STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 32 | 7. AUGUST 1941 | 61. JAHRGANG

Umbau eines Edelstahlwalzwerkes.

Von Aloys Fischnich in Düsseldorf.

[Bericht Nr. 165 des Walzwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute[1]).]

(Unterschiede in Forderungen an Walzwerke für Edelstahl und für Massenstahl. Einzelbeschreibung der Anlage und des Umbaues. Erhöhung der Leistung durch Verbesserung der Hilfseinrichtungen, Umlegung der Kaliber auf den einzelnen Gerüsten, Bau einer Vorstraße, Verstärkung der Antriebe usw.)

Das Edelstahlwalzwerk, von dessen Umbau hier die Rede ist, wurde vor dem Weltkrieg geplant. Mit dem Bau des Werkes wurde im Jahre 1913 begonnen. Nach Ausbruch des Weltkrieges ruhten die Bauarbeiten bis gegen Ende 1915. Dann erst wurden die Arbeiten an dem Werk teilweise wieder aufgenommen. Das Walzwerk selbst kam erst Anfang 1918 in stark abgeänderter Form in Betrieb. Nach Schluß des Weltkrieges kam für das Walzwerk bis zum Jahre 1933 mit nur kurzen Unterbrechungen eine böse Zeit. Es wurden daher auch keinerlei Aenderungen bewilligt. Erst als im Jahre 1934 der Aufschwung einsetzte, trat sofort die Forderung nach Um- und Erweiterungsbauten auf, die in den Jahren 1936 bis 1939 durchgeführt wurden.

An dieser Stelle soll auf einige grundlegende Unterschiede zwischen einem reinen Edelstahlwalzwerk und den Massenwalzwerken hingewiesen werden. Die durchgesetzte Menge in Tonnen ist in einem Edelstahlwalzwerk gering, die Zahl der Sorten und Güten jedoch sehr groß, so daß immer von einer Abmessung und einer Stahlsorte ganz geringe Mengen zu walzen sind. Die Kunden verlangen aber kurze und kürzeste Lieferzeiten. Alle Stahlarten in allen Abmessungen können unmöglich auf Lager gehalten werden; deshalb muß ein Edelstahlwalzwerk in der Abwicklung seines Walzprogramms sehr beweglich sein. In einem Edelstahlwalzwerk herrscht daher der Handbetrieb vor, und die kleinen Walzmengen je Auftrag, verbunden mit den verhältnismäßig kleinen Monatserzeugungsmengen, verbieten eine weitgehende Mechanisierung, wie sie in den Massenwalzwerken selbstverständlich ist.

Der Betriebsleiter, der einen Neu- oder Umbau eines Edelstahlwalzwerkes planen soll, steht vor einer schweren, aber reizvollen Aufgabe. Der Ingenieur in ihm möchte eine Anlage erstellen, die alle Neuerungen der Walzwerkstechnik aufweist; der Betriebswirtschafter in ihm muß aber sehr scharf rechnen, muß an die Tilgung denken, die sich bei den geringen Erzeugungsmengen auf einen sehr langen Zeitraum erstreckt. Es kommt also ein Vergleich zustande. Bezüglich der Kosten bei Erzeugnissen aus Edelstahl ist noch zu sagen, daß die Walzkosten einen viel geringeren Anteil ausmachen als bei den Massenerzeugnissen der Flußstahlwalzwerke, so daß durch Ersparnisse im Walzwerksbetrieb viel geringere Einwirkungen auf den Selbstkostenpreis gegeben sind. In einem Edelstahlbetrieb lautet die erste Forderung: höchstmögliche Güte, die zweite Forderung: höchstmögliches Ausbringen; erst dann kommen die Erzeugungsmenge und Leistung je Stunde. Leider schließt in einem Edelstahlbetrieb sehr häufig die Forderung nach hoher Güte und nach gutem Ausbringen eine hohe Stundenleistung aus. Das muß man sich immer vor Augen halten.

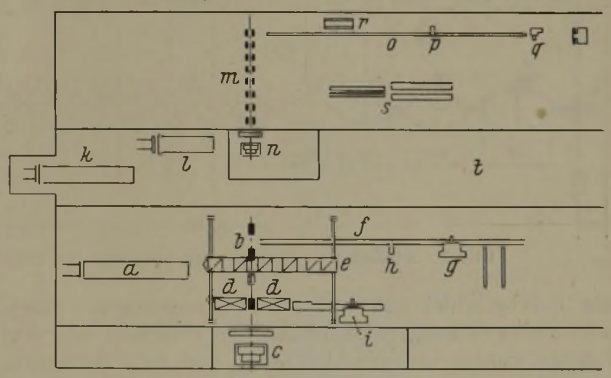


Bild 1. Lageplan des Walzwerkes vor dem Umbau.

a = Stoßofen für die Blockstraße.
b = 650er Trio-Blockstraße.
c = Motor für die Blockstraße.
d = Parallelhebetisch.
e = Kranwippe.
f = Abfuhrrollgang.
g = Warmschere.
h = Warmsäge.
i = Schopfschere.
k = Stoßofen II für die Blockstraße.
l = Stoßofen für die Doppelduostraße.
m = 300er Doppelduostraße.
n = Motor für die Doppelduostraße.
o = Abfuhrrollgang.
p = Warmsäge.
q = Kaltschere.
r = Entspannungsofen.
s = Ausgleichgruben.
t = Knüppellagerplatz.

Bild 1 zeigt den Lageplan des Walzwerkes vor dem Umbau. Es waren zwei Straßen vorhanden, und zwar eine 650er Trio-Blockstraße mit drei Gerüsten und eine 300er siebengerüstige Doppel-Duostraße ohne Vorstraße. Bei den beiden ersten Gerüsten der Blockstraße waren die Ober- und auch die Unterwalze anstellbar. Das erste Gerüst der Blockstraße hatte einen Parallelhebetisch. Der größte Anstichquerschnitt der Blockstraße war 280 mm □ bei einem größten Blockgewicht von 450 kg. Der kleinste noch zu walzende Querschnitt auf dem ersten Gerüst war 90 □. Das zweite Gerüst der Blockstraße hatte einen größten An-

[1]) Vorgetragen in der 46. Vollsitzung am 12. November 1940 in Düsseldorf und in der 48. Sitzung des Fachausschusses „Walzwerk und Weiterverarbeitung" der Eisenhütte Oberschlesien am 5. Juni 1941 in Hindenburg/O.-S. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

stichquerschnitt von 200 □. Der kleinste noch zu walzende Querschnitt war 50 □. Das zweite Gerüst hatte weder Rollgang noch Wipptisch, sondern es wurde mit einer fahrbaren Kranwippe, die über die drei Gerüste der Blockstraße hinwegführte und an der vor wie hinter der Walze je zwei Laufhebel angebracht waren, bedient. Die Querbeförderung vom ersten zum zweiten Gerüst sowie vom zweiten zum dritten Gerüst besorgte die Kranwippe. Auf dem dritten Gerüst wurde 57 bis 135 mm ϕ gewalzt. Da die Ovale wie die Fertigkaliber auf einem Trio untergebracht waren, waren vier Trios zum Abwalzen dieser Abmessungen notwendig, was natürlich einen häufigen Walzenwechsel bedingte. Die Blockstraße wird von einem Motor von 410 kW mit Schlupfwiderstand bei 81 U/min angetrieben. Der Motor ist viel zu schwach und wird ständig überlastet.

Wie aus dieser kurzen Schilderung ersichtlich, war die Blockstraße unmodern und wenig leistungsfähig. So betrug die Leistung beim Knüppelwalzen nur 5,5 bis 6 t/h Ausbringen, bei der Walzung von Fertigware sogar nur 3,5 bis 4 t/h. Das Haupthindernis für eine Leistungssteigerung lag in dem unwirtschaftlichen, langsamen Hebebetrieb am zweiten Gerüst. Zum Zwecke der Leistungssteigerung wurde daher hinter der Walze ein Querschlepper vom ersten zum dritten Gerüst eingebaut. Das zweite Gerüst bekam einen Wipptisch und einen Rollgang. Der Parallelhebetisch wurde

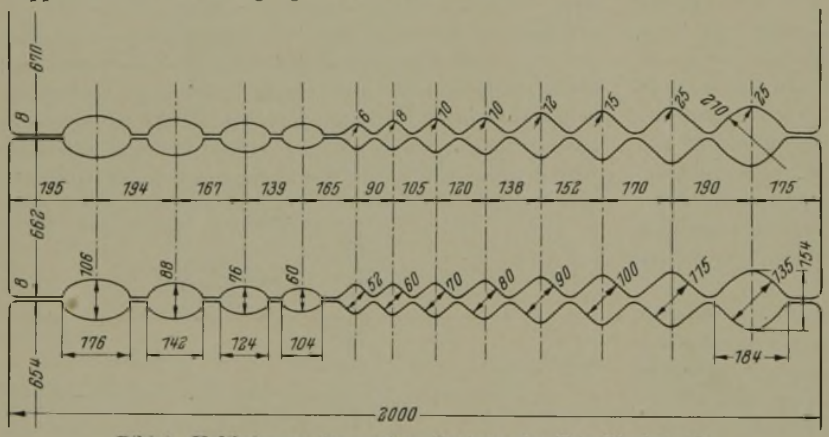


Bild 2. Kalibrierung des zweiten Gerüstes der Trio-Blockstraße.

neu durchgebildet und hydraulisch ausgewogen. Sämtliche Rollen wurden mit Einzelantrieb versehen. Alle drei Gerüste wurden neu durchkalibriert, und zwar dergestalt, daß auf dem ersten Gerüst auch jetzt zum größten Anstichquerschnitt 280 □ der Block in elf Stichen auf 120 □ heruntergewalzt wird. Der Querschlepper nimmt nun den vorgewalzten Knüppel zum zweiten Gerüst, dessen größter Anstichquerschnitt auf 120 mm □ festgesetzt wurde. Durch den Fortfall der früher größeren Anstichkaliber des zweiten Gerüstes — man walzte früher einzelne Sorten, die in Rundblöcken gegossen waren, in Rhombenkalibern auf diesem Gerüst herunter — wurde auf der Walze Platz gewonnen, und auf diesem frei gewordenen Platz wurden vier Ovale untergebracht, die, da das zweite Gerüst ja anstellbar ist, ausreichen, um Fertigrund von 70 bis 135 mm zu walzen *(Bild 2)*. Die Abmessungen von 57 bis 63 mm ϕ fielen fort. Diese Abmessungen wurden der neu erbauten Mittelstraße überwiesen. In das dritte Gerüst wird nunmehr nur noch ein Duo eingelegt, in das die Fertigrundkaliber von 70 bis 135 mm eingeschnitten sind. Dadurch fallen die vielen Umbauzeiten fort, die früher das dritte Gerüst belasteten, wenn man alle Abmessungen abwalzen wollte. Es kann nunmehr jederzeit auf der Blockstraße Fertigware gewalzt werden, da das Fertigduo immer liegenbleibt; es braucht lediglich das dritte Gerüst angekuppelt zu werden. Den Wünschen der Kundschaft kann daher nun weitgehend entsprochen werden. Durch alle diese Maßnahmen ist die Leistung der Blockstraße bei den gleichen Blockgewichten und bei dem gleichen Anstichquerschnitt auf 10 t/h Ausbringen beim Knüppelwalzen gestiegen.

Für diese Leistung aber reichten die alten Blocköfen, die mit ungereinigtem Braunkohlengeneratorgas geheizt wurden, nicht aus. Der Blockofen I wurde daher umgebaut und auf Ferngas umgestellt. Der Ofen hat 35 m² Herdfläche und eine Leistung von 7,5 t/h Einsatz. Es sind neun Kugelbrenner vorhanden, drei an der Stirnseite des Ofens und je drei gegeneinander versetzt an den Seitenflächen. Der frühere Blockofen II wurde, da er sehr ungünstig zur Straße stand, abgerissen und ein neuer Ofen neben dem Blockofen I erbaut mit 21 m² Herdfläche und einer Leistung von 4,5 t/h Einsatz. Die Brenneranordnung ist dieselbe wie beim Blockofen I. Auch dieser Ofen wird mit Ferngas beheizt. Da der Antrieb schon für die heutige Leistung zu schwach ist, die Blockgewichte aber auf 1000 kg vergrößert werden sollen, ist ein neuer Antrieb bestellt worden, und zwar ein gittergesteuerter Gleichstrommotor mit einer Dauerleistung von 1750 kW, stoßweise überlastbar bis zu 3500 kW, und einem größten Drehmoment von 75 mt. Der Antrieb ist stufenlos regelbar von 20 bis 80 U/min. Das alte Kammwalzengerüst reicht für diese Kraftübertragung nicht aus, so ist gleichzeitig ein neues Kammwalzengerüst bestellt worden, das schon so bemessen ist, daß es für ein noch zu bestellendes erstes Gerüst von 750 mm Walzendurchmesser ausreicht. Das dritte Gerüst, das bisher noch von der Kranwippe bedient wird, erhält beiderseitig Rollgänge und Querschlepper; vor dem Gerüst, um das Oval vom zweiten Gerüst vor das Kaliber zu legen; hinter dem Gerüst, um das Fertigrund auf den Abfuhrrollgang zu schleppen. Für die nach Einführung größerer Blockgewichte noch zu erwartende Leistungssteigerung reichen die alte Warmschere und Warmsäge nicht mehr aus. Beide werden erneuert. Die durch den Umbau eingetretene Leistungssteigerung hat erfreulicherweise auch zu einer Güteverbesserung geführt, da die Blöcke in kürzerer Zeit, d. h. auch in einer kleineren Temperaturspanne, ausgewalzt werden.

In der gleichen Achse der Blockstraße steht in der dritten Walzwerkshalle die siebengerüstige 300er Doppel-Duostraße. Diese Straße, auf der 8 bis 56 mm ϕ und die in den gleichen Querschnittsabmessungen liegenden Sechskant-, Achtkant-, □- und Flachabmessungen gewalzt wurden, hatte keine Vorstraße, d. h. also, die Vorwalzen lagen im Strang. Der größte Anstichquerschnitt war 120 □. Ebenso war an dieser Straße kein leistungsfähiger Abfuhrrollgang. Die Stäbe mußten von Hand auf das verhältnismäßig kleine Kühlbett geschleppt werden, wodurch selbstverständlic die Leistung außerordentlich gehemmt wurde, ganz abgesehen davon, daß die schnelle Abkühlung auf dem Kühlbett den meisten Sorten, besonders aber bei kleinen Abmessungen, nicht zuträglich war. Bei den Abmessungen über 35 ϕ, zumal bei den härteren Stählen, konnte nur in kleinsten Längen gewalzt werden. Die Straße war überlastet. Durch die große Gerüstzahl trat bei den größeren Abmessungen und härteren Stählen ein sehr großer Nachschlag auf, der zu manchem Kuppel- und Spindelbruch führte. Ebenso litt darunter die

Genauigkeit der Walzausführung. Es ist unnötig, zu betonen, daß auch sehr viele Walzenbrüche zu verzeichnen waren. Da die einzelnen Walzen nicht immer so weit besetzt waren, um eine oder mehrere Schichten auszufüllen, aus Termingründen aber das ganze Walzprogramm in kurzer Zeit abgewickelt werden mußte, fielen sehr viele Umbauzeiten in die Schichtzeit.

Im großen und ganzen bot diese Straße ein sehr ungünstiges Bild. Um die Fehler der Straße abzustellen, mußten

1. ein neuer Abfuhrrollgang mit leistungsfähigen Sägen und Scheren erstellt werden;
2. eine Vorstraße gebaut werden;
3. das Walzprogramm eingeschränkt werden.

Das Walzprogramm der Doppel-Duostraße einschränken bedeutet aber entweder Verzicht auf das Walzen der durch die Einschränkung fortfallenden Abmessungen oder aber Neubau einer Mittelstraße, die die Sorten über 35 ϕ und von der Blockstraße die Abmessungen von 57 bis 70 ϕ übernehmen sollte. Dieser Neubau wird in der weiteren Folge noch besprochen werden. An der Straße selbst wurde durch den Umbau, mit Ausnahme von kalibrierungstechnischen Maßnahmen, an sich nichts geändert.

In einem Edelstahlwerk gibt es eine Anzahl Stähle, die nach dem Schmieden oder Walzen sofort ausgeglüht werden müssen, da sonst im Werkstoff Spannungsrisse auftreten, die ihn unbrauchbar machen. Da aber die Entspannungsöfen nur Längen von 4 bis 6 m aufnehmen können, kann man einen derartigen Werkstoff auch nur in Stäben von 4 bis 6 m walzen, wenn man nicht dafür Sorge trägt, daß längere Walzadern in der Walzhitze auf die Ofenlänge unterteilt werden können. Um das zu bewerkstelligen, wurde in dem Abfuhrrollgang, 24 m hinter dem letzten Gerüst der Doppel-Duostraße, eine fliegende oder umlaufende Schere aufgestellt, die über einen Umdrehungsregler mit dem Antriebsmotor der Straße gekuppelt ist und daher, sofern die Walzstäbe über 24 m lang sind, in der Walzgeschwindigkeit die Stäbe auf 4 m als kürzeste noch zu schneidende Länge unterteilt. Hinter dieser fliegenden Schere wurde ein Entspannungsofen unter Hüttenflur aufgestellt, in den die unterteilten Stäbe vom Rollgang durch einen Abweiser hineinfallen. Die fliegende Schere ist für Edelstahl gebaut und schneidet aus dem Stand bis 400 mm² Querschnitt. Durch Aufstellung dieser Schere ist eine ganz bedeutende Erzeugungssteigerung beim Walzen von spannungsrißempfindlichen Stählen aufgetreten. Aber nicht diese Leistungssteigerung war für die Aufstellung der Schere maßgebend, sondern die zu erwartende und dann auch eingetretene Güteverbesserung; denn wenn man von kleinen Abmessungen, z. B. 12 × 6 mm² flach oder ähnlichen Maßen, eine Walzlänge von 4 bis 6 m auswalzt, so muß man auch einen entsprechend kleinen Walzknüppel haben, während man bei größeren Walzlängen von einem größeren Knüppelquerschnitt ausgehen kann. Bei einem größeren Knüppelquerschnitt machen sich aber Entkohlungen, leichte Oberflächenfehler auf der Knüppeloberfläche im Fertigerzeugnis viel weniger oder überhaupt nicht mehr bemerkbar. Durch das Aufstellen der umlaufenden Schere ist also eine Leistungssteigerung, eine Güteverbesserung und ein erhöhtes Ausbringen eingetreten; ein erhöhtes Ausbringen dadurch, daß die Knüppelzwischenwalzungen fortfallen und deren Abbrandverluste eingespart werden und in der Gewichtseinheit weniger Walzenden abgeschlagen werden müssen. Der alte Abfuhrrollgang wurde abgerissen und durch einen neuen Rollgang, dessen Rollen mit Einzelantrieb versehen sind, ersetzt.

Bild 3 zeigt den Lageplan des Walzwerks nach dem Umbau. 20 m vor der Doppel-Duostraße, in der Achse des ersten Gerüstes, wurde das Vorgerüst aufgestellt. Es ist ein Trio mit 450 mm Walzendurchmesser und einer Ballenlänge von 1500 mm. Es ist als Schlitzständer ausgebildet und hat Wipptisch und Rollgang. Zwischen Strang und Vorgerüst steht eine Unterflurschere, die bis 60 mm² warm schneidet. Auf dieser Schere werden Knüppel nach Gewichten unterteilt, die auf dem Vorgerüst vorgewalzt werden. Der größte Anstichquerschnitt des Vorgerüstes ist auch 120 mm □. Da die Vorwalzen nach der Aufstellung des Vorgerüstes aus dem Strang herausgenommen wurden, können im Strang die einzelnen Stiche besser auf die einzelnen Gerüste verteilt werden, wodurch manches Umbauen erspart bleibt.

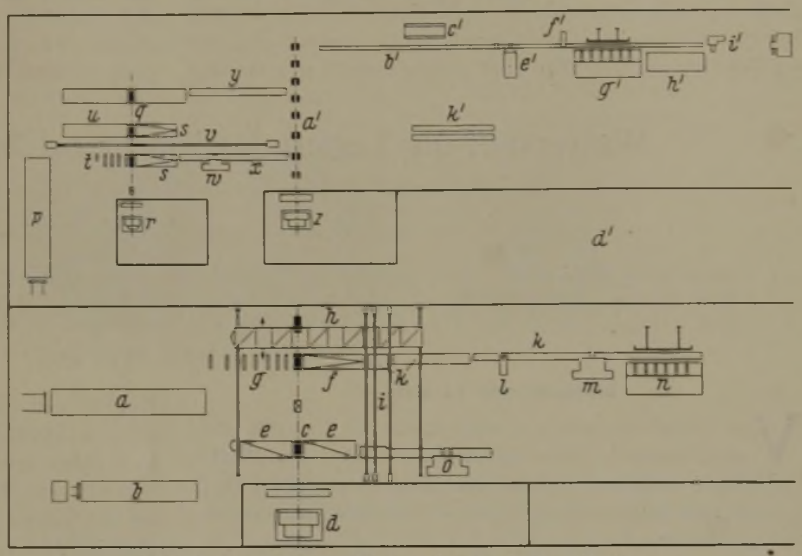


Bild 3. Lageplan des Walzwerkes nach dem Umbau.

a = Stoßofen I für die Blockstraße.
b = Stoßofen II für die Blockstraße.
c = 650er Trio-Blockstraße.
d = Motor für die Blockstraße.
e = Parallelhebetisch.
f = Wipptisch.
g = Elektrorollen.
h = Kranwippe.
i = Seilschlepper.
k = Abfuhrrollgang.
l = Warmsäge.
m = Knüppelschere.
n = Stapelrost.
o = Schopfschere.
p = Stoßofen für Mittel- und Feinstraße.
q = 450er Vor- und Fertigstraße.
r = Motor für die Mittelstraße.
s = Wipptisch.
t = Elektrorollen.
u = Rollgang.
v = Förderband.
w = Unterflurschere.
x = Zufuhrrollgang.
y = Abfuhrrollgang.
z = Motor für die Doppel-Duostraße.
a' = 300er Doppel-Duostraße.
b' = Abfuhrrollgang.
c' = Entspannungsofen.
d' = Knüppellagerplatz.
e' = fliegende Schere.
f' = Warmsäge.
g' = Stapelrost.
h' = Tiefofen.
i' = Kaltschere.
k' = Ausgleichgruben.

Wie schon ausgeführt, trat bei der Planung des Umbaues die Forderung nach dem Neubau einer Mittelstraße gebieterisch auf. Da es aber der zu erwartende Auftragseingang verbot, eine eigene Mittelstraße mit allen Nebeneinrichtungen aufzustellen, wurde diese Frage so gelöst, daß an das Vorgerüst noch zwei Gerüste angehängt wurden, die dann mit dem Vorgerüst zusammen die Mittelstraße bilden. Das zweite Gerüst ist wie das erste mit Wipptisch und Rollgang ausgerüstet. Das dritte Gerüst hat ebenfalls Rollgang, aber keinen Wipptisch und wird meistens als Fertigduo benutzt. Der Abfuhrrollgang des dritten Gerüstes der Mittelstraße liegt nicht in derselben Achse des

Abfuhrrollganges der Feinstraße, sondern er führt zwischen dem vierten und fünften Gerüst hindurch, so daß die Walzstäbe der Mittelstraße hinter der Doppel-Duostraße von Hand auf zu dem Abfuhrrollgang der Doppel-Duostraße geschleppt werden müssen. Dies ist ein Schönheitsfehler, der aber nicht zu umgehen war. Durch das Aufstellen der zwei Gerüste, die an das Vorgerüst angehängt werden, ist jedenfalls eine leistungsfähige Mittelstraße erstellt worden, die für die Bedürfnisse des Werkes vollkommen genügt. Mittel- und Feinstraße werden von einem Ofen von 31 m² Herdfläche und einer größten Leistung von 6,5 t/h Einsatz bedient. Der Ofen ist mit den gleichen Stirn- und Seitenbrennern ausgerüstet wie die Blockstraßenöfen. Auch er wird mit Ferngas beheizt.

Da für die kleinen Abmessungen einzelner hochwertiger Sorten ein Knüppelquerschnitt notwendig ist, der kleiner als 40 mm², also kleiner als das letzte Kaliber des Vorgerüstes ist, diese Knüppel also nicht durch das Vorgerüst laufen, ist ein Förderband vom Ofen zum Strang erstellt worden, das zwischen dem ersten und zweiten Gerüst der Mittelstraße unter Hüttenflur hindurchführt und das diese kleinen Knüppel zum Strang an das zweite Gerüst bringt.

Die Mittelstraße wird von einem Drehstrommotor von 550 kW mit 740 U/min über ein Getriebe mit 100 U/min angetrieben. Sämtliche Rollen haben auch Einzelantrieb.

Der geschilderte Umbau wurde in einzelnen Abschnitten durchgeführt, ohne daß der Betrieb eingestellt wurde. Ganz vollendet ist er noch nicht; es werden noch neue Sägen und Scheren aufgestellt, die schon bestellt, aber noch nicht geliefert sind.

Zusammenfassung.

Es wurde gezeigt, wie mit kleinen Mitteln ein Edelstahlwalzwerk, bestehend aus Block- und Feinstraße, umgestaltet und dadurch leistungsfähiger gemacht wurde. Dabei wurde von dem Grundsatz ausgegangen, vor allen Dingen die Güte der hergestellten Erzeugnisse zu verbessern. Sodann wurde gezeigt, wie man in einem Walzwerk mit geringen Erzeugungsmengen eine Mittelstraße erstellen kann.

Wasserstoff als Legierungselement bei Stahl und Gußeisen.

Von Eduard Houdremont und Paul Alexander Heller in Essen.

[Bericht Nr. 549 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*).]

(Einfluß von Wasserstoff in Stahl und Gußeisen auf Gefüge, Umwandlung und Härtbarkeit. Untersuchungen an unlegiertem Stahl mit 0,01, 0,04 und 0,96 % C, legiertem Stahl mit 0,3 % C, 3,5 % Cr, 0,4 % Mo und 0,8 % Ni sowie Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21 % Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S bei Beladung der Proben mit Wasserstoff durch Glühbehandlung.)

[Hierzu Tafeln 21 bis 24.]

Beobachtungen an Stahl.

Von nichtmetallischen Zusätzen, die in kleinsten Beimengungen in allen technischen Eisen- und Stahllegierungen enthalten sind, hat man in den letzten zwei Jahrzehnten dem Sauerstoff und Stickstoff erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.

Bei Stickstoff hat man sich weniger mit dem Einfluß von Stickstoff auf die Härtbarkeit in sonst unlegierten Stahllegierungen beschäftigt als vielmehr den Einfluß von Stickstoff auf andere Eigenschaften, wie Alterung usw., untersucht. Erst bei legierten Stählen wurde ein wesentlicher Einfluß von Stickstoff als Legierungselement auf die Härtbarkeit, Austenitstabilisierung usw. erkannt, was zur Verwendung von Stickstoff beispielsweise in korrosionsbeständigen Legierungen geführt hat, bei denen man durch Stickstoff Nickel zur Erhöhung der Austenitstabilität ersetzen kann[1]). Ebenso macht man Gebrauch von Stickstoffzusätzen beim Zementieren zur Erhöhung der Härtefähigkeit der Randschicht[2]).

Hinsichtlich Sauerstoff war nach den grundlegenden Arbeiten von H. W. McQuaid und E. W. Ehn[3]) über anormalen Stahl dem Sauerstoffgehalt der Stahllegierungen ein negativer Einfluß auf das Härtevermögen von Eisen- und Stahllegierungen zugeschrieben worden. Die Untersuchungen von F. Duftschmid und E. Houdremont[4]), nach denen die Anormalität eine Eigenart reinsten unlegierten Eisens ist, lassen diesen Einfluß von Sauerstoff auf die Härtbarkeit wieder als zweifelhaft erscheinen. Ein sekundärer Einfluß von Sauerstoff durch Oxydation und Abbindung leichter oxydierbarer Begleitelemente in Stahllegierungen kann aber mittelbar eine Verminderung der Härtbarkeit vortäuschen. Ebenso werden nichtmetallische Einschlüsse als Impfkeime[5]) bei der Umwandlung umwandlungsfördernd, also im Sinne einer Verminderung der Härtefähigkeit wirken können.

Auch in Amerika hat man in den letzten Jahren sich der Ansicht angeschlossen, daß die Anormalität eine Eigenschaft möglichst reinen Eisens ist, obwohl es vielleicht noch manche Anhänger der Sauerstofftheorie geben mag. Einer der Beweise, die für die Wirkung von Sauerstoff als Ursache der Anormalität anzuführen waren, ist die Tatsache, daß beim Zementieren von unlegiertem Stahl je nach der Wahl des Zementationsmittels in einigen Grenzfällen ein normales oder anormales Zementationsgefüge erzielt werden konnte. Bei Zementation in festen Zementationspulvern, bei denen die Zementationswirkung hauptsächlich über die sauerstoffhaltige Kohlenstoffverbindung Kohlenoxyd vor sich geht, wurden die Stähle anormal, während bei der Zementation in Leuchtgas, in dem Kohlenwasserstoffe die hauptsächlichen Zementationsträger sind, die gleichen Stähle normales Gefüge erhielten. Die Entstehung des anormalen Gefüges wurde dem bei festen Zementationsmitteln impfenden Sauerstoff zugeschrieben. Bereits bei Besprechungen über diese Erscheinung in Amerika im Jahre 1931 wurde dem erstgenannten Verfasser entgegengehalten, daß die Veranlagung reinsten Eisens zur Anormalität kein Beweis gegen die Sauerstofftheorie sei, da auch noch so geringe Sauerstoffmengen im Eisen genügen könnten, um die Wirkung hervorzurufen. Demgegenüber wurde damals schon betont, daß, wenn diesen kleinsten Beimengungen von Sauerstoff eine derartige Bedeutung beigemessen würde, man bei der Deutung der obengenannten Veränderungen des am gleichen Stahl entwickelten Zemen-

*) Vorgetragen in der 42. Vollsitzung des Werkstoffausschusses am 17. Dezember 1940. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m.b.H., Düsseldorf, Schließfach 664, zu beziehen.

[1]) Tofaute, W., und H. Schottky: Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 71/76.

[2]) Cowan, R. J., und J. T. Bryce: Trans. Amer. Soc. Met. 26 (1938) S. 766/87; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 578/79.

[3]) Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 67 (1922) S. 341/91.

[4]) Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1613/16.

[5]) Scheil, E.: Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 565/67.

Eduard Houdremont und Paul Alexander Heller:

Wasserstoff als Legierungselement bei Stahl und Gußeisen.

Ausgebrannte Holzkohle | Trockener Wasserstoff | Ausgebrannte Holzkohle | Trockener Wasserstoff

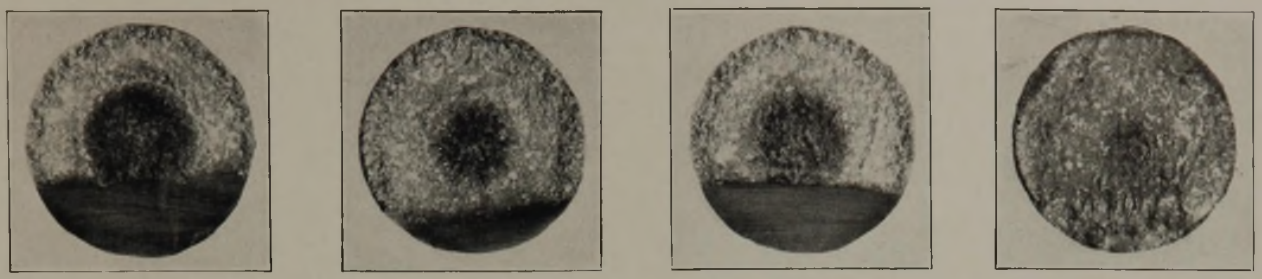


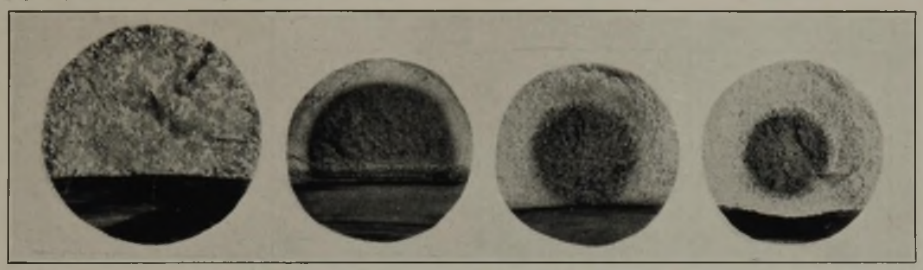
Bild 1. Bild 2. Bild 3. Bild 4.

Bilder 1 und 2. 5 h geglüht. Bilder 3 und 4. 10 h geglüht.

Bilder 1 bis 4. Einfluß einer Wasserstoffaufnahme auf das Härtebruchaussehen eines unlegierten Stahles mit 0,96 % C, 0,13 % Si und 0,28 % Mn nach Glühen bei 1000° und anschließendem Abschrecken in Wasser. (× 1.)

In einem Querschnitt von 30 mm Dmr. bei 1100° 10 h in Wasserstoff geglüht, dann in Wasser abgeschreckt.

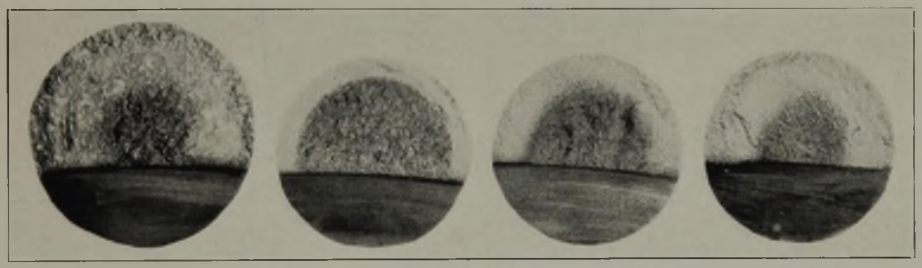
Anschließend 10 h bei 700° geglüht, dann zweimal bei 850° normalgeglüht, auf 25 mm überdreht und in Wasser abgeschreckt von 800° 900° 1000°



Bilder 9 bis 12. Wasserstoffbehandelter Stahl.

In einem Querschnitt von 30 mm Dmr. bei 1100° 10 h in ausgebrannter Holzkohle geglüht, dann in Wasser abgeschreckt.

Anschließend behandelt wie oben.



Bilder 13 bis 16. Nicht wasserstoffbehandelter Stahl.

Bilder 9 bis 16. Härteverhalten eines wasserstoffbeladenen Stahles mit 0,96 % C, 0,13 % Si und 0,28 % Mn nach Wasserstoffentfernung und Kornverfeinerung im Vergleich zu einem nicht wasserstoffbehandelten Stahl gleicher Zusammensetzung. (× 1.)

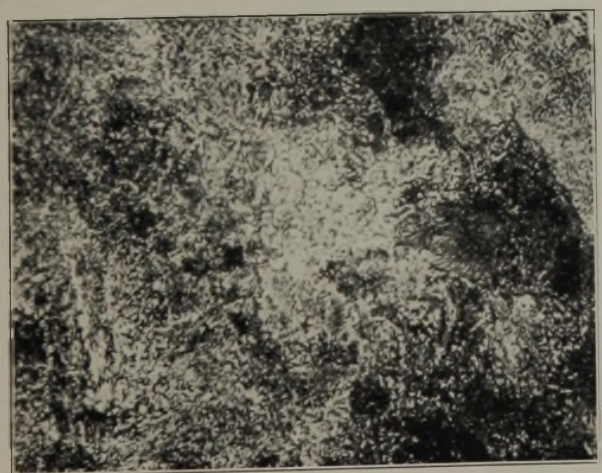


Bild 17. Nach einstündiger Glühung bei 1100° im offenen Muffelofen bis 650° im Ofen abgekühlt, dann 30 h bei 650° mit nachfolgender Luftabkühlung geglüht (219 Brinellhärte).

Bild 18. Im geschmiedeten Zustand 100 h bei 1100° in Wasserstoff geglüht, anschließend bis 650° im Ofen erkaltet, dann 30 h bei 650° mit nachfolgender Luftabkühlung geglüht (192 Brinellhärte).

Bilder 17 und 18. Gefüge von wasserstoffbeladenem Stahl mit 0,3 % C, 0,3 % Si, 0,5 % Mn, 3,5 % Cr, 0,8 % Ni und 0,4 % Mo nach Perlitglühung im Vergleich zu einem Stahl gleicher Zusammensetzung mit üblichem Wasserstoffgehalt. (× 1000.)

Tafel 22.

Unbehandelt
McQuaid-Ehn-Korngröße: 4

10 h bei 1100° in Wasserstoff geglüht
2

10 h bei 1100° in Stickstoff geglüht
2

Bild 19. Bild 20. Bild 21.

Bilder 19 bis 21. Karbonylstahl mit 0,01 % C, 0,01 % Si und 0,03 % Mn.

McQuaid-Ehn-Korngröße: 6

3 bis 4

3 bis 4

Bild 22. Bild 23. Bild 24.

Bilder 22 bis 24. Weichstahl mit 0,04 % C, 0,01 % Si und 0,11 % Mn.

Bilder 19 bis 24. Einfluß einer Wasserstoffglühung auf die Ausbildung des Zementationsgefüges; Versuch nach H. W. McQuaid und E. W. Ehn mit 10stündiger Zementation bei 920° in Leuchtgas. (× 200.)

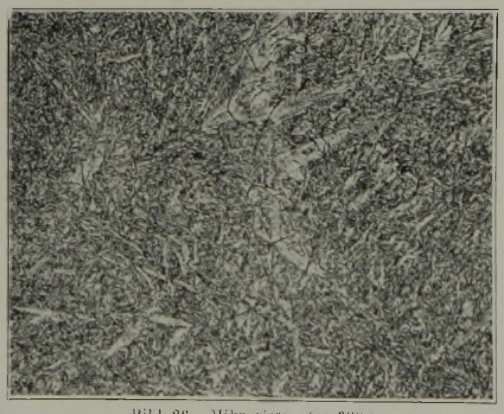


Bild 26. Mikrorisse. (× 300.)

Bild 25.
Flockenartige Risse.
(× 1.)

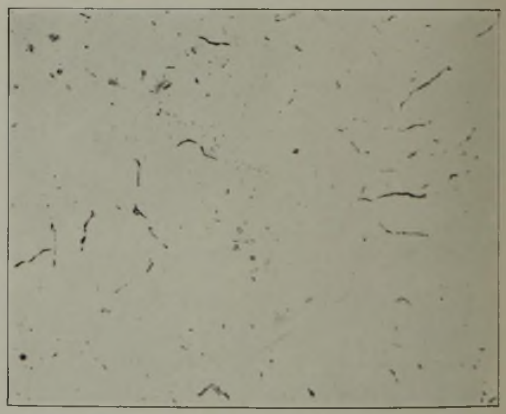


Bild 27. Mikrorisse nach dem Glühen. (× 300; ungeätzt.)

Bilder 25 bis 27. Innenrisse an unlegiertem Werkzeugstahl nach Wasserstoffglühung und Härtung.

Bild 28. Anlieferungszustand.

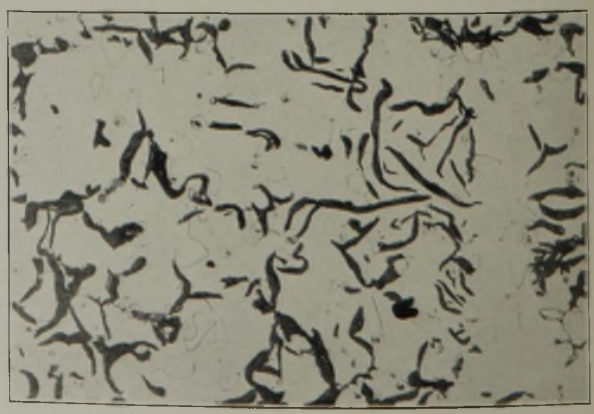


Bild 29. 6 h bei 1000° geglüht, im Ofen abgekühlt.

Bilder 28 und 29. Gefüge von Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21 % Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S.
(× 150; geätzt mit Pikrinsäure.)

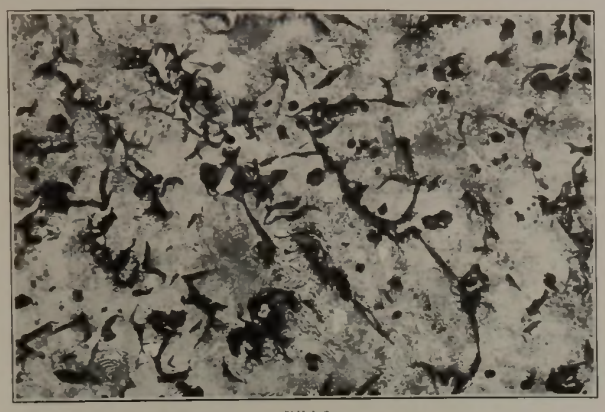


Bild 30.

Bild 32.

2 h geglüht.

Bild 31.

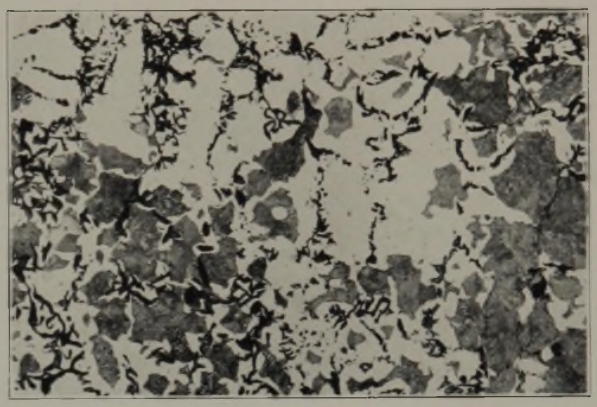


Bild 33.

8 h geglüht.

Bilder 30 und 31. Glühung in trockenem Wasserstoff.

Bilder 32 und 33. Glühung in feuchtem Wasserstoff.

Bilder 30 bis 33. Gefüge von Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21 % Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S nach Glühung bei 1000° in vorgetrocknetem und feuchtem Wasserstoff bei Ofenabkühlung. (× 150; geätzt mit Pikrinsäure.)

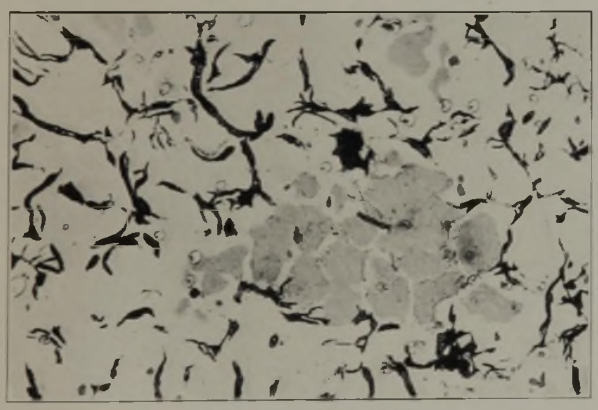


Bild 34. 3 h in Argon geglüht.

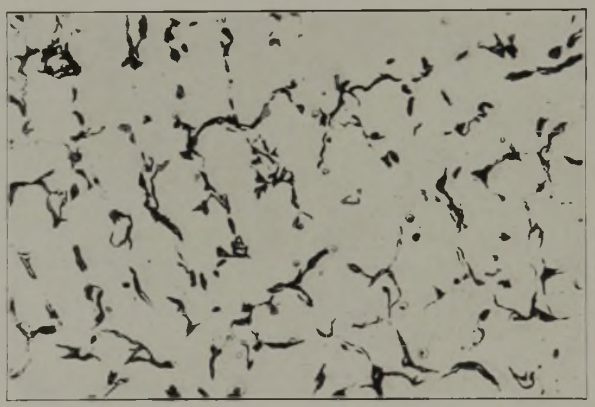


Bild 35. 6 h in Stickstoff geglüht.

Bilder 34 und 35. Gefüge von Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21 % Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S nach Glühung bei 1000° in Argon und Stickstoff bei Ofenabkühlung. (× 150; geätzt mit Pikrinsäure.)

× 150

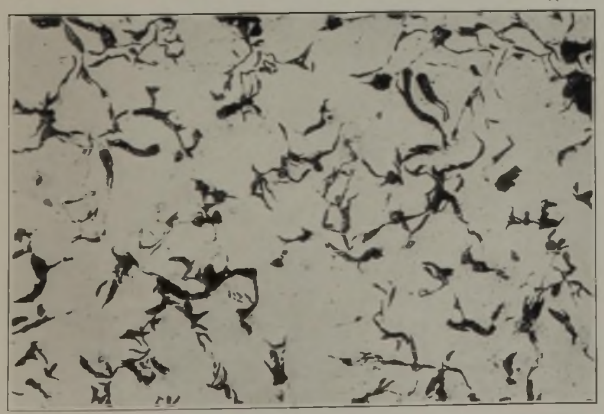


Bild 36. 6 h bei 1000° in Luft geglüht, im Ofen abgekühlt. (Probe 1.)

× 150

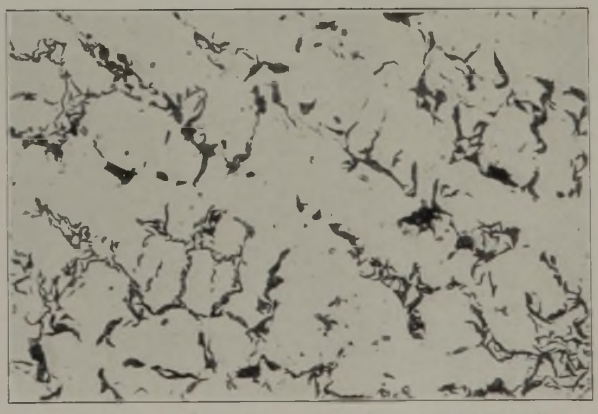


Bild 37. 6 h bei 1000° in Luft geglüht, im Ofen abgekühlt. (Probe 2).

Bilder 36 und 37. Gefüge von Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21 % Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S. (Geätzt mit Pikrinsäure.)

× 150

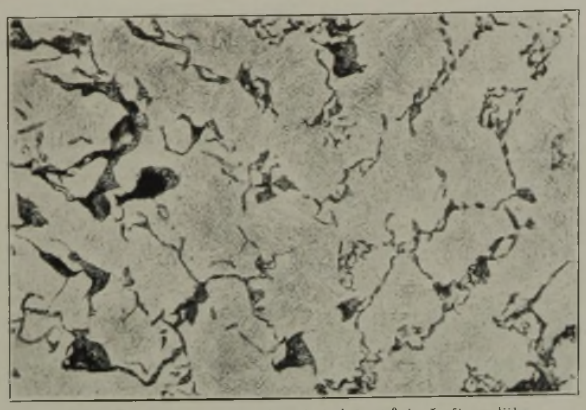


Bild 38. Probe 1 nochmals 6 h bei 1000° in Luft geglüht, in Wasser abgeschreckt.

× 200

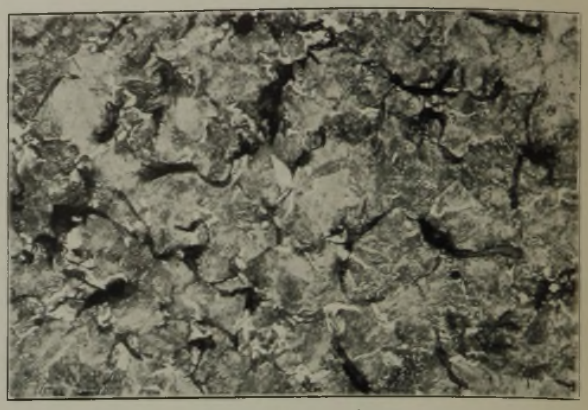


Bild 39. Probe 2 nochmals 6 h bei 1000° in Wasserstoff geglüht, im Ofen abgekühlt.

× 150

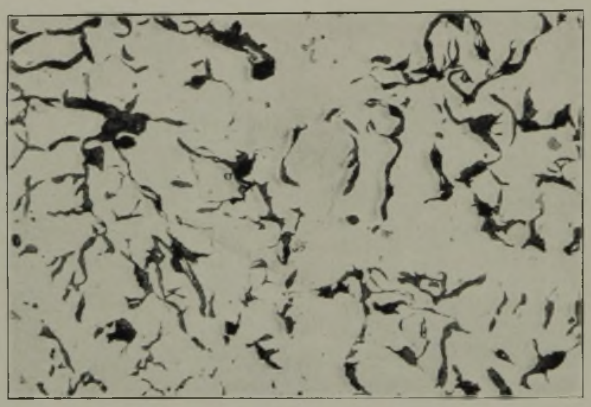


Bild 40. Probe 2 nochmals 6 h bei 1000° in Vakuum geglüht, im Ofen abgekühlt.

Bilder 38 bis 40. Gefüge von Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21 % Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S nach verschiedenartiger Glühbehandlung. (Geätzt mit Pikrinsäure.)

× 200

Bild 41. Nicht entgast.

× 200

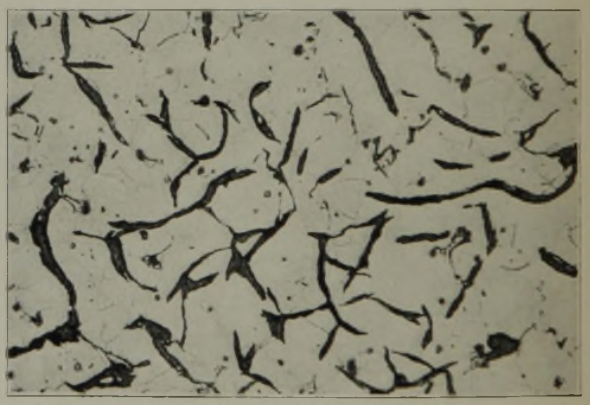


Bild 42. 3 h bei 900° entgast.

× 200

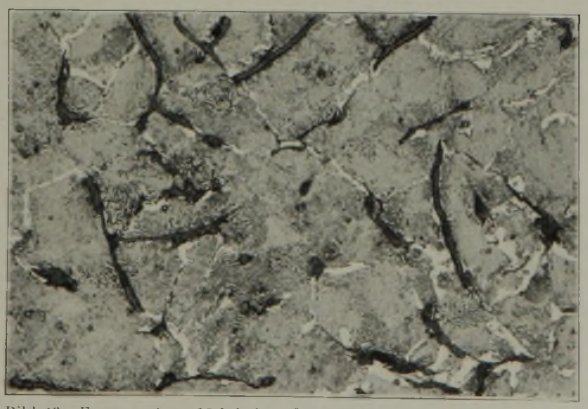


Bild 43. Entgast, dann 15 h bei 900° mit H_2 beladen, im Ofen abgekühlt.

× 200

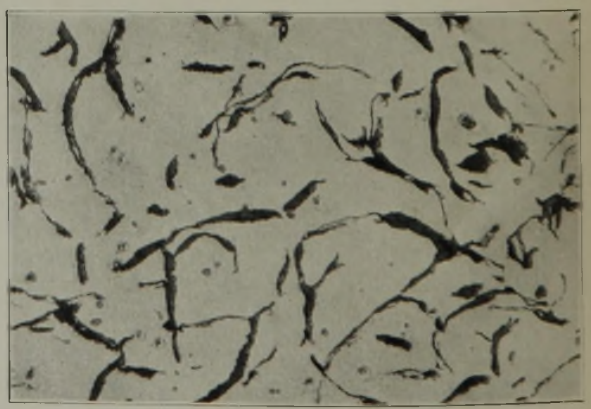
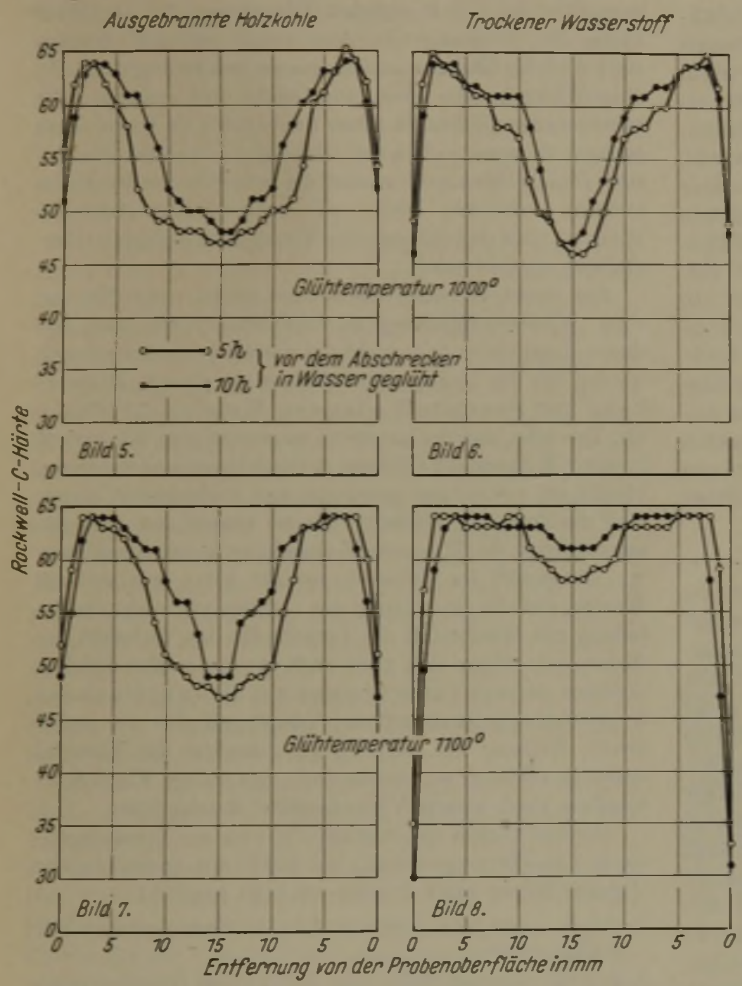


Bild 44. Entgast, dann 15 h bei 900° mit H_2 beladen, im Ofen abgekühlt, entgast.

Bilder 41 bis 44. Einfluß der Entgasung auf das Gefüge von Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21 % Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S. (Geätzt mit Pikrinsäure.)

tationsgefüges ebenfalls kleinsten Beimengungen anderer Elemente, wie beispielsweise Wasserstoff, der ebenso von Eisen- und Stahllegierungen bei hohen Temperaturen aufgenommen wird, einen Einfluß zuschreiben könnte.

Welche Wirkungen durch das Element Wasserstoff hervorgerufen werden, geht aus den folgenden Untersuchungen hervor. Probestücke von 30 mm Dmr. aus einem eutektoiden unlegierten Stahl wurden bei Temperaturen von 1000 und 1100° zur Wasserstoffanreicherung in trockenem Wasserstoff 5 oder 10 h geglüht. Weitere Proben des gleichen Stahles wurden zur Erzielung gleicher Grobkörnigkeit in ausgebrannter Holzkohle derselben Behandlung unterworfen. Die Proben wurden, um zu verhindern, daß beim Abkühlen Wasserstoff entweicht, sofort von den Glühtemperaturen in Wasser gehärtet. Wie die Härtebrüche in den *Bildern 1 bis 4 (Tafel 21)* erkennen lassen, wird die Durchhärtefähigkeit durch die Wasserstoffaufnahme gesteigert. Diese Wirkung verstärkt sich noch etwas mit der Beladungszeit in Wasserstoff, wenn diese von 5 auf 10 h verlängert wird. Die Grobkörnigkeit der in Holzkohle und in Wasserstoff geglühten Proben ist, wie an den Härtebrüchen zu ersehen ist, nahezu gleich. Eine genauere Ausmessung der Einhärtungstiefen erfolgte durch Härtebestimmungen über den Querschnitt *(Bilder 5 bis 8)*. Während bei 1000° nur eine Abnahme des weichen Kernes bei den wasserstoffgeglühten Proben festzustellen ist, sind die von 1100° abgeschreckten Proben nach der Wasserstoffglühung nahezu vollständig durchgehärtet. Die nicht wasserstoffgeglühten Proben zeigen bei Glühung auf 1100° noch deutlich einen weichen Kern. Diese Untersuchungen bestätigen einen steigernden Einfluß von Wasserstoff auf die Härtefähigkeit.



Bilder 5 bis 8. Verstärkung der Härtefähigkeit durch Wasserstoffaufnahme beim Glühen eines unlegierten Stahles mit 0,96 % C, 0,13 % Si und 0,18 % Mn.

Es könnte vermutet werden, daß durch die Wasserstoffbeladung bei hohen Temperaturen irgendwelche Begleitumstände, wie Reduktion von Oxyden oder Zersetzung von Sulfiden usw. und deren Entfernung, die Härtefähigkeit veränderten und nicht die Anwesenheit von Wasserstoff. Um einen solchen Einwand zu entkräften, wurden wasserstoffbeladene Proben, die die größere Härtefähigkeit gezeigt hatten, zur Entfernung des Wasserstoffes ausgeglüht und nach Kornverfeinerung durch Normalglühen erneut gehärtet. Der in dieser Weise behandelte Stahl hatte nach Entfernung des Wasserstoffes wieder das gleiche Verhalten in der Einhärtungstiefe und Ueberhitzungsempfindlichkeit wie nicht wasserstoffbeladener Stahl *(Bilder 9 bis 16)*. Die Steigerung der Härtefähigkeit ist also eindeutig auf die Einwirkung des im Stahl gelösten Wasserstoffes zurückzuführen. Auch bei legierten Stählen konnte beobachtet werden, daß Stähle, die bei bestimmten Abkühlungsgeschwindigkeiten und Haltezeiten im Gebiete der Perlitstufe vollständig umwandelten, infolge Wasserstoffaufnahme eine Verzögerung in der Umwandlung erfuhren und bei gleicher Art der Abkühlung noch Zwischengefüge aufwiesen *(Bilder 17 und 18)*. Der zur Wasserstoffanreicherung in Wasserstoff geglühte Stahl hatte allerdings ein etwas gröberes Korn, das aber allein die starken Unterschiede im Zerfallsbestreben des Austenits nicht erklären kann.

Man kann also annehmen, daß es bei der Bildung anormalen oder normalen Gefüges nach Zementation in Holzkohle-Bariumkarbonat gegenüber Leuchtgas nicht notwendig ist, das anormale Gefüge auf Sauerstoff zurückzuführen. Vielmehr kann die Bildung des normalen Gefüges tatsächlich durch die Wirkung des Wasserstoffes bei Leuchtgas-Zementation in ähnlichem Sinne verursacht sein, wie dies bei anderen, die Härtbarkeit steigernden Elementen, beispielsweise Mangan oder Silizium, der Fall ist.

Um dieser Frage weiter nachzugehen, wurde an Proben von zwei verschiedenen weichen Stahlsorten der Einfluß von Wasserstoff auf das Gefüge bei der Zementation geprüft. Die weichen Stahlsorten waren so ausgesucht, daß sie beim Zementieren in Leuchtgas bei 920° anormales Gefüge ergaben. Der Karbonylstahl *(Bild 19; Tafel 22)* war hierbei stärker anormal als der Weichstahl *(Bild 22)*. Dieser zeigte nur an einzelnen Stellen Anzeichen von Anormalität. Von beiden Weichstahlsorten wurden Proben 10 h bei 1100° in Wasserstoff oder in Stickstoff geglüht. Im Anschluß an die Glühung wurden die Proben sofort in ein hochgeheiztes Gefäß für eine Leuchtgaszementation übergeführt. Der Karbonylstahl hatte nach der Wasserstoffbehandlung *(Bild 20)* etwas mehr Perlitbildung als nach entsprechender Glühung in Stickstoff *(Bild 21)*. Der in geringerem Maße zur Anormalität neigende Weichstahl ist hingegen durch die Wasserstoffglühung vollständig normal geworden *(Bild 23)*, während die in Stickstoff geglühten Proben ein ausgeprägtes anormales Gefüge behielten *(Bild 24)*. Die MacQuaid-Ehn-Korngröße war bei den vor der Zementation in Wasserstoff oder Stickstoff geglühten Proben gleich. Bei dem wasserstoffgeglühten Stahl trat eine etwas stärkere stengelige Kristallisation in der Einsatzschicht in Erscheinung, wie sie häufig bei Diffusions-

vorgängen von Wasserstoff in Stahl, beispielsweise bei Entkohlung, beobachtet werden kann.

Die aus dem Verhalten des eutektoidischen Werkzeugstahles beim Härten gezogenen Folgerungen über den Einfluß des Wasserstoffes auf die Gefügeausbildung beim Zementieren konnten also tatsächlich mit dem Ergebnis entsprechend geführter Zementationsversuche in Uebereinstimmung gebracht werden. Die Verstärkung der Härtbarkeit am Werkzeugstahl entspricht, ebenso wie die Bildung normalen Gefüges an zu Anormalität neigenden Einsatzstählen, einer Verzögerung des Umwandlungsvorganges durch Wasserstoffaufnahme.

Untersuchungen über eine Beeinflussung der Anlaßbeständigkeit durch Wasserstoff fielen erwartungsgemäß negativ aus, da ja die Wasserstoffabgabe nach allem bisher Bekannten bereits bis zu Temperaturen von 200° erfolgt. Auf eine Nebenerscheinung beim Härten eutektoidischen Werkzeugstahles, der mit Wasserstoff beladen wurde, sei hier in Zusammenhang mit den Untersuchungen über Flockenbildung[6]) hingewiesen. Es zeigte sich, daß gehärtete mit Wasserstoff beladene Proben Risse aufwiesen, und zwar waren sowohl größere flockenartige Risse *(Bild 25)* vorhanden als auch Mikrorisse, wie sie *Bild 26* wiedergibt. In einer früheren Arbeit hatte E. C. Bain[7]) auf derartige feine Risse, die beim Härten von Stählen im Martensit beobachtet werden können, aufmerksam gemacht mit dem Hinweis, daß bei späterem Ausglühen derartige Risse wieder verschwinden. Im Gegensatz hierzu gelang es nicht, durch Glühen diese Mikrorisse wieder zum Verschwinden zu bringen *(Bild 27)*. Es handelt sich daher um echte Werkstoffzerstörungen.

Versuche an Gußeisen.

Die Wirkung von Wasserstoff als Legierungselement im Stahl erhält eine Stütze durch die Wirkung von Wasserstoff in Gußeisen. Der erste Hinweis auf den Einfluß von Wasserstoff im Sinne eines Legierungselementes im Gußeisen findet sich in einer Arbeit von A. Boyles[8]). Bei Untersuchung der Frage, warum laboratoriumsmäßig erschmolzenes Gußeisen nicht ohne weiteres das Gefüge technischen Gußeisens annimmt, stellt Boyles einen Zusammenhang zwischen Gefüge und Beimengungen des Gußeisens, besonders bestimmten Zusätzen an Mangan und Schwefel, darüber hinaus aber auch einen wesentlichen Einfluß von Wasserstoff fest. Nach seinen Feststellungen begünstigt Wasserstoff sowohl die Bildung von Primärkarbid als auch von eutektischem Karbid bei der Erstarrung von Gußeisen. Ueber die Wirkung von Wasserstoff auf den sekundären Zementitzerfall sagt Boyles nichts aus. Diese Frage ist im folgenden näher geprüft, da sie ja für die Wirkung von Wasserstoff als Legierungselement besonders kennzeichnend ist.

Die Untersuchungen wurden durchgeführt an bearbeiteten Proben aus Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21 % Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S. Das Gußeisen wies im Ausgangszustand rein perlitisches Gefüge *(Bild 28)* auf. Proben von 15 mm Dmr. und 100 mm Länge wurden 2, 4, 6 und 8 h in vorgetrocknetem (0,20 g H_2O/m^3) und in feuchtem (0,77 g H_2O/m^3) Wasserstoff bei 1000° geglüht und im Wasserstoffstrom im Ofen auf Raumtemperatur abgekühlt. Eine Vergleichsprobe wurde 6 h bei 1000° in gewöhnlicher Ofenatmosphäre mit anschließender gleicher Abkühlung geglüht. Sie ergab das in *Bild 29* gekennzeichnete Gefüge. Erwartungsgemäß hat die langsame Abkühlung durch A_1 zur praktisch völligen Ferritisierung der Grundmasse geführt, der Gehalt an gebundenem Kohlenstoff beträgt nur noch 0,15 %. Die *Bilder 30 bis 33 (Tafel 23)* zeigen das Gefüge nach zwei- und achtstündiger Glühung in vorgetrocknetem und feuchtem Wasserstoff. Der Unterschied gegenüber der 6 h in üblicher Ofenatmosphäre geglühten Probe ist eindeutig. In dem vorgetrockneten Wasserstoff war die Glühung und langsame Abkühlung durch A_1 ohne Wirkung. Das perlitische Gefüge blieb erhalten. Mit zunehmender Glühdauer scheint der Anteil an Ferrit sogar geringer zu werden. Bei der Glühung im feuchten Wasserstoff *(Bilder 32 und 33)* nimmt der Anteil des zu Ferrit und Graphit zerfallenen Perlits mit zunehmender Glühdauer stetig zu, ohne daß indessen die Wirkung der einfachen Ofenglühung erreicht wird.

Aus dieser Versuchsreihe ist also deutlich die Wirkung einer Wasserstoffglühung zu erkennen. Doch kann aus diesen Ergebnissen noch nicht der eindeutige Schluß gezogen werden, ob die Gefügebeeinflussung durch Einwirkung von Sauerstoff oder von Wasserstoff erfolgte. Die Tatsache, daß der gar nicht vorgetrocknete Wasserstoff in seiner Wirkung der Glühung in Ofenatmosphäre nahekam, könnte die Vermutung nahelegen, daß eindringender Sauerstoff die Zerlegung förderte. Ebenso konnte man auch annehmen, daß die Wasserstoffbehandlung durch Beseitigung von Sauerstoff im Gußeisen gewirkt hätte, mit anderen Worten, daß die Beseitigung von Oxyden und nicht die Beladung mit Wasserstoff die Ursache für das Verhalten der Proben sei. Wenn dies zwar auch etwas unwahrscheinlich erschien, da nach Untersuchungen von H. Jungbluth und H. Brügger[9]) Sauerstoff bei Temperguß eher die umgekehrte Wirkung hat, nämlich die Stabilität des Karbides etwas zu erhöhen, so wurden doch, um völlige Klarheit zu schaffen, noch weitere Versuchsreihen durchgeführt.

Hierbei wurden gleich große Proben des Versuchsgußeisens (Anlieferungszustand) bei 1000° mit anschließender Ofenabkühlung (etwa 4°/min) wie folgt geglüht:

1. 3 h in sauerstofffreiem Argon (Feuchtigkeitsgehalt 0,0554 g/m³).
2. 6 h in sauerstofffreiem Stickstoff (Feuchtigkeitsgehalt 0,0987 g/m³).
3. 6 h in sauerstofffreiem Wasserstoff (Feuchtigkeitsgehalt 0,114 g/m³).

Die Glühung in Argon wurde etwas gekürzt, weil der verfügbare Gasvorrat nicht für eine sechsstündige Behandlung ausreichte. Das Ergebnis zeigen die *Bilder 34 und 35 (Tafel 23)*. Die in Argon geglühte Probe *(Bild 34)* ist zwar nicht vollständig (Einfluß der kürzeren Glühzeit), aber weitestgehend, die in Stickstoff geglühte *(Bild 35)* hingegen vollständig zu Ferrit und Graphit zerfallen. Die in Wasserstoff geglühte Probe zeigte entsprechend den ersten Versuchsergebnissen keine nennenswerten Veränderungen des ursprünglichen Gefüges. Hierdurch war zum mindesten die Frage geklärt, daß der Graphitzerfall nicht durch von außen eindringenden Sauerstoff bei der Ofenglühung eingeleitet sein konnte.

Um aufzuklären, ob der im Gußeisen vorhandene Sauerstoff oder die Wirkung von Wasserstoff auf

[6]) Bennek, H., und G. Klotzbach: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 597/606 u. 624/30 (Werkstoffaussch. 542). Houdremont, E., und H. Schrader: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 649/53 (Werkstoffaussch. 546), 671/80 (Werkstoffaussch. 547); Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) H. 2 (Werkstoffaussch. 550).

[7]) J. Iron Steel Inst. 138 (1938) S. 33/56; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 491/93.

[8]) Boyles, A.: Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 809, 60 S., Metals Techn. 4 (1937) Nr. 3. Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Iron Steel Div., 125 (1937) S. 141/99. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 1046, 20 S., Metals Techn. 6 (1939) Nr. 3. — Ueber den Einfluß von Wasserstoff in Temperguß siehe Schwartz, H. A., G. M. Guiler und M. K. Barnett: Trans. Amer. Soc. Met. 28 (1940) S. 811/31.

[9]) Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 1 (1938) S. 121/38; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1115/16.

Sauerstoffverbindungen von entscheidendem Einfluß ist, wurden weitere Versuche mit folgender Ueberlegung ausgeführt. Wenn eine spezifische Wirkung des Wasserstoffes vorlag, mußte eine Umkehrung der bisherigen Versuche möglich sein, d. h., eine ferritisch geglühte Probe mußte durch nachfolgende Wasserstoffglühung oberhalb A_1 wieder perlitisch zu machen sein. Das setzt voraus, daß während der Glühung eine zur Austenitbildung hinreichende Lösung von Kohlenstoff eintrat. Ergaben die Untersuchungen der ursprünglich vollständig ferritischen Probe nach der Wasserstoffglühung ein ganz oder teilweise perlitisches Grundgefüge, so sollte eine anschließende Vakuumglühung Aufschluß über die Art der beobachteten Wirkung ergeben. Blieb das perlitische Gefüge der Wasserstoffglühung nach der Vakuumbehandlung unverändert, so konnte ein Einfluß des Wasserstoffes auf den im Glühgut gebundenen und gelösten Sauerstoff vorgelegen haben. Ergab sich hingegen nach der Vakuumglühung abermals ein Zerfall des Grundgefüges, so durfte ein unmittelbarer Einfluß des Wasserstoffes als wahrscheinlich gelten.

Die entsprechenden Versuchsergebnisse zeigen die *Bilder 36 bis 40*. Probe 1 *(Bild 36)* stellt das Gefüge der nach sechsstündiger Glühung bei 1000° in üblicher Atmosphäre vollkommen zu Ferrit und Graphit zerfallenen Probe dar. *Bild 37* zeigt eine zweite Probe gleicher Behandlung. Ihr Gefüge entspricht der Probe 1. *Bild 38* gibt das Gefüge der Probe 1 nach abermaliger sechsstündiger Glühung bei 1000° in üblicher Atmosphäre nach Wasserabschreckung wieder. Das Bild liefert den Beweis, daß bei der Behandlung genügend Kohlenstoff in Lösung gegangen ist, um Martensitbildung hervorzurufen. Daraufhin wurde die Probe 2 6 h in Wasserstoff bei 1000° geglüht und langsam abgekühlt. Wie *Bild 39* zeigt, ist das ferritische Grundgefüge *(Bild 37)* in perlitisches Grundgefüge zurückverwandelt. Schließlich zeigt *Bild 40* das Gefüge derselben Probe jetzt nochmals nach 6 h Glühung bei 1000° in Vakuum (von 0,2 mm QS) geglüht und langsam abgekühlt. Das Gefüge ist nach Entfernung des Wasserstoffs in der Vakuumglühung wiederum zu Ferrit und Graphit zerfallen.

Da die Vakuumglühung nicht unmittelbar im Anschluß an die vorhergehende Behandlung, sondern erst nach drei Tagen erfolgte, wurde, um irgendwelche Zufälligkeiten auszuschalten und den Versuch ein weiteres Mal zu belegen, noch eine Versuchsreihe gemacht, in der auch Wasserstoffbestimmungen durchgeführt wurden. Bei dieser ergaben Proben des zur Untersuchung stehenden perlitischen Gußeisens, bei 900° entgast, durchschnittlich Wasserstoffmengen von 0,58 cm³/100 g *(Zahlentafel 1*, Probe 1 bis 4). Die weiteren Proben 5 und 6 hatten zwar etwas höhere Gehalte, jedoch blieb die Größenordnung die gleiche. Insgesamt ergaben die Entgasungsversuche unter Hinzuziehung der Werte aus den Proben 5 und 6 einen Mittelwert von 0,71 cm³/100 g.

Die Entgasung mit nachträglicher Ofenabkühlung hatte zur Folge, daß das perlitische Gefüge *(Bild 41*; *Tafel 24)* vollkommen zu Ferrit und Graphit abgebaut wurde *(Bild 42)*. Wurde eine entgaste, d. h. ferritisierte Probe (5) erneut mit Wasserstoff beladen, und zwar so, daß die Beladung unmittelbar, also ohne Zwischenabkühlung, an die Entgasung anschloß, so trat als Folge der Beladung eine Rückwandlung des ferritischen Gefüges zu überwiegend perlitischer Struktur ein *(vgl. Bild 43 mit Bild 42 und 41)*. Bei starker Vergrößerung zeigte sich, daß das Gefüge neben Ferritresten nur klargestreiften Perlit und Graphit aufweist. Bei einem weiteren Versuch (Probe 6) wurde eine Probe zunächst entgast, dann sofort mit Wasserstoff beladen und im Ofen abgekühlt, um dann unmittelbar wieder entgast zu werden, ohne aus dem Ofen herausgenommen zu werden. Der Endgefügezustand ist wieder reiner Ferrit *(Bild 44)*. In diesem letzten Versuch wurde bei der letzten Entgasung wiederum ein Wasserstoffgehalt von 0,78 cm³/100 g festgestellt. Nach den Vorversuchen muß durch die Wasserstoffbeladung der Wasserstoffgehalt also wieder etwa auf die gleiche Höhe gebracht worden sein, wie er durchschnittlich in den Ausgangsproben festgestellt wurde.

Um auch Anhaltspunkte über die bei der Beladungstemperatur bei 900° von den Proben aufgenommene Wasserstoffmenge zu bekommen, wurde ein Versuch gemacht, bei dem eine bei 900° beladene Probe in

Zahlentafel 1. Ergebnis von Gasbestimmungen an Gußeisen mit 2,86 % C, 2,21% Si, 0,73 % Mn, 0,37 % P und 0,07 % S bei verschiedener Behandlung.

Probe Nr.	Behandlung	Vakuum mm QS	Wasserstoffgehalt in cm³/100g	Kohlenoxydgehalt in cm³/100g	Gefüge
0	Unbehandelt	—	—	—	Perlit
1	3 h bei 900° entgast	0,0050	0,50	0,72	Ferrit
2		0,0040	0,60	0,39	—
3		0,0025	0,56	0,32	—
4		0,0020	0,66	0,40	—
5	3 h bei 900° entgast, dann 15 h bei 900° mit H_2 beladen, ofenabgekühlt	0,0050	0,87	0,32	—
		760	—	—	Perlit
6	3 h bei 900° entgast, dann 15 h bei 900° mit H_2 beladen, ofenabgekühlt, dann 3 h bei 900° entgast	0,0001	1,10	n. b.	
		760			
		0,0001	0,78	n. b.	Ferrit
7	17 h bei 900° mit H_2 beladen, wasserabgeschreckt, dann 7 h bei 900° entgast	760			
		0,0010	3,45	n. b.	Ferrit

Wasser abgeschreckt und dann so schnell wie möglich entgast wurde. Sie ergab einen Wasserstoffgehalt von 3,45 cm³/100 g *(Zahlentafel 1)*. Er ist aber sicherlich zu niedrig, da die im Augenblick der Abschreckung und Ueberführung in die Versuchseinrichtung abgegebenen Gasmengen nicht erfaßt werden konnten. Auch in diesem Fall war die Probe nach Entgasung bei 900° wiederum vollkommen in Ferrit und Graphit zerfallen.

Zusammenfassung.

Es konnte nachgewiesen werden, daß Wasserstoff im Gußeisen als Legierungselement im Sinne der Karbidstabilisierung wirkt. Die hierzu erforderlichen Wasserstoffgehalte liegen in der Größenordnung von 0,5 bis 0,7 cm³/100 g. Ueber die Art, wie die Wirkung des Wasserstoffes zustande kommt, können keine Aussagen gemacht werden. Die mit Wasserstoff beladenen Proben zeigen ein gut ausgebildetes lamellares perlitisches Gefüge neben Graphit. Wasserstoff wirkt also in gewissem Sinne dahin, daß die Gefügeausbildung in Richtung des metastabilen Eisen-Zementit-Systems eintritt. Diese Wirkung liegt in derselben Richtung wie der Einfluß des Wasserstoffes auf Stahl. Hier erhöht Wasserstoff die Härtefähigkeit oder Durchhärtung. Ferner kann eine Wasserstoffbeladung bei Stählen, die zu anormaler Gefügeausbildung, also zu starker Zementitzusammenballung neigen, eine normale Zementit- und Perlitausbildung herbeiführen. Die beim Gußeisen und Stahl gemachten Beobachtungen decken sich damit weitest gehend. Wasserstoff wirkt also als Legierungselement im gleichen Sinne wie beispielsweise Mangan oder Chrom, wenn man von der weiteren besonderen Wirkungsweise dieser Elemente beim Gußeisen absieht.

An den Bericht schloß sich folgende Erörterung an.

K. Kreitz, Düsseldorf: Die härtende Wirkung des Wasserstoffs müßte man vielleicht auch bei dilatometrischen Untersuchungen gut nachweisen können. Ein Stahl, dessen Rückumwandlung bei gegebener Abkühlungsgeschwindigkeit gerade noch im Perlitbereich liegt, könnte durch Beladung mit Wasserstoff zu einer Teilung der Umwandlung veranlaßt werden.

H. Schmitz, Düsseldorf: Von technischer Bedeutung wäre die Frage, ob die Wasserdampfmenge, die man üblicherweise in Temperofengasen haben wird, dazu ausreicht, die Graphitisierung des Tempergusses zu verzögern.

E. Houdremont, Essen: Selbstverständlich wird die Wirkung von Wasserstoff auch mit anderen Hilfsmitteln zu ermitteln sein, solange nicht durch die Größe der Probe und entsprechend langsamere Abkühlungsgeschwindigkeit die Möglichkeit des Entweichens von Wasserstoff während der Abkühlung gegeben ist. Die Frage der Wasserdampfmenge beim Tempern ist, soweit erinnerlich, auch schon des öfteren Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Man wird hierbei allerdings zu unterscheiden haben zwischen der Wasserstoff abgebenden Seite und der oxydierenden Möglichkeit des Wasserdampfeinflusses beim Tempern. Wie an Hand der Arbeit über technische Gase und Flocken[10]) gezeigt werden konnte, verhalten sich die meisten Gase, die Wasserstoff enthalten, ähnlich wie Wasserstoff selbst. Es wird daher bei allen technischen Prozessen diesem Umstand Rechnung zu tragen sein.

[10]) Houdremont, E., und H. Schrader: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 671/80 (Werkstoffaussch. 547).

Umschau.

Der Einfluß des Farbsinnes auf Temperaturablesungen mit dem Farbpyrometer „Bioptix".

Auf Grund der guten Erfahrungen, die man in Deutschland mit dem Farbpyrometer „Bioptix" gemacht hat, beschloß der „Ausschuß für Temperaturmessungen in Stahlbädern" des Jernkontors, eine Untersuchung über die Anwendbarkeit dieses Pyrometers für Betriebsmessungen durchzuführen, über die Sven Fornander[1]) berichtet. Dem Ausschuß wurden im Herbst 1939 vier im Lande vorhandene Geräte für diesen Zweck zur Verfügung gestellt. Als die Farbpyrometer für die Betriebsmessungen geeicht werden sollten, ergab sich jedoch, daß verschiedene Beobachter bei den Messungen wesentlich voneinander abweichende Ergebnisse erhielten, wenn unter gleichen Bedingungen gegen eine als Eichgerät verwendete Wolframbandlampe eingestellt wurde. Die Vermutung lag nahe, daß diese Unterschiede auf Verschiedenheiten im Farberkennungsvermögen der Beobachter beruhen. Dieser Verdacht verstärkte sich auf Grund einer vor einigen Jahren bei der Technischen Hochschule Stockholm angefertigten Prüfungsarbeit. Dort ergab sich, daß ein Beobachter mit mehr oder weniger fehlendem Farbsinn kein optisches Pyrometer handhaben kann. Der Ausschuß beschloß deshalb, zunächst den Einfluß des Farbsinnes auf die Ablesungen zu untersuchen.

Zu diesem Zweck sollten sechs verschiedene Beobachter Ablesungen mit den vier Bioptixgeräten gegen eine Wolframbandlampe machen, deren Temperatur die ganze Zeit über gleichgehalten wurde. Zwischen Pyrometer und Bandlampe wurde eine bikonvexe Linse gestellt, um im Farbpyrometer zur besseren Einstellung ein vergrößertes Bild des Bandes zu bekommen. Die Messungen wurden in einer Dunkelkammer ausgeführt, damit keinerlei äußere Lichtwirkung störend einwirken konnte. Damit die Beobachter auch vor dem Licht der Wolframbandlampe geschützt waren, wurde auf das Pyrometer ein Schirm gesetzt, durch den das Objektiv hindurchführte. Der Strom für die Bandlampe wurde einer Sammlerbatterie mit 27 A Entladungsstrom und einer Spannung von 6 V entnommen. Mit der Bandlampe war ein Widerstand von 1,6 Ω in Reihe geschaltet, der stufenweise mit 0,1 Ω in jeder Stufe verstellbar war. Der aus Konstantandrähten bestehende Widerstand war so reichlich bemessen, daß die Temperatursteigerung unbeträchtlich war, selbst bei der größten Stromstärke. Parallel mit dem Hauptwiderstand waren zur Feinregelung noch zwei Schiebewiderstände zu 2,2 und 16,5 Ω hintereinandergeschaltet.

Die Bandtemperatur in der Wolframbandlampe wurde folgendermaßen bestimmt: Zuerst wurde der Zusammenhang zwischen Stromstärke und „schwarzer Temperatur in Rot" durch Vergleich mit einem Holborn-Kurlbaum-Pyrometer bestimmt, das von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Berlin, geeicht war. Dann wurde die wahre Temperatur des Bandes ermittelt mit Hilfe des mit großer Genauigkeit von F. Hoffmann und C. Tingwaldt[2]) bestimmten Wertes für das Strahlungsvermögen für Wolfram bei bestimmter Temperatur und Wellenlänge. Bei der Temperaturbestimmung wurde auch ein Hinweis gewonnen auf den von der zwischen Bandlampe und Gerät eingeschalteten Linse ausgeübten Einfluß; die Berichtigung hierfür wurde durch Versuche zu 11° bei 1600° ermittelt.

Sämtliche Beobachter wurden vorher auf ihr Farberkennungsvermögen untersucht, sowohl nach den Farbtafeln von S. Ishihara[3]) und C. G. Boström[4]) als auch mit dem Anomaloskop von W. A. Nagel[5]). Dieses Gerät gestattet eine quantitative Beurteilung des Rot-Grün-Sehens, seine Ergebnisse werden in Form eines Bruches, der Rayleighschen Farbsinngleichung[6]) erhalten. Für einen normal farbsichtigen Beobachter hat diese Gleichung Werte zwischen $\frac{55}{15,5}$ und $\frac{65}{13,5}$. Allgemein gilt, daß ein hoher Wert im Zähler Rotschwäche angibt und ein niedriger Wert Grünschwäche des Beobachters. Aus *Zahlentafel 1*, die das Ergebnis der Farbsinnuntersuchungen enthält, geht hervor, daß drei der Beobachter einen vollkommen normalen Farbsinn hatten, während die drei anderen verschiedenartig schwachen Grünsinn aufwiesen. Es glückte leider nicht, eine als Beobachter geeignete Person mit rotschwachem Farbsinn zu finden.

Zahlentafel 1. Ergebnis der Farbsinnuntersuchung an sechs Beobachtern.

Beobachter Nr.	Rayleighgleichung	Farbsinn
1	$\frac{59}{15}$	normal
2	$\frac{57,5}{15}$	normal
3	$\frac{57,5}{15}$	normal
4	$\frac{55}{15}$	normal (Grenzfall zur Grünschwäche, nicht nachweisbar mit den Ishihara- oder Boström-Tafeln)
5	$\frac{38}{15}; \frac{38}{20}; \frac{45}{20}$	grünschwach
6	$\frac{56}{15,5}; \frac{0}{38}; \frac{0}{40}$	äußerst grünschwach

Zahlentafel 2. Temperaturablesungen mit Bioptixgerät Nr. 173, ausgeführt von dem Beobachter mit äußerst grünschwachem Farbsinn.

Wolframbandlampe		Bioptixpyrometer Nr. 173		
Stromstärke A	Temperatur °C	Farbtemperatur °C	schwarze Temperatur °C	Einstellung
10,42	1218	1049	1149	zu tief
		1249	942	zu hoch
		1100	1093	zu tief
		1270	1014	zu hoch
13,33	1580	1680	1313	zu hoch
		1352	1438	zu tief
		1589	1342	richtig
		1634	1334	zu hoch

Die ersten Temperaturablesungen wurden von dem Beobachter 6, der einen außerordentlich grünschwachen Farbsinn hatte, mit dem Bioptix ausgeführt. *Zahlentafel 2* enthält zwei seiner Versuchsreihen. Der Unterschied zwischen den einzelnen Pyrometereinstellungen erreicht in einigen Fällen zwischen 200 und 300° bei gleicher Stromstärke in der Bandlampe. Die in der Zahlentafel wiedergegebenen Versuchsreihen zeigten (ebenso wie andere ähnliche) deutlich, daß der in Frage kommende Beobachter kein Farbpyrometer anwenden kann.

[1]) Jernkont. Ann. 125 (1941) S. 67/80.

[2]) Optische Pyrometrie. Braunschweig 1938 (= Sammlung Vieweg, H. 115).

[3]) Tests for Colour Blindness, 4th Ed. Tokyo 1924.

[4]) Tabulae Pseudo-Isochromaticae. Stockholm 1935.

[5]) Zwei Apparate für die augenärztliche Funktionsprüfung. Z. Augenheilkde. 17 (1907) S. 201/22.

[6]) Rayleigh: Nature 25 (1881/82) S. 64/66.

Die von den Beobachtern 1 bis 5 mit vier Bioptixgeräten ausgeführten Temperaturbestimmungen zeigen die *Zahlentafel 3* sowie die *Bilder 1 und 2*.

Bild 1 zeigt zuerst und besonders deutlich die mit dem Bioptix erreichbare Einstellungsgenauigkeit. Bei dem Beobachter 2, der bei der Durchführung der Versuche mehrere

Zahlentafel 3. Temperaturablesungen, ausgeführt von fünf Beobachtern mit vier Bioptixgeräten.

Beobachter	Bandlampe		Bioptix-pyrometer Nr. 172		Bioptix-pyrometer Nr. 173		Bioptix-pyrometer Nr. 185		Bioptix-pyrometer Nr. 403	
	Stromstärke	Temperatur	Farbtemperatur	schwarze Temperatur	Farbtemperatur	schwarze Temperatur	Farbtemperatur	schwarze Temperatur	Farbtemperatur	schwarze Temperatur
	A	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	13,78	1625	1589	1389	1670	1387	1636	1441	1627	1413
			1582	1378	1698	1379	1633	1419	1636	1418
			1589	1379	1696	1392	1622	1458	1615	1418
			1588	1381	1698	1402	1619	1433	1625	1420
									1633	1413
2	13,78	1625	1588	1370	1722	1378	1636	1414	1635	1411
			1587	1368	1722	1375	1635	1415	1642	1409
			1589	1369	1720	1370	1639	1424	1641	1408
			1581	1372	1718	1373	1630	1422	1650	1408
									1648	1406
3	13,78	1625	1572	1378	1682	1378	1618	1407	1602	1408
			1580	1369	1672	1378	1631	1407	1594	1420
			1583	1361	1659	1382	1613	1410	1602	1413
			1586	1369	1653	1382	1611	1407	1598	1421
									1609	1413
4	13,78	1625	1573	1372	1680	1372	1623	1432	1611	1421
			1561	1379	1704	1380	1616	1425	1623	1414
			1571	1377	1660	1382	1616	1419	1609	1421
			1568	1378	1660	1383	1605	1421	1618	1415
									1611	1421
5	13,78	1625	1567	1413	1568	1408	1545	1448	1562	1433
			1553	1418	1587	1404	1558	1460	1578	1432
			1568	1415	1593	1400	1587	1443	1563	1435
			1575	1405	1591	1398	1571	1447	1579	1429
									1563	1435

Monate Uebung mit derartigen Ablesungen hatte, ist die Einstellungsgenauigkeit verhältnismäßig groß, etwa $\pm 5^0$, also gleich groß, wie man sie im allgemeinen auch bei allen anderen

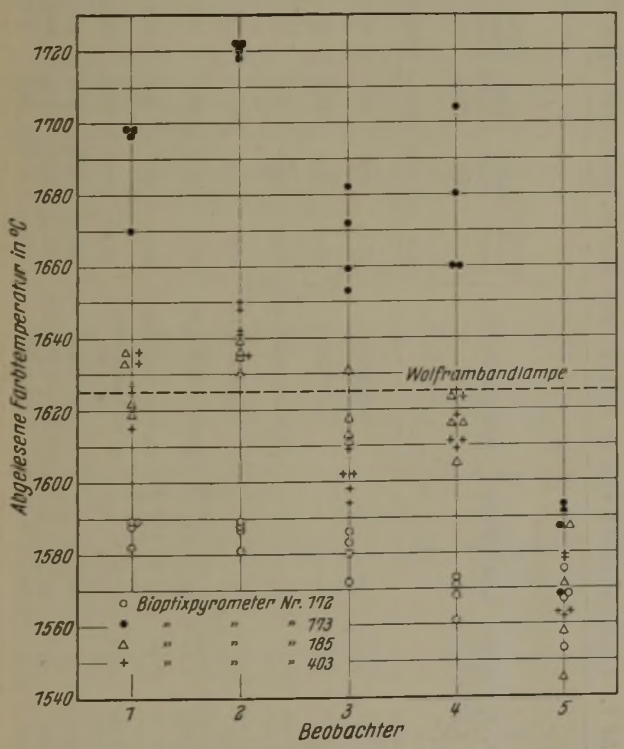


Bild 1. Temperaturablesungen mit 4 Bioptixgeräten gegen eine Wolframbandlampe mit konstanter Temperatur, ausgeführt von 5 Beobachtern. (Nach S. Fornander.)

optischen, z. B. Glühfadenpyrometern erreicht. Die übrigen Beobachter mit weit geringerer Uebung erreichten nicht den gleichen Genauigkeitsgrad bei der Einstellung.

Aus *Bild 1* geht weiter hervor, daß verschiedene Beobachter in der Regel nicht übereinstimmende Werte mit dem gleichen Gerät erhielten, dabei sind nur die von den Beobachtern 1 bis 3 gemachten Bestimmungen berücksichtigt, die alle vollkommen normalen Farbsinn hatten. Für die drei Pyrometer 173, 185 und 403 muß der Unterschied zwischen den höchsten und den niedrigsten von den drei Beobachtern festgestellten Werten als sehr hoch bezeichnet werden, weil er bis zu 69°, 28° und 56° beträgt. Störende äußere Einflüsse wurden, wie schon gesagt, soweit wie möglich ausgeschaltet; die Bedingungen, genaue Werte zu erhalten, dürfen als die bestmöglichen angesehen werden. Die Untersuchungen beweisen, daß geschulte Be-

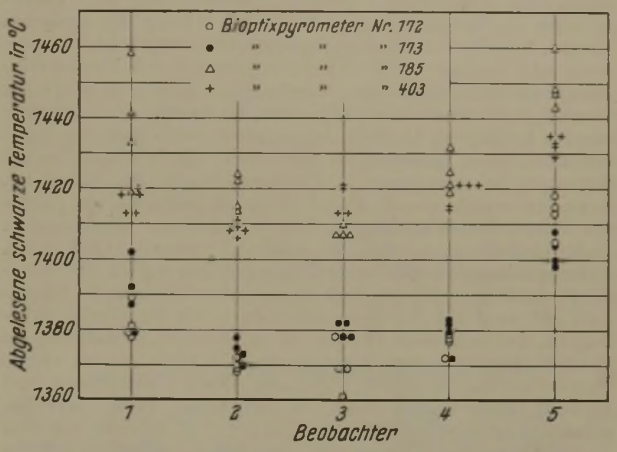


Bild 2. Temperaturablesungen mit 4 Bioptixgeräten gegen eine Wolframbandlampe mit konstanter Temperatur, ausgeführt von 5 Beobachtern. (Nach S. Fornander.)

obachter bei Betriebsmessungen mit diesem Gerät einen Fehler von höchstens 10° bei den einzelnen Ablesungen erreichen können. Dieser Fehler entspricht aber der bei optischen Geräten erreichbaren Genauigkeit. Bei dem Gerät 172 bleibt unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Beobachters 4, dessen Farbsinn ein Grenzfall zur Grünschwäche ist, der Unterschied allerdings noch 28°.

Wenn man die Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Pyrometern untersucht, immer nur unter Berücksichtigung der Ablesungen durch die normalfarbsichtigen Beobachter 1, 2 und 3, so findet man, daß die verschiedenen Pyrometer nicht immer übereinstimmende Werte ergeben. So haben die Beobachter 1 und 2 mit dem Gerät 173 eine mehr als 100° höhere Farbtemperatur abgelesen als mit dem Gerät 172. Beim Beobachter 3 beträgt dieser Unterschied etwa 90°. Die Geräte 185 und 403 weisen dagegen bei den Beobachtern 1 und 2 gute Uebereinstimmung auf, aber schlechtere beim Beobachter 3.

Zusammenfassend kann man über die Ablesungen, die von den normalfarbsichtigen Beobachtern 1, 2, 3 und 4 ausgeführt worden sind, sagen, daß sie im großen und ganzen in Gruppen gleicher Größenordnung liegen. Die Werte dagegen, die der Beobachter 5 erhielt, dessen Farbsinn grünschwach war, ergaben ein ganz anderes Bild. Dieser Beobachter erreichte mit den Geräten 173, 185 und 403 bedeutend niedrigere Werte als die anderen Beobachter, und weiter sind bei ihm die Unterschiede in den Ablesungen mit verschiedenen Geräten wesentlich kleiner als bei den anderen Beobachtern. Der Beobachter 5 hat also eine bessere Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Geräten erreicht, als es die anderen Beobachter erreicht haben; aber es ist schwer, sich gegen den Gedanken zu wehren, daß die ursprüngliche Eichung der Geräte von einer Person ausgeführt worden sein kann, die eine ähnliche Abweichung vom normalen Farbsinn hatte.

Die Versuchsergebnisse stimmen nicht immer mit denen von G. Naeser[7]) überein, wonach neun verschiedene Beobachter, von denen einer nach dem Befund der Untersuchung mit dem Anomaloskop rotschwach war, die gleichen Werte mit einem Bioptix-Pyrometer bei Messungen im Laboratorium gefunden haben. G. Naeser hatte außerdem gezeigt[8]), daß geringe Verschiedenheiten im Farbsinn keinen Einfluß auf die Ablesungen ausübten. Dies gilt indessen nur unter der Voraussetzung, daß die beiden Lichtsorten, die das Pyrometer durchläßt, von sehr kleinen Wellenlängenbereichen ausgehen. In Wirklichkeit sind die in Frage kommenden Wellenlängenbereiche, wie Naeser[7]) zeigt, ganz breit. Der Einfluß, den der Farbsinn auf die Ablesungen bei optischen Pyrometern, besonders aber beim Farb-

[7]) Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 18 (1936) S. 21/25. Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 483/85 (Wärmestelle 227).

[8]) Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 11 (1929) S. 373/85.

pyrometer ausübt, ist deshalb den großen Schwierigkeiten zuzuschreiben, die mit der Herstellung von Filtern mit passenden Eigenschaften verknüpft sind.

Der vorliegende schwedische Bericht bestätigt damit durch diese beachtenswerten Versuche, daß Beobachter mit geschwächtem oder fehlendem Farberkennungsvermögen nicht für die Temperaturmessung mit optischen Pyrometern geeignet sind. Weiter wurden die im Laufe der letzten fünf Jahre bei der Wärmestelle Düsseldorf seit Einführung des Bioptix gesammelten Erfahrungen bestätigt, wonach eine sehr sorgfältige Ueberwachung und Ueberprüfung der optischen Geräte, besonders des Farbpyrometers, erforderlich ist, da sonst mehr oder weniger starke Abweichungen bei den Temperaturablesungen eintreten können. Leider geht aus dem Bericht nicht hervor, ob die Geräte unmittelbar vor der Versuchsdurchführung von der Lieferfirma überholt und geeicht worden sind, was wahrscheinlich nicht geschehen ist, aber nach den vorliegenden Erfahrungen bei derartigen Vergleichsmessungen unerläßlich ist, zumal da es sich, wie die Fabriknummern beweisen, um Geräte aus verschiedenen Baujahren, also verschiedenem Alter handelt. Dafür spricht auch, daß die neueren Pyrometer mit hoher Fabriknummer besonders gute Uebereinstimmung mit der Bandlampe aufweisen. Vergleichsmessungen der Wärmestelle Düsseldorf mit wohl 100 Farbpyrometern im Laufe der letzten Jahre zeigten, daß zahlreiche Geräte, die größtenteils monatelang im Betrieb gewesen waren, Abweichungen in Höhe der im obigen Bericht genannten Werte aufwiesen. Nach Ueberholung und Eichung dieser Geräte durch die Lieferfirma wurde Uebereinstimmung bei sämtlichen Geräten bis auf $\pm$ 5° erreicht, während vorher Unterschiede bis zu 100° und höher festgestellt worden waren.

Die Ursache dieser Unterschiede ist vor allem in Verschmutzung der Linsen, Farb- und Graukeile im Inneren des Gerätes und oft auch auf eine durch Stoß oder Schlag eingetretene meist nur winzige Verschiebung der Filter und Keile zurückzuführen, die nur die Lieferfirma berichtigen kann.

Aus diesem Grunde sollten daher auch die in den Betrieben regelmäßig benutzten Farbpyrometer in bestimmten Zeitabständen, mindestens alle sechs Monate, zur Ueberprüfung an das Lieferwerk eingeschickt werden, selbst wenn man keine größeren Abweichungen bei den Temperaturablesungen gegenüber früheren Messungen bemerkt. Man hat dann unbedingt die Gewähr, daß die heute in zunehmendem Maße in zahlreichen Stahlwerksbetrieben als unentbehrlich bei der Ausschußverminderung und Güteüberwachung[9]) der Schmelze verwendeten Pyrometer stets die gleiche Anzeigegenauigkeit haben.

Hans Schmidt und *Kurt Guthmann.*

Beziehungen zwischen Spannung und Verformung beim Zugversuch.

Ausgehend von der Beobachtung, daß zahlreiche Baustähle in dem Bereich bis zu 140 kg/mm² Zugfestigkeit bei Wärmebehandlung auf gleiche Zugfestigkeit trotz verschiedener Zusammensetzung auch annähernd gleiche Werte für Streckgrenze, Bruchdehnung und Einschnürung ergeben, haben E. J. Janitzky und M. Baeyertz[1]) versucht, empirische Gleichungen für die Beziehungen der beim Zugversuch ermittelten Meßgrößen zueinander aufzustellen, die allgemein für Stähle verschiedenster Wärmebehandlung gelten sollen.

Es wurden 37 Proben aus unlegierten Stählen, legierten Baustählen (Mangan-, Nickel-, Chrom-Nickel-, Chrom-Molybdän-, Chrom-Nickel-Molybdän- und Chrom-Vanadin-Stählen) sowie aus nichtrostenden Stählen mit 12 % Cr oder 18 % Cr und 8 % Ni im geglühten, normalgeglühten und vergüteten oder abgeschreckten Zustand untersucht. *Zahlentafel 1* gibt einen Teil der Versuchswerte wieder unter besonderer Berücksichtigung der für deutsche Verhältnisse bemerkenswerten Stahlsorten. Die Proben sind bei Stangendurchmessern unter 44,5 mm aus dem Kern, darüber aus einer Mittelzone zwischen Rand und Kern entnommen. Die Proben hatten 50,8 mm Meßlänge bei 12,8 mm Dmr. (L = 3,96 d). Als Fließgrenze ist die untere Streckgrenze oder die 0,2-Grenze ermittelt worden. Die Versuchsgeschwindigkeit betrug 0,28 mm/min. Die punktweise Auftragung gleichzeitiger Messungen von Spannung und Dehnung ergibt die verschiedenen möglichen Ausbildungsformen von Spannungs-Dehnungs-Schaubildern. Aus dem Höchstlastpunkt der so erhaltenen Schaubilder wurde die Gleichmaßdehnung ermittelt.

Zahlentafel 1. Versuchswerte von E. J. Janitzky und M. Baeyertz über die Beziehungen zwischen Spannung und Verformung beim Zugversuch.

Stahl Nr.	Stahlart	% C	% Mn	% Cr	Sonstige	Wärmebehandlung	Stangendurchmesser	Versuchswerte: Streckgrenze σ_F	Zugfestigkeit σ_B	Bruchspannung σ_Z	Gleichmaßdehnung δ_g	Bruchdehnung $\delta_{3,96}$	Einschnürung ψ	Errechnete Werte: 1 Gleichung 2: Gleichmaßdehnung δ_g	Gleichung 2: Abweichung	2 Gleichung 1: Streckgrenze σ_F	Gleichung 1: Abweichung	3 Gleichung 2 u. 1: Streckgrenze σ_F	Gleichung 2 u. 1: Abweichung	4 Gleichung 3: Bruchspannung σ_Z	Gleichung 3: Abweichung	5 Gleichung 2 u. 3: Bruchspannung σ_Z	Gleichung 2 u. 3: Abweichung
							mm	kg/mm²	kg/mm²	kg/mm²	%	%	%	%	%	kg/mm²	kg/mm²	kg/mm²	kg/mm²	kg/mm²	kg/mm²	kg/mm²	kg/mm²
1	SAE 1010	0,09 bis 0,15	0,3 bis 0,6	—	—	899°/Ofen	25,4	18,6	36,1	23,9	23,0	40,4	70,4	21,8	— 1,2	19,9	+ 1,3	20,4	+ 1,8	25,9	+ 2,0	24,7	+ 0,8
3	SAE 1010	0,05 bis 0,15	0,3 bis 0,6	—	—	927°/Luft	25,4	21,3	38,2	26,7	21,5	37,5	72,5	18,7	— 2,8	21,5	+ 0,2	22,6	+ 1,3	28,8	+ 2,1	25,6	— 1,1
5	SAE 1045	0,40 bis 0,50	0,5 bis 0,8	—	—	827°/Wasser, 605°/Luft	44,4	49,0	75,0	44,3	10,0	27,0	66,5	10,9	+ 0,9	51,0	+ 2,0	49,2	+ 0,2	44,8	+ 0,5	46,7	+ 2,4
8	SAE 1330	0,25 bis 0,35	1,6 bis 1,9	—	—	844°/Wasser, 482°/Luft	31,8	93,9	105,0	78,0	6,0	16,5	56,8	4,9	— 1,1	86,0	— 7,9	94,4	+ 0,5	82,0	+ 4,0	76,2	— 1,8
16	SAE 4140	0,35 bis 0,45	0,5 bis 0,8	0,8 bis 1,1	0,15 bis 0,25 Mo	844°/Oel, 677°/Luft	25,4	61,4	80,0	49,9	8,0	24,5	66,8	9,0	+ 1,0	60,0	— 1,4	57,0	— 4,4	48,4	— 1,5	50,6	+ 0,7
17	SAE 4140	0,35 bis 0,45	0,5 bis 0,8	0,8 bis 1,1	0,15 bis 0,25 Mo	844°/Oel, 627°/Luft	60,3	57,7	73,4	40,4	9,2	28,0	66,9	11,7	+ 2,5	52,5	— 5,2	47,3	— 10,4	41,4	+ 1,0	45,9	+ 5,5
28	SAE 6145	0,40 bis 0,50	0,5 bis 0,8	0,8 bis 1,1	0,15 V	von 927° auf 816°/Oel, 538°/Luft	25,4	119,2	130,3	100,4	5,0	12,5	39,5	3,9	— 1,1	112,2	— 7,0	126,2	+ 7,0	123,0	+ 22,6	111,2	+ 10,8
30	nichtrostend	0,08	—	12	—	844°/Ofen	38,1	23,9	48,4	26,7	21,0	42,5	78,4	22,1	+ 1,1	26,4	+ 2,5	26,0	+ 2,1	27,6	+ 0,9	28,0	+ 1,3
32	nichtrostend	0,08	—	12	—	955°/Wasser, 427°/Luft	38,1	100,9	119,0	64,7	5,5	19,0	68,3	5,5	± 0,0	99,5	— 1,4	99,5	— 1,4	75,1	+ 10,4	75,1	+ 10,4
34	nichtrostend	0,06	—	18	8 Ni	1038°/Wasser,	25,4	25,6	63,7	36,2	50,0	69,0	78,0	50,5	+ 0,5	25,6	± 0,0	25,6	± 0,0	36,9	+ 0,7	37,6	+ 1,4

[9]) Naeser, G.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 592/98 (Wärmestelle 268).

[1]) Trans. Amer. Soc. Met. 28 (1940) S. 714/24.

Auf Grund der gewonnenen Unterlagen geben Janitzky und Baeyertz eine empirische Gleichung für die Abhängigkeit der Streckgrenze σ_P von der Zugfestigkeit σ_B und der Gleichmaßdehnung δ_g an, die nach Umrechnung auf das deutsche Maßsystem lautet:

$$\sigma_P = 4{,}09 \frac{[\sigma_B (1 + 0{,}01\,\delta_g)]^{0{,}84}}{\delta_g^{0{,}51}} \qquad (1)$$

Ein Vergleich der rechnerischen Werte für die Streckgrenze nach dieser Gleichung *(Zahlentafel 1,* Spalte 2, bei errechneten Werten) mit den durch Versuch ermittelten Zahlen für die Streckgrenze ergibt die größten Abweichungen von + 6,9 und — 8 kg/mm², während der mittlere Fehler bei 37 Versuchen ± 3,2 kg/mm² beträgt. In *Bild 1* sind die Abweichungen

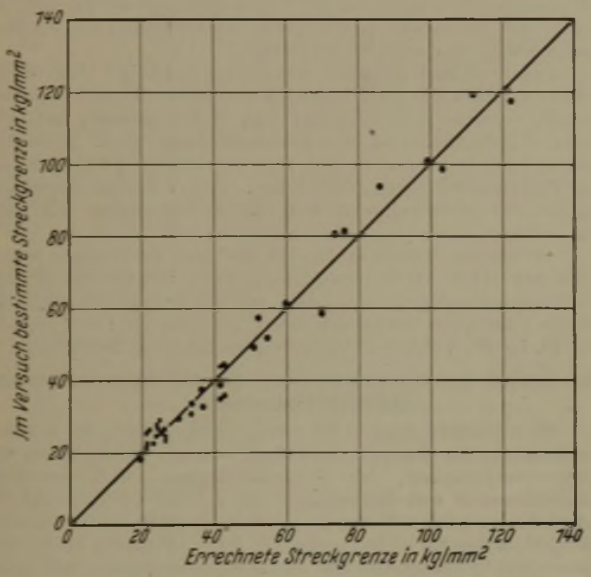


Bild 1. Abweichungen der rechnerisch gefundenen Streckgrenze von der durch Versuch ermittelten.

der errechneten von den Versuchswerten aufgetragen. Man sieht daraus, daß die Gleichung (1) im Rahmen der zu erwartenden Genauigkeit durchaus brauchbare Werte liefert und im Zusammenhang mit Reihenuntersuchungen ein wertvolles Hilfsmittel sein kann.

Für die Gleichmaßdehnung δ_g in Abhängigkeit von der Bruchdehnung $\delta_{3,96}$ und der Einschnürung ψ wird die Gleichung

$$\delta_g = \frac{\delta_{3,96}^2}{\sqrt{\delta_{3,96}^2 + \psi^2}} + 0{,}001\,\delta_{3,96}^2 \qquad (2)$$

errechnet, die im Vergleich zu den aus dem deutschen Schrifttum bekannten Formeln von M. Rudeloff[2]), St. Gállik[3]), A. Krisch und W. Kuntze[4]) durch ihren verhältnismäßig einfachen Aufbau auffällt. Die größten Abweichungen der rechnerischen Werte für die Gleichmaßdehnung *(Zahlentafel 1,* Spalte 1, bei errechneten Werten) von den aus dem Spannungs-Dehnungs-Schaubild entnommenen betragen hier + 3,4 und — 2,8 %, die Abweichungen im Mittel ± 1,2 %. Die Gleichung dürfte jedoch den Vorteil der Einfachheit einbüßen, wenn man versucht, statt der Bruchdehnung $\delta_{3,96}$ die in Deutschland gebräuchlichen Größen δ_5 oder δ_{10} einzuführen. Wenn die aus der Bruchdehnung $\delta_{3,96}$ und der Einschnürung ψ errechneten Werte für die Gleichmaßdehnung δ_g in Gleichung (1) eingesetzt werden, erhält man die in *Zahlentafel 1* (Spalte 3, bei errechneten Werten) angegebenen Streckgrenzenwerte mit den größten Abweichungen + 7,03 und — 10,4 kg/mm² und der mittleren Abweichung ± 2,8 kg/mm². Die Abweichung — 10,4 kg/mm² tritt bei Probe 17 auf, die einer Stange mit 60,3 mm Dmr. entnommen ist. Bei der Probe 16 desselben Stahles, die aus einer Stange mit 25,4 mm Dmr. stammt und eine ganz ähnliche Wärmebehandlung erfahren hat, tritt nur eine Abweichung von — 4,4 kg/mm² auf. Demnach könnte eine genügende Durchhärtung eine Vorbedingung für die Anwendbarkeit der Formeln sein.

Für die aus der Belastung beim Bruch und dem Ausgangsquerschnitt ermittelte Spannung σ_Z geben Janitzky und Baeyertz folgende Gleichung an:

$$\sigma_Z = 15{,}26 \left(\frac{\sigma_B}{\delta_{3,96} - \delta_g}\right)^{0{,}73} \qquad (3)$$

Bei dieser Gleichung, die kaum praktische Anwendung finden dürfte, ergeben sich die größten hier beobachteten Unterschiede zwischen rechnerischen *(Zahlentafel 1,* Spalte 4, bei den errechneten Werten) und Versuchswerten, nämlich + 22,6 und — 9,4 kg/mm² und im Mittel ± 3,8 kg/mm² Fehler. Dabei wurde die größte Abweichung von + 22,6 kg/mm² durch einen Vergleichsversuch auf + 10,8 kg/mm² gesenkt. Unter Benutzung der aus Gleichung (2) errechneten Gleichmaßdehnung erhält man für die Bruchspannung σ_Z die größten Abweichungen + 10,8 und — 6,1 kg/mm² und den mittleren Fehler ± 2,95 kg/mm². *Wilhelm Puzicha.*

[2]) Stahl u. Eisen 37 (1917) S. 324/30 u. 374/81. Siehe auch Gentner, F.: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 520/23 (Werkstoffaussch. 340).

[3]) Vergleichende Untersuchung der Dehnungen der Eisen- und Stahlmaterialien bei Zerreißversuchen mittels Probestäbe von verschiedenen Längen. Als Beitrag zu den internationalen IFeN Stahl und Eisen. Internationale Normen. Budapest 1930.

[4]) Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 305/09 (Werkstoffaussch. 238). Siehe auch Kuntze, W.: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 509/15 (Werkstoffaussch. 340); Krisch, A.: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 175/78 (Werkstoffaussch. 478).

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Die feuerungstechnische und metallurgische Bewertung von Brennstoffen als Grundlage für die wirtschaftliche Aufbereitung.

Bei der Bewertung von Kohle als Kesselbrennstoff ist zu berücksichtigen, daß sich mit steigendem Aschegehalt der Wert eines Brennstoffs dadurch vermindert, daß die Dampferzeugung je kg Brennstoff fällt und die stündliche Dampfleistung des Kessels sinkt.

Zur Wertermittlung wurde von Hugo Bansen und Ernst Krebs[1]) der zu bewertende Brennstoff in Beziehung gesetzt zu einem Vergleichsbrennstoff, dessen Preis bekannt war. Dabei zeigte sich, daß oberhalb eines bestimmten Aschegehaltes die Verfeuerung selbst eines Abfallbrennstoffs unwirtschaftlich ist. Die Grenze wirtschaftlicher Verwendung eines Brennstoffs für die Kesselfeuerung wird bei um so höheren Aschegehalten erreicht, je höher der Preis des Vergleichsbrennstoffs liegt und je niedriger die je t Brennstoff aufzuwendenden Beförderungskosten sind.

Bei der Bewertung von Kohle für andere Verwendungszwecke, z. B. in Schachtöfen, metallurgischen Feuerungen, ist ebenfalls über den rein thermischen Vergleich hinaus der Einfluß auf die Betriebs- und Stoffkosten in Betracht zu ziehen; gegebenenfalls sind zwischengeschaltete Umwandlungsstufen zu berücksichtigen, z. B. die Verkokung der Kokskohle zur Erzeugung von Hochofenkoks. Mit steigendem Aschegehalt vermindert sich der Wert eines Hochofenkokses, da die nutzbare Wärmemenge je kg Koks fällt und die Betriebskosten, bezogen auf die nutzbare metallurgische Wärme, steigen.

Die Bewertung erfolgte unter Berücksichtigung dieser Einflüsse wieder mit Hilfe eines bekannten Vergleichskokses. Der gefundene anlegbare Kokspreis wurde unter Berücksichtigung des Koksausbringens bei der Verkokung und der aufzuwendenden Verkokungskosten auf den anlegbaren Kohlenpreis umgerechnet.

Zur Feststellung der wirtschaftlichsten Einstellung der Kohlenaufbereitung müssen die anlegbaren Preise jeder einzelnen Schicht der Waschkurve für die verschiedenen Verwendungszwecke, z. B. als Kesselkohle, als Kokskohle usw., einander gegenübergestellt werden. Das wertmäßig höchste Gesamtausbringen wird dann erreicht, wenn jede einzelne Schicht dort verwendet wird, wo sie ihren höchsten Wert hat.

Die Bestimmung des Siliziums, besonders in Stahl und Eisen.

Gelatine, Leim oder Hausenblase sind nach Konrad Ludwig Weiß[2]) bei der Analyse von Wolfram-, Zirkon-, Titan-Niob-Tantal-Erzen mit Vorteil zu verwenden; auch die Filtrationsgeschwindigkeit mancher anderer Stoffe (z. B. Arsensulfid, Molybdänsulfid, Zinksulfid) wird durch Gelatine befördert; es handelt sich dabei stets um Niederschläge in schwach bis stark sauren Flüssigkeiten. Bei präparativen Arbeiten und im technischen Betrieb ist deshalb Leim häufig ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Klärung und Filtrierung von langsam filtrierenden Flüssigkeiten.

[1]) Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 1/10.

[2]) Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 13/18 (Chem.-Aussch. 147).

Die Temperaturabhängigkeit der Dauerstandfestigkeit.

In Fortsetzung früherer Untersuchungen führten Hans Esser und Hans Schmitz[1]) Dauerstandfestigkeitsuntersuchungen bei verschiedenen Temperaturen an unlegierten und Chrom-Molybdän-Stählen durch. Die bei niedrigen Temperaturen gefundene geradlinige Abhängigkeit zwischen Dehnung und Zeit bei doppeltlogarithmischer Auswertung ist bei höheren Temperaturen teilweise nur in den ersten Versuchsabschnitten festzustellen. Die Anwendung des 10-h-Versuchs oder 10-h-Stufenversuchs zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit nach DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 117/118 durch Extrapolation ist daher bei üblichen Prüftemperaturen ohne große Fehler möglich. Auch der 1-h-Stufenversuch ergibt bereits einwandfreie Anhaltspunkte für die Dauerstandfestigkeit. Werden die Dehngeschwindigkeiten und Dehnungen der 45-h-Versuche nach dem Knickpunktverfahren ausgewertet, so ergibt sich im Gegensatz zu der Auswertung nach DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 117/118 gute Uebereinstimmung ohne Festlegung einer Richtgröße. Durch die Ermittlung der Werkstoffdehngrenze — doppeltlogarithmische Auswertung der Schaulinien aus Belastung und Gesamtdehnung nach einer festgesetzten Versuchszeit — wird eine wesentliche Vereinfachung in der Festlegung der Dauerstandfestigkeit erzielt. Die Werkstoffdehngrenze kann bei allen Temperaturen einwandfrei bestimmt werden.

Versprödung und Schädigung warmfester Stähle bei Dauerstandbeanspruchung.

Für glatte und gekerbte Proben aus warmfesten Stählen bei ruhender Zugbelastung und höheren Temperaturen, vorwiegend bei 500°, wurden von August Thum und Kurt Richard[2]) Standfestigkeits-Bruchzeit-Schaubilder nach Art der Wöhlerkurven für Wechselbeanspruchung ermittelt. Bei 500° wurde innerhalb Versuchszeiten bis etwa 16 000 h das Vorhandensein einer „Grenzlastzeit", oberhalb der ein weiteres Abfallen der Standfestigkeits-Bruchzeit-Kurven unterbleibt, nicht festgestellt. Diese Beobachtungen beziehen sich vorwiegend auf niedriglegierte Stähle. Sie zeigen, daß eine wirkliche Dauerstandfestigkeit nicht erreicht wurde. Ungeklärt bleibt, ob die Stähle mit nur geringen Gehalten an Legierungselementen eine solche bei 500° überhaupt noch haben. Bei den Versuchen ergab sich, daß die Zeitstandfestigkeit versprödender Stähle, besonders solcher auf Chrom-Nickel-Molybdän-Grundlage, durch Kerbwirkung erheblich herabgesetzt wird, wobei die Ursache der Kerbempfindlichkeit in der Versprödung begründet ist. Ferner konnte festgestellt werden, daß auch die Standfestigkeit dieser Stähle im ungekerbten Zustand bei 500° mit zunehmender Versuchszeit auf wesentlich niedrigere Beträge sinkt, als nach den Ergebnissen des Kurzzeitprüfverfahrens nach DIN-Vornorm DVM-A 117/118 zu erwarten war. Stähle mit geringerer Versprödungsneigung zeigen auch eine geringere Kerbempfindlichkeit. Bei versprödungsfreien Stählen kann infolge Kerbwirkung sogar eine bleibende Erhöhung der Zeitstandfestigkeit stattfinden. Die Gesamtverformungen beim Erreichen des Bruches haben mit zunehmender Versuchsdauer je nach Versprödungsneigung und Empfindlichkeit gegen äußere Einflüsse einen ansteigenden oder abfallenden Verlauf.

Für das Entstehen der Warmversprödung genügt bei manchen Stählen bereits anhaltende Erwärmung auf etwa 500°. Zusätzliche Belastung beschleunigt bei vorhandener Versprödungsneigung den Kerbschlagzähigkeitsabfall. Im Grenzfall wird dieser nur bei gleichzeitiger Belastung eintreten. Die Stähle verspröden gesetzmäßig mit der Belastungszeit. Die Ergebnisse weisen auf weitgehende Aehnlichkeit zwischen der bei den verformungslosen Brüchen mitwirkenden Warmversprödung und der Anlaßsprödigkeit hin.

Bei versprödungsfreien Stählen wird ebenfalls ein Sinken der Kerbschlagzähigkeit beobachtet, das aber erst nach Einlaufen in den Schädigungsbereich beginnt. Das Gebiet der Schädigung (oberhalb der wahren Dauerstandfestigkeit) ist bei ruhender Beanspruchung (im Kriechbereich der Werkstoffe) ähnlich wie bei Wechselbeanspruchung ausgebildet. Vor Erreichen der Schadenslinie ist ein Wiederanheben abgesunkener Kerbschlagzähigkeit durch Vergüten möglich, später dagegen nur noch in unbedeutendem Maße. Unter Dauerstandbeanspruchung gebrochene Teile werden daher an den höchstbeanspruchten Stellen auch bei Nachvergütung ihre geringe Kerbschlagzähigkeit beibehalten. Eine rechtzeitig vorgenommene Zwischenvergütungsbehandlung beseitigt dagegen wieder die Versprödung, sie kann auch wieder Brüche mit Verformung herbeiführen und die Haltbarkeitsdauer verlängern.

Ein Versprödungsnachweis durch Glühen ohne Last gestattet nicht immer eine eindeutige Beurteilung des Werkstoffes. Zweckmäßiger erscheint ein Glühen bei gleichzeitiger Lasteinwirkung, wobei zu beachten ist, daß zu hohe oder zu lange anhaltende Belastung zu einer Ueberschreitung der Schadenslinie führen kann.

Mit steigender Last wird bei versprödenden Stählen der Kerbschlagzähigkeitsabfall beschleunigt, gleichzeitig rückt das Gebiet beginnender Schädigung (auch bei nicht versprödenden Stählen) nach geringeren Standzeiten hin. Bei einem niedriglegierten Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl erstreckt sich der Temperaturbereich der verformungslosen Brüche etwa von 360 bis 650°. Stähle mit größerem Anteil an Legierungselementen können bei 500° noch gefügebeständig sein, oft macht sich jedoch ein nach höheren Temperaturen hin verschobenes Versprödungsgebiet bemerkbar.

Untersuchungen mit verschiedenartig legierten Stählen lassen erkennen, daß auch nickelfreie Chrom-Molybdän-Stähle, teilweise mit Vanadin- und Wolframzusatz, bei 500° unter Umständen sehr versprödungsanfällig sind. Eine Erhöhung des Kohlenstoff- und Siliziumgehaltes wirkt sich auf die Zeitstandfestigkeit günstig aus. Die Versuche bestätigen erneut die Notwendigkeit von Langzeitversuchen bis zum Probenbruch.

Bei einigen Stählen traten bei 500° und Belastungen unterhalb der DVM-Dauerstandfestigkeit Brüche mit großen Verformungsbeträgen auf. Die im DVM-Prüfverfahren für Stähle einheitlich festgelegte Zeitdehngrenze ($10 \cdot 10^{-4}$ %/h in der 25. bis 35. Versuchsstunde) verliert daher an Bedeutung.

Der Einfluß der Zusammensetzung auf die Eigenschaften von Aufschweißlegierungen.

Nach Untersuchungen der Gefügebeständigkeit, der Wärmeausdehnung, der Temperaturabhängigkeit der Schlaghärte, der Zunderbeständigkeit, des Schweißverhaltens und der Rißempfindlichkeit von Legierungen mit 1,1 bis 4,2 % C, 0,4 bis 3,0 % Si, 0,2 bis 6,8 % Mn, 23 bis 29 % Cr, 0 bis 65 % Co, 0 bis 16 % W, 0 bis 4,6 % Mo und 0 bis 3,1 % V macht Heinrich Cornelius[1]) Vorschläge für die Zusammensetzung von sparstoffarmen Aufschweißlegierungen. Zum Aufschweißen auf austenitische Ventilkegelsitzflächen und Ventilsitzringe für Flugmotoren werden kobaltarme, eisenreiche Legierungen mit 1,45 bis 1,70 % C, 1,5 bis 2,5 % Si, etwa 0,5 % Mn, 25 bis 28 % Cr, 34 bis 36 % Co und 3,5 bis 4,0 % W vorgeschlagen. Ein noch kobaltärmerer, aber molybdänlegierter Werkstoff mit 1,6 % C, 2,3 % Si, 0,6 % Mn, 27 % Cr, 19 % Co, 4 % W und 4,5 % Mo erscheint ebenfalls aussichtsreich, hat aber den Nachteil eines hohen Molybdängehaltes. Zum Aufschweißen auf Ventilkegelschaft-Enden sind ebenfalls kobaltarme, eisenreiche Legierungen an Stelle von Kobalt-Chrom-Wolfram-Legierungen geeignet, und zwar mit 2,5 bis 2,7 % C, 1,5 bis 2,0 % Si, etwa 0,4 % Mn, 26 bis 28 % Cr, 30 bis 35 % Co und 14 bis 15 % W.

Die Verwendung der vorgeschlagenen Legierungen würde eine erhebliche Kobalteinsparung ergeben. Da Kobalt wesentlich teurer als Eisen ist, und da außerdem bei der Herstellung eisenreicher Hartlegierungen statt der bei praktisch eisenfreien Legierungen erforderlichen Metalle Chrom und Wolfram die entsprechenden Ferrolegierungen verwendet werden können, kann der Ersatz eines Teiles von Kobalt durch Eisen auch mit einer Verbilligung der Legierungen verknüpft sein.

Die Umpolung im Element Eisen-Zink durch Schutzschichtenbildung in wäßrigen Lösungen.

Im Element Zink-Eisen aus einer Stahlprobe und einer feuerverzinkten Stahlprobe sowie aus Proben aus Reinzink und Zink-Eisen-Legierungen wurde nach Ermittlungen von Hans Roters und Franz Eisenstecken[2]) das Zink im Laufe der Zeit in 1prozentiger Kochsalzlösung und in destilliertem Wasser positiver Pol, also Kathode. Das absolute Zinkpotential wurde weniger negativ als das Eisenpotential, dasselbst auf rd. —440 mV stehenblieb. Die nach der Umpolung gemessenen Stromstärken waren sehr klein. Die durch den Strom des Elements in Lösung gehenden Mengen Eisen waren unbedeutend gegenüber dem Gewichtsverlust von nicht mit Zink gekoppelten Stahlproben, die unter sonst gleichen Bedingungen rosteten. Die nach einer gewissen Zeit mögliche Umpolung im Element Zink-Eisen ist elektrochemisch beachtlich, beeinträchtigt aber keineswegs die jahrzehntealte gute Erfahrung, die allenthalben mit Zink als Rostschutz in Kaltwasserleitungen gemacht wurde.

[1]) Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 19/31 (Werkstoffaussch. 543).

[2]) Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 33/45 (Werkstoffaussch. 544).

[1]) Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 47/58 (Werkstoffaussch. 545).

[2]) Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 59/62.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen[1]).

(Patentblatt Nr. 31 vom 31. Juli 1941.)

Kl. 7 a, Gr. 5/01, M 142 868. Kontinuierliches Mehrkaliberwalzwerk mit abwechselnd waagerecht und senkrecht angeordneten Duogerüsten. Maschinenfabrik Sack, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 26/03, Sch 117 756. Abtragevorrichtung zum Ueberheben der Walzstäbe von einem Rollenkühlbett auf den Ablaufrollgang bei Kühlbettanlagen von Walzwerken. Erf.: Josef Klütsch, Düsseldorf-Gerresheim. Anm.: Schloemann A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 c, Gr. 1, M 144 809. Blechrichtmaschine. Erf.: Hermann zur Nieden, Rheydt. Anm.: Maschinenfabrik Froriep, G. m. b. H., Rheydt (Rhld.).

Kl. 18 c, Gr. 8/40, K 149 302. Verfahren zur Erzielung einer hohen Elastizitätsgrenze bei Chrom-Kupfer-Mangan-Stählen. Erf.: Dr.-Ing. Wilhelm Bischof, Dortmund, Otto Mellinghaus, Dortmund-Hörde, Dr.-Ing. Ernst Hermann Schulz und Dr.-Ing. Wilhelm Püngel, Dortmund. Anm.: Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 18 c, Gr. 8/90, L 97 390. Drehherdofen mit Schutzgasumwälzung. Erf.: Gerhard Schumann, Berlin-Frohnau. Anm.: Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin.

Kl. 18 d, Gr. 2/70, K 153 651. Verwendung von Eisen- und Stahllegierungen für Gegenstände, deren Oberfläche durch Diffusion bei höheren Temperaturen chromiert werden soll. Erf.: Dr. phil. Gottfried Becker, Büderich b. Neuß, Dr.-Ing. Karl Daeves, Düsseldorf, und Dr. phil. Fritz Steinberg, Düsseldorf-Eller. Anm.: Kohle- u. Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 31 c, Gr. 12/02, J 67 972. Gießvorrichtung zum Gießen von Metallen unter regelbarem atmosphärischem Druck, insbesondere Vakuum. Erf.: Erich Bauer und Dipl.-Ing. Franz Domalsky, Völklingen (Saar). Anm.: Firma Otto Junker, Lammersdorf über Aachen.

Kl. 42 k, Gr. 20/03, D 75 058. Magnetisches Wechselstrom-Prüfgerät zur Untersuchung von ring- oder scheibenförmigen Eisen- oder Metallkörpern auf Risse. Erf.: Dipl.-Ing. Ernst Hemmerling, Lesum-St. Magnus (Bez. Bremen). Anm.: Deutsche Schiff- und Maschinenbau-A.-G., Bremen.

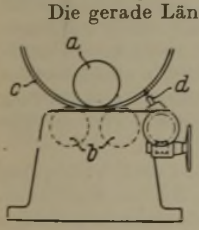
Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 c, Gr. 8_{10}, Nr. 703 054, vom 12. Oktober 1935; ausgegeben am 27. Februar 1941. Neunkircher Eisenwerk, A.-G., vormals Gebrüder Stumm, in Neunkirchen, Saar. (Erfinder: Heinz Puppe in Neunkirchen, Saar.) *Verfahren zur Herstellung von langgestrecktem Walzgut, wie Stäben.*

Das Walzgut wird zum Ausgleichen von Temperaturunterschieden zwischen Anfang und Ende der Walzgutteile vor dem Fertigwalzen an dem zuletzt in die Walzen gelangenden Ende gegenüber seinen anderen Teilen um so viel stärker erwärmt, daß es im Fertigstich über seine ganze Länge im wesentlichen die gleiche Temperatur hat. Diese Erwärmung kann z. B. in gasbeheizten oder mit flüssigen oder festen Brennstoffen beheizten Wärmöfen geschehen, in denen in der Längsrichtung der in den Ofen einzubringenden Walzprofile eine Reihe von regelbaren Brennern angeordnet ist.

Kl. 7 b, Gr. 7_{01}, Nr. 703 220, vom 4. Juni 1937; ausgegeben am 4. März 1941. Schiess A.-G. in Düsseldorf. (Erfinder: Hans Schwamborn in Berlin-Charlottenburg.) *Blechbiegemaschine zum Runden von Blechen mittels Walzen zu Rohren, Kesselschüssen od. dgl.*

Die gerade Längsnaht des zwischen den Biegewalzen a und Stützwalzen b fertiggerundeten Werkstükkes c wird mit einem längs der Stoßkanten auf einem Schlitten beweglichen Schweißwerkzeug bearbeitet, dessen Schweißbrenner d etwa in der Höhe der Biegewalzen und auf dem Schlitten schwenkbar angeordnet ist. Der Schweißbrenner mit seinem Schlitten ist an dem Walzenständer der Biegemaschine abgestützt.



Kl. 48 a, Gr. 14, Nr. 703 274, vom 28. Oktober 1937; ausgegeben am 5. März 1941. Robert Bosch, G. m. b. H., in Stuttgart. (Erfinder: Hermann Hefele in Stuttgart.) *Verfahren zur Herstellung von hochglänzenden und korrosionsfesten galvanischen Chromüberzügen.*

Auf die Metallunterlage, z. B. Eisen, wird ein polierbarer Chromüberzug aufgebracht, der auf Hochglanz poliert wird; auf diesen wird dann ein zweiter hochglänzender, auf dem ersten Chromüberzug festhaftender galvanischer Chromüberzug bei erhöhter Temperatur aufgebracht, wobei ein auf 54 bis 56° erwärmtes Chromsalzbad verwendet wird.

Kl. 40 b, Gr. 6, Nr. 703 304, vom 22. Februar 1938; ausgegeben am 6. März 1941. Pose & Marré, Ingenieurbüro, in Erkrath, Bez. Düsseldorf. (Erfinder: Reinhold Pose in Erkrath, Bez. Düsseldorf, und Arthur Marré in Düsseldorf-Gerresheim.) *Verwendung von Kupferlegierungen für Gegenstände, die Schmelzbädern ausgesetzt sind.*

Die Legierung für Gegenstände, die z. B. Salzhärtebädern, Zyanid- und anderen Zementationsbädern, Bleibädern u. dgl. bis zu 1000° ausgesetzt werden, besteht aus 79 bis 93 % Cu, 5 bis 15 % Al, 2 bis 6 % Fe. Das Eisen kann teilweise oder ganz durch Nickel ersetzt werden, auch kann die Legierung noch einen Manganzusatz bis 10 % erhalten, wobei gleichzeitig der Eisengehalt ganz oder teilweise vermindert werden kann.

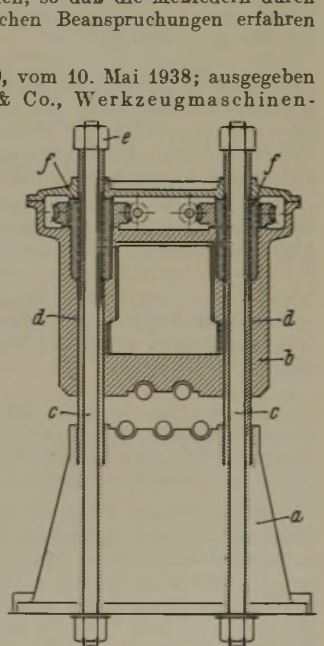
Kl. 49 h, Gr. 35_{02}, Nr. 703 315, vom 30. Dezember 1938; ausgegeben am 6. März 1941. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Wilhelm Püngel in Dortmund.) *Verfahren zur Herstellung von widerstandsgeschweißten Bauteilen aus Stahl.*

Bei diesen Bauteilen, z. B. Baustahlgeweben aus Draht oder Stangen, werden die zu vereinigenden Einzelteile aus einem Stahl mit einer Zugfestigkeit von 60 kg/mm² vor dem Verschweißen mit einer dünnen, kohlenstoffarmen Oberflächenschicht versehen, die mindestens 0,1 mm tief ist, einen Kohlenstoffgehalt unter 0,16 % hat und durch entkohlendes Glühen der Stahlteile hergestellt wird.

Kl. 42 k, Gr. 21_{03}, Nr. 703 391, vom 15. März 1935; ausgegeben am 7. März 1941. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Hans Scholz in Dortmund.) *Vorrichtung zur Feinmessung von Längenänderungen an Prüfkörpern.*

Bei dieser Vorrichtung, besonders dem Martensschen Spiegelgerät für Kalt- und Warmzugversuch, werden die Klemmvorrichtungen an den Meßfedern so angebracht, daß ihre Angriffspunkte praktisch mit den Berührungspunkten zwischen Meßfederschneiden und Prüfstab oder zwischen Meßfedern und Spiegelschneiden zusammenfallen, so daß die Meßfedern durch das Anklemmen keine elastischen Beanspruchungen erfahren und spannungsfrei bleiben.

Kl. 7 c, Gr. 1, Nr. 703 399, vom 10. Mai 1938; ausgegeben am 7. März 1941. Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., in Dortmund. (Erfinder: Ernst Herfel in Dortmund.) *Maschine zum Richten, Biegen, Walzen od. dgl.*



Das feste Untergestell a ist mit dem verschiebbaren Obergestell b durch Säulen c miteinander verbunden, die durch je ein sie umhüllendes, einerseits gegen das obere Säulenende und anderseits auf dem Untergestell aufsitzendes Abstützrohr d mit Vorspannung eingespannt sind. Mit den auf den Rohren d aufliegenden Muttern e werden die Säulen c mit einer Kraft vorgespannt, die mindestens dem auf die betreffende Säule anteilig entfallenden Arbeitsdruck entspricht. Das Maschinenobergestell b ist mit Gewindemuttern f an den Abstützrohren d verstellbar aufgehängt.

Kl. 18 b, Gr. 2, Nr. 703 401, vom 30. Oktober 1937; ausgegeben am 7. März 1941. Heinrich Koppers, G. m. b. H., in Essen. (Erfinder: Dr.-Ing. E. h. Heinrich Koppers in Essen.) *Verfahren zur Entschwefelung von Roheisen.*

Das Roheisen wird durch Behandeln mit Natrium- und Kalziumoxyd entschwefelt, indem dem flüssigen Roheisen Natriumkalziumferrit in fester oder flüssiger Form zugesetzt wird.

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

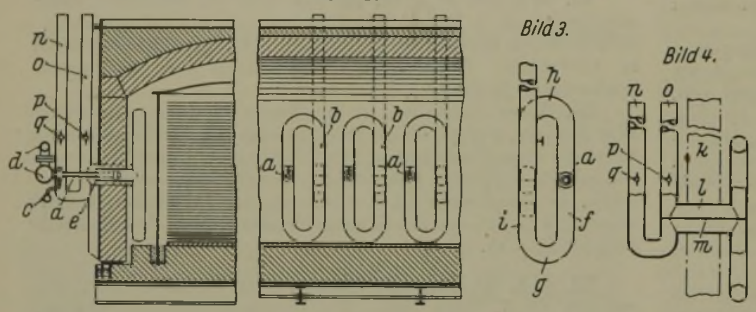
Kl. 18 b, Gr. 16_{01}, Nr. 703 402, vom 12. August 1938; ausgegeben am 7. März 1941. H. A. Brassert & Co. in Berlin-Charlottenburg. (Erfinder: Hermann Alexander Brassert in Chicago, Ill. (V. St. A.), und Dr.-Ing. Carl Schwarz in Berlin.) *Verfahren zur Herstellung von Thomasstahl aus mangan- und phosphorhaltigem Roheisen.*

Das Mangan wird in der ersten Blasestufe unter einer sauren Schlacke entfernt und das Metall nach Aufgabe einer basischen Schlacke fertiggeblasen, wobei die Manganschlacke der ersten Blasestufe nach dem Abkippen des vorgeblasenen Roheisens in der Birne verbleibt und erst dann vom Metallbade abgezogen wird, wenn mehrere Roheisensätze unter dieser Schlacke vorgeblasen wurden.

Kl. 18 c, Gr. 9_{01}, Nr. 703 403, vom 9. Juni 1936; ausgegeben am 7. März 1941. Lee Wilson in Cleveland, Ohio (V. St. A.). *Beheizungsvorrichtung mit Wärmeaustauschrohren.*

Den Brennern a der Rohre b wird der Brennstoff von dem Rohr c und Druckluft von dem Rohr d zugeführt *(Bild 1 und 2)*. Der Brenner a ragt in einen Nippel e hinein, der mit dem geraden Teil f des Rohres b in Verbindung steht *(Bild 3)*. Die Verbrennung findet in dem Nippel e und Rohr b statt. Die Verbrennungsgase fließen in entgegengesetzten Richtungen durch das gerade

Bild 1. Bild 2. Bild 3. Bild 4.



Stück f des Rohres b hindurch, dann um die Ellbogenstücke g und h herum und durch das gerade Stück i des Rohres b hindurch. Dieses Stück i hat ein durch die Wandung k nach außen ragendes Auslaßrohr l *(Bild 4)*, das in der Mitte durch eine Wand m geteilt wird, so daß die entgegengesetzten Enden des geraden Stückes i des Rohres b voneinander getrennt werden. An die durch Wand m gebildeten Leitungen sind Kamine n, o angeschlossen, die Klappen p, q haben, um eine anpassungsfähige Regelung der von der oberen und unteren Hälfte des Rohres b durch mehr oder weniger Schließen der Klappen p, q ausgestrahlten Wärme zu erhalten.

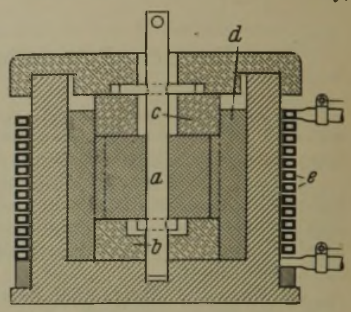
Kl. 40 a, Gr. 15_{01}, Nr. 703 425, vom 13. August 1938; ausgegeben am 8. März 1941. Harold Julius Ness in Belleville, New Jersey (V. St. A.). *Verfahren zur Verhinderung von Oxydation, Kohlung oder Entkohlung von Metallen während des Erhitzens und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.*

Die Metalle werden, gegebenenfalls unter gleichzeitiger Reduktion, in einer Atmosphäre erhitzt, die Lithium oder eine Lithiumverbindung oder auch außer einem dieser Mittel noch Kohlenoxyd enthält. Dabei wird der Ofen mit einer solchen feuerfesten, vorzugsweise hauptsächlich aus Magnesiumoxyd bestehenden Auskleidung versehen, die unter den üblichen Arbeitsbedingungen gegen die chemische Wirkung von Lithium widerstandsfähig ist.

Kl. 40 a, Gr. 46_{40}, Nr. 703 427, vom 22. September 1937; ausgegeben am 8. März 1941. Hoesch A.-G. in Dortmund. (Erfinder: Dipl.-Ing. Alfred Brüninghaus in Dortmund.) *Verfahren zur Vanadingewinnung.*

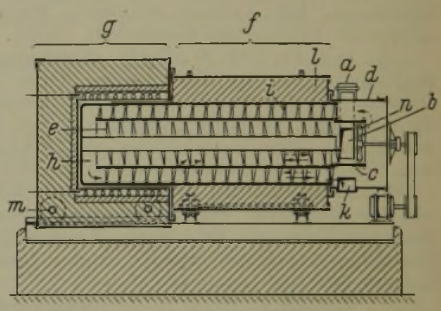
Aus den beim Verblasen von phosphorhaltigem Roheisen anfallenden Schlacken wird das Eisen, Mangan und Vanadin mit gasförmiger Salzsäure verflüchtigt und die entstandenen Chloride mit Wasserdampf bei entsprechender Temperatur zu Metalloxyden umgesetzt. Diese werden zum Trennen des Eisens und Mangans von dem Vanadin nach Stückigmachen so lange im Kreislauf an Stelle von Erz einem Konverter oder Siemens-Martin-Ofen zugeführt, bis die Anreicherung der verflüchtigten Stoffe an Vanadin so groß ist, daß eine brauchbare Vanadinlegierung daraus hergestellt werden kann.

Kl. 18 c, Gr. 1_{12}, Nr. 703 444, vom 18. September 1937; ausgegeben am 10. März 1941. Amerikanische Priorität vom 17. September 1936. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin. (Erfinder: Numan R. Stansel in Schenectady, Neuyork, V. St. A.) *Eisenloser Induktionsofen zum Oberflächenerhitzen, besonders beim Oberflächenhärten von Werkstücken.*



Die nicht zu erhitzenden Flächen des Werkstückes a, z. B. eines Zahnrades, werden durch hitzebeständige Schutzteile b, c bedeckt. Der Ringraum d wird mit einem flüssigen Metall von niedrigem Schmelzpunkt, z. B. Blei, gefüllt und dieses Metallbad so bemessen, daß die durch die Wicklung e induzierten Heizströme nur im Badmetall entstehen und es rasch erhitzen, so daß nur die von dem Badmetall berührte Werkstückoberfläche bis zur gewünschten Tiefe die erforderliche Temperatur erreicht.

Kl. 18 c, Gr. 9_{03}, Nr. 703 483, vom 25. August 1935, ausgegeben am 10. März 1941. Aktiengesellschaft Brown,



Boveri & Cie. in Baden, Schweiz. *Trommelofen zum Glühen von Kleinteilen.*

Das Glühgut gelangt durch die Beschickungsvorrichtung a und Oeffnung b in den Vorraum c der Vorkammer d und wird von da durch die innere rechtsgängige Förderschraube e der Vorwärm- und Kühlkammer f in die durch Heizelemente erwärmte Glühkammer g weiterbefördert, bis es durch den Umkehrraum h in das Gebiet der äußeren linksgängigen Förderschraube i gelangt. Diese befördert es bei gleicher Drehrichtung in entgegengesetzter Richtung zur Vorkammer d zurück, die es durch die Oeffnung k verläßt. Der dem Wärmeaustausch dienende Teil f der Fördertrommel ist in einem mit drehbaren wärmegeschützten Mantel l des Ofens gelagert, während das Ende der Fördertrommel e frei tragend in den während des Ofenbetriebes feststehenden, vom drehbaren Ofenkörper betriebsmäßig abziehbaren, z. B. auf Rollen m laufenden Kopfteil g des Ofens hineinragt, dessen Wärmeschutzmantel das Ende der Fördertrommel allseitig umgibt. Zum Umwälzen der Luft im Gegenstrom zum Förderweg des Glühgutes und zur besseren Wärmerückgewinnung dient die Flügelschraube n.

Kl. 18 a, Gr. 10, Nr. 703 607, vom 13. Mai 1937; ausgegeben am 12. März 1941. Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., in Völklingen, Saar. (Erfinder: Hans Hahl in Berlin.) *Verfahren zum Herstellen von Ferromangan aus armen phosphorhaltigen Manganerzen.*

Der erste Arbeitsvorgang der Verhüttung von armen eisen- und phosphorhaltigen Manganerzen wird in einem Hochofen mit so saurer Schlackenführung vorgenommen, daß das in den Erzen enthaltene Mangan fast vollständig in der Schlacke verbleibt. Diese Schlacke wird im Hoch- oder Elektroofen in einem zweiten Arbeitsgang unter Zusatz von Kalk oder Kalkstein und Führung einer hochbasischen Schlacke auf phosphorarmes Ferromangan verarbeitet.

Kl. 18 a, Gr. 3, Nr. 703 620, vom 4. Juni 1937; ausgegeben am 13. März 1941. Karl Bergfeld in Berlin-Halensee. *Verfahren zum Verhütten zinkhaltiger Erze, besonders zinkhaltiger Eisenerze, im Schachtofen.*

Der gesamte Möller wird mit nur so viel Kohle brikettiert, als zur Reduktion der Erze erforderlich ist. Der Schacht wird durch außerhalb des Schachtofens erzeugte sauerstofffreie Verbrennungsgase beheizt, wobei die zum Abdestillieren des Zinks im oberen Teil des Schachtes erforderliche Temperatur nur durch Regeln der Menge der in den Schacht eingeführten Heizgase erreicht wird.

Wirtschaftliche Rundschau.

Rheinisches Braunkohlen-Syndikat, G. m. b. H., Köln. — Die dem Syndikat angeschlossenen Werke haben in dem besonders angespannten Geschäftsjahr vom 1. April 1940 bis 31. März 1941 ein Höchstmaß an Leistungen vollbracht und die Geschäftsführung in die Lage versetzt, den Lieferungsanforderungen so zu genügen, daß Schwierigkeiten in der Versorgung nicht entstanden sind. Der Gesamtabsatz hat gegenüber dem Vorjahre eine Erhöhung um 6,64 % erfahren. Die Gewerkschaft Frielendorf stellte ungefähr die gleichen Mengen wie im Vorjahr zur Verfügung.

Elsaß, Lothringen, Luxemburg und die Kreise Eupen und Malmedy-St. Vith rechnen nunmehr zum Inlands-Liefergebiet des Syndikats. Für Belgien, Holland, Dänemark und die Schweiz sind, beginnend mit kleinen Mengen, allmählich steigende Lieferungen zugelassen worden, so daß hier am Ende des Geschäftsjahres ungefähr wieder die gleichen Mengen wie im Vorkriegsjahr geliefert worden sind.

Die politischen Veränderungen haben auch die Gestaltung der Eisenbahntarife beeinflußt. Bestehen geblieben sind nur noch die maßgebenden durchgehenden Tarife nach Luxemburg und den Niederlanden, während der durchgehende Tarif nach Belgien infolge der Grenzverschiebung mit Wirkung vom 16. Dezember 1940 als nicht mehr anwendbar erklärt wurde; mit seiner Neuausgabe ist indes zu rechnen. Auf den niederländischen Strecken trat am 10. Februar 1941 eine Erhöhung der Frachten für Wagenladungen um 18 % ein, die vom 1. April 1941 an auch auf die direkten Tarife übernommen worden ist. Auf den Kohlenversand nach dem Elsaß und nach Lothringen finden seit dem 1. März 1941 die durchgerechneten Frachtsätze des innerdeutschen Kohlenausnahmetarifs 6 B 1 Anwendung.

Um die Reichsbahn zu entlasten und die Schiffahrt in weitestgehendem Maße auszunutzen, wurde auf Betreiben des Reichskohlenkommissars ein Absatzgebiet in der Umgebung von Würzburg, das von Mitteldeutschland auf dem Bahnweg versorgt wurde, gegen ein solches im südlichen Bayern, das vom Syndikat Union-Briketts zur Strecke bezog, ausgetauscht und mit Wirkung vom 1. Juli 1940 mit Union-Briketts auf dem Wasserwege über den Hafen Würzburg beliefert.

Zu Beginn des Berichtsjahres hat das Syndikat in Süddeutschland eine von dem Reichskommissar für die Preisbildung genehmigte Vereinheitlichung der Preise für Hausbrandbriketts herbeigeführt. Am Ende des Berichtsjahres wurde diese Vereinheitlichung mit behördlicher Zustimmung für das gesamte Absatzgebiet eingerichtet. Seit diesem Zeitpunkt gibt es nur noch drei Preisgebiete gegenüber zwölf vor dem 1. April 1940. Die Preise für die Industrie sind, abgesehen von wenigen Ausnahmen, unverändert geblieben.

Das durch die Werke erzielte Höchstmaß der Erzeugung und der Brikett-Mengenversorgung verpflichtete das Syndikat auch, den Verbrauchern die für die Erzielung höchster wärmewirtschaftlicher Nutzleistung erforderliche Aufklärung zu geben und damit auf sparsamsten Brikettverbrauch hinzuwirken. Die feuerungstechnischen Grundlagen für den in dieser Richtung eingesetzten vielseitigen Kundendienst wurden durch zielbewußt ausgerichtete Entwicklungs- und Ueberprüfungsarbeiten der auf wissenschaftlicher Grundlage arbeitenden Versuchsstätten und Beratungsstellen des Syndikats und durch Zusammenarbeit dieser mit den Herstellungsstätten für häuslichen, gewerblichen und industriellen Ofenbau erweitert. Daneben wurden neue Einsatzmöglichkeiten des Briketts und daraus gewonnener Kohlenwertstoffe insbesondere als Austauschrohstoffe für besonders wichtige Verwendungsgebiete, sowohl für die Kriegs- als auch für die spätere Friedenswirtschaft, weiterhin bearbeitet. Auf diesen physikalisch-chemischen Kohlenveredlungs- und vergasungstechnischen Sondergebieten wurden bemerkenswerte Ergebnisse erzielt. Für eine spätere Kohlenförderung aus tiefer gelegenen Flözen des Reviers lieferten zahlreiche Untersuchungen von Rohkohlen aus Bohrungen wertvolle Aufschlüsse über Beschaffenheit, Verarbeitungs- und Verwertungsmöglichkeiten dieser Kohlen.

Vollbeschäftigung der Werke und vermehrte Leistungen infolge zusätzlicher Sonntagsarbeit stellten wiederum erweiterte Anforderungen an die Verkehrsmittel. Trotz außerordentlicher Inanspruchnahme der Reichsbahn konnte aber der Eisenbahnversand der Werke, abgesehen von kürzeren Störungszeiten, im allgemeinen befriedigend abgewickelt werden. Zu stärkeren Einlagerungen bei den Werken ist es während des ganzen Berichtsjahres nicht gekommen. Auf den erweiterten Landabsatz wurde wiederum, wenn auch in geringerem Maße als im Vorjahr, als Ersatz für ausfallende Verkehrsleistungen der Eisenbahn zurückgegriffen. Ferner wurden alle sonstigen Aushilfen, wie die stärkere Ausnutzung der Tragfähigkeit der Güterwagen, die Beschleunigung des Wagenumlaufs durch Uebernahme geschlossener Zugbildungen bei den Werken, die Verwendung von Wagen ausländischer Eisenbahnverwaltungen für den Versand ins Ausland u. a. m. zur Entlastung der Eisenbahn ausgenutzt. Insbesondere aber wurde die Schiffahrt bis zur vollen Leistungsfähigkeit der Umschlagsanlagen für die Versorgung Süddeutschlands in Anspruch genommen. Infolgedessen wurden Höchstleistungen im Umschlag erreicht, die noch über denen des Vorjahres lagen. Um den steigenden Umschlagsbedürfnissen voll gerecht zu werden, wurde seit Januar noch eine andere Rheinwerft aushilfsweise für den Brikettumschlag benutzt. Diese Aushilfe wird so lange in Anspruch genommen werden, bis durch den weiteren Ausbau der eigentlichen Umschlagsanlage die gewünschte Leistungssteigerung erreicht ist.

Die Verkehrslage war in der Rheinschiffahrt während des ganzen Berichtsjahres außerordentlich angespannt. Die sofort nach Beendigung der Feindseligkeiten im Westen erfolgte Wiederaufnahme der Schiffahrt bis Karlsruhe und wenig später bis Kehl/Straßburg führte zu einer erwünschten Entlastung der übermäßig stark beanspruchten Umschlagsplätze Mannheim und Ludwigshafen. Die Fahrt bis Basel konnte aus betrieblichen Gründen erst am 1. März 1941 wieder aufgenommen werden. Während die Schiffahrt im ersten Halbjahr den Anforderungen an Schiffsraum in vollem Umfang Genüge leisten konnte, wurden die Verladungen auf dem Wasserwege in den Herbst- und Wintermonaten wiederholt durch Mangel an Kahnraum und Schleppkraft beeinträchtigt. Längere Nebelstörungen und verschiedene Hochwasserwellen waren die hauptsächlichsten Ursachen. Im Januar 1941 ruhte die Schiffahrt wegen Vereisung fast während des ganzen Monats.

Von den zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Wasserweges nötigen betrieblichen und baulichen Ergänzungen wurden für die Werft der Köln-Bonner Eisenbahnen 56 neue 20 t fassende Kübelwagen und für Frankfurt a. M. die Erweiterungsbauten des Umschlagsplatzes und der Lagerhalle fertig.

Buchbesprechungen.

Schönheit der Arbeit im Bergbau. Hrsg. vom Amt „Schönheit der Arbeit", Berlin. Mit 108 Abb. u. 28 Plänen im Text. Berlin: Verlag der Deutschen Arbeitsfront 1941. (119 S.) 4°. Geb. 15 *RM.*

Die vorliegende reichbebilderte Schrift zeigt, daß sich auch in einem Bergwerksbetrieb die Gesetze von Schönheit der Arbeit verwirklichen lassen. Seit der Machtübernahme ist auf diesem Gebiet schon viel geschehen. Eine Fülle von Aufgaben ist noch zu lösen. Anlagen, wie sie nicht sein sollen, und mustergültige Einrichtungen werden einander gegenübergestellt, um darzutun, welche Verbesserungen noch getroffen werden können. Besonders aufschlußreich ist der Bericht über den Umbau der Kruppschen Zeche „Sälzer-Amalie". Die Geschichte der Umgestaltung dieser Zeche und die abgebildeten Vergleichsaufnahmen zeigen die großzügige Neugestaltung dieses Betriebes im Sinne von Schönheit der Arbeit. Dr. *Walter Reinecke.*

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Behrendt, Gerhard, Dr.-Ing., Hüttendirektor, Graf von Ballestrem'sche Güterdirektion, Gleiwitz; Wohnung: Augustastraße 6. *31* 004

Boecker, Hermann, Hüttendirektor a. D., Wiesbaden, Juliusstraße 3. *89* 001

Brinkmann, Theodor, Oberingenieur, Stahlwerkschef, Neunkircher Eisenwerk A.-G. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen (Saar); Wohnung: An den Sinnersbäumen 9. *12* 012

Danker, Willy, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Stahlwerkschef, Hüttenverwaltung Westmark G. m. b. H. der Reichswerke „Hermann Göring", Werk Hayingen, Hayingen (Westm.); Wohnung: Kneuttingen (Westm.), Hermann-Göring-Str. 73. *22* 027

Debuch, Karl, Dr.-Ing., wissenschaftl. Mitarbeiter, Forschungsinstitut der Mannesmannröhren-Werke, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Duisburg-Wedau, Tilsiter Ufer 6. *40* 329

Derenbach, Heinz, Oberingenieur, Maschinenfabrik Sack G. m. b. H., Düsseldorf-Rath; Wohnung: Wahlerstr. 2. *30* 022

Florack, Wilhelm, Dipl.-Ing., Vereinigte Stahlwerke A.-G., Dortmund; Wohnung: Dortmund-Hombruch, Friedlandstr. 1. *36* 107

Fux, Ferdinand, Dipl.-Ing., Assistent in der Stahlversuchsabt. der Reichswerke A.-G. Alpine Montanbetriebe „Hermann Göring", Hütte Donawitz, Leoben-Donawitz (Obersteiermark); Wohnung: Leoben (Steiermark), G. Fischerauerplatz 2. *40* 373

Goebel, Ernst, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, August-Thyssen-Hütte A.-G., Werk Hütte Ruhrort-Meiderich, Duisburg-Meiderich; Wohnung: Duisburg-Hamborn, Siemensstr. 3. *28* 054

Göbel, Hanns, Ingenieur, Hüttendirektor i. R., Timisoara II (Rumänien), Str. Dragasani 6. *14* 026

Gruber, Karl, Dr.-Ing., Fabrikdirektor i. R., Rheydt, Moltkestraße 36. *99* 011

Grünwald, Josef, Ingenieur, Chef der Konstruktionsabt. der Ersten Südslavischen Waggon-, Maschinen- u. Brückenbau A.-G., Brod (a. d. Save/Kroatien); Wohnung: Gunduliceva 29. *41* 052

Hansmann, Richard, Ingenieur, Hüttendirektor, Bismarckhütte, Bismarckhütte (Oberschles.); Wohnung: Lentzstr. 6. *02* 015

Hilgenstock, Paul, Direktor i. R., Bochum, Waldring 63. *11* 067

Holtmann, Werner, Dr.-Ing., Prokurist, Kohle- u. Eisenforschung G. m. b. H., Forschungsabt., Düsseldorf 1, Ludwig-Knickmann-Str. 29; Wohnung: Düsseldorf 10, Uerdinger Str. 85. *35* 229

Kisely, Alois, Dipl.-Ing., Wien 107, Hasnerstr. 61. *40* 208

Loitzenbauer, Raimund, Dipl.-Ing., Leoben (Steiermark), Mußbachergasse 14. *40* 182

Ochel, Willy, Dipl.-Ing., techn. Vorstandsmitglied der Maschinenbau u. Bahnbedarf A.-G., Berlin SW 61, Tempelhofer Ufer 23/24; Wohnung: Berlin W 50, Nürnberger Platz 4. *38* 314

Ott, Gerhard von, Dipl.-Ing., Pörtschach (Wörthersee), Villa Wahliss. *40* 375

Pelzer, Joseph, Oberingenieur, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Großenbaum, Duisburg-Großenbaum; Wohnung: Altenbrucher Damm 139. *39* 050

Portmann, Georg, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Buß, Buß (Saar); Wohnung: Adolf-Hitler-Str. 124. *27* 322

Reimann, August, Hüttendirektor i. R., Völklingen (Saar), Kühlweinstr. 91. *18* 088

Röller, Philipp, Dipl.-Ing., Leiter der Materialprüfung der Eisen- u. Stahlwerke Carlshütte, Diedenhofen; Wohnung: Diedenhofen-Terwen, Goethestr. 9. *28* 145

Schlacher, Kurt, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Reichswerke A.-G. Alpine Montanbetriebe „Hermann Göring", Leoben-Donawitz (Obersteiermark); Wohnung: Leoben (Steiermark), Dreierschützengasse 8. *41* 034

Schmidt, Max, Dr. mont., Ingenieur, Direktor, Gebr. Böhler & Co. A.-G., Edelstahlwerk Düsseldorf, Düsseldorf-Oberkassel; Wohnung: Meererbusch (Post Büderich b. Düsseldorf), Hindenburgstr. 26. *23* 153

Scholz, Werner, Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Duisburg-Hüttenheim, Ehinger Str. 621. *36* 393

Springer, Karl, Direktor, Didier-Werke A.-G., Breslau; Wohnung: Breslau 18, Sudetenlandstr. 4. *29* 190

Stolle, Rudolf, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Lindener Eisen- u. Stahlwerke G. m. b. H., Hannover-Linden; Wohnung: Hannover, Seelhorststr. 8. *40* 308

Stolzenberg, Fritz, Dipl.-Ing., Reichswerke A.-G. für Berg- u. Hüttenbetriebe „Hermann Göring", Hauptabt. Technik, Berlin-Halensee, Albrecht-Achilles-Str. 62/64. *35* 521

Striegan, Georg, Dipl.-Ing., Werksdirektor, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke A.-G., Abt. Julienhütte, Bobrek-Karf 1 über Beuthen (Oberschles.); Wohnung: Gleiwitz, Teuchertstr. 14. *25* 121

Gestorben:

Knupfer, Bernhard, Dipl.-Ing., Bochum. * 9. 2. 1885, † 17. 7. 1941. *23* 093

Lachmund, Erwin, Ingenieur, Zürich. * 11. 5. 1871, † 21. 12. 1940. *10* 073

Hermann von Avanzini †.

Am 3. April 1941 verstarb im Alter von 58 Jahren völlig unerwartet nach nur kurzer Krankheit unser langjähriges Mitglied Dipl.-Ing. Hermann von Avanzini, Direktor der Julienhütte der Vereinigten Oberschlesischen Hüttenwerke, A.-G., in Gleiwitz.

Am 31. März 1883 zu St. Pauls im Eppan (Bezirk Bozen) geboren, genügte er nach erlangtem Reifezeugnis zunächst seiner Dienstpflicht beim 8. k. u. k. Feldkanonierregiment in Graz-Görz und begann dann mit juristischen Studien auf der Universität Graz. Nach der ersten juristischen Staatsprüfung, die er mit Auszeichnung bestand, entschied er sich dafür, Hüttenmann zu werden. Er ging zur Montanistischen Hochschule Leoben und legte dort nach acht Semestern, ebenfalls „mit Auszeichnung", seine Diplomprüfung ab.

Seine praktische Tätigkeit begann von Avanzini im Jahre 1911 in dem Siemens-Martin-Stahlwerk der Berg- und Hüttenwerks-Gesellschaft in Trzynietz, siedelte aber bald zum Hoerder Verein nach Hörde über. In den Jahren 1914 und 1915 sehen wir ihn — mit Ausnahme von sieben Monaten Frontdienst — als Stahlwerksleiter bei der Eisenindustrie zu Menden und Schwerte. Von dort ging er als Betriebsleiter des Qualitätsstahlwerks zum Bochumer Verein für Bergbau und Gußstahlfabrikation in Bochum.

Nach dem Weltkriege wurde von Avanzini die technische Leitung der Gesellschaft für Stahlindustrie in Bochum übertragen. Als sich dann zu Anfang des Jahres 1927 die deutschen Edelstahlwerke zusammengeschlossen hatten und die Gesellschaft für Stahlindustrie in diesen Zusammenschluß einbezogen wurde, trat er als Vorstandsmitglied und Direktor in die Dienste der Deutschen Edelstahlwerke, A.-G., Bochum. Etwa drei Jahre später schied von Avanzini von diesem Posten und übernahm sodann nach vorübergehender Tätigkeit in der Maschinenindustrie sowie als Gutachter und beratender Ingenieur im Jahre 1934 die Leitung der Julienhütte in Bobrek (O.-S.). Hier hat von Avanzini in der Zeit seiner siebenjährigen Tätigkeit im Zuge der Neugestaltung eine Reihe von Neu- und Umbauten durchgeführt, die zu einer wesentlichen Erzeugungssteigerung des Werkes führten. Sein ausgezeichnetes Fachwissen und seine reichen Erfahrungen konnten sich bei diesen Arbeiten ersprießlich für das von ihm geleitete Werk auswirken. Seinen Gefolgschaftsmitgliedern war von Avanzini ein gerecht denkender und hilfsbereiter Führer. Er schuf wesentliche Verbesserungen der hygienischen und sozialen Einrichtungen des Werkes, er förderte die Betreuung der Gefolgschaftsfamilien und die Betätigung der Arbeiter und Angestellten in sportlicher und kameradschaftlicher Beziehung. Daneben widmete er seine Kräfte auch dem Gemeinwohl. An der Aufbauarbeit der Gemeinde Bobrek hat er als Gemeinderat regsten Anteil genommen.

Dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute, dem er sich 30 Jahre lang verbunden fühlte, war von Avanzini ein treues Mitglied; er nahm an dessen Arbeiten stets lebhaften Anteil. Mehrere Jahre gehörte er dem Walzwerksausschuß und später dem Stahlwerksausschuß an. Besondere Verdienste hat er sich um die Förderung der Arbeiten im Fachausschuß „Stahlwerk und Werkstoff" unserer Eisenhütte Oberschlesien erworben.

Avanzini stand als Fachmann wie als Kamerad bei seinen Fachgenossen in gleich hohem Ansehen; mit ihnen betrauert der Verein Deutscher Eisenhüttenleute seinen allzu frühen Heimgang. Ein ehrendes Andenken ist ihm gewiß.

M. Mazurek und W. Blüthgen.