ing. Rudolf Bode, Bobrek-Karf über Beuthen (Oberschles.).

Kl. 21 h, Gr. 29/03. D 73 548. Steuerung des Oberflächenhärtens von Metallteilen durch induktives Erhitzen und anschließendes Abschrecken. The Ohio Crankshaft Company, Cleveland, Ohio (V. St. A.).

Kl. 24 c, Gr. 7/02. J 64 928. Umsteuerventil. Erf.: Wilhelm Schwier, Düsseldorf-Oberkassel. Anm.: Ingenieurbüro für Hüttenbau Wilhelm Schwier, Düsseldorf.

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

Kl. 40 b, Gr. 2, K 158 983; mit Zus.-Anm. K 160 590. Magnetischer Leiter. Erf.: Dr. phil. Fritz Stäblein, Essen, und Dipl.-Ing. Karl May, Essen-Bredeney. Anm.: Fried. Krupp AG., Essen.

Kl. 40 b, Gr. 14. K 154 832. Magnetisch beanspruchte Gegenstände. Erf.: Dr. phil. Hermann Fahlenbrach, Essen-Steele, und Dr. phil. nat. Heinz Schlechtweg, Essen. Anm.: Fried. Krupp AG., Essen.

Kl. 49 b, Gr. 5/06, K 160 870. Einrichtung zur spanabhebenden Bearbeitung von Flächen durch ein rundlaufendes Werkzeug. Fritz Kopp, Ulm a. d. Donau.

Kl. 49 c, Gr. 13/02, K 162 790. Elektrischer Antrieb einer zwischen Walzenstraße und Kühlbettauflaufrollgang angeordneten umlaufenden Schere. Erf.: Erich Müller, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk AG., Magdeburg-Buckau.

Kl. 49 h, Gr. 24, S 146 793. Vorrichtung zum Warmbiegen von weiten Rohren und langgestreckten Hohlkörpern. Société Anonyme des Hauts-Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson. Pont-à-Mousson, Meurthe et Moselle (Frankreich).

Kl. 49 h, Gr. 34/03, St 59 271. Mit Preßluft betriebene Vorrichtung zum Aufschweißen von Schnellstahl- oder Hartmetallplättchen auf einen Stahlkörper. Erf.: Werner Steffe, Völklingen (Saar). Anm.: Stahlwerke Röchling-Buderus AG., Wetzlar.

Kl. 49 h, Gr. 37, G 103 856. Schälmaschine zur Oberflächenbehandlung von Walzblöcken aus brennschneidbarem Werkstoff. Erf.: James H. Bucknam und Edward Meincke, Cranford, N. J. Anm.: Gesellschaft für Linde's Eismaschinen AG., Höllriegelskreuth.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 11 vom 18. März 1943.)

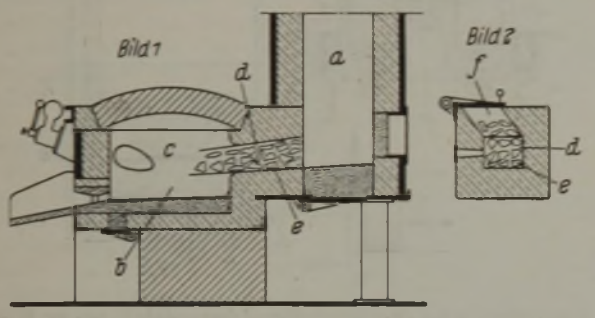
Kl. 18 a, Nr. 1 529 890. Blasform für Hochöfen. Dinglerwerke AG., Zweibrücken (Saarpf.).

Kl. 31 c, Nr. 1 529 814. Knochenschere. Demag AG., Duisburg.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 31 a, Gr. 1_{10}, Nr. 727 486, vom 6. November 1937; ausgegeben am 4. November 1942. Zusatz zum Patent 721 086 [vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 869]. Peter Marx in Hennef, Sieg. (Erfinder: Peter Marx in Hennef, Sieg.) *Schachtschmelzofen mit Vorherd.*

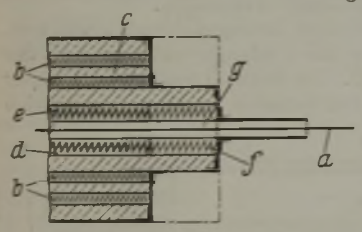
Der zum Niederschmelzen und gleichzeitigen Verbessern von Eisen, Stahl und sonstigen Metallen dienende Schachtschmelzofen a *(Bild 1)* wird von oben her mit Schmelzgut beschickt. Der angeschlossene Vorherd b, in dem das geschmolzene Metall gesammelt und vergütet wird, ist gleichzeitig als Brennraum c



ausgebildet. Der Verbindungskanal d zwischen Brennraum oder Vorherd und Schacht ist erfindungsgemäß mit Koks e oder ähnlich wirkenden Körpern angefüllt. Die aus dem Heizraum kommenden Gase durchdringen diese Füllung und bringen sie auf Weißglut, wodurch das aus dem Schacht durch den Kanal abfließende Metall bestrahlt wird; auch werden durch die Füllung unverbrannte Brennstoffteile vom Schacht ferngehalten. Der Kanal ist durch die Oeffnung f in *Bild 2*, das einen Querschnitt durch den Verbindungskanal d darstellt, zugänglich, so daß die Füllung während des Betriebes ergänzt werden kann.

Kl. 18 c, Gr. 8_{90}, Nr. 727 632, vom 6. März 1938; ausgegeben am 7. November 1942. Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Dipl.-Ing. Alfred Bussenius in Troisdorf.) *Glühofen mit ununterbrochener Gutförderung.*

Bei Blankglüh-Durchzieh- oder -Durchlauföfen, deren Mauerwerk mit einem gasdichten Metallmantel umgeben ist, nimmt das Mauerwerk aus dem Schutzgas Feuchtigkeit auf, die sich vornehmlich an der Austrittsöffnung des Ofens auf dem Glühgut a niederschlägt und seine Güte beeinflußt. Dieser Nachteil wird erfindungsgemäß durch Heizwiderstände b vermieden, die innerhalb des Ofenmauerwerks c, das die Ofenmuffel d mit ihrer Heizwicklung e



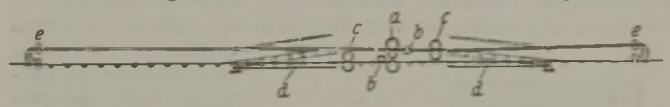
umgibt, untergebracht sind. Die Heizwicklung e ist mit ihren getrennt regelbaren Teilen f längs der Austrittsöffnung g verlängert, und das die Austrittsöffnung umschließende Mauerwerk ist im Querschnitt schwächer gehalten.

Kl. 18 a, Gr. 18_{02}, Nr. 727 826, vom 17. Juli 1938; ausgegeben am 13. November 1942. Fried. Krupp AG., Essen. (Erfinder: Dr.-Ing. E. h. Emil Edwin in Oslo und Dr.-Ing. habil. Hanns Wentrup in Essen.) *Verfahren zur Gewinnung von Eisen oder anderen Metallen.*

Eisen oder andere Metalle, deren Affinität zum Sauerstoff nicht wesentlich größer ist als die des Eisens, lassen sich ohne Schmelzvorgang gewinnen, indem oxydische oder sulfidische Verbindungen der Metalle mit Kohlenstoff oder Kohlenoxydgas und Kalk bei erhöhter Temperatur und bei einem oberhalb des Dissoziationsdruckes des sich bildenden kohlensauren Kalkes liegenden Druck zur Reaktion gebracht werden, die etwa nach der Form $2\,MeO + C + CaO \rightarrow 2\,Me + CaCO_3$ verläuft. Diese Reaktion wird erfindungsgemäß durch Verwendung aktiver Kohlensorten beschleunigt; zu solchen aktiven Kohlensorten gehören tierische (Knochen-) und Holzkohlen, ferner die aus Stein- oder Braunkohle durch Verkokung oder Verschwelung bei tiefen Temperaturen gewonnenen Kohlen- und Koksarten sowie der aus gasförmigen Verbindungen durch Spaltung abgeschiedene Kohlenstoff. Die Aktivität des Kohlenstoffs wird durch Zusatz von Salzen solcher Metalle, die leichter reduzierbar sind als das jeweils zu gewinnende Metall, noch erhöht, z. B. durch Salze des Kupfers, Nickels oder Kobalts bei der Eisengewinnung.

Kl. 7 a, Gr. 9_{01}, Nr. 727 873, vom 15. November 1938; ausgegeben am 13. November 1942. Bruno Quast, Rodenkirchen, Rhein. (Erfinder: Bruno Quast in Rodenkirchen, Rhein.) *Walzwerksanlage zur Herstellung von Breitbändern und Bandblechen.*

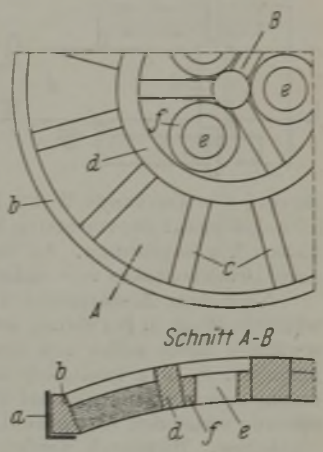
Die Anlage zum Walzen von Bandblechen besteht aus dem Universalwalzgerüst oder dem Lauthschen Dreiwalzengerüst a mit den Stauchgerüsten b und den beiden Zweiwalzengerüsten c,



welche in kurzer Entfernung vor dem oberen und unteren Einstich des Gerüstes a angeordnet sind. Die auszuwalzende Bramme erhält zuerst durch Hin- und Herwalzen einige Durchgänge durch das Mehrfachwalzwerk unter Betätigung der Wipptische d. Ist das Walzband genügend dünn und lang geworden, so wird es unter Benutzung der beiden Umführungen e bis zur gewünschten Endstärke ohne Aenderung des Drehsinns der Walzen fertiggewalzt.

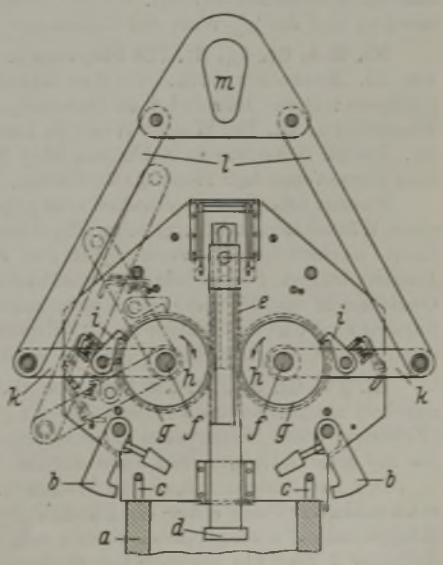
Kl. 24 k, Gr. 5_{02}, Nr. 727 884, vom 16. Juli 1941; ausgegeben am 13. November 1942. Didier-Werke AG., Berlin-Wilmersdorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Robert Klesper und Dr. phil. Hermann Knuth in Bonn.) *Elektroofendeckel.*

Der Ofendeckel besteht aus einem aus Formsteinen hergestellten Stützgerippe, dessen Zwischenräume mit Stampfmasse ausgefüllt sind. Das Stützgerippe wird aus dem im Tragring a liegenden Widerlagerring b und den radial verlaufenden Rippen c, gegebenenfalls unter Einschaltung eines konzentrischen Zwischenringes d, gebildet. Die Oeffnungen e für die Elektroden sind durch die Formsteine f eingefaßt.



Kl. 31 c, Gr. 31, Nr. 727 889, vom 13. September 1940; ausgegeben am 14. November 1942. Mit Zusatzpatent **Nr. 729 770,** vom 13. August 1941; ausgegeben am 23. Dezember 1942. Dortmund-Hoerder Hüttenverein AG., Dortmund. (Erfinder: Alfred Schober in Dortmund und Wazlaw Malecki in Dortmund-Brechten.) *Vorrichtung zur Erleichterung des Abziehens der Kokillen von Blöcken.*

Um mit Sicherheit ein Abstreifen der Kokille a vom Block herbeizuführen, wird, nach Einklinken der Hebel b in die Kokillenhaken c, bei beginnendem Anheben der Kokille ein Druckstempel d, der am Ende der Zahnstange e angeordnet ist, auf den Kopf des Blockes gesetzt und in die Kokille hineingedrückt. Die Zahnstange e steht mit den auf den Zapfen f lose angeordneten Zahnrädern g im Eingriff. Die Drehung dieser Räder in Richtung der Pfeile h, und damit die Abwärtsbewegung des Druckstempels, wird über die Klinken i durch Aufwärtsschwenken der um den Zapfen f drehbaren einarmigen Hebel k bewirkt, deren freies Ende an den Hebeln l angelenkt ist und mit diesen beim Anziehen des in die Oese m eingreifenden Kranhakens angehoben

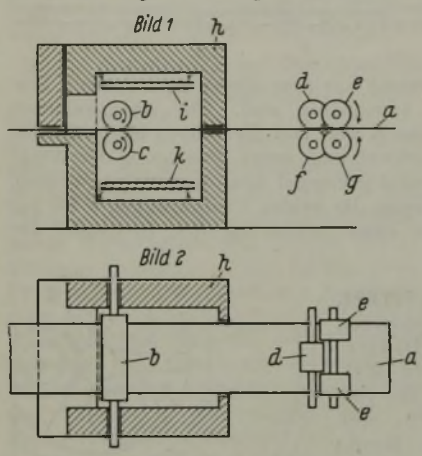


wird. Nach Absetzen der Kokille wird die Vorrichtung auf den Erdboden abgesetzt, um den Druckstempel da-

durch in seine eingefahrene Ausgangsstellung zurückzubringen. Das Zusatzpatent beschreibt eine Vorrichtung zur Verriegelung des Druckstempels in seiner Ausgangsstellung.

Kl. 21 h, Gr. 29_{02}, Nr. 728 300, vom 6. September 1939; ausgegeben am 25. November 1942. Mit Zus.-Pat. Nr. **729 626,** vom 22. September 1939; ausgegeben am 18. Dezember 1942. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin. (Erfinder: Walter Dautel in Hennigsdorf, Osthavelland.) *Einrichtung zum unmittelbaren fortlaufenden Erwärmen von Blechen mittels durch die Bleche geleiteten Wechselstroms.*

Bei der fortlaufenden unmittelbaren Erwärmung von Blechen mittels Wechselstroms ist die Stromdichte infolge der gegenseitigen Induktion zwischen den äußeren und inneren Schichten ungleichförmig verteilt und in den äußeren Schichten größer als im Innern des Bleches; die Glühung fällt entsprechend ungleichförmig aus. Zum Ausgleich der Stromverdrängung werden nach dem Hauptpatent 728 300 die Stromwege in den Randquerschnitten gegenüber denen in Blechmitte verlängert und demgemäß, wie das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt, als Zuleitungskontakt die sich über die gesamte Breite des Bleches a erstreckende Walze b mit Gegenwalze c und als Ableitungskontakt die versetzten Einzelwalzen d, e mit den Gegenwalzen f, g angeordnet. An Stelle von Kontaktwalzen können auch Druckkontakte verwendet werden.



Nach dem Zusatzpatent 729 626 werden die mit dem erwärmten Blech in Berührung stehenden Kontakte b, c sowie das erwärmte Blech selbst von dem wärmeisolierenden Gehäuse h umgeben, in dem zusätzlich noch Heizelemente i, k untergebracht sein können, während die mit dem kalten Blech in Berührung stehenden Kontakte d, e, f, g außerhalb des Gehäuses verbleiben. Hierdurch werden Wärmeverluste vermieden und die angestrebte Gleichmäßigkeit in der Erwärmung sichergestellt.

Kl. 80 b, Gr. 22_{03}, Nr. 728 340, vom 31. Dezember 1941; ausgegeben am 25. November 1942. Reichswerke AG. Alpine Montanbetriebe „Hermann Göring" in Wien. (Erfinder: Dr. Frank Schwarz in Donawitz, Obersteiermark.) *Verfahren zur Herstellung von Schlackensteinen.*

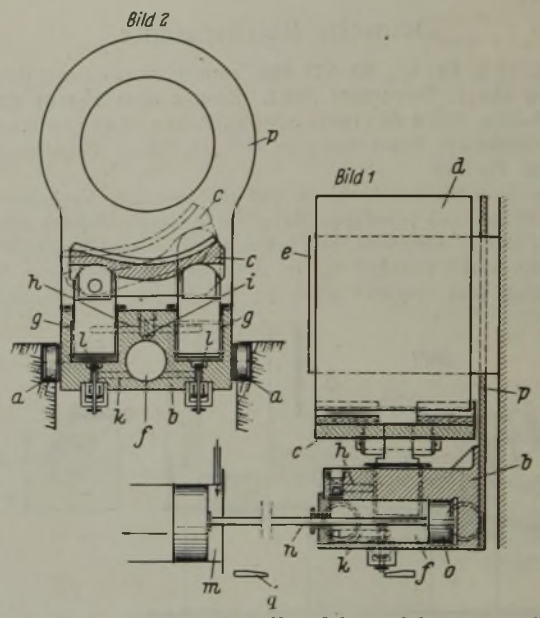
Nach dem Dampfhärteverfahren hergestellte Schlackensteine aus granulierter Hochofenschlacke, deren Magnesiumoxydulgehalt 8 % und deren Manganoxydulanteile 2 % übersteigen, und gebranntem Kalk erhalten nur dann eine gute Druckfestigkeit von über 160 kg/cm², wenn dem Kalkzusatz solche Stoffe oder Lösungen — wie Phenol, phenolhaltige Wässer, Abwässer von der Dampftrocknung von Braunkohle, frische Huminsäuren, Holzzucker od. dgl. — und in solcher Menge zugegeben werden, daß der p_H-Wert des Gemisches unter 10,5 liegt.

Kl. 48 d, Gr. 4_{01}, Nr. 728 349, vom 9. Juli 1938; ausgegeben am 25. November 1942. Hella Ritschel in Duisburg. (Erfinder: Oscar Ritschel † in Duisburg, Dr. Karl Schilling in Frankfurt a. M., Dr. Walter Wesly in Ludwigshafen a. Rh. und Dr. Joseph Schaefers in Schkopau über Merseburg.) *Verfahren zum Korrosionsschutz eiserner Oberflächen.*

Eiserne Oberflächen erhalten eine gegen den Angriff aggressiver Wässer schützende, gleichmäßig dünne, bei langem Betrieb nicht wachsende und vorwiegend aus Kalziumkarbonat und Eisenhydroxyd bestehende Schutzschicht, wenn die eisernen Oberflächen mit Phosphorsäure oder sauren Phosphaten vorbehandelt sind und das Wasser durch Filtermassen aus Magnesiumoxyd und Kalziumkarbonat geleitet wird.

Kl. 7 b, Gr. 5_{20}, Nr. 728 355, vom 16. Dezember 1939; ausgegeben am 25. November 1942. Demag AG. in Duisburg. (Erfinder: Josef Niederprüm in Duisburg.) *Abschiebevorrichtung für auf einer Klapptrommel aufgewickelte Metallbandbunde.*

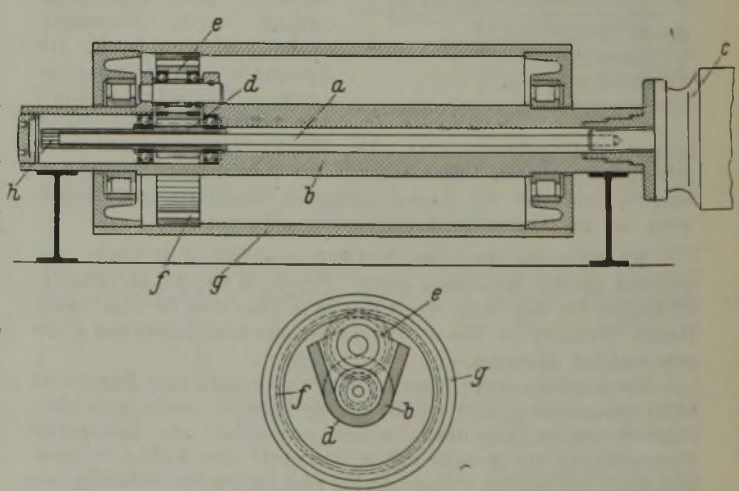
Der auf Rädern a laufende Wagen b, auf dessen heb- und schwenkbaren Tisch c der Wickelbund d abgesetzt und aus der Klapptrommel e ausgefahren werden soll, hat den waagerechten Zylinder f und die senkrechten Hubzylinder g, die mit dem Zylinder f durch Kanäle h unter Zwischenschaltung des in Richtung auf den Zylinder f selbsttätigen Rückschlagventils i sowie durch die Kanäle k mit den zwischengeschalteten Ventilen l in Verbindung stehen. Die Zylinder sind mit Oel gefüllt. Nach beendetem Aufwickeln des Bundes wird das an der, beispielsweise als Druckluftzylinder m ausgebildeten, Verschiebevorrichtung befestigte Gestänge n und damit auch der Kolben o in der Bildebene nach links bewegt, wodurch der Wagen b bis zum Anschlag



des Abstreifers p an den Wickelbund heranfährt, wo er Widerstand findet und deshalb stehenbleibt. Jetzt wird bei fortschreitendem Kolben o Oel aus dem Zylinder f in die Hubzylinder g gedrückt und der Tisch angehoben, so daß der Wickelbund — nach zwischenzeitlich erfolgtem Binden und Zusammenklappen der Trommel auf einen kleineren Durchmesser — mit immer größer werdendem Gewichtsanteil auf dem Tisch c lastet. Damit wird die Reibungskraft, die einer Verschiebung des Bundes auf der Trommel entgegenwirkt, immer kleiner. Im gleichen Ausmaß steigt der Druck im Zylinder f, so daß nach Ueberschreiten eines Gleichgewichtszustandes die Fahrbewegung des Wagens wieder einsetzt und der Bund durch den Abstreifer p von der Trommel abgestreift wird. Am Ende des Ausfahrhubes wird der Hubzylinder auf einer Tischseite durch Anschlag q gelüftet, dadurch der Tisch gekippt und der Wickelbund abgerollt.

Kl. 7 a, Gr. 24_{02}, Nr. 728 655, vom 3. April 1938; ausgegeben am 3. Dezember 1942. Schloemann AG. in Düsseldorf. (Erfinder: Hans Dreyer in Düsseldorf.) *Elektrorolle von Rollgängen, insbesondere von Walzwerksrollgängen.*

Walzstäbe treffen oft mit einer Bewegungsgeschwindigkeit, die weit größer oder kleiner als die Umfangsgeschwindigkeit der Rollgangsrolle ist, auf diese auf. Die Rollen versuchen sich dieser Geschwindigkeit anzupassen und belasten dadurch den Antrieb



in unerwünschtem Maße. Der Antrieb erfolgt erfindungsgemäß deshalb mit einer auf Verdrehung nachgiebigen Uebertragungswelle a, die mit der Achse des an der festen, hohlen Welle b angeflanschten Motors c gekuppelt ist. Die in der hohlen Welle b untergebrachte Uebertragungswelle a treibt das Ritzel d, das seinerseits mit einem Zwischenrad e, welches auf den Innenkranz f der Rolle g arbeitet, im Eingriff steht. Die Uebertragungswelle a ist durch die Nabe des Ritzels d hindurchgeführt und bei h mit dieser gekuppelt.

Kl. 7 b, Gr. 10_{80}, Nr. 728 857, vom 20. April 1938; ausgegeben am 4. Dezember 1942. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Werner Albert in Solingen-Ohligs.) *Verfahren zum Vorbereiten von vollen Blöcken zum Strangpressen von Rohren.*

Rundblöcke zum Strangpressen von Rohren erhalten vor dem Einsetzen in den Aufnehmer an dem der Matrizenöffnung zugekehrten Ende eine zylindrische Bohrung, deren lichte Weite etwa dem Lochdorndurchmesser und deren Tiefe mindestens der lichten Weite entspricht. Durch die Maßnahme wird eine zentrische Lage des vorderen Lochdornendes erreicht und die Voraussetzung zum Pressen konzentrischer Rohre geschaffen.

Wirtschaftliche Rundschau.

Schwedens Bergbau- und Eisenindustrie in den Jahren 1940 und 1941.

Die verschärfte Kriegslage hatte auch für die schwedische Industrie erhebliche Schwierigkeiten in der Rohstoffversorgung und den Absatzmöglichkeiten zur Folge[1]). Besonders geltend machte sich dies bei den Brennstoffen, bei bestimmten Metallen, bei Gummi und Schmieröl. Die verringerte Kohleneinfuhr zwang zu einer so einschneidenden Herabsetzung des Kohlenverbrauchs der Industrie, daß er im Herbst 1941 nur ein Fünftel des durchschnittlichen Monatsverbrauchs des Jahres 1939 betrug. Nur durch verstärkte Umstellung auf Holz ließen sich größere Betriebsstörungen vermeiden. Der Uebergang zu einheimischen Rohstoffen und die Herstellung und Verwendung von Austauschstoffen machten weitere Fortschritte. Auch die Verkehrsschwierigkeiten wirkten sich nachteilig aus.

Der Bergbau erzielte im Jahre 1941 verhältnismäßig günstige Betriebsergebnisse. Die Eisenerzförderung ging in einem der geringeren Erzausfuhr entsprechenden Maße zurück. Die Leistungsfähigkeit der Eisenhüttenwerke konnte trotz Rohstoff- und Arbeitermangel befriedigend ausgenutzt werden. Die Rüstungserzeugung hatte auch im Jahre 1941 bedeutenden Umfang. Die günstigere Lage des Baumarktes und die geringere Einfuhr an Baustahl und Schiffsblechen ließen die Nachfrage nach Walzwerkserzeugnissen ansteigen. Im einzelnen wurden erzeugt:

	1940 t	1941 t
Roheisen	745 127	714 382
Frischfeuereisen und Rohschienen	17 313	9 196
Eisenlegierungen	42 084	36 514
Rohstahl	1 145 064	1 156 403
davon Elektrostahl	320 264	339 309
Warmgewalzter Stahl (ohne Halbzeug)	735 280	726 419
davon Stabstahl	261 515	237 929
Formstahl	45 325	44 315
Eisenbahnschienen usw.	15 866	21 624
Bandstahl usw.	44 669	46 994
Walzdraht	115 509	103 105
Bleche	166 864	181 029
Röhren	65 487	68 551

[1]) Kommersiella Meddelanden 30 (1943) S. 60/73. Zum Teil berichtigte Zahlen. Vgl. Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 69.

An anderen Fertigerzeugnissen der Eisenindustrie wurden hergestellt:

	1940 t	1941 t
Gezogener Draht	102 107	96 831
Kaltgezogene Röhren und Rohrteile	12 797	14 015
Kaltgewalztes Feinblech	3 125	4 152
Sonstiger gezogener oder kaltgewalzter Stahl	43 251	39 585
Hufeisen	3 811	3 501
Nägel und Stifte	27 779	29 243
Schrauben und Muttern	17 066	17 533
Bleche und Blechwaren	27 247	21 941

Die Erzeugung der Gießereien (182 857 t im Jahre 1940) sank bei Grauguß, der 85 % der Gesamterzeugung ausmacht, von 153 979 t (1940) auf 148 179 t (1941), bei Temperguß von 10 584 t auf 9087 t.

Einige Zahlen mögen die Außenhandelsverhältnisse beleuchten.

	Ausfuhr (1000 t)			Einfuhr (1000 t)		
	1940	1941	1942[1])	1940	1941	1942[1])
Eisenerze	10 137	9539	8633	—	—	—
Roheisen	98	91	65	130	96	93
Schmiedbares Eisen und Stahl	198	227	143	351	250	291
Steinkohlen	—	—	—	3996	3160	2703
Koks	—	—	—	1725	1643	1199

[1]) Vorläufige Zahlen.

Auftragslenkung im Stahlbau. — Die Geltungsdauer der Anordnung über die Auftragslenkung im Stahlbau vom 31. August 1940[1]) ist bis zum 31. März 1945 verlängert worden (Reichsanzeiger Nr. 64 vom 18. März 1943).

[1]) Vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 826/27.

Buchbesprechungen.

Hennig, Edwin, ord. Prof. für Geologie-Paläontologie an der Universität Tübingen: **Geologie Großdeutschlands.** Mit 45 Abb., 16 Bildtaf. u. 5 Tabellentaf. Stuttgart: Ferdinand Enke 1942. (XI, 392 S.) 8⁰. 19,80 *RM*, geb. 21,40 *RM*.

Zwar fehlt es im Schrifttum nicht an geologischen Einzeldarstellungen des deutschen Bodens. Aber keine Arbeit hat bislang den gesamten Raum der deutschen Zunge erfaßt. Es war daher ein glücklicher Gedanke des Verfassers, die neu hinzugekommenen Gebiete, wie das Sudetenland, Danzig, Memelland, Elsaß-Lothringen, Luxemburg, Eupen-Malmedy und die Ostgebiete an den altbekannten deutschen Block anzukristallisieren und damit in das Kernstück einzubeziehen. In der Behandlung des Gesamtstoffes geht der Verfasser seine eigenen Wege. Auf Grund persönlicher Vertrautheit mit den Sonderformen der verschiedenen Teile des deutschen Bodens behandelt er in edler, mit Begeisterung für seine Schönheiten erfüllter Sprache der Reihe nach die verschiedenen Gaue und Landschaftsgebiete des großdeutschen Raumes. Nach einem Ueberblick über das allgemeine morphologische Bild erhalten wir unter kurzem Eingehen auf ihre paläogeographischen Verhältnisse und den Werdegang der Gebiete eine anregende Schilderung ihrer besonderen Stratigraphie und Tektonik, der sich je nach der Natur der Landschaft eine Behandlung und Würdigung ihrer für unser Wirtschaftsleben so unentbehrlichen Minerallagerstätten anschließt. Diesen hohen Vorzügen gegenüber darf man aber auch an einigen Schiefheiten nicht vorbeigehen, die, wie beim Ruhrbezirk, die hohe Achtung, die der Verfasser dem „wirtschaftlichen Herzen Deutschlands" entgegenbringt, mißdeuten. Kein Leser aus dem Ruhrbezirk wird unterschreiben können, daß der Bergmann, der „Tagesschicht fährt", „wochenlang das Licht der Sonne nicht sieht". Auch die Schilderung des Untertagebetriebes („kümmerliches Licht", „Körper und Essen bedeckender schwerer Kohlenstaub und Schmutz" usw.) ist reichlich einseitig gesehen und wird der allgemein anerkannten hohen technischen Entwicklung des Ruhrbergbaues in keiner Weise gerecht. Leider sind auch die stratigraphisch-tektonischen Verhältnisse des Karbons im Ruhrbezirk, des größten aller Kohlenbezirke, etwas stiefmütterlich behandelt, zumal da man eine Berücksichtigung des neuen Schrifttums vermißt. Beispielsweise entspricht das in Abbildung 12 wiedergegebene Profil keineswegs der Eigenart des Ruhrkarbons und wirkt infolge mißverstandener Umzeichnung irreführend.

Alles in allem aber ein Werk, in dem zu lesen Freude und Genuß bereitet. Das in gepflegter Sprache und mit heißem Herzen geschriebene ausgezeichnete Werk wird bei allen Anklang finden, denen der deutsche Boden nicht ein geographischer Begriff, sondern das Vaterland bedeutet.

Mit diesem Buche hat der Verlag Enke bewiesen, daß es trotz der kriegsbedingten Erschwernisse auch heute noch möglich ist, ein nach Druck und Bildbeigabe fast friedensmäßig ausgestattetes Werk herauszubringen. *Paul Kukuk.*

Friedensburg, Ferdinand: Die Bergwirtschaft der Erde. Bodenschätze, Bergbau und Mineralienversorgung der einzelnen Länder. 2., umgearb. u. erw. Aufl. Mit 48 Abb. u. zahlr. Zahlentaf. Stuttgart: Ferdinand Enke 1942. (XIV, 538 S.) 4⁰. 30 *RM*, geb. 31,70 *RM*.

Der schnelle Absatz des im Jahre 1938 erstmalig erschienenen Buches hat schon jetzt eine Neuauflage zur Folge gehabt. Diese unterscheidet sich von der ersten hauptsächlich dadurch, daß die statistischen Angaben, indem sie das letzte Friedensjahr mit umfassen, nunmehr eine Gegenüberstellung der Bergbauförderung der einzelnen Länder für die Jahre 1913, 1929 und 1938 bringt.

Die aus der Bergbauförderung der Welt und dem Inlandverbrauch an den verschiedenen mineralischen Rohstoffen berechneten Anteile des einzelnen Landes an der Weltförderung und der Eigenbedarfsdeckung sind jetzt auf das Jahr 1938 bezogen,

während sie in der ersten Auflage das Jahr 1936 berücksichtigten; die sich daraus ergebenden Unterschiede sind jedoch im allgemeinen wenig bedeutend. Wenn darüber hinaus das Buch etwa dem Stande der Bergwirtschaft von 1940 gerecht wird und die Schrifttums-Zusammenstellungen vereinzelt schon in das Jahr 1941 hineinreichen, so lassen sich doch die gewaltigen bergwirtschaftlichen Verschiebungen, wie sie beispielsweise durch die Bildung Groß-Deutschlands entstanden sind, aus dem Buch noch nicht ohne weiteres entnehmen.

Da gerade durch den gegenwärtigen Krieg die Rohstoffversorgung der Mächtegruppen in weiten Kreisen starke Beachtung findet, wird das Buch auch diesmal mit einer lebhaften Nachfrage rechnen können. *Walter Luyken.*

Weihrich, Robert, Chefchemiker der Poldihütte: **Die chemische Analyse in der Stahlindustrie.** 3., umgearb. u. erw. Aufl. Mit 27 Abb. u. 7 Tab. Stuttgart: Ferdinand Enke 1942. (XIV, 244 S.) 8°. 18 *RM*, geb. 19,60 *RM*.

(Die chemische Analyse. Hrsg. von Wilhelm Böttger u. a. Bd. 31.)

Die Vorzüge des bekannten Buches haben schon nach kurzer Zeit eine Neuauflage nötig gemacht, die jetzt in teilweise umgearbeiteter und erweiterter Auflage vorliegt. Der Aufbau des Buches und die Bearbeitung des neuen Stoffes erfolgten nach den gleichen Richtlinien wie früher[1]). Neu hinzugekommen sind die Abschnitte über qualitative Stahlprüfung (Funkenprüfung, Lösungsversuch nach Eggertz, Magnetpulver-Verfahren und Tüpfelproben sowie Spektroskopische Nachweislinien), über Wasserstoff, Zinn, Blei, Beryllium, Uran, Zer, Thorium und Bor im Stahl, ferner die Abschnitte über Ferroberyllium, -uran, -zer und -bor. Eine wertvolle Bereicherung hat das Buch durch die neuen Abschnitte über Untersuchung von Schlacken, Mikroanalyse und Rückgewinnung von Reagenzien (Silber, Jod und Ammoniummolybdat) erfahren. Umfangreicher als in der zweiten Auflage ist die Buch- und Zeitschriftenliteratur im Text und in Fußnoten, die dem Leser die Orientierung und die Unterrichtung über besondere Einzelfragen wesentlich erleichtert.

[1]) Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 855.

Auch der neue „Weihrich", der wie zuvor nur erprobte oder in der Praxis anerkannte Arbeitsvorschriften enthält, wird in den Fachkreisen der Stahlindustrie wieder wärmste Anerkennung finden und kann auch dem Laboratoriumsnachwuchs nur bestens empfohlen werden. *Paul Klinger.*

Kalveram, W(ilhelm), Professor, Dr., Frankfurt a. M.: **Rationalisierung durch technisch-kaufmännische Zusammenarbeit.** (Mit 6 Abb., 2 Zahlentaf. u. 5 Schaubildern im Text u. auf 2 Taf.) Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler 1942. (109 S.) 8°. Brosch. 3,90 *RM*.

(Beiträge zur Wirtschaftslehre der Industrie. Hrsg. von Professor Dr. Wilhelm Kalveram. Bd. 5.)

Dieses Büchlein ist recht eigentlich Wasser auf unsere Mühlen. Verfolgen wir doch im Ausschuß für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute unter dem Motto: „Gemeinschaftsarbeit zwischen Ingenieur und Kaufmann" seit nunmehr beinahe 20 Jahren gleiche Ziele, und manch einer der Berichte dieses Ausschusses ist besonders dieser Aufgabe gewidmet. Der Verfasser bringt in einer übersichtlichen Zusammenfassung, die vor allem auf die Belange der Eisen verarbeitenden Industrie ausgerichtet ist, alles, was an Wesentlichem hierzu zu sagen ist, und zwar nicht nur in programmatischer Form, sondern auch aus der Praxis stammende Beispiele. Behandelt wird die technisch-kaufmännische Zusammenarbeit in der Stoffwirtschaft, bei der Arbeitsvorbereitung und ihre Organisation, im Rechnungswesen, in der Preispolitik und in der Wagnisbekämpfung.

Der Verfasser weiß diese Verbundenheit zwischen Techniker und Kaufmann in ihrer betrieblichen Arbeit zum Wohle der Volksgemeinschaft anschaulich zu schildern. Seine Beispiele aus den genannten Arbeitsgebieten des industriellen Betriebes lassen erkennen, daß die technischen und wirtschaftlichen Aufgaben untrennbar miteinander verbunden sind und nur durch harmonische Gemeinschaftsarbeit dieser beiden wichtigsten Verantwortungsträger gelöst werden können. Darüber hinaus geben die aufgeführten Beispiele auch noch manche brauchbare Anregung für die unmittelbare Praxis. *Hans Euler.*

Vereinsnachrichten.

Eisenhütte Südost,

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

Samstag, den 17. April 1943, 16 Uhr, findet im Hörsaal I der Montanistischen Hochschule zu Leoben ein

Vortragsabend

statt, bei dem Dr.-Ing. Wilh. Stich, Andreashütte (O.-S.), über Warmwalzen und Wärmebehandlung und Dozent Dr. mont. Alois Legat, Leoben-Donawitz, über die Wärmebehandlung von Stählen aus der Walz- oder Schmiedehitze sprechen werden.

Ab 19 Uhr zwanglose kameradschaftliche Zusammenkunft im Grandhotel in Leoben.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Arbeit, Hans, Dr. phil., Dipl.-Ing., Oberhütten, Verein. Oberschles. Hüttenwerke AG., Hauptverwaltung, Gleiwitz; Wohnung: Drosselsteg 14. *35* 012

Badenheuer, Friedrich, Dr.-Ing., Direktor, Fried. Krupp AG., Essen; Wohnung: Lessingstr. 16. *26* 004

Bansen, Hugo, Dr.-Ing., Direktor, Fried. Krupp AG. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen; Wohnung: Blücherstr. 3. *11* 008

Bornemann, Wilhelm, Ingenieur, Reichsverb. d. Deutschen Luftfahrt-Industrie, Witten, Schließfach 7. *42* 055

Ehlers, Paul, Ingenieur, Stahlwerke Braunschweig GmbH., Werk Stalowa Wola, Stalowa Wola 2 über Krakau 2 (Generalgouvernement); Wohnung: Hotel 1. *41* 008

Habbel, Bernhard, Dipl.-Ing., Oberregierungsrat, Reichspatentamt, Berlin SW 61; Wohnung: Berlin-Siemensstadt, Quellweg 56. *26* 040

Janssen, Wilhelm, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Deutsche Röhrenwerke AG., Mülheim (Ruhr), z. Zt. i. V. d. Bevollmächtigten techn. Leiters der K. N. Hoogovens en Staalfabrieken N. V., Ijmuiden; Wohnung: Amsterdam, Hotel Krasnapolsky, und Niederschelden (Sieg), Villa Sänger. *30* 070

Kallen, Hans, Ingenieur, Direktor, Fried. Krupp AG., Essen; Wohnung: Essen-Stadtwald, Sundernholz 79. *30* 073

Köhler, Karl, Dr.-Ing., Hüttendirektor, Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen AG., Werk Schifflingen, Esch (Alzig/Luxemburg); Wohnung: Luxemburger Str. 70. *24* 046

Lickteig, Ernst, Dr.-Ing., Hobus-Werke GmbH., Metz, Diedenhofener Landstr.; Wohnung: Hotel Europäischer Hof. *37* 269

Mann, Wilhelm, Betriebswirtschafter, Klöckner-Werke AG., Hauptverwaltung, Techn. Abt., Duisburg, Klöcknerhaus. *40* 337

Otto, Martin, Dipl.-Ing., Marineabnahmeamt Düsseldorf (Kriegsschiffbau), Dienststelle Heidelberg, Heidelberg, Rohrbacher Str. 9; Wohnung: Landfriedstr. 7. *18* 078

Penka, Rudolf J., Dipl.-Ing., Vizedirektor, Eisenwerke Podbrezova AG., Podbrezova (Slowakei). *23* 136

Rösen, Adolf, Betriebsingenieur, Fried. Krupp AG. Friedrich-Alfred-Hütte, Abt. Hochöfen. Rheinhausen. *38* 237

Scharpegge, Heinrich, Direktor a. D., Bad Godesberg, Viktoriaplatz 3. *02* 040

Schmid von Schmidsfelden, August, Ingenieur, Schmidhütte Krems, Schmid & Co. KG., Wien I/6, Parkring 16; Wohnung: Wien 119, Grinzinger Str. 62. *25* 108

Severing, Herbert, Dipl.-Ing., Walzwerkschef, Hoesch AG., Abt. Hohenlimburg, Hohenlimburg; Wohnung: Oegerstr. 19. *34* 196

Stille, Georg, Dipl.-Ing., Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Dortmund, Märkische Str. 80. *41* 323

Thiel, Hermann O., Hütteningenieur, Direktor, Deutsche Eisenwerke AG., Gießerei Hüttenbetrieb, Duisburg-Meiderich; Wohnung: Kochstr. 11. *10* 117

Wegscheider, Fred, Stahlwerksleiter, Schmidhütte Krems, Schmid & Co. KG., Krems (Niederdonau). *34* 223

Wolf, Karl, Metallograph, Forschungsinstitut der Gutehoffnungshütte Oberhausen AG., Werk Sterkrade, Oberhausen-Sterkrade; Wohnung: Kirchhellenstr. 40. *40* 290

Wünnenberg, Hans, Dr.-Ing., Direktor, Rombacher Hüttenwerke GmbH., Rombach (Westm.); Wohnung: Berlin-Charlottenburg 9, Halmstr. 10. *32* 095

Zetzsche, Johannes, Betriebsleiter, Vereinigte Deutsche Metallwerke Halbzeugwerke GmbH., Frankfurt (Main); Wohnung: Freiherr-vom-Stein-Str. 55. *22* 223

Zickfeld, Heinrich, Oberingenieur, Dnjepr-Stahl GmbH., Berlin NW 7, Schiffbauerdamm 29 a. *28* 204

Gestorben:

Drucks, Paul, Oberingenieur i. R., Köln-Dellbrück. * 12. 2. 1874, † 16. 3. 1943. *01* 008