

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 46

14. NOVEMBER 1940

60. JAHRGANG

Das physikalische Verhalten der Erze und Zuschläge im Hochofen.

Von Fritz Hartmann in Dortmund.

Mitteilung aus dem Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke, A.-G.

[Bericht Nr. 195 des Hochofenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].]

(Arten der physikalischen Veränderungen der Beschickung im Hochofen: Diffusion, Zerspaltung durch Kohlenstoffablagerung, Fritten, Schwinden und Wachsen, Verformung, Erweichung, Schmelzen, Verflüssigung, Verdampfung. Ergebnisse der Messung dieser Vorgänge bei verschiedenen Erzen, Schlacken, Kalk, Walzsinter und Schrott. Folgerungen für den Hochofengang, Hängen, Schnelligkeit des Durchsatzes. Einfluß der Reduktion und der gegenseitigen Reaktionen der Reste der Möllerbestandteile auf den Verlauf der physikalischen Vorgänge im unteren Teil des Hochofens.)

Neben den mehr chemischen oder chemisch-physikalischen Vorgängen oder auch mit ihnen verbunden laufen in der Beschickung des Hochofens auch rein physikalische, die übersichtlich betrachtet eine Zerkleinerung der Beschickung und ihren Wechsel von festem zum flüssigen oder gasförmigen Aggregatzustand darstellen. In den nachfolgenden Darlegungen wird versucht, diese Vorgänge in ihren Einzelheiten klarzustellen, d. h. es sollte untersucht werden, wie die in einer Beschickung vorhandenen Stoffe Erz, Walzsinter, Schrott, Kalk, Koks und Schlacke sich beim Niedergang im Ofen von der Gicht bis zum Abstich in physikalischer Beziehung verhalten. Man durfte erwarten, daß sich daraus Aufschlüsse über die Eigenart des Hochofenganges bei verschiedener Beschickung gewinnen ließen. Folgende physikalischen Veränderungen der einzelnen Stücke der Beschickung sind zunächst als möglich hinzustellen:

1. Im festen Zustand geht beim Erhitzen in Teilen der Beschickung, besonders in Erzstücken von ungleichmäßigem Aufbau, eine Veränderung vor, die Diffusion.

2. Bei 500 bis 700° erfolgt eine Sprengung von Erzstücken durch Kohlenstoffablagerung infolge der Umsetzung des Kohlenoxyds mit Eisenoxyd. Ein Teil der Erze zerfällt dabei bis zur Erbsengröße. Dieser Vorgang ist in der letzten Zeit besonders eingehend von W. Baukloh¹⁾ und Mitarbeitern untersucht worden. Er verläuft im Hochofen — an erster Stelle wohl aus Zeitmangel — unvollständig, und so sind im Möller noch 11 m unter der Beschickungsoberfläche zwar „verrußte“, aber gut erhaltene Erzstücke zu finden. Die Verzögerung des Zerfalls kann auch durch die Anwesenheit von Arsendampf in den Hochofengasen begünstigt werden, da Arsen die Reaktion zu hemmen vermag, wie durch frühere Untersuchungen des Forschungsinstituts²⁾ der Vereinigten Stahlwerke festgestellt wurde.

3. Beim Ueberschreiten gewisser Temperaturen beginnen die einzelnen Erzkörner sich — zunächst noch geringfügig — zu verformen: Die scharfen Kanten runden sich ab, und die Körner beginnen aneinandertzukleben, sie fritten zusammen und bilden so größere Kornagglomerate. Dabei bleibt aber der Kern der einzelnen Stücke noch unverändert fest.

4. Nach Abgabe der Kohlensäure und des gebundenen Wassers, oft aber auch im wesentlichen davon unabhängig, beginnen die einzelnen Erzstücke zu schwinden oder zu wachsen. Diese Art der Formänderung führt häufig auch zu einem Zerplatzen der größeren Stücke. Nach dem Verlassen dieser Temperaturzone ist die Beschickung bereits viel feinkörniger.

5. Bei weiterer Temperatursteigerung werden die einzelnen Erzstücke im ganzen plastisch; unter dem Druck der Beschickung verformen sie sich mehr und mehr, auch im ganzen.

6. Schließlich werden dann die einzelnen Stücke völlig plastisch, sie erweichen, werden formlos, verkleben weiter miteinander, werden aber durch die mahrende und reibende Bewegung der Beschickung auch wieder zertrennt.

7. Beim Ueberschreiten des Schmelzpunktes löst sich endgültig der bis dahin noch einigermaßen feste Verband, die Körner zerfließen langsam, und es kommt zur Verflüssigung. Ueber Messungen des Flüssigkeitsgrades wurde wiederholt berichtet³⁾.

8. Einzelne Stoffe erreichen bei der Temperatursteigerung aber auch ihren Siedepunkt, bei dem entweder einzelne Bestandteile oder auch Gemische insgesamt verdampfen. Dieser Zustand wird beispielsweise für Alkalien, Zink, Zinkoxyd, Zinksulfid, Blei, Bleioxyd, arsenige Säure, Arsen und Schwefel im Hochofen erreicht.

Daneben verlaufen naturgemäß chemische Umsetzungen, die aber zunächst unberücksichtigt bleiben sollen.

Ueber einzelne der in der allgemeinen Uebersicht zusammengestellten Vorgänge wurden Messungen angestellt.

*) Vorgetragen in der Vollsitzung des Hochofenausschusses am 22. Februar 1940 in Düsseldorf. — Sonderdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1421/23 (Hochofenaussch. 163). Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 65/67 u. 223/26.

²⁾ Nicht veröffentlicht.

³⁾ Hartmann, F.: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 564/72; Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 45/52; Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1029/34 (Hochofenaussch. 175).

Ausgegangen wurde von einem Hochofenmüller aus Schwedenz von Gällivare, Minette, einem deutschen Erz aus der Gegend von Freiburg, Siemens-Martin-Schlacke, Kalk, Walzsinter, Schrott sowie den nötigen Mengen von Koks. Die drei genannten Erzarten wurden deshalb ausgewählt, weil sie sehr unterschiedlich beschaffen waren. Das Erz von Gällivare war reich an groben dichten Magnetitkörnern und verhältnismäßig porig, die Minette sehr dicht, feinkörnig, das Freiburger Erz dagegen mulmig. Auch in der chemischen Zusammensetzung waren die drei Erze recht verschieden, wie *Zahlentafel 1* erkennen läßt.

Zahlentafel 1. Chemische Analyse der untersuchten Erze.

Erz	Fe %	CaO %	MgO %	Al ₂ O ₃ + TiO ₂ %	SiO ₂ %	CaO : SiO ₂ %
Gällivare . .	60,50	2,19	1,49	2,55	4,85	0,45
Minette . .	31,50	16,07	1,10	4,57	6,14	2,6
Freiburg . .	24,68	24,63	4,01	7,35	16,30	4,3

Ueber die Diffusionsvorgänge im festen Zustand innerhalb der Erze wurden keine Messungen gemacht. Wenn auch solche Vorgänge im Hochofen verlaufen werden, so dürfte doch die dafür zur Verfügung stehende Zeit beim Niedergehen der Beschickung zu kurz sein, als daß die Vorgänge praktisch bedeutsam werden.

In *Zahlentafel 2* sind Ergebnisse der Versuche über das Fritten und Sintern der Erze zusammengestellt. Dazu wurden Proben von etwa 200 g in einem Drehrohrföfen je 2 h bei 800, 900, 1000 und 1100° geglüht, sie waren also während der Glühung wie im Hochofen in ständiger Bewegung. Die Glühatmosfera wurde entweder durch Ueberleiten eines langsamen Stickstoffstromes neutral oder durch Einleiten von Gichtgas reduzierend eingestellt. Das Gällivare-Erz blieb sowohl in neutraler als auch in reduzierender Atmosphäre bei 1000° noch locker und sinterte bei 1100°. Die Minette verhielt sich in neutraler Atmosphäre ebenso, in reduzierender frittete sie dagegen schon bei 1000°.

Zahlentafel 2. Frittung und Sinterung der untersuchten Erze.

Erz	Glüh-atmosphäre	Noch locker	Frittung		Sinterung	
			leicht gebacken	gut zusammengebacken	leicht gesintert	vollständig verschmolzen
Gällivare	neutral reduzierend	1000°			1100°	
		1000°			1100°	
Minette	neutral reduzierend	1000°			1100°	
		900°		1000°	1100°	
Freiburg	neutral reduzierend	700°	800°	1000°	1100°	
		700°	800°	1000°	1050°	1100°

Das Freiburger Erz begann in neutraler und reduzierender Atmosphäre bereits bei 800° zu fritten und versinterte bei 1100° in oxydierender und bei 1050° in reduzierender Atmosphäre. Es fanden sich also Unterschiede bis zu 300° im Eintritt der Frittung und Sinterung.

Zur Bestimmung des Wachsens oder Schwindens der Erze wurden Proben auf eine Korngröße von weniger als 1 mm zerkleinert und hieraus Formlinge von 25 × 25 × 80 mm³ Größe gepreßt. Diese wurden bei verschiedenen Temperaturen je 2 h geglüht und die dabei eingetretene Längenänderung gemessen. Die Ergebnisse sind in *Bild 1* dargestellt; dabei wurden noch drei weitere Erze in die Untersuchung einbezogen. Das Gällivare-Erz wuchs von 800 bis 1000° geringfügig, um dann bei 1100° und stärker bei 1200° zu schwinden. Die Minette wuchs bei 800 und 900° eben-

falls, schwand aber bereits bei 1000° und recht stark bei 1200°. Das Freiburger Erz dehnte sich bei Temperaturen zwischen 800 und 1100° steigend aus.

Die drei weiter einbezogenen Erze zeigten, daß noch weitere Möglichkeiten des Wachsens und Schwindens von Erzen bei höheren Temperaturen bestehen.

Ein Erz von Bückeburg wuchs wie das von Freiburg bis 1100° ohne zu schwinden, aber stärker. Ein Fortuna-Erz zeigte dagegen nur Schwindung, ebenso ein Pegnitz-Erz mit einer besonders starken Schwindung, die bei 1200° 10% der Ausgangslänge betrug.

In gleicher Weise schwanden weitere Proben von Pegnitz-Erzen (*Bild 2*), bei Pegnitz-Konzentrat betrug die Schwindung sogar fast 18%. Mitteldeutsche Erze von verschiedenen Lagerstätten zeigten ebenfalls bei stufenweisem Glühen nur Schwindung, wenn auch in wesentlich geringem Maße als die Pegnitz-Erze.

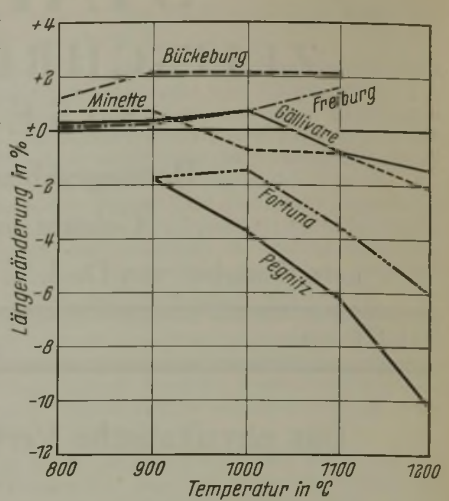


Bild 1. Wachsen und Schwinden von Erzformlingen.

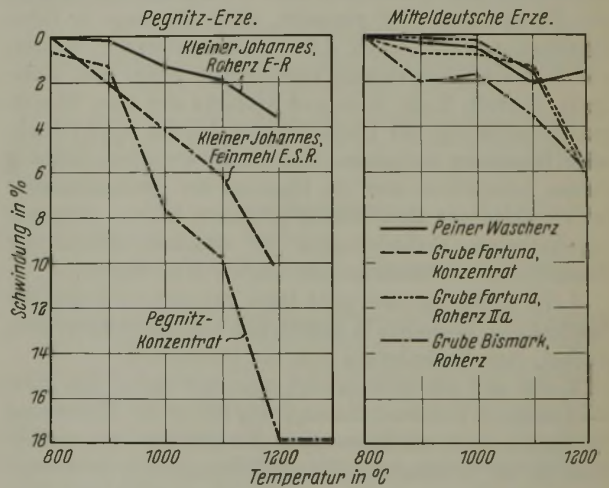


Bild 2. Längenänderung von Eisenerzen beim Glühen.

Bild 3 bringt weitere Beispiele. Ein Erz von Grube Wohlverwahrt, Bückeburg, dehnte sich beim Glühen aus, Klippenflöz-Erz nahm nach geringem Wachsen und Schwinden bei 1200° wieder den gleichen Raum wie vor der Glühung ein. Erzproben von Haverlahwiese und Finkenkuhle zeigten Schwindung. Proben südbadischer Erze wuchsen bei Glühung oberhalb 1000°. Kiruna-Erz blieb bis 1200° unverändert. Wabana- und Gällivare-Erz, das hier noch einmal zum Vergleich eingezeichnet ist, zeigten geringe Schwindung. Es ist naheliegend, daß die Unterschiede in den nicht unbedeutenden Raumänderungen der Erze, die im Höchstfall bis zu 20% betragen können, sich auf den Rauminhalt des Möllers und damit auf das Niedergehen der Beschickung auswirken müssen.

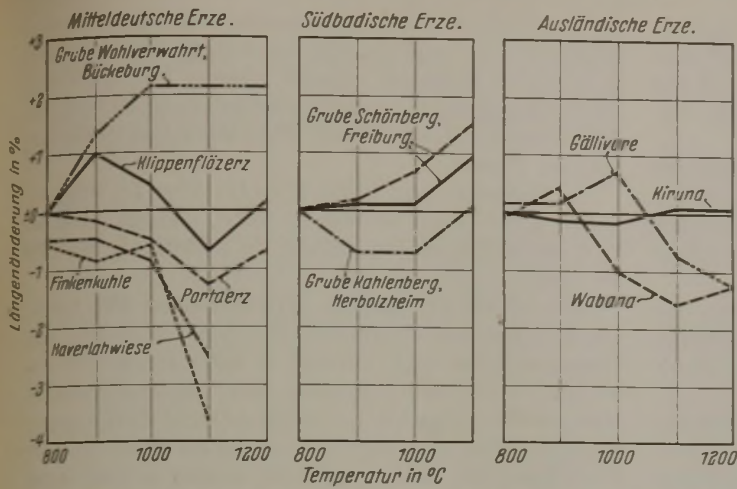


Bild 3. Längenänderung von Eisenerzen beim Glühen.

Das geschilderte Wachsen und Schwinden der Erze geht unabhängig vom äußeren Druck vor sich. Im Ofen selbst aber stehen die Erze teilweise wenigstens unter Druck. Diese Art der Beanspruchung durch Druckbelastung bei hohen Temperaturen wurde dadurch nachgeahmt, daß von festem Erz Erzstücke oder von mulmigem Erz gepreßte Körper aus Erzstaub bei steigender Temperatur unter einer Belastung von 0,5 oder 2 kg/cm² erhitzt wurden. Die Prüfung wurde in gleicher Weise durchgeführt wie die Bestimmung der Druckfeuerbeständigkeit feuerfester Steine nach den Vorschriften von DIN 1064. Gemessen wurde dabei der Erweichungsbeginn und die haltlose Erweichung der Erzkörper. Das Schwedenerz (Zahlentafel 3) begann unter 0,5 kg/cm² Belastung bei 1220° zu erweichen und wurde Zahlentafel 3. Verformung der Erze unter Belastung.

Erz	Belastung in kg/cm ²	Erweichungsbeginn	Haltloses Zusammensinken
Gällivare. . .	1/2	1220°	1270°
	2	1135°	1180°
Minette . . .	1/2	900°	1200°
	2	870°	1150°
Freiburg . . .	1/2	1100°	1200°
	2	1090°	1180°

bereits bei 1270° haltlos weich. Durch Erhöhung der Belastung auf 2 kg/cm² wurde die Erweichung um etwa 100° herabgesetzt. Die Minette begann unter 0,5 kg/cm² Belastung zwar schon bei etwa 900° zu erweichen, jedoch setzte die haltlose Erweichung erst nach einer langen Erweichungsdauer bei etwa 1200° ein, unter 2 kg/cm² lag die Erweichung nur etwa 30° tiefer. Das Freiburger Erz begann unter 0,5 kg/cm² Belastung erst bei 1100° verformbar zu werden, war aber bei 1200° weich. Eine Belastung mit 2 kg/cm² ergab fast keinen Unterschied. Danach bestehen also starke Unterschiede im Verhalten der Erze bei hoher Temperatur unter Belastung. Voraussetzung dieses Verhaltens ist selbstverständlich, daß die Erzstücke noch nicht durch chemische Vorgänge, besonders Reduktion verändert sind. Das gilt jedenfalls für größere Erzstücke, bei denen die indirekte Reduktion noch nicht bis in die Tiefe gewirkt hat.

Bei weiterer Temperatursteigerung kommen die Erze zum Schmelzen. Nach Zahlentafel 4 liegen die Schmelzpunkte (bestimmt nach DIN 1063) der Erze in neutraler Atmosphäre recht verschieden. Das Schwedenerz schmolz bei 1500°, Minette bei 1280°, Freiburger Erz bei 1240°. In reduzierender Atmosphäre lagen die Schmelzpunkte bei Schwedenerz (1395°) und bei Minette (1240°) tiefer, bei dem

Freiburger Erz dagegen bemerkenswerterweise höher als in neutraler Atmosphäre, nämlich bei 1390°. Die gemessenen Schmelzpunkte bezeichnen nur den Beginn des Schmelzvorganges, denn bei weiterer Temperatursteigerung durchlaufen die Erzstücke verschiedene Grade der Flüssigkeit. Diese wurden gemessen mit einem im Forschungsinstitut ausgearbeiteten Verfahren⁴⁾. Zahlentafel 4 enthält die Temperaturen, bei denen die Erze zähflüssig (150 Poise) und leichtflüssig (5 Poise) wurden. Das Gällivare-Erz wurde demnach erst oberhalb von 1530° zähflüssig und bei noch höheren Temperaturen, die sich nicht mehr bestimmen ließen, leichtflüssig. Die Minette dagegen wurde zähflüssig schon bei 1280° und leichtflüssig bei 1340°, das Freiburger Erz war unmittelbar nach dem Schmelzen bei 1230° (nur 20° höher als der Schmelzpunkt) zähflüssig und bei 1250° bereits leichtflüssig. Hier zeigten sich also starke Unterschiede im Flüssigwerden besonders zwischen Schwedenerz und den beiden anderen Erzen, die sich, wie später gezeigt wird, auf den Hochofengang entscheidend auswirken müssen.

Zahlentafel 4. Schmelzpunkt und Viskosität von Erzen.

Erz	Atmosphäre	Schmelzpunkt	Viskosität	
			150 Poise	5 Poise
Gällivare	neutral (Stickstoff)	1500°	> 1530°	nicht bestimmbar
	reduzierend (Gichtgas)	1395°		
Minette	neutral	1280°	1280°	1340°
	reduzierend	1240°		
Freiburg	neutral	1240°	1230°	1250°
	reduzierend	1390°		

Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß durch chemische Vorgänge ein Großteil der Erze bereits reduziert ist. Ein kleinerer Teil aber kommt, besonders wenn sich ein kaminartiger Durchzug in kältere Schichten bildet, unzersetzt zum Schmelzen. Dieser Fall tritt bei armen, bei niedrigen Temperaturen sinternden und schmelzenden Erzen nicht selten auf, da hier die Reduktion aus verschiedenen Gründen erschwert ist.

Ueber die Verdampfung einzelner Bestandteile der Hochofenbeschickung bei höchsten Temperaturen wurden keine Messungen durchgeführt.

Auf Grund der eingangs gegebenen Uebersicht und der mitgeteilten Versuchsergebnisse kann nun über die physikalischen Veränderungen der Beschickung im Hochofen während des Niedergehens folgendes geschlossen werden:

Die in den kälteren Teilen des Hochofens bereits frühzeitig einsetzende Diffusion in festem Zustand bleibt infolge Zeitmangels ohne Bedeutung. Außerlich ist sie gelegentlich, z. B. an Erzstücken, zu erkennen. Einzelne Bestandteile wandern innerhalb eines Minerals von Stellen höherer Konzentration ausgehend in die Umgebung, wobei ein Konzentrationsausgleich angestrebt wird. Enthält beispielsweise ein Erzstück kalkreiche Stellen, so wandert bereits bei mäßigen Temperaturen etwas Eisenoxyd in den Kalk ein und umgekehrt, jedoch erlangen diese Vorgänge keine praktische Bedeutung.

⁴⁾ Pohle, K. A.: Mitt. Forsch.-Inst. Ver. Stahlwerke, Dortmund, 3 (1932/33) S. 59/80.

Die Sprengung der Erzstücke durch Kohlenoxyd-spaltung tritt zwar in erheblichem Umfang auf, verläuft aber nur teilweise, unter anderem vermutlich deshalb, weil das als Katalysator wirkende Eisenoxyd durch Arsen vergiftet wird.

Die Abgabe der gebundenen Kohlensäure geht im allgemeinen langsam und ohne Aenderung der Form der Erzstücke vor sich. Nur bei Minette wurde nach mündlicher Mitteilung aus einem Hüttenwerk ein Zerspringen der Erzstücke beobachtet.

Auch die ersten Verformungen der Erzstücke, das Rundwerden der Ecken und Kanten ist noch ohne Wirkung auf den Hochofengang. Bedeutsam dagegen sind alle folgenden Verformungsarten:

Die Frittung, deren Temperatur für einzelne Erze gemessen wurde, bewirkt ein loses Verkleben der Teilchen, besonders der kleinsten Staubkörnchen. Damit wird von der dafür wirksamen Temperaturzone ab das Herausblasen des Staubes aus dem Hochofen gehemmt, gleichzeitig wird aber der Winddurchgang erschwert. Noch stärker wirkt in dieser Richtung die Sinterung, bei welcher die Erz Körner und der Staub fester verkittet werden.

Während die Stücke und Körner vorher frei rieselten und rutschten, werden sie in dieser Temperaturzone nur noch klebend und schmierend aneinander vorbeizugleiten; nur der Koks, Koksstaub und Kalk verhindern ein völliges Festkleben der Beschickung. Mit steigender Temperatur treten dann die ersten Schmelzerscheinungen auf. Dabei wirken zähe Schmelzen auf die Beschickung verklebend und das Niedergehen verlangsamt. Steigt die Temperatur noch weiter, so entstehen einzelne Schmelzgebiete bis zur Leichtflüssigkeit, und die Stücke beginnen abzutropfen. Das tritt aber nun bei verschiedenen Erzen in verschiedenen Temperaturzonen auf, und ein leichtschmelzendes Erz kann deshalb feste Stücke eines anderen verkleben. Hierbei erfolgt außerdem noch eine gegenseitige Einwirkung verschiedener Bestandteile des Möllers aufeinander.

So schmelzen Stücke eines reichen Erzes, die sich der indirekten Reduktion entzogen haben und in heißere Zonen des Hochofens gekommen sind, erst bei sehr hohen Temperaturen; Erze mit mittlerem Eisengehalt und arme Erze wie das Freiburger Erz sind augenscheinlich bereits bei 1200° so verflüssigt, daß sie leichtflüssig zwischen den Koksstücken hindurchtropfen. Dabei ist zu erwähnen, daß der Schmelzpunkt des Freiburger Erzes in reduzierender Atmosphäre bei 1400° liegt und daß demnach ein solches Erzstück doch noch gelegentlich in eine heißere Temperaturzone gelangen könnte.

Die Grundlage der Bewertung von Erzen ist naturgemäß an erster Stelle der Eisengehalt. Man könnte sich aber denken, daß man bei Erzen auch einmal das physikalische Verhalten berücksichtigt. Demnach wären die drei untersuchten Erze etwa wie folgt zu kennzeichnen.

Das Schwedenerz wächst zwischen 800 und 1000°, es schwindet geringfügig zwischen 1000 und 1200°. In neutraler und reduzierender Atmosphäre fritt es erst bei 1100°. Unter dem Druck der umgebenden Beschickung werden Stücke davon bei 1200 bis 1280° bereits leicht verformt. Es schmilzt in neutraler Atmosphäre bei 1500°, in reduzierender schon bei 1400°. Falls es nicht reduziert wurde, wird es erst bei 1530° flüssig und bei noch höheren Temperaturen leichtflüssig, falls es unzersetzt in so heiße Zonen des Hochofens gelangt sein sollte. Für sein Verhalten im Hochofen ergibt sich hieraus: Da sein Fritten und Erweichen erst bei hohen Temperaturen eintritt, bleibt es selbst auch locker und gängig bis zu diesen Temperaturzonen. Es ist sogar

der Fall denkbar, daß Stücke bis nahe an den Schmelzpunkt heran ohne zu verkleben, also im wesentlichen unverformt in recht tiefe Ofenzonen gelangen können. Dies ist offenbar die Erklärung für die bekannte auflockernde Wirkung von Schwedenerz auf einen sonst schlechtgängigen Möller aus ärmeren Erzen.

Im Gegensatz dazu fritt Minette schon bei 1000°, erweicht unter Druck bei 900 bis 1200°, schmilzt schon bei 1250 bis 1280°, wird zähflüssig bis leichtflüssig bei 1280 bis 1330°.

Obwohl das Freiburger Erz bereits bei 800° frittet, also 200° tiefer als die Minette, und demnach Neigung zum Zusammenballen zeigt, erweicht es unter Druck doch erst um 200° höher als die Minette. Bald danach schmilzt es aber bereits und wird bei wenig höheren Temperaturen schon dünnflüssig. Sobald also einmal der Punkt haltloser Erweichung des Erzes erreicht ist, kommt es kurz darauf zu raschem Fließen über die Koks- und Kalkstücke. Auch dieses Verhalten wirkt sich auf den Ofengang aus, indem die Zone, in der das Hängen auftreten kann, höher liegt und kälter ist als bei reicheren Erzen.

Die vom Fritten und Sintern bis zum Schmelzen verlaufenden Raumänderungen der Erze können, wie gemessen wurde, sehr groß sein. Dies ist für die Durchgangsgeschwindigkeit der Erze durch die einzelnen Temperaturzonen des Ofens von Bedeutung. Wachsen der Erze bedeutet eine Verlangsamung des Ofendurchsatzes, Schwindung dagegen eine Beschleunigung. In gleichem Sinne wirkt auch frühzeitiger Eintritt der Verflüssigung.

Ueber das Schmelzverhalten der sonstigen Bestandteile des Möllers lassen sich folgende Aussagen machen: Außer den drei genannten Erzen war in dem als Beispiel gewählten Möller noch der Zusatz von Walzsinter, Siemens-Martin-Schlacke, Kalk und von Stahlschrott vorgesehen.

Walzsinter dürfte sich sehr ähnlich verhalten wie das hochwertige Schwedenerz, soweit er nicht infolge seiner Feinkörnigkeit bereits bei mäßigen Temperaturen zu metallischem Eisen reduziert wird. Wegen seiner Sprödigkeit wird er außerdem schnell zerkleinert und um so rascher reduziert.

Die Siemens-Martin-Schlacken werden infolge ihres dichten glasigen Gefüges von reduzierenden Gasen kaum angegriffen. Selbst in tiefen Lagen des Hochofens finden sie sich noch unzersetzt und grobstückig vor. Bei weiterem Temperaturanstieg erweichen sie bei sehr verschiedenen

Temperaturen. Für eine Reihe verschiedener Schlacken, die nach Zusatz von Flußspat, Bauxit und Strontianit entstanden waren, zeigt Bild 4 die Viskositätskurven. Der Verflüssigungsbereich solcher Schlacken erstreckt sich demnach je nach ihrer Zusammensetzung und dem Gehalt an Flußmitteln auf 1180 bis 1450°. Weitere

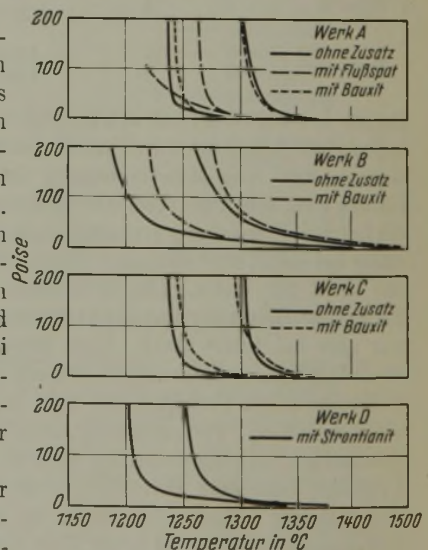


Bild 4. Viskositätsbereich von Siemens-Martin-Schlacken mit und ohne Flußspat.

Temperaturen. Für eine Reihe verschiedener Schlacken, die nach Zusatz von Flußspat, Bauxit und Strontianit entstanden waren, zeigt Bild 4 die Viskositätskurven. Der Verflüssigungsbereich solcher Schlacken erstreckt sich demnach je nach ihrer Zusammensetzung und dem Gehalt an Flußmitteln auf 1180 bis 1450°. Weitere

Beispiele sind aus einer früheren Untersuchung⁵⁾ über die Zähigkeit von Siemens-Martin-Schlacken zu entnehmen. Diese Vorgänge werden aber gleichzeitig durch chemische Wirkungen der einzelnen Bestandteile des Möllers aufeinander beeinflusst.

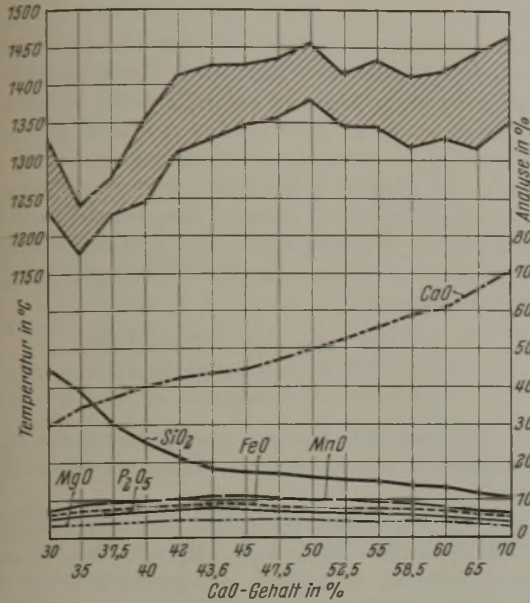


Bild 5. Isoviskosität einer Siemens-Martin-Schlacke mit steigendem Kalkgehalt.

Trifft z. B. ein schmelzendes Schlackenstück bei seiner Wanderung nach unten auf ein Kalkstück, so nimmt die Schmelze Kalk auf. Wie Bild 5 zeigt, wird dann mit steigendem Kalkgehalt das Schlackengemenge zunächst leichtflüssiger und beweglicher, dann mit weiterer Kalkaufnahme aber wieder wesentlich zähflüssiger.

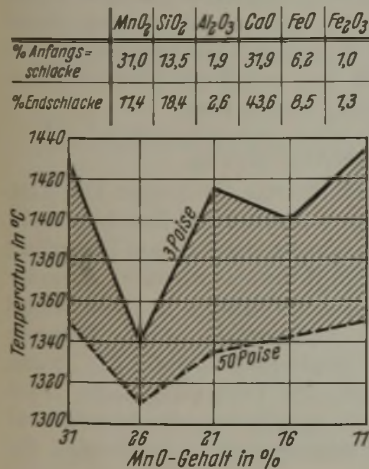


Bild 6. Isoviskosität einer Siemens-Martin-Schlacke mit fallendem Manganengehalt.

Als weiteres Beispiel sei eine Siemens-Martin-Schlacke besprochen, die einen Gehalt von 30 % MnO haben soll. Fließt eine solche Schlacke über hochofengehitzen Koks, so wird Manganoxydul reduziert. Bei einem Hochofenwerk wurde festgestellt, daß sich dabei die Schlackenstücke infolge der Kohlenoxydentwicklung aufblähen. Mit Verminderung des Manganengehaltes der Schlacke ändert sich dann die Viskosität, wie es Bild 8 links ersichtlich ist.

kosität, wie es Bild 6 zeigt, unter der Annahme, daß diese Schlacke zunächst keine wesentlichen Mengen anderer Bestandteile in sich aufnimmt. Die Isoviskositätskurven haben in diesem angenommenen Fall einen Mindestwert bei 26 % MnO. Dagegen machte eine weitere Verminderung des Manganengehaltes durch Reduktion die Schlacken wieder zähflüssiger, so daß solche Schlacken im Hochofen zunächst wieder steifer werden, bis sie in heißere Temperaturzonen gelangt sind.

Reiner Kalk schmilzt erst bei 2570°. Bei Hochofentemperaturen würden also Kalkstücke nicht verformbar werden. Sie werden erst plastisch nach Aufnahme von weiteren Bestandteilen. Hierüber wird am Schluß dieser Arbeit berichtet.

Der eingesetzte Stahlschrott endlich, dessen Erweichung unter Druck bei etwa 700° beginnen dürfte, schmilzt zwar ohne Aufnahme von Kohlenstoff erst bei etwa 1500°, nach Aufkohlung jedoch schon bei wesentlich tieferen Temperaturen. Es kann also damit gerechnet werden, daß Schrottpakete bereits bei 1000° ihre Form verloren haben, und daß sie unter dem mahelnden Einfluß der schweren Erzstücke bei 1150° zerdrückt werden. Bild 7 zeigt die Viskositätskurven flüssigen Eisens⁶⁾ mit 1 bis 4 % C, soweit sie bekannt sind. Bei der raschen Aufkohlung im Hochofen dürften demnach bereits in der 1200°-Zone von dem eingesetzten Stahlschrott nur mehr letzte herabtropfende Reste zu finden sein.

Auch über die Verformungen der Hochofenbeschickung, die von der Mitte des Hochofens bis zum Abstich sich abspielen, lassen sich einige Angaben machen. Diese Zonen sind gekennzeichnet durch das Vorherrschen der Reduktionsvorgänge indirekter und direkter Art, wobei Eisen und Mangan in der Schlackenphase stark abnehmen. Es hinterbleiben dann Reste der einzelnen Möllerbestandteile, die miteinander reagieren, sich gegenseitig durchtränken und auflösen.

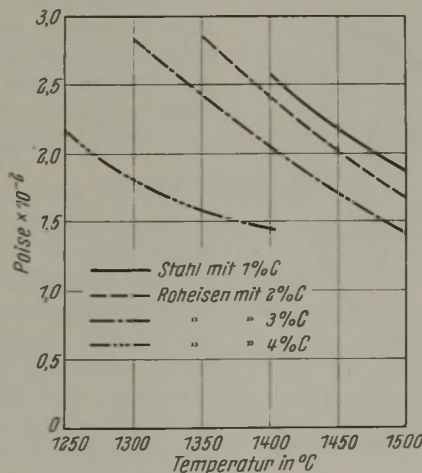


Bild 7. Erweichen und Schmelzen von Stahlschrott (nach H. Thielmann und A. Wimmer).

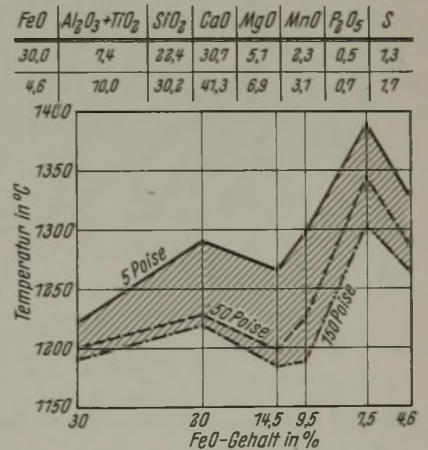


Bild 8. Änderung der Zähigkeit eines geschmolzenen Erzes bei Reduktion des Eisenoxyduls.

Als ein Beispiel eines solchen Vorganges wurde ein verflüssigter Rest eines Erzstückes gewählt, der in dieser Stufe noch 30 % FeO neben 30,7 % CaO, 22,4 % SiO₂, 7,4 % Al₂O₃ und TiO₂ usw. enthalten möge. Die Viskosität dieser Restschlacke ist in Bild 8 links ersichtlich. Vermindert sich nun durch weitere Reduktion der Eisenoxydulgehalt, so ändert sich die Viskosität in der Weise, wie es der Verlauf der

⁵⁾ Hartmann, F.: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 45/52.

⁶⁾ Thielmann, H., und A. Wimmer: Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 389/99.

schraffierten Fläche von links nach rechts andeutet. Die Schlacke wird zunächst zähflüssiger, dann bis 14,5 % FeO leichter flüssig, aber zugleich auch länger. Bei der weiteren Reduktion steigt der Verflüssigungsbereich um etwa 100° an, die Schlacke würde also bei gleichbleibender Temperatur wesentlich zäher. Mit 4,6 % FeO hat die Schlacke die Viskosität 150 Poise bei 1250°, und sie läuft leichtflüssig (5 Poise) bei 1325°. Damit ist die zu diesen Vorgängen gehörende Temperaturzone des Hochofens festgelegt.

Das Verhalten einzelner Schmelztropfen läßt sich noch weiter verfolgen: Aus den drei Erzen sei fast alles Eisen reduziert. Dann hinterbleibt im wesentlichen ein Kalk-, Kieselsäure- und Tonerdegemenge; von Magnesia wird zunächst abgesehen. Bei den drei Erzen haben diese Reste die aus *Zahlentafel 5* ersichtliche Zusammensetzung. Beachtlich ist dabei noch, daß das Schwedenerz allein nach völliger Reduktion eine saure Schlacke mit dem Basizitätsverhältnis 0,4, die beiden anderen Erze aber eine Schlacke mit dem Verhältnis 2,1 und 1,8, also basische Schlacken liefern würden.

Zahlentafel 5. Zusammensetzung der Restschlacken von Erzen nach Reduktion des Eisenoxyduls.

Erz	CaO %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ + TiO ₂ %	CaO : SiO ₂ %
Swedenerz . . .	20	50	30	0,4
Minette	58	23	17	2,5
Freiburg	57	31	12	1,8

schlacke des Schwedenerzes (Punkt G) bei 1400° etwa die Viskosität 100 Poise, bei 1500° die Viskosität 60 Poise und bei 1600° etwa die Viskosität 30 Poise. Diese Schlacke würde also auch bei 1600° immer noch nicht frei laufen. In der gleichen Weise läßt sich aus dem Bild die Viskosität der beiden anderen Restschlacken für drei Temperaturen ablesen.

Solche Restschlacken reagieren aber nun miteinander, wodurch die Viskosität beeinflußt wird. Ferner treffen diese Restschlacken beim Ablaufen auf Kalkstücke, die sie auflösen. Dann steigt in einer solchen Schmelze der Kalkgehalt an. Für das Schwedenerz wäre dann der Linie G—C zu folgen, und aus *Bild 9* lassen sich dann wieder die entsprechenden Viskositäten ablesen. Hat beispielsweise die Restschlacke des Schwedenerzes so viel Kalk aufgenommen, daß ihre Zusammensetzung dem Punkt C entspricht, so hat die jetzt entstandene Schlacke

- bei 1400° die Viskosität 25 Poise
- bei 1500° die Viskosität 10 Poise
- bei 1600° die Viskosität 6 Poise.

Sie ist also wesentlich flüssiger geworden, und das ist ja auch, abgesehen von der Entschwefelung, der Zweck des Kalkzusatzes.

Auch die Viskositätsverhältnisse des entsprechenden 4-Stoff-Systems CaO · SiO₂ · Al₂O₃ · MgO sind bekannt, und mit ihrer Hilfe ist es möglich, wenigstens in erster Annäherung weitere Aussagen über die Auflösung zu machen — beispielsweise einer Siemens-Martin-Schlacke — in den Restschlacken der Erze oder auch über den Einfluß der Auflösung der Koksasche in den sonst entstehenden Restschlacken. Besonders eigenartige Schmelzvorgänge treten dann auf, wenn Erzstaub in tiefere Teile des Ofens eingeblasen wird, weil das Erz hierbei sofort unreduziert zum Schmelzen kommt. Die Reduktion erfolgt dann ausschließlich im flüssigen Zustand.

Ueber die Verdampfung einzelner Bestandteile wurden keine Messungen gemacht, aber es sei trotzdem darauf hingewiesen, daß dieser Vorgang beispielsweise bei zink- und arsenhaltigen Erzen für den Ablauf der chemischen Vorgänge im Hochofen wichtig werden kann.

Zusammenfassung.

Ein aus Schwedenerz, Minette, Freiburger Erz, Kalk, Siemens-Martin-Schlacke, Walzsinter und Koks bestehender Möller wurde auf Veränderungen der einzelnen Bestandteile während des Absinkens im Hochofen untersucht. Zu unterscheiden waren dabei folgende Vorgänge: Im festen Zustand die Diffusion innerhalb der Erzstücke und die Sprengung durch Kohlenstoff; im plastischen Zustand das Fritten, Schwinden und Wachsen, die Verformung unter Druck und das Erweichen; im flüssigen Zustand das Schmelzen und die zunehmende Verflüssigung und im gasförmigen Zustand die Verdampfung.

Für die einzelnen Möllerbestandteile wurden die physikalischen Veränderungen zum Teil laboratoriumsmäßig verfolgt, wobei sich große Unterschiede im Verhalten verschiedener Erze zeigten.

Hieraus ergaben sich Hinweise für den Hochofengang. Die Diffusionsvorgänge innerhalb der Erze scheinen ohne praktische Bedeutung. Die Sprengung der Erzstücke durch Kohlenoxydspaltung zerkleinert die Erzstücke. Sie verläuft aber nur unvollkommen. Außer Minette werden die Erze im allgemeinen durch die Kohlensäureabgabe nicht zersprengt. Die Temperaturen, bei denen die Stücke fritten und sintern, liegen bei einigen Erzen bis zu 300° höher als

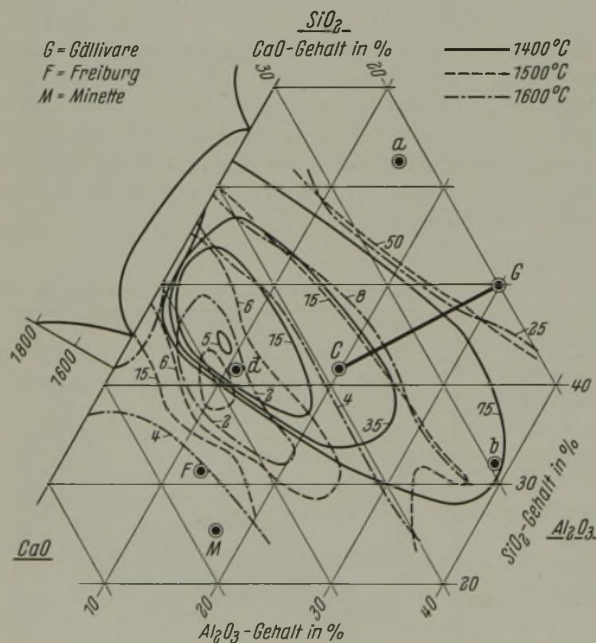


Bild 9. Viskosität im System Al₂O₃-CaO-SiO₂ bei 1400, 1500 und 1600°.

Nun sind die Viskositätszahlen für das Dreistoffsystem CaO · SiO₂ · Al₂O₃ gut untersucht, u. a. durch die amerikanischen Forscher A. L. Feild und P. H. Royster⁷⁾, R. S. McCaffery und Mitarbeiter⁸⁾. In ihrem Schaubild des Systems CaO · SiO₂ · Al₂O₃ (*Bild 9*) ist die Viskosität bei 1400°, 1500° und 1600° eingetragen, außerdem sind die drei Erze entsprechend ihrer Zusammensetzung eingezeichnet. G bedeutet den Rest des Schwedenerzes von Gällivare, M Minette, F Freiburger Erz. Danach hatte also die Rest-

⁷⁾ Techn. Pap. Bur. Mines, Wash., Nr. 189, 1918, 36 S.
⁸⁾ Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Iron Steel Div., 100 (1932) S. 64/85, 86/121 u. 122/40; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1030/32.

bei anderen und sind auch von der Art der Gasatmosphäre abhängig. Dadurch wird die Durchsatzgeschwindigkeit beeinflusst. Die Erze werden bei verschiedenen Temperaturen verformbar weich. Die vom ersten Erhitzen bis zum Schmelzen auftretenden unterschiedlichen Volumenänderungen der Erze, wobei in Grenzfällen einerseits ein Wachsen bis zu 3%, andererseits Schwinden bis zu 18% gemessen wurde, beeinflussen die Raumauffüllung des Hochofennern und die Durchsatzgeschwindigkeit. Die Schmelzpunkte der Erze zeigten sehr große Unterschiede. Ferner werden manche

*

*

*

Im Anschluß an den Vortrag ergab sich folgende Erörterung.

R. Ahren, Essen (Vorsitzer): Das verschiedene Verhalten der Einsatzrohstoffe bei den steigenden Temperaturen im Hochofen hat den Betriebsmann neben anderen Aufgaben schon immer beschäftigt. Zum Beispiel erinnere ich daran, daß wir uns in diesem Kreise im Zusammenhang mit einem Bericht von A. Wilhelmi⁹⁾ über den Einfluß von Erzen mit niedriger Erweichungstemperatur auf den Hochofengang unterhalten haben. Einen verhältnismäßig niedrigen Erweichungspunkt haben z. B. das Geier-Erz, das einen hohen Alkaligehalt aufweist, und auch der Siegerländer Rostpat. Es ist deshalb schwierig, diese Erze, besonders wenn sie sehr fein sind, in größerem Umfange in den Møller zu nehmen, da leicht mit Störungen des Ofenganges zu rechnen ist. Diese Störungen machen sich unter Umständen erst nach einiger Zeit bemerkbar, wenn sich größere Ansätze gebildet haben, die erst nach dem Umstellen auf ein anderes Eisen — z. B. Stahleisen oder Hämatit — durch Herunterschmelzen in unangenehme Erscheinung treten. Wenn der Hochofener in der glücklichen Lage ist, durch die Møllering auf das verschiedene Verhalten der Erze im Ofen Rücksicht nehmen zu können, so wird er gern den von Herrn Hartmann vorge schlagenen Weg verfolgen.

K. Endell, Berlin: Herr Hartmann hat vom „Erweichen“ nach dem üblichen Druckerweichungsversuch mit 0,5 kg/cm² Belastung gesprochen. Man muß auseinanderhalten: die zunächst einsetzende Schwindung und die spätere Erweichung unter Belastung. Ein Beispiel mag dies erläutern. Ein schwach gebrannter Schamottestein wird z. B. beim Erweichungsversuch zunächst schwinden und erst bei höheren Temperaturen plastisch verformt werden. Wird er dagegen zunächst scharf nachgebrannt, so fällt die Schwindung fort, und die eigentliche Er-

⁹⁾ Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 6 (1938) S. 233/49; Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 501/11 (Hochofenaussch. 182).

Erze nach Erreichen des Schmelzpunktes sehr rasch leichtflüssig, andere dagegen erst innerhalb einer größeren Temperaturspanne. Die Schnelligkeit des Abfließens der Erze in die tieferen Zonen des Ofens wird dadurch beeinflusst.

Die durch die chemischen Reaktionen an Eisenoxiden verarmten Reste der Erzstücke reagieren miteinander und mit den sonstigen Bestandteilen. Dadurch wird der Flüssigkeitsgrad der entstehenden Schmelzen stark beeinflusst. Die Reaktionen werden ferner noch durch die Verdampfung einzelner Bestandteile der Hochofenbeschickung beeinflusst.

weichung unter Belastung setzt erst bei höheren Temperaturen ein. Wenn hierbei nicht getrennt ist zwischen Erweichung und Schwindung, dann vermute ich, daß der Erweichungsbeginn der Minette bei 900° ein Schwinden ist, da bei dieser Temperatur bereits die Kohlensäure ausgetrieben wird und die Reaktionen im festen Zustand einsetzen, wodurch eine Volumenverminderung eintritt¹⁰⁾. Bei diesem Vorgang handelt es sich also noch nicht um einen Verformungszustand im plastischen Bereich.

F. Wesemann, Düsseldorf: Auffallend ist der große Erweichungsbereich der Minette; er kann neben anderen Einflüssen die Ursache für die geringe Verbrennungsleistung der Saar-Hochöfen mit etwa 650 bis 750 kg Koks je m² Gestellquerschnitt und Stunde gegenüber 1000 bis 1200 kg/m² · h bei den Ruhr-Hochöfen sein, da er den Widerstand der Gase auf dem Wege durch die Beschickung wesentlich vergrößert. Die Erklärung der geringeren Verbrennungsleistung der Saar-Hochöfen mit der geringeren Festigkeit des dortigen Kokes genügt nicht, da die oberschlesischen Hochöfen trotz ihres noch schlechteren Kokes höhere Verbrennungsleistungen als die Saar-Hochöfen aufweisen. Im übrigen scheint aus den Versuchen von Herrn Hartmann hervorzugehen, daß die Schwindung der Erze mit deren Kieselsäuregehalt zunimmt; sie ist nämlich am höchsten bei den Pegnitz-Erzen und nimmt über die Salzgittererze zu den badischen Doggererzen, also in gleicher Weise wie der Gehalt an überschüssiger Kieselsäure ab.

W. Luyken, Düsseldorf: Die Schwindung ist zurückzuführen auf den Anteil der Oolithe im Erz, die sehr locker sind. Wenn viele Oolithe vorhanden sind, schwindet das Eisenerz sehr stark, abgesehen davon, daß es auch andere Erze mit sehr lockerem Gefüge gibt. Man darf aber nicht sagen, daß die kieseligen Erze stärker schwinden. Der Grund ist offenbar im Aufbau der Oolithe zu suchen.

¹⁰⁾ Vgl. Endell, K.: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 3 (1921) S. 37/43.

Tiefzementieren von Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Einsatzstählen in Salzbädern.

Von Hans Diergarten in Schweinfurt a. Main.

Mitteilung aus dem Laboratorium der Vereinigten Kugellagerfabriken, A.-G., Schweinfurt a. Main.

[Bericht Nr. 514 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Allgemeine Erfahrungen beim Einsatzhärten von Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Stählen. Auftreten grober Randkarbide in Stählen mit rd. 0,2% C, 0,8 bis 1,2% Mn, 1,0 bis 1,4% Cr und 0,2 bis 0,3% Mo sowie in Stählen mit rd. 0,2% C, 1,1 bis 1,5% Mn und 0,8 bis 1,5% Cr beim Tiefzementieren in Salzbädern. Ihre Zerstörung durch Diffusionsglühen bei 950 bis 1000° in einem dem Zementationsbad nachgeschalteten Salzbad. Auftreten von Innenrissen (Flocken) nach Tiefzementation und Diffusionsglühen. Ursache und Vermeidung dieser Fehlererscheinung.)

Allgemeine Erfahrungen beim Einsatzhärten von Sparstählen.

Über die Wärmebehandlung der Chrom-Molybdän-Einsatzstähle, die vor etwa fünf Jahren in Deutschland allgemein an Stelle der Chrom-Nickel-Stähle eingeführt wurden, sind schon verschiedentlich Erfahrungen mitgeteilt worden¹⁾. Am wesentlichsten war, daß

^{*)} Erstattet in der Sitzung des Arbeitsausschusses des Werkstoffausschusses am 17. Juli 1940. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Albrecht, C.: Durferrit-Mitt. 4 (1935) S. 49/56; Kallen, H., und H. Schrader: Durferrit-Mitt. 4 (1935) S. 35/47; Albrecht, C.: Durferrit-Mitt. 5 (1936) S. 59/68; Schrader, H.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1201/10 (Werkstoffaussch. 353);

von den festen und gasförmigen Einsatzmitteln scharfwirkende vermieden und besonders entwickelte mildwirkende Mittel bei etwas niedrigeren Einsatztemperaturen, als bei Chrom-Nickel-Stählen üblich, benutzt werden mußten, um unzulässige Karbidanreicherungen in der Randschicht, vor allem in den Ecken von Werkstücken bei größeren Einsatz-

Gregor, H.: Masch.-Bau Betrieb 16 (1937) S. 183/87; Matzka, K.: Rheimetall-Borsig-Mitt. 1938, Nr. 5, S. 36/39; Meingast, H. M.: Durferrit-Hausmitt. 8 (1939) S. 25/47 u. 66/119; Treppschuh, H.: Masch.-Bau Betrieb 17 (1938) S. 449/53; Houdremont, E., und H. Schrader: Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 445/59 (Werkstoffaussch. 299); Pomp, A., und A. Krisch: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 21 (1939) S. 309/26; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1294/95.

tiefen über etwa 1,0 mm zu vermeiden. Bei Anwendung von zyanidhaltigen Salzbädern zum Zementieren ergaben sich dagegen mit gleicher Arbeitsweise bei üblichen Einsatz-tiefen bis etwa 1,2 mm selbst bei Stählen verschiedenster Herkunft und Eigenart keine Schwierigkeiten; so konnte auch die Einsatztemperatur bei 900 bis 930° gehalten werden. Die Chrom-Molybdän-Stähle hatten sogar noch den Vorteil der schnelleren Zementation (Bild 1 und 2)²⁾

wissenschaftlichen Erkenntnisse von der Wärmebehandlung dadurch ermöglicht, daß die Härte- und Glührichtungen in den letzten Jahren besonders gefördert und weiterentwickelt worden sind; es sei auf Oefen mit neuzeitlicher Temperatur- und Zeitregelung, auf Abschreckbäder mit Pumpen, Propellern und Leitvorrichtungen zur gleichmäßigen und besseren Führung der Abkühlvorgänge, auf verschiedenartige Abkühlflüssigkeiten mit genau einstell-

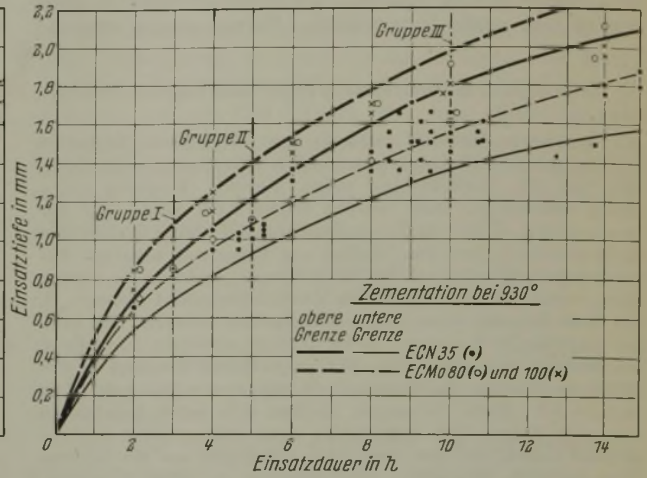
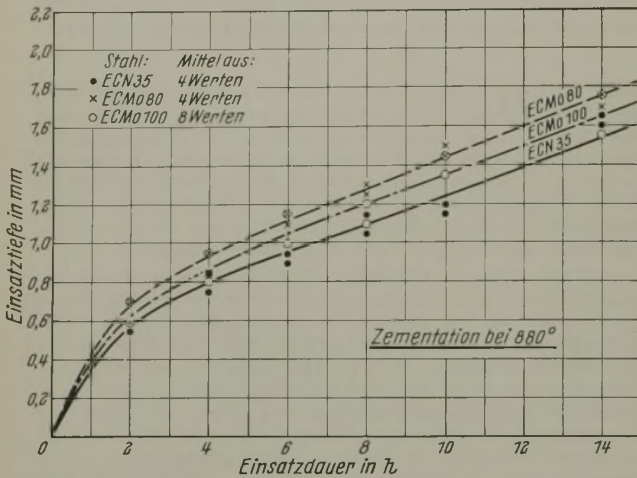


Bild 1 und 2. Einfluß der Einsatzzeit auf die Aufkohlung von Chrom-Nickel- und Chrom-Molybdän-Stahl im C-5-Bad bei 880 und 930°.

sowie höherer und gleichmäßiger Härte; weiche austenitische Stellen mit etwa 55 R_c, wie sie bei Chrom-Nickel-Stählen zuweilen auftreten, werden bei ihnen nicht gefunden. Für die Zwischenglühung, Kernzäh- und Schlußhärtung konnten die Erfahrungen mit den Chrom-Nickel-Stählen mit Erfolg übernommen werden, wobei nur die Temperaturen entsprechend den höheren Umwandlungstemperaturen der Chrom-Molybdän-Stähle erhöht werden mußten. Beobachtungen, daß die Chrom-Molybdän-Stähle bei der Wärmebehandlung mehr zudern, dürften für richtig geführte Oefen nicht zutreffen.

barer Temperatur, auf die Warmbadabkühlung usw. hingewiesen. Als Beleg für den großen Einfluß der richtigen Wärmebehandlung auf die Haltbarkeit von Stahlteilen sei Bild 3 angeführt, das die Dauerfestigkeit von Borden aus demselben Stahl nach Einsetzen in zwei verschiedenen

Die Umstellung von Chrom-Molybdän- auf Chrom-Mangan-Einsatzstähle, die im letzten Jahre stattfand, war in verschiedener Hinsicht nicht mehr so bedeutend wie die erste Umstellung; im Betriebe wurden die Chrom-Molybdän-Stähle als Chrom-Mangan-Molybdän-Stähle angesehen. So gilt für die Wärmebehandlung der reinen Chrom-Mangan-Einsatzstähle dasselbe, was vorher für die Chrom-Molybdän-Stähle erwähnt wurde. Auch bei ihnen müssen scharfwirkende Aufkohlungsmittel vermieden werden. Auch sie zementieren in Salzbädern gegenüber den Chrom-Nickel-Stählen schneller, erreichen eine größere Oberflächenhärte und bleiben von Austenitflecken frei. Die Einsparung des Molybdäns wirkt sich bei sachgemäßer Wärmebehandlung und entsprechendem Mangangehalt bei Werkstücken mit kleineren Querschnitten auf die Kernfestigkeit ebensowenig aus wie auf die Randfestigkeit. Als Vorteil ist jedoch anzusprechen, daß molybdänfreie Stähle weniger zu Rissen, besonders beim Leistungsschleifen, neigen.

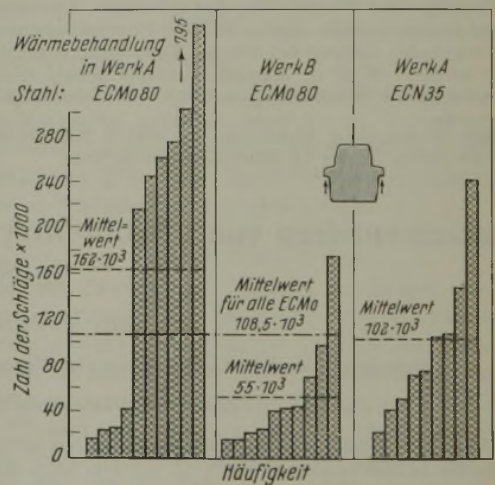


Bild 3. Einfluß der Wärmebehandlung auf die Dauerfestigkeit von Borden schlagbeanspruchter Teile.

Gute Ergebnisse mit den Austauschstählen werden vor allem dann erzielt, wenn zur genauen Schmelzföhrung und Verarbeitung im Stahlwerk die genaue Zementation und weitere Wärmebehandlung im verarbeitenden Betrieb kommt. Dies wird außer durch die steigenden

Werken wiedergibt. Es genügt zur Einhaltung genauer Einsatz-tiefen nach unseren Erfahrungen nicht, bei einem gegebenen Einsatzmittel und einer bestimmten Temperatur nur auf die Zeit zu achten; nach Bild 2 kann die Einsatz-tiefe bei einer Zementationsdauer von 5 h unter den angegebenen sonstigen Verhältnissen z. B. zwischen 1,1 und 1,4 mm schwanken. Das ist darauf zurückzuführen, daß die Stahlzusammensetzung, das Einsatzmittel oder der Zustand des Bades, die Arbeitsbedingungen usw. immer etwas schwanken und das Ergebnis beeinflussen; so können kleine Zusätze von Aluminium³⁾, die ein feineres Korn ergeben,

²⁾ Diergarten, H.: Gefüge-Richtreihen im Dienste der Werkstoffprüfung. Berlin 1940 (Berichte über betriebswissenschaftliche Arbeiten, Bd. 13).

³⁾ Houdremont, E., und H. Schrader: Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 393/404.

Zahlentafel 1. Festigkeitseigenschaften von Stählen ECMo 100 nach Tiefzementieren im Salzbad (C-5-Bad).

Schuldnr.	Durchmesser	Chemische Zusammensetzung								Nach Einsetzen bei 880° und Doppelhärtung von 860/830°			Proben nach Einsetzen bei 930° und Doppelhärtung von 860/830°				Fertigteile nach Einsetzen bei 930° und Doppelhärtung von 860/830°		
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Zugfestigkeit	Bruchdehnung (l = 5 d)	Ein-schnü-rung	Brinell-Härte im Kern	Oberflächenhärte R _c	Randkarbide in der Einsatzschicht ¹⁾	Einsatz-tiefe ²⁾	Brinell-Härte im Kern	Oberflächenhärte R _c	Einsatz-tiefe
mm	%	%	%	%	%	%	%	%	kg/mm ²	%	%				mm			mm	
1	61	0,20	—	0,81 bis 0,84	—	—	1,01 bis 1,05	0,24 bis 0,25	0,26 bis 0,29	—	—	—	345 bis 373	—	—	—	—	—	—
2	61	0,19	0,28	0,95	0,024	0,019	1,18	0,25	—	—	—	—	63,0 bis 66,0	> 6	1,75 bis 1,95	354 bis 373	64,3 bis 66,0	1,70 bis 1,80	
3	61	0,20	0,28	0,93	0,017	0,018	1,28	0,24	—	—	—	345 bis 383	—	6	1,70 bis 1,85	393 bis 404	65,0 bis 66,0	1,70 bis 1,75	
4	48	0,20 bis 0,21	—	1,00 bis 1,01	—	—	1,11 bis 1,17	0,23 bis 0,27	0,14 bis 0,20	127	7,4	42,9	363 bis 404	62,0 bis 65,0	5 bis 6	1,50 bis 1,70	354 bis 363	64,5 bis 66,0	1,75 bis 1,80
		0,16 bis 0,17	0,28 bis 0,30	0,81 bis 0,83	0,023 bis 0,024	0,019 bis 0,020	1,29 bis 1,32	0,25 bis 0,26	0,64	126	—	33,0	354 bis 415	60,0 bis 61,6	5 bis 6	1,70 bis 1,85	337 bis 404 ³⁾	60,0 bis 65,0	1,75 bis 1,80
5	60	0,16 bis 0,17	0,28 bis 0,30	0,81 bis 0,83	0,023 bis 0,024	0,019 bis 0,020	1,29 bis 1,32	0,25 bis 0,26	0,64	126	—	33,0	354 bis 415	60,0 bis 61,6	5 bis 6	1,70 bis 1,85	337 bis 404 ³⁾	60,0 bis 65,0	1,75 bis 1,80
		0,18 bis 0,19	0,28 bis 0,29	0,81 bis 0,91	0,022 bis 0,023	0,019 bis 0,011	1,28 bis 1,15	0,29 bis 0,23	—	138 bis 139	7	44	451 bis 451	64,0 bis 67,0	—	1,85 bis 1,95	—	—	—
6	48	0,19 bis 0,20	0,20	0,94 bis 0,95	0,012 bis 0,014	0,020	1,28 bis 1,29	0,29	—	138	7	44	451 bis 464	64,0 bis 65,0	—	1,85 bis 1,95	—	—	—
		0,19 bis 0,20	0,21 bis 0,29	0,90 bis 0,91	0,022 bis 0,023	0,010 bis 0,011	1,14 bis 1,15	0,22 bis 0,23	—	137	—	—	415 bis 451	65,0 bis 67,0	—	—	—	—	—
7	61	0,19 bis 0,20	0,28	0,88 bis 0,90	0,019 bis 0,020	0,025	1,19 bis 1,21	0,21 bis 0,22	—	137	—	—	353 bis 404	61,0 bis 63,0	vereinzelt	1,70 bis 1,80	373 bis 393	63,1 bis 65,0	1,70 bis 1,80
		0,18 bis 0,19	0,35	0,71 bis 0,76	0,022 bis 0,025	0,020	1,06 bis 1,09	0,32 bis 0,34	—	113	—	41,5	373 bis 426	62,0 bis 64,5	keine	1,45 bis 1,65	393 bis 404 ⁴⁾	62,0 bis 63,4	1,75 bis 1,90

1) Bewertet nach der Richtreihe in den Bildern 5 bis 10. 2) Am Bruch ausgemessen. 3) Eine Probe 383 bis 393, eine andere 363 bis 393. 4) Eine Probe 329 bis 363, eine andere 345 bis 354.

gleichzeitig die Eindringtiefe des Kohlenstoffs bedeutend verringern. Bei Teilen, die eine genaue Einsatztiefe erhalten müssen, ist es deshalb notwendig, diese im Laufe der Zementation an Hand einiger in regelmäßigen Abständen genommener Proben zu verfolgen.

Die Festigkeitswerte von Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Stählen bis etwa 1,2 mm Einsatz-tiefe liegen nach eigenen Untersuchungen in den Grenzen, die H. Voss und F. Krämer⁴⁾ sowie neuerdings H. Kiessler⁵⁾ angegeben haben. Trotz der gleichmäßigeren Randhärte ist aber bei den Chrom-Molybdän-Stählen gegenüber Chrom-Nickel-Stählen die Einhaltung bestimmter Werte für die Kernfestigkeit schwieriger; Streuungen von Schmelzung zu Schmelzung um 100 Brinell-Einheiten in der Mitte von abgeschreckten Teilen von rd. 10 mm Wanddicke kommen trotz sorgfältigster Wärmebehandlung vor. Es sind deshalb nicht zu enge Spielräume für die Kernfestigkeit der Chrom-Molybdän-Stähle nach Einsatzhärtung vorzusehen. Bei gleicher Wärmebehandlung scheinen die Werte für Chrom-Mangan-Stähle nach bisherigen Erfahrungen bei kleinen Querschnitten bis 30 mm Dmr. gleichmäßiger zu liegen.

Vermeidung grober Randkarbide.

Beim Zementieren von Stählen auf Tiefen über etwa 1,2 bis 2,0 mm in Salzbadern sollten nach bisheriger Anschauung keine schädlichen Ueberkohlungen bei der üblichen Temperaturführung auftreten, weil die Salz-bäder auf einen dem Eutektoid entsprechenden Randkohlenstoffgehalt eingestellt sein sollen (vgl. Bild 4). In

diesem Sinne äußern sich u. a. E. Houdremont⁶⁾, H. Schrader⁷⁾ und H. M. Meingast⁸⁾. Es überraschte deshalb sehr, als bei der neu eingeführten Tiefzementation von

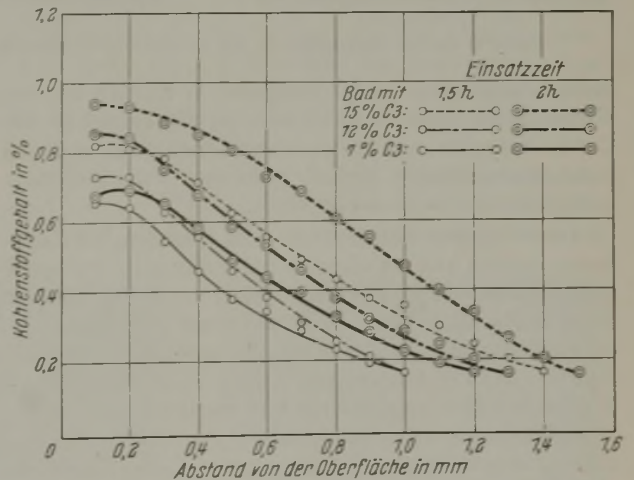


Bild 4. Einfluß des C-3-Gehaltes eines C-5-Bades auf die Aufkohlung von Stahl ECMo 80 bei 930° (nach H. M. Meingast).

hochbeanspruchten Werkstücken aus den Chrom-Molybdän-Stählen ECMo 80 und ECMo 100 sowie aus den Chrom-Mangan-Stählen EC 80 und EC 100 in Salzbadern bei be-

6) Houdremont, E.: Einführung in die Sonderstahlkunde. Berlin 1935.

7) Schrader, H.: Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, 2. Aufl., hrsg. vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute. Düsseldorf 1937. Blatt N 11 und T 14.

8) Durferrit-Hausmitt. 7 (1938) S. 4/33.

4) Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 913/20 (Werkstoffaussch. 471).

5) Z. VDI 84 (1940) S. 385/92.

stimmt Schmelzen grobe Randkarbide gefunden wurden (vgl. Bilder 5 bis 10 und Zahlentafel 1). Eingehende Untersuchungen ergaben, daß die Stähle den üblichen Anforderungen entsprachen und daß die Salzbäder und Einsatzbedingungen in Ordnung waren. An sich ist bekannt, daß Chrom — Molybdän wirkt nach unseren Erfahrungen in Einsatzstählen nur schwach karbidbildend — in größeren Gehalten beim Einsetzen in festen Mitteln zur Karbidbildung beiträgt⁹⁾. Das Auftreten groben Zementits in chromhaltigen Stählen ist also erklärlich, wenn beim Tiefzementieren in Salzbädern auch mit übereutektoidischen

Einen Hinweis für den einzuschlagenden Weg gaben die Maßnahmen beim Zementieren von Stählen mit festen und gasförmigen Mitteln, bei denen, wie erwähnt, eine schädliche Ueberkohlung und Ausscheidung von Karbiden bekannt ist, wenn sie auch überwiegend als Zementitnetzwerk nach dem Abkühlen von der Einsatztemperatur vorliegen. Sie können erstens durch längeres Glühen bei entsprechenden Temperaturen und Zeiten in neutralen Gasen wie Stickstoff, in reduzierenden Gasen wie Wasserstoff oder in schwach aufkohlenden oder entkohlenden Mitteln wie Gußeisenspänen, verbrauchten Zemen-

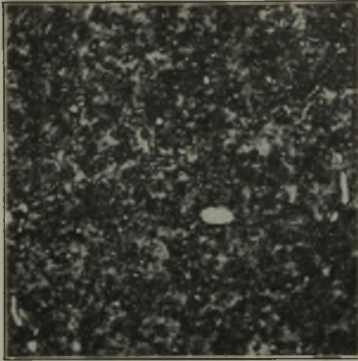


Bild 5. Wertzahl 1.

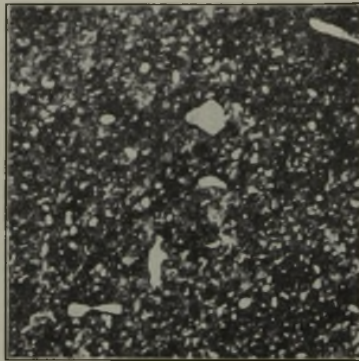


Bild 6. Wertzahl 2.



Bild 7. Wertzahl 3.

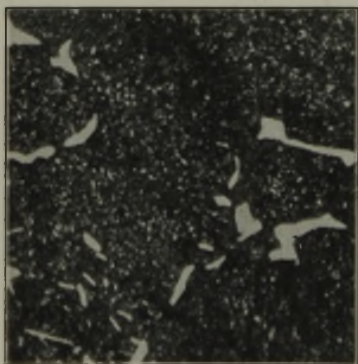


Bild 8. Wertzahl 4.

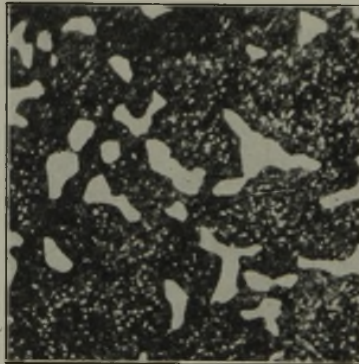


Bild 9. Wertzahl 5.

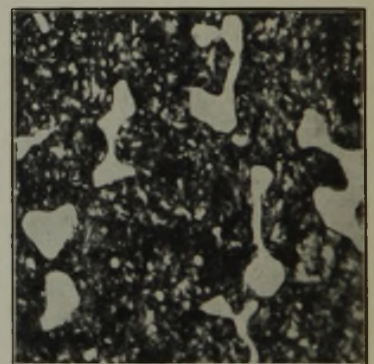


Bild 10. Wertzahl 6.

Bilder 5 bis 10. Richtreihe für die Bewertung der Randkarbide in eingesetzten Chrom-Molybdän-Stählen. ($\times 4000$)

Kohlenstoffgehalt in der Randzone zu rechnen ist. Ob Chrom-Nickel-Stähle, wenn sie genau so umfangreich wie die Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Stähle hätten untersucht werden können, deshalb nicht auch Ueberkohlungen gezeigt hätten, bleibe dahingestellt.

Da die groben Randkarbide beim Schleifen Schwierigkeiten ergaben und vor allem die vorgeschriebene Festigkeit und Zähigkeit nicht erreichen ließen, waren die an sich fertig wärmebehandelten Werkstücke mit derartigem Gefüge unbrauchbar. Es gelang jedoch schnell, diese Schwierigkeiten zu erkennen und durch eine zusätzliche Wärmebehandlung, nämlich eine möglichst kurze Diffusionsglühung in einem nachgeschalteten Salzbad, zu beheben. Es war wichtig, daß dabei der Kohlenstoff nicht über die vorgeschriebene Einsatztiefe hinaus in das Innere einwanderte und daß die schwierig zu schleifenden Stücke sich nicht weiter verzogen. Weiter sollten nach Möglichkeit die an sich wertvollen Salzbadbehalter beibehalten werden, da der Übergang zu mildwirkenden Einsatzpulvern mit tieferen Anwendungstemperaturen längere Zementationszeiten und andere Schleifzugaben erfordert hätte.

tationsmitteln oder Lösche zerstört werden, wobei der übereutektoidische Kohlenstoff in die umgebenden Mittel oder in den Kernwerkstoff wandert, und zweitens durch kürzeres Glühen bei Temperaturen oberhalb der ES-Linie in die feste Lösung übergeführt und verteilt werden. Bei dem zuletzt genannten Verfahren, dem Lösungsglühen, spielen sich die Vorgänge nach dem zuerst genannten, dem Ausgleichglühen, mit ab, wenn auch in geringem Maße. Beide Verfahren fallen unter den Begriff der Diffusionsglühung.

Ein solches Diffusionsglühen zum Ausgleich zu hohen Randkohlenstoffgehalt war beim Einsetzen in Salzbädern nicht bekannt. Es wurden darum Versuche mit verschiedenen Bädern, Temperaturen und Zeiten angestellt. Es bestätigte sich, daß sowohl beim Lösungsglühen als auch beim Ausgleichglühen praktisch der Kohlenstoff wandert und sich verteilt. So nahm bei Versuchen mit ECMo 100 die Aufkohlungstiefe bei 20 min Lösungsglühen bei 1000° im Bariumchloridbad um 0,2 mm zu, bei 5 h Ausgleichglühen bei 930° im Duferritvergütungsbad dagegen um 0,6 mm. Insgesamt ergaben die Nachprüfungen, aus denen Zahlentafel 2 einen Teil enthält, daß im allgemeinen 20 min bei 970° zur Beseitigung auch der in festen Einsatzpulvern entstehenden Randkarbide ausreichen. Für die Anwendung dieses Lösungsglühens bei höheren Temperaturen

⁹⁾ Houdremont, E., und H. Schrader: Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 445/59 (Werkstoffaussch. 299); Houdremont, E.: Einführung in die Sonderstahlkunde. Berlin 1935. S. 227.

Zahlentafel 2. Einfluß einer Diffusionsglühung nach Tiefzementation auf Innenrisse und Randgefüge. (Proben 15 h im festen Einsatz CMD 12 bei 900° aufgekocht, im Kasten erkaltet, danach im Bariumchloridbad geglüht. Schlußhärtung von 830° in Öl von 20 bis 40°.)

Stahl	Probe	Temperatur des Diffusions- glühens ° C	Dauer ²⁾ min	Bruchgefüge	Karbidausbildung ¹⁾	
					Rand	Ecken
ECMo 400 aus basischem Siemens-Martin-Ofen	1	950	15	gut	2 bis 3	6
	2				3 bis 6	6
	3				1 bis 5	5 bis 6
	4	950	30	gut	2 bis 3	4 bis 5
	5				2 bis 3	4 bis 5
	6				2 bis 3	5
	7	1000	30	kleine Innenrisse	keine Randkarbide	
	8					
	9					
EC 400 aus basischem Siemens-Martin-Ofen	1	950	15	gut	5 bis 6	6 ²⁾
	2				6	6 ²⁾
	3				4 bis 6	6 ³⁾
	4	950	30	gut	2 bis 5	6
	5				2 bis 4	3 oder 6 ³⁾
	6				3 bis 4	6 ²⁾
	7	1000	15	Innenrisse Innenrisse Innenrisse	keine Randkarbide	2 bis 4
	8				keine Randkarbide	5 bis 6
	9				keine Randkarbide	
	10	1000	30	Innenrisse Innenrisse Innenrisse	keine Randkarbide	
11	keine Randkarbide					
12	keine Randkarbide					
EC 400 aus basischem Lichtbogenofen	1	950	15	Innenrisse Innenrisse Innenrisse	2 bis 4	6
	2				2 bis 5	6 ⁴⁾
	3				2 bis 5	6 ³⁾
	4	950	30	Innenrisse Innenrisse Innenrisse	keine Randkarbide	2, 4 bis 5
	5				keine Randkarbide	2 bis 3, 4
	6				keine Randkarbide	2 bis 3
	7	1000	15	Innenrisse Innenrisse Innenrisse	keine Randkarbide	2 bis 4
	8				keine Randkarbide	4
	9				keine Randkarbide	
	10	1000	30	kleiner Innenriß gut kleiner Innenriß	keine Randkarbide	
	11				keine Randkarbide	
12	keine Randkarbide					

¹⁾ Nach Richtreihe in Bild 5 bis 10. ²⁾ Andeutung von Netzwerk. ³⁾ Teilweise netzförmig. ⁴⁾ Netzförmig. ⁵⁾ Die Aufheizzeit ab 930° — je nach Glühgutmenge 15 bis 30 min — ist zu beachten.

sprechen zwei Vorteile. Erstens wird der Stahl durch 20 min Erhitzen auf 970° weniger geschädigt als durch 4 bis 5 h Glühen bei 930°. Zweitens ist offensichtlich, daß die Leistung einer bestimmten Härteanlage und damit die Wirtschaftlichkeit, abgesehen von dem vermehrten Raumbedarf, günstiger ist, wenn die Karbidiffusionsglühung in etwa 20 min (zuzüglich 15 bis 30 min Aufheizzeit ab 930°, je nach Glühgutmenge) bei 970° statt in 4 bis 5 h bei 930° durchgeführt werden kann. Man sollte also bei der langen, für die Tiefzementation notwendigen Einsatzzeit — im Betriebe wird man für eine Einsattiefe von 2,0 mm etwa 15 h rechnen müssen — eine möglichst kurze Zeit für die Beseitigung grober Karbide anstreben; dabei kann man auf Grund praktischer Erfahrungen ohne weiteres bis auf 1000° gehen (vgl. Bilder 11 bis 13). Ist geeignete Luftabkühlung nach der Diffusionsglühung bei hohen Temperaturen aus besonderen Gründen nicht möglich, ist es grundsätzlich zweckmäßig, nachträglich unter GOS oder ES zu glühen, um die später erörterten Innenrisse zu vermeiden. Nach dem Glühen bei 680° treten die durch die Diffusionsglühung beseitigten groben Karbide nicht wieder auf, wie bei vielen Untersuchungen (vgl. Zahlentafel 3) festgestellt wurde.

Es ist durchaus möglich, die Diffusionsglühung auch in einer dem Zementationsbade nachgeschalteten Gaszone von entsprechender Temperatur und entsprechender Zeitdauer durchzuführen, z. B. in einem Muffelofen mit Stickstoff oder teilweise verbranntem Leuchtgas.

Festigkeitswerte verschiedener Stähle nach Tiefzementation und Diffusionsglühung.

Aus den vielen Untersuchungen an Stählen mit Einsatz-tiefen über 1,2 bis 2,0 mm sind in Zahlentafel 1 einige zusammengestellt. Die Oberflächenhärte und die Kernfestigkeit der Werkstücke nach der Tiefzementation in Salzbadern liegen auch nach Beseitigung grober Karbide durch Diffusionsglühung in der gleichen Größenordnung wie ohne Diffusionsglühung bzw. wie bei Einsatz-tiefen unter 1,2 mm, wenn richtiges Abkühlen von hohen Temperaturen, Zwischenglühen und Schlußhärtungen erfolgt.

Die Ermittlung der statischen Festigkeit durch Aufdornen nach Bild 14 und 15 ergab ebenfalls keine Unterschiede mit und ohne Diffusionsglühung (Zahlentafel 4 und 5). Die Werte für EC 80 liegen nach Zahlentafel 6 mindestens so günstig wie für ECMo 80; das gleiche gilt für EC 100 und ECMo 100.

Wichtig ist hier die Feststellung, daß Werkstücke aus verschiedenen Schmelzen, auch wenn sie zum Teil wegen grober Randkarbide einer Diffusionsglühung unterworfen



Bild 11. 15 h bei 930° eingesetzt.

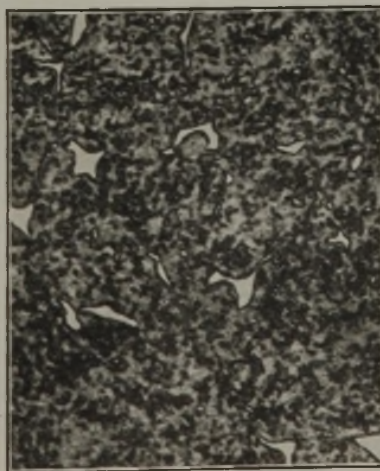


Bild 12. 15 min bei 950° geglüht.

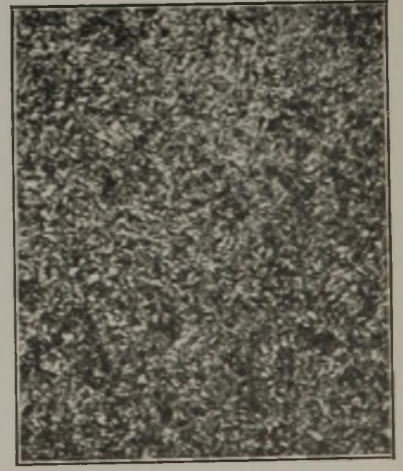


Bild 13. 20 min bei 1000° geglüht.

Bilder 11 bis 13. Randgefüge von Chrom-Molybdän-Stählen nach Tiefzementation und nach der Diffusionsglühung. (× 1000.)

Zahlentafel 3. Karbidausbildung bei unterschiedlicher Wärmebehandlung von Stahl ECMo 80 und ECMo 100 nach der Tiefzementation.
(15 h bei 930° im C-5-Bad eingesetzt; Einsatztiefe 1,70 bis 1,90 mm.)

Stahl	Behandlung nach Zementation	Gefüge
ECMo 80 ECMo 100	Abschrecken in Oel von 20°; Schlußhärten von 830° in Oel von 20°	grobe unzulässige Randkarbide und Zementit in Netzform; stellenweise Wertzahl > 6 (Bild 10)
ECMo 80 ECMo 100	20 min Diffusionsglühen bei 1000° im Bariumchloridbad; an der Luft erkaltet; Schlußhärtung von 830° in Oel von 20°	feine, gleichmäßig verteilte Randkarbide wie Bild 13
ECMo 80 ECMo 100	5 h Glühen bei 680°; Schlußhärten von 830° in Oel von 20°	feine, gleichmäßig verteilte Randkarbide wie Bild 13

Zahlentafel 4. Einfluß der Wärmebehandlung nach der Tiefzementation auf die Bruchlast beim Aufdornversuch mit Stahl ECMo 100.

Probe	Bruchlast beim Aufdornversuch kg	Oberflächenhärte R _c	Einsatztiefe mm	Gefüge
Doppelhärtung von 840 und 810°, nicht angelassen				
1	12 800	67,3 bis 68,0	1,50 bis 1,55	An einer Stelle etwas freier Zementit in der Randzone in Form von Körnern; noch gut; Entkohlung am Rand etwa 0,05 mm; Kerngefüge: Martensit + Troostit + Ferrit; Struktur nadelig.
2	12 800	67,5 bis 67,9		
3	15 000	67,0 bis 68,0		
4	13 800	65,3 bis 66,3	1,45 bis 1,50	Kein freier Zementit; Entkohlung etwa 0,06 mm; Kerngefüge: Martensit — Sorbit + etwas Ferrit.
5	14 200	66,9 bis 68,0		
6	11 800	65,9 bis 66,9		
Doppelhärtung von 840 und 810°, 1 h bei 150° angelassen				
7	12 200	64,4 bis 65,4	1,45 bis 1,50	Kein freier Zementit; Entkohlung etwa 0,07 mm; Kerngefüge: strahliger Martensit — Troostit; größere Ferritfelder.
8	11 800	62,5 bis 63,5		
9	13 400	63,6 bis 64,2		
10	9 600	64,5 bis 65,0	1,45 bis 1,50	Kein freier Zementit; Entkohlung etwa 0,08 mm; Kerngefüge: Martensit + Sorbit + große Ferritfelder.
11	8 400	64,8 bis 65,2		
12	12 800	64,5 bis 65,0		
Einmal von 810° abgeschreckt, nicht angelassen				
1	7 000	68,0 bis 68,5	1,50 bis 1,55	An einer Stelle starke Zementitanhäufung; Entkohlung etwa 0,04 mm; Kerngefüge: strahliger Martensit + Troostit, viel Ferrit.
2	7 400	68,0 bis 68,8		
3	6 800	68,0 bis 68,5		
4	8 000	67,9 bis 68,2	1,45 bis 1,50	Kein freier Zementit; Entkohlung etwa 0,07 mm; Kerngefüge: strukturloses Martensit-Troostit-Ferrit-Gefüge.
5	11 200	68,0 bis 68,5		
6	5 600	66,8 bis 67,5		
Einmal von 810° abgeschreckt, 1 h bei 150° angelassen				
7	8 000	64,0 bis 65,0	1,45 bis 1,50	Kein freier Zementit; Entkohlung etwa 0,06 mm; Kerngefüge: strukturloses Gemisch von Sorbit, Martensit und Ferrit.
8	9 200	64,0 bis 65,7		
9	8 000	63,8 bis 65,0		
10	9 600	65,0 bis 65,8	1,45 bis 1,50	Kein freier Zementit; Entkohlung etwa 0,05 mm; Kerngefüge: strukturloses Martensit-, Troostit-, Ferritgefüge.
11	12 800	65,4 bis 65,7		
12	12 800	64,9 bis 65,5		

Zahlentafel 5.

Einfluß von Innenrissen auf die Bruchlast bei Aufdornversuchen mit Stählen ECMo 100 und EC 100. (Proben 14 h 40 min im C-5-Bad bei 930° zementiert, dann 20 min im Bariumchloridbad bei 1000°, Abkühlen in Oel von 20°, Schlußhärten von 830° in Oel von 20°. Bei Schmelze I Proben mit 53,3 mm Dmr. nach Bild 14, sonst mit 45 mm Dmr.)

Schmelze ECMo 100, I		Schmelze ECMo 100, II		Schmelze ECMo 100, III		Schmelze EC 100	
Bruchlast beim Aufdornversuch kg	Bruchgefüge	Bruchlast beim Aufdornversuch kg	Bruchgefüge	Bruchlast beim Aufdornversuch kg	Bruchgefüge	Bruchlast beim Aufdornversuch kg	Bruchgefüge
1400	starke Innenrisse	19 000	gut	21 200	gut	28 400	gut
1400	starke Innenrisse	8 000	schwache Innenrisse	12 000	gut	16 500	gut
1700	starke Innenrisse	9 400	schwache Innenrisse	12 400	gut	16 500	gut
1600	starke Innenrisse	8 000	schwache Innenrisse	17 000	gut	14 600	gut
		12 200	schwache Innenrisse	19 800	gut	15 800	gut

wurden, bei Dauerschlagversuchen¹⁰⁾ sich ebenfalls gleich verhielten, wenn die Werkstoffprüfung ergeben hatte, daß es sich um gute, normale Stähle handelte. Da die Dauerschlagversuche wiederholt gut ausfielen, kann angenommen werden, daß durch die Diffusionsglühung die Festigkeitseigenschaften nicht beeinträchtigt werden, sofern keine Innenrisse (Flocken) in der Kernzone auftreten.

¹⁰⁾ Nach Mitteilung von Dr. H. Leber, Adam Opel A.-G., Rüsselsheim.

Zahlentafel 6. Bruchlasten bei Aufdornversuchen mit rißfreien tiefzementierten Proben aus Stahl ECMo 80 und EC 80.

(Proben von 53,3 mm Dmr. nach Bild 14 rd. 18 h im C-5-Bad 930° zementiert, im Bariumchloridbad bei 1000° 20 min geglüht, in Oel von 20° abgekühlt, dann Schlußhärten von 830° in Oel von 20°.)

Stahl	Bruchlast beim Aufdornversuch in kg				
ECMo 80	19 000	26 000	16 400	14 600	15 700
EC 80	24 000	19 000	15 500	16 700	17 600

Entsprechend der dicken, harten Randschicht ist nach Tiefzementierung eine hohe Flächenbelastbarkeit, ohne daß Risse und anschließend Ausbröckelungen auftreten, möglich. Große Einsattiefen sind aber nur bei hohen Flächendrücken angebracht oder bei Teilen, die wegen starken Verzuges große Schleifzugaben erhalten müssen. Grobe Karbide bis Wertzahl 3 nach Bild 7 sind zulässig, wie lange Betriebserfahrungen zeigen; Zementitnetzwerk muß dagegen beseitigt werden.

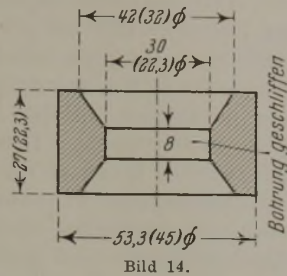


Bild 14.

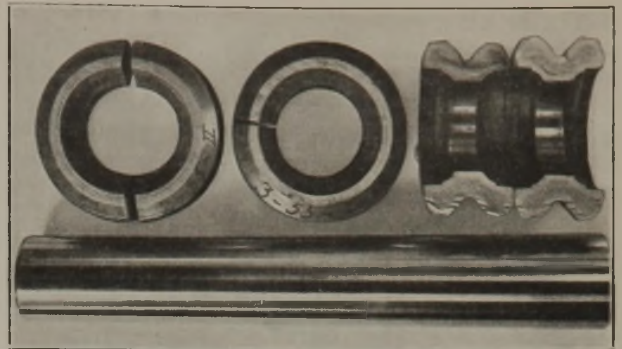


Bild 15. ($\times \frac{1}{2}$)

Bild 14 und 15. Form der Proberinge zur Ermittlung der statischen Druckfestigkeit und der Innenriß-Anfälligkeit durch Aufdornen.

Beachtung sollte auch die Frage finden, ob eine Doppelhärtung — Kernzähhärtung von etwa 840 bis 860° und Randhärtung von etwa 810 bis 830° — notwendig ist. Härte, statische Festigkeit und Dauerschlagzahl lagen oft gleich hoch, wenn nur Schlußhärtung von 830° nach Zwischenglühen angewendet worden war. In den überwiegenden Fällen ergaben sich sowohl bei Ermittlung der statischen Festigkeit durch Aufdornen (Zahlentafel 4) als auch bei der Brinellhärteprüfung (Zahlentafel 7) höhere Werte für die Doppelhärtung. Dies wird damit zusammenhängen, daß unterschiedliche Härtetemperaturen die besten Werte ergeben und daß Schmelzen mit einer an sich hohen Festigkeit bei Einfachhärtung höher liegen können als solche mit an sich niedriger Festigkeit bei Doppelhärtung.

Zahlentafel 7. Einfluß einer ein- oder zweimaligen Schlußabschreckung auf die Härte im Kern und an der Oberfläche von Teilen mit rd. 10 mm Wanddicke aus Stahl EC 100.

(Proben 14 h im C-5-Bad bei 930° eingesetzt, in warmem Öl abgekühlt, anschließend 3 h bei 680° gegläht und im Ofen abgekühlt.)

Probe	Doppelhärtung von 860 und 830°		Einfachhärtung von 830°	
	Brinell-Härte im Kern	Oberflächenhärte R_c	Brinell-Härte im Kern	Oberflächenhärte R_c
1	415, 426	62,0 bis 65,0	393, 404	60,5 bis 63,2
2	415, 426	61,4 bis 64,6	393, 404	61,7 bis 63,3
3	415, 426	61,1 bis 62,7	383, 393	61,0 bis 62,7
4	415	62,0 bis 65,2	404, 350	61,8 bis 63,9
5	415, 426	61,4 bis 63,0	393	62,5 bis 64,0
6	426	61,4 bis 62,8	373, 393	62,0 bis 63,6
7	426	61,0 bis 63,2	363, 383	61,7 bis 63,0
8	415	62,6 bis 65,3	373, 383	62,2 bis 63,4
9	404, 415	61,0 bis 63,2	383, 393	61,8 bis 64,3
10	415	62,0 bis 65,2	404	62,1 bis 63,7
Mittelwert	417	62,8	366	62,6

Auf Grund dieser Erfahrungen wurde von den Vereinigten Kugellagerfabriken, A.-G., das Diffusionsglühen nach Tiefzementation eingeführt. C. Albrecht¹¹⁾ berichtete danach in den Durferrit-Mitteilungen, daß in bestimmten Fällen auch beim Zementieren in Salzbadern Ueberkohlungen und grobe Karbide in der Randschicht auftreten können¹²⁾.

Auftreten von Innenrissen nach Tiefzementation und Diffusionsglühen.

Nach der Tiefzementation, besonders jedoch nach der Diffusionsglühen in Salzbadern bei anschließender Abkühlung in kaltem oder warmem Öl traten bei bestimmten

Schmelzen und Salzbadern immer wieder Innenrisse auf, die nach Aufdornen der Ringe im Bruch gut zu erkennen waren (vgl. Bilder 16 bis 18). Die Innenrisse bilden teils runde, glänzende, grobkristalline Stellen, die wie Flocken aussehen. Teilweise dehnen sie sich über die ganze Fläche aus, die dem nichtgehärteten Kernwerkstoff entspricht. In einigen Fällen zeigt sich im Kern eine flockenähnliche Fläche mit einer feinkörnigen umgebenden Zone, die auf eine Erweiterung der Risse nach dem Schlußhärten hindeutet. Je nach der Ausdehnung dieser Innenrisse schwanken die Ergebnisse der Aufdornprüfung sehr stark; die Bruchlast kann bis auf 10 % des bei einwandfreien Ringen ermittelten Wertes sinken.

Als Gründe der Rißenstehung kann überlegungsmäßig folgendes angeführt werden. Bei den Stücken, die diesen Fehler zeigen, liegt eine im Verhältnis zum Querschnitt große Einsattiefe vor. Die Randzone erfährt sowohl durch die Kohlenstoffaufnahme als auch durch die Martensitbildung beim Abschrecken eine erhebliche Volumenvergrößerung, die jedoch auch noch von der nach dem Abschrecken verbleibenden Austenitmenge abhängt. Der Anteil an Restaustenit kann nun schwanken, je nach der Eigenart des Stahles, nach seinem Legierungsgehalt und vor allem je nach den Bedingungen beim Abschrecken. Durch die unterschiedlichen Volumenänderungen werden Zugspannungen im Kernwerkstoff veranlaßt, so daß er auch bei an sich ausreichender Zähigkeit in den schwächsten Punkten aufreißen kann. Zu diesen Beanspruchungen durch ungleichmäßige Volumenänderungen können weitere treten. So sind durch plötzliches Freiwerden von Gasen, z. B. von Wasserstoff, Druckspannungen besonderer Größe im Kernwerkstoff denkbar, und zwar auch deshalb, weil im Austenit-Martensit- $(\alpha-\gamma)$ -Umwandlungsgebiet die Löslichkeit von Gasen in Stahl sich unstetig ändert¹³⁾. Dabei erhebt sich die Frage, ob einige Stahlschmelzen an sich mit höherem Gasgehalt behaftet sind oder ob eine Gasaufnahme in Salzbadern bei hohen Temperaturen allgemein oder nur bei bestimmten Salzen und bei veranlagten Stählen auftritt.

Zur Klärung der Fehlerursachen wurden Proben wie im laufenden Betriebe in Salzbadern eingesetzt, zur Diffusion der Randkarbide in anderen Salzbadern bei hohen Temperaturen gegläht, schließlich von 830° in kaltem Öl oder warmem Wasser abgeschreckt und zur Feststellung etwaiger Innenrisse gebrochen oder aufgedornt, nachdem chemische, physikalische und metallographische Untersuchungen der Stähle im Anlieferungszustand keine Aufklärung gebracht hatten.

¹³⁾ Martin, E.: Arch. Eisenhüttenw. 3 (1929/30) S. 407/16 (Chem.-Aussch. 70).

¹¹⁾ Durferrit-Hausmitt. 8 (1939) S. 120/29.

¹²⁾ Die aus den neuen Erkenntnissen gezogenen Folgerungen wurden im Durferrit-Lehrblatt 5, hrsg. von der Durferrit-Ges. m. b. H. für Glüh- und Härtetechnik, Frankfurt a. M., und in Vierjahresplan 4 (1940) S. 331/32 veröffentlicht.

Um die Einwirkung der Salzbäder auf die behandelten Werkstoffe festzustellen, wurden mit den Aufdornproben Zylinder von 12 mm Dmr. und 20 mm Länge wärmebehandelt und auf die Aenderung des Gasgehaltes untersucht¹⁴⁾. Nach *Zahlentafel 8* kann diese sehr erheblich sein und durch die Zementation und Diffusionsglühung der Gasgehalt auf das Drei- bis Vierfache des Anlieferungszustandes ansteigen. In dem Beispiel der *Zahlentafel 8* hat der Sauerstoffgehalt von 0,010 % auf 0,023 bis 0,027 % zugenommen; eine Einwirkung dieser Sauerstoffmengen auf den Stahl, hier besonders auf den Kernwerkstoff, ist aber nach dem heutigen Stande der Kenntnisse fraglich. Aehnliches gilt auch für den Stickstoffgehalt, der auf über

des Werkstoffs angenommen werden. Es bleibt dann noch der Wasserstoff zu erwähnen. Wichtig ist die Feststellung, daß der Wasserstoffgehalt bei der üblichen Zementation im C-5-Bad nach *Zahlentafel 8* für ECMo 80 bei den vorliegenden Proben bei 930° der gleiche wie im Anlieferungszustand geblieben ist; dagegen wurde nach *Zahlentafel 9* eine Erhöhung für ECMo 100 festgestellt. Nach der Sonderbehandlung im Bariumchloridbad bei 1000° ist der Wasserstoffgehalt merklich höher. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß zwischen Einsetzen der Proben und ihrer chemischen Untersuchung eine Reihe von Tagen verstrich, so daß wahrscheinlich unmittelbar nach der Diffusionsglühung der Wasserstoffgehalt noch größer war.

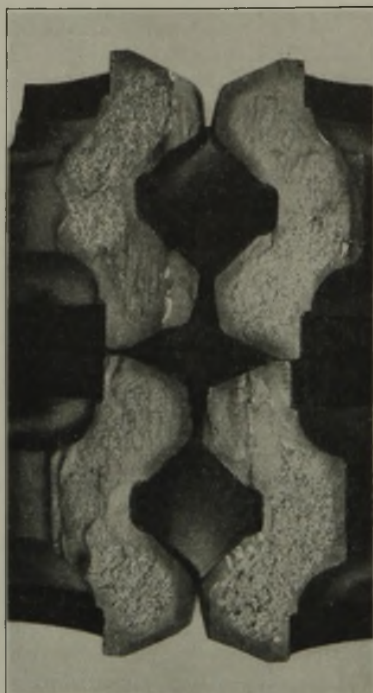


Bild 16. ECMo 100 (x 1,5).

Bild 17. ECMo 100 (x 1,5).

Bild 18. EC 100 (x 1).

Bilder 16 bis 18. Innenrisse in tiefzementierten Ringen aus Stahl ECMo 100 und EC 100.

Zahlentafel 8. Einfluß der Wärmebehandlung auf den Gasgehalt von Teilen mit rd. 10 mm Wanddicke aus Stahl ECMo 80 (nach dem Heißextraktionsverfahren ermittelt).

Probe Nr.	Behandlung	O ₂ %	H ₂ %	N ₂ %	Gasgehalt gesamt cm ³ /100 g
80	Anlieferungszustand	0,010	0,0002	0,002	16,3
1, 2, 3	In Tiegel I eingesetzt	0,023	0,0002	0,018	50,2
4, 5, 6	In Tiegel I eingesetzt und 20 min bei 1000° in BaCl geglüht .	0,026	0,0005	0,024	62,8
7, 8, 9	In Tiegel II eingesetzt	0,026	0,0002	0,024	59,7
10, 11, 12	In Tiegel II eingesetzt und 20 min bei 1000° in BaCl geglüht .	0,027	0,0004	0,022	60,6

Zahlentafel 9. Einfluß der Wärmebehandlung auf den Wasserstoffgehalt einer Probe aus Stahl ECMo 100.

Behandlung	H ₂ %	Bemerkungen
Anlieferungszustand	Spuren	Werkstoff gut
Nach Zementation	0,0030	Ohne Innenrisse
Nach Zementation und 1 h Glühen bei 1000° in BaCl .	0,0040	Ohne Innenrisse
Nach Zementation und 1 h Glü- hen bei 1000° in anderem BaCl- Bad	0,0075 0,0079	Mit Innenrisse

das Zehnfache erhöht worden ist. Stickstoff liegt aber als verhältnismäßig beständiges Nitrid, besonders in chromhaltigen Stählen, vor¹⁵⁾, so daß mit einem plötzlichen Freiwerden von nennenswerten Mengen Stickstoffs bei bestimmten Temperaturen, auch bei Umwandlungstemperaturen, nicht zu rechnen ist, wenn auch diese Frage nach den heutigen Kenntnissen nicht eindeutig zu beantworten ist. Die Mitwirkung des Stickstoffs kann jedoch in einer Versprödung

Die Annahme, daß die Innenrisse zum größten Teil als echte Flocken anzusprechen sind, die durch Wasserstoff mit verursacht wurden, ist danach berechtigt, wenn sie auch im einzelnen noch genauer nachgeprüft werden soll. Die von E. Houdremont¹⁶⁾ angegebenen Voraussetzungen, wie z. B. Vorhandensein von Chrom und Mangan, geringe Mengen von Wasserstoff, kreisrunde bis ellipsenförmige Form der Bruchflächen, entsprechende Wärmebehandlung usw., liegen vor. Häufig wurden auch Flocken um Schlackeneinschlüsse gefunden. In Sonderfällen begünstigen demnach auch Einschlüsse durch ihre Werkstofftrennung oder durch Kohlenoxydbildung infolge Reaktion mit Kohlenstoff die Bildung von Flocken.

¹⁴⁾ Die Gasgehalte wurden teils vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf, teils von den Deutschen Edelstahlwerken, A.-G., in Krefeld bestimmt.

¹⁵⁾ Schrader, H.: Siehe Fußnote 7, a. a. O., Blatt T 14—4.

¹⁶⁾ Houdremont, E., und H. Korschan: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 297/304 (Werkstoffaussch. 296); Bennek, H., H. Schenck und H. Müller: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 321/31 (Werkstoffaussch. 297).

Man kann demnach feststellen, daß die Ursachen der Innenrißbildung bei der Tiefzementation und der zusätzlichen Karbidiffusionsglühung sowohl in den Zugspannungen durch die Austenit-Martensit-Bildung in der Randschicht als auch in dem Freiwerden von gelösten Gasen und in der Sprödigkeitssteigerung zu suchen sind. Entscheidend ist, ob die Spannungen aus den verschiedenen Ursachen insgesamt die Trennfestigkeit des Stahles im Innern überschreiten. Dabei sei erwähnt, daß nach E. Houdremont¹⁷⁾ sehr dünne Teile (2 bis 3 mm Dmr.), bei denen der Anteil der Einsatzschicht am Gesamtquerschnitt sehr groß ist, durch Molybdän hart und spröde, also nachteilig beeinflußt werden. Die Verwendung von Chrom-Mangan-Stählen nicht zu hohen Mangangehalten ist deshalb ein Vorteil gegenüber Chrom-Molybdän-Stählen. Aus den Untersuchungen über Flocken ist bekannt, daß die Stähle unterschiedlich zu diesem Fehler neigen. Es leuchtet weiter ein, daß auch die Salzäder sich in ihrem Gasgehalt unterscheiden und durch Reaktion mit dem Stahl unterschiedliche Gasmengen abgeben. Da die Löslichkeit von Gasen im Stahl mit der Temperatur merklich ansteigt, wäre es aus diesem Grunde erwünscht, wenn die Tiefzementation und Diffusionsglühung bei möglichst tiefen Temperaturen durchgeführt werden, wobei selbstverständlich auf Gas- oder wasserstofffreie Salzäder zunächst zu achten ist. Wirtschaftliche Gründe sprechen allerdings, wie vorher angedeutet wurde, für die Anwendung hoher Temperaturen.

Zur Vermeidung der Innenrisse wies weiter die Beobachtung einen Weg, daß sie nicht auftreten, wenn die Teile nach der Tiefzementation und der anschließenden Diffusionsglühung an ruhender oder bewegter Luft geeigneter Temperatur erkalteten, statt in Öl abgeschreckt wurden. Diese Maßnahme verringert die Spannungen, fördert die Zähigkeit des Kernwerkstoffes und vermeidet plötzlich auftretende Drücke von Gasen, denen Gelegenheit zum langsamen Diffundieren gegeben wird. Die Abkühlung an Luft muß aber immerhin noch so schnell erfolgen, daß kein Zementitnetz und damit keine Grobkörnigkeit nach der Schlußhärtung entsteht; eine gewisse Vergrößerung der Randkarbide gegenüber der Abschreckung muß allerdings

¹⁷⁾ Siehe Fußnote 6; a. a. O., S. 351.

An den Bericht schloß sich folgende Erörterung an.

R. Scherer, Krefeld: Ich möchte mich der Auffassung von Herrn Diergarten anschließen, daß die geschilderten inneren Risse als Flocken anzusprechen sind. Diese Flocken entstehen durch Zusammenwirken mehrerer Umstände, und zwar von Gasgehalt, Abkühlungs- und Härtebedingungen.

Die Frage, ob der im Zementationsbad aufgenommene Wasserstoff allein oder ob der in der Schmelze im Ausgangszustand vorhandene Wasserstoff maßgebend ist, möchte ich offen lassen. Ich neige jedenfalls zu der Auffassung, daß vor allem die Wasserstoffaufnahme beim Einsetzen entscheidend ist.

Besonders zu begrüßen ist, daß Herr Diergarten an Hand von Betriebsergebnissen bestätigt, daß die Chrom-Mangan-Einsatzstähle den Chrom-Molybdän- und Chrom-Nickel-Einsatzstählen gleichwertig und in mancher Hinsicht sogar überlegen sind, wenn sie die entsprechende Wärmebehandlung bei der Einsatzhärtung erfahren. Die von H. Voss und F. Krämer¹⁸⁾ durchgeführten Versuche werden also auf Grund von Betriebserfahrungen in vollem Umfange bestätigt.

E. Houdremont, Essen: Bei den Innenrissen handelt es sich um Flocken. Besonders wertvoll ist, daß durch den Bericht von Herrn Diergarten von der Verbraucherseite Versuchsergebnisse veröffentlicht werden, die zeigen, daß auch mit einem gegenüber einer bestimmten Behandlungsart empfindlicheren Stahl bei entsprechend umgestellter Behandlung ein gutes

bei dieser Luftabkühlung in Kauf genommen werden. Soll jedoch dagegen weitere Sicherheit gegeben sein, so kann die Abkühlung nach der Diffusionsglühung in Bädern von Temperaturen über 150° erfolgen; bei Werkstücken, die in 150° heißen Ölbädern abgekühlt wurden, fielen häufig noch Innenrisse an, während sie nach Abkühlen in Salzädern von 220 bis 230° nicht mehr beobachtet wurden.

Zusammenfassung.

Bei langzeitigem Einsetzen von Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Stählen in Salzädern, um Aufkohlungstiefen von 1,2 bis 2,0 mm zu erhalten, wurden grobe Rundkarbide gefunden, die Schwierigkeiten beim Schleifen machten und die vorgesehenen Festigkeitseigenschaften nicht erreichen ließen. Darum wurde nach dem Einsetzen bei 900 bis 930° eine Ausgleichsglühung von etwa 20 min in einem neutralen Salzbad bei 970° nachgeschaltet, durch die die groben Karbide in Lösung gebracht wurden, ohne daß sie sich bei der anschließenden Härtung oder Zwischenglühung neu bildeten. Die Oberflächenhärte und die Kernfestigkeit wird durch eine derartige Diffusionsglühung nicht ungünstig beeinflußt.

Dagegen wurden nach der Ausgleichsglühung, wie auch schon nach der Tiefzementation allein, zuweilen in den Stahlteilen Innenrisse beobachtet, die nach genauer Prüfung als Flocken anzusprechen waren. Der wesentlichste Grund für diese Fehlererscheinung ist in einer Wasserstoffaufnahme des Stahles vor allem aus den für die Zementation und die Ausgleichsglühung verwendeten Salzädern zu sehen. Darum muß auf wasser- und wasserstofffreie Bäder geachtet werden; wie aus den Maßnahmen zur Vermeidung von Flocken bekannt ist, können die Innenrisse auch durch möglichst langsames Abkühlen, gegebenenfalls durch Abschrecken in Bädern bei Temperaturen von 220 bis 230° statt in Wasser oder Öl verhindert werden.

Im übrigen werden noch allgemeine Erfahrungen mit Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Einsatzstählen im Vergleich zu Chrom-Nickel-Stählen mitgeteilt. Mit den Austauschstählen lassen sich bei einwandfreier Verarbeitung und Wärmebehandlung ohne weiteres gute Ergebnisse erzielen.

* Ergebnis erhalten wird, die Verbraucherseite also den falschen Weg geht, wenn sie sich mit dem Stahlwerk herumstreitet, statt daß sie wie hier durch kleine sinnvolle Umstellungen einwandfreie Endergebnisse erzielt.

H. Schrader, Essen: Ich möchte ebenfalls bestätigen, daß es möglich ist, beim Einsatzhärten von Chrom-Molybdän-Stählen Innenrisse zu erhalten, die als Flocken angesprochen werden müssen. Wiederholt konnte beobachtet werden, daß bei verschiedenen Schmelzungen eine unterschiedliche Anfälligkeit gegen derartige Rißbildung vorliegt. Ein Beispiel in den Bildern 19 bis 24 gibt Rißerscheinungen wieder, die in der Ausbildung und Anordnung noch kennzeichnender für Flocken sind als die von Herrn Diergarten gezeigten Innenrisse. Die in ihrem Verhalten verglichenen zwei Schmelzungen, von denen bei gleicher Aufkohlungs- und Härtungsbehandlung die eine rissig wurde, während die andere rißfrei blieb, unterscheiden sich in der Zusammensetzung deutlich durch den Wasserstoffgehalt. Die empfindlichere Schmelzung enthielt im Ausgangszustand nahezu den vierfachen Gehalt an Wasserstoff. Die Flockenrißbildung trat in diesem Fall nach der Aufkohlung in einem festen Einsatzpulver ein, wobei die Einsatztemperatur verhältnismäßig hoch gehalten ist. Durch den Feuchtigkeitsgehalt solcher Einsatzpulver werden Gase entwickelt, die besonders in der Anfangszeit der Glühung bis zu 25 % H₂ nachweisen lassen. Daß bei einer solchen Glühung in einem wasserstoffhaltigen Gas der Stahl Wasserstoff aufnehmen und Flockenrisse bilden kann, ist durch weitere ausführliche Untersuchungen belegt, die demnächst bekanntgegeben werden sollen. Für die Zementation im Salzbad ist nicht ganz klar, woher der aufgenommene Wasserstoff kommt.

¹⁸⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 913/20 (Werkstoffaussch. 471 a).

Für die Entstehung der Innenrisse wurde den Zugspannungen, die durch die Volumenvergrößerung der Einsatzschicht bei der Härtung auf die Kernzone ausgeübt werden, besondere Bedeutung zugemessen. Durch Abdrehen der Einsatzschicht vor der Härtung läßt sich zeigen, daß die durch die Härtung des Kernes erzeugten Spannungen, und zwar sowohl die rein thermischen als auch die durch Martensitbildung hervorgerufenen, allein zur Flockenbildung ausreichen (*Bilder 22 bis 24*). Die Gegenüberstellung der im Schmiedezustand gehärteten Probe des empfindlichen Stahles, die rißfrei ist, mit der nach Aufkohlung und Abdrehen der Einsatzschicht gehärteten Probe, die Flockenrisse aufweist, belegt die ausschlaggebende Wirkung der nachträglichen Wasserstoffaufnahme, da die Spannungsverhältnisse in diesen beiden Stücken gleich sein müssen.

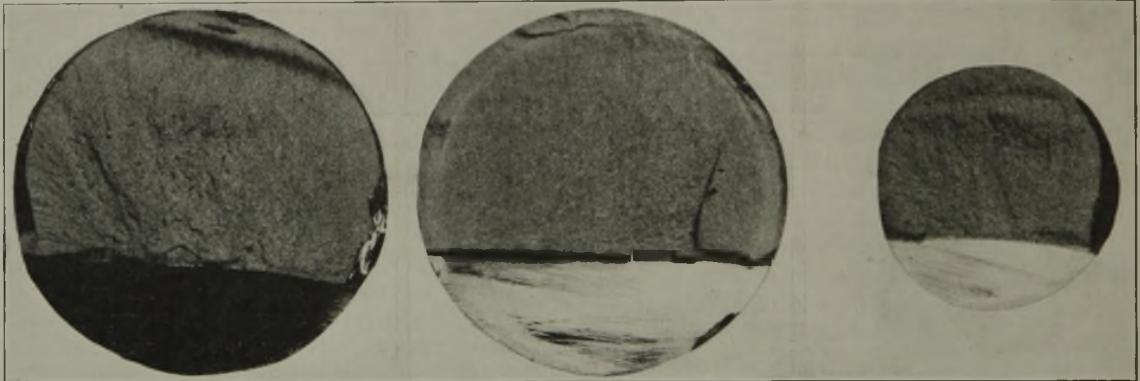
der Zementation an Luft abgekühlt, wobei der Stahl rißfrei blieb. Bei der nachfolgenden Härtung traten aber trotzdem die Innenrisse auf. Es kann also bei starker Wasserstoffaufnahme der nach Abkühlung von Aufkohlungstemperatur und nach Anwärmen zur Härtung verbleibende Wasserstoffgehalt im Stahl noch so hoch sein, daß beim Hinzutreten von Härtungsspannungen im Laufe der nachfolgenden Härtung wieder Flockenrisse ausgelöst werden.

Daß die bei der Großzahlauswertung betriebsmäßiger Beobachtungen ermittelten Eindringtiefen für bestimmte Aufkohlungszeiten in Salzbadern gegenüber den Angaben in Veröffentlichungen oder in Druckschriften der salzbaderstellenden Firmen beträchtlich zurückbleiben und auch ziemlich stark streuen, scheint mir daran zu liegen, daß diese fast immer

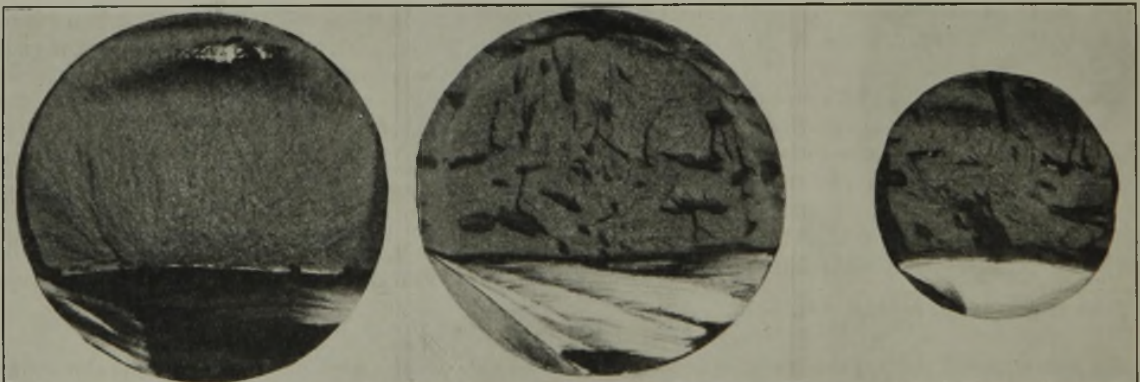
Geschmiedeter Stahl von 840° in Öl abgeschreckt.

Bei 1000 bis 1020° in Holzkohle + Bariumkarbonat (60 : 40) aufgekocht, in Luft abgekühlt und dann von 840° in Öl abgeschreckt.

Bei 1000 bis 1020° in Holzkohle + Bariumkarbonat aufgekocht, in Luft abgekühlt und nach Abdrehen der Einsatzschicht von 840° in Öl abgeschreckt.



Bilder 19 bis 21. Stahl mit 0,22 % C, 0,27 % Si, 1,06 % Mn, 0,020 % P, 0,013 % S, 1,16 % Cr und 0,24 % Mo. Wasserstoffabgabe von 0 bis 400° 0,0, von 400 bis 1100° 1,0 cm³/100 g.



Bilder 22 bis 24. Stahl mit 0,22 % C, 0,28 % Si, 1,03 % Mn, 0,018 % P, 0,014 % S, 1,05 % Cr und 0,28 % Mo. Wasserstoffabgabe von 0 bis 400° 0,0, von 400 bis 1100° 3,78 cm³/100 g.

Bilder 19 bis 24. Härtebruchaussehen von zwei Chrom-Molybdän-Einsatzstählen mit verschiedenem Wasserstoffgehalt nach Härtung einer unbehandelten Schmiedeprobe und einer aufgekohlten Probe, diese mit und ohne Einsatzschicht.

Das eigenartige Vorkommen von Flockenrisse bei einem an sich rißfreien Stahl nach der Einsatzhärtung ist also durch das Zusammentreffen 1. einer Sprengwirkung von erhöhten Wasserstoffgehalten, die teilweise aus dem Stahl stammen (daher unterschiedliche Empfindlichkeit verschiedener Schmelzungen), teilweise bei der Aufkohlung aufgenommen wurden, 2. von Spannungen, die sich aus dem Härtungsvorgang ergeben, zu erklären. Zusätzliche Zugspannungen auf den Kern durch die Härtung einer tiefen Einsatzschicht werden selbstverständlich die Rißgefahr vergrößern, sind aber nicht unbedingte Voraussetzung.

Von Herrn Diergarten wurde als Mittel zur Vermeidung der Innenrisse angegeben, daß nach der Aufkohlung nicht abgeschreckt, sondern in Luft abgekühlt werden soll, da damit das Zusammenfallen der beiden Ursachen der Rißbildung umgangen wird. Dieses Mittel ist nicht vollkommen zuverlässig. Es mag für eine Salzbadzementation Gültigkeit haben, weil dabei die Wasserstoffaufnahme nicht sehr groß sein wird. Bei starker Wasserstoffaufnahme ist aber auch bei langsamer Abkühlung nach der Aufkohlung das Auftreten von Flockenrisse zu befürchten, die dann allerdings erst bei der Härtung entstehen. Bei dem in den *Bildern 19 bis 24* gezeigten Beispiel wurde nach

für frisch angesetzte Bäder gelten. Bei längerem Gebrauch läßt die Zementationswirkung der Bäder durch Verunreinigung und wegen der manchmal fehlenden Einstellung des bestgeeigneten Zyangelhaltes ziemlich stark nach. Wenn bei Tiefzementationen unter diesen Verhältnissen außerordentlich lange Aufkohlungszeiten angewendet werden, so ist sicherlich die Möglichkeit einer Ueberkohlung der Randzonen in erhöhtem Maße gegeben. Das gilt besonders für Salzbadzementation, da hierbei die erreichbare größte Eindringtiefe auf etwa 1,8 bis 2 mm beschränkt und damit offenbar eine ausgleichende Abwanderung nach dem Kern zu behindert ist.

H. Diergarten, Schweinfurt: Zu den Ausführungen von Herrn Scherer möchte ich bemerken, daß durch entsprechende Wärmebehandlung mit Chrom-Mangan-Stählen der genannten Abmessungen im Vergleich mit Chrom-Nickel- und Chrom-Molybdän-Stählen gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können, wenn auch geeigneter guter Stahl für bestimmte Verwendungszwecke vorliegt. Die Stoß- und Dauerschlagfestigkeit dünner Borde muß noch weiter erprobt werden, um zu einem verlässlichen Urteil zu kommen.

Die sehr beachtenswerten Ausführungen von Herrn Schrader über die Entstehungsursache der Innenrisse bestätigen

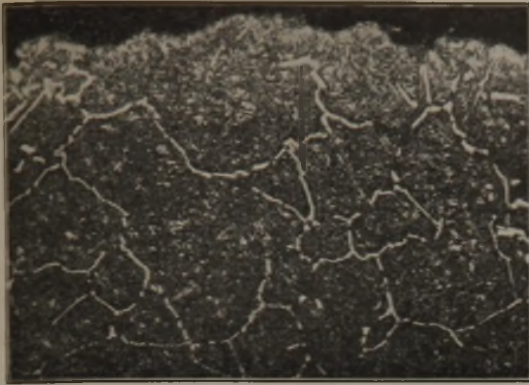


Bild 25. $\times 100$.

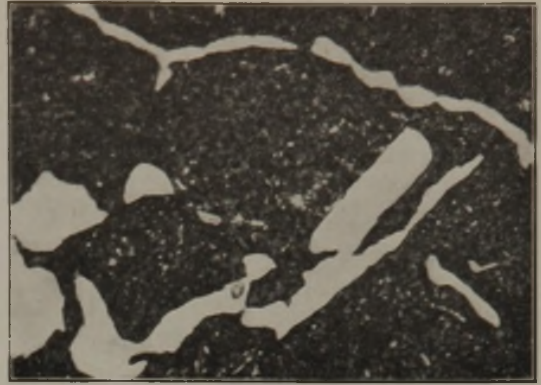


Bild 26. $\times 1000$.

Bilder 25 und 26. Ausbildung des Randgefüges in Stahl ECMo 80 nach Einsatzhärtung im Carbogen-Universalbad. (8,5 h bei 930° eingesetzt, 2 h bei 680° zwischengeglüht, von 820° schlußgehärtet; Einsatztiefe im Bruch 1,6 mm.)

nicht nur unsere Erfahrungen, sondern gehen noch darüber hinaus. Die Aufnahme des Wasserstoffs aus Salzbädern kann ähnlich wie die bekannte Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft erklärt werden. Der Wasserstoff kann außer aus dem Wassergehalt der Luft auch aus hygroskopischen feuchten Salzen stammen, die deshalb vor dem Einfüllen in die Tiegel getrocknet werden sollten. Nach *Zahlentafel 8* zeigt bei ECMo 80 das Einsatzbad, das ständig mit Salz aus verschlossenen Behältern aufgefüllt wurde, keine Wasserstoffaufnahme, wohl aber das mit losem Chlorbarium angesetzte und aufgefüllte Bad für die Diffusionsglühung. — Ferner wies Herr Schrader darauf hin, daß die langen Aufkohlungszeiten und die Bildung grober

Karbid e auf abgenutzte Salzbäder zurückgeführt werden können. Die gleichen Erscheinungen wurden aber nicht nur bei frisch angesetzten Bädern in Gegenwart von Fachleuten der Duferrit-Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M., beobachtet, sondern auch bei der Wärmebehandlung in neu angesetzten Bädern bei der Deutschen Houghton Fabrik K.-G., Magdeburg-Buckau, wie die *Bilder 25 und 26* zeigen [durch Diffusionsglühen bei 970° (40 min + 35 min Aufheizzeit) lassen sich auch hier Zementitnetz und grobe Karbid e beseitigen; vgl. *Bilder 11 bis 13*]. Die geschilderten Verhältnisse dürften deshalb unter bestimmten Voraussetzungen bei den heute üblichen Bädern allgemein auftreten.

Umschau.

Die Weiterentwicklung hydraulischer Konverterantriebe.

Bei den bisher bekannten hydraulischen Triebwerken zum Kippen von Konvertern wird als Druckmittel Preßwasser mit einer Betriebsspannung bis 50, höchstens 60 at benutzt. Die Gründe, weshalb man höhergespanntes Preßwasser bisher nicht anwendete, sind:

1. der verhältnismäßig kleine Kraftbedarf für das Bewegen von Konvertern von etwa 20 bis 30 t Fassungsvermögen.
2. die Anwendung von Scheibenkolben, die an der Zylinderwand abgedichtet werden müssen. Um glatte Laufflächen zu erzielen, verwendet man gußeiserne Zylinder, die aber aus Festigkeitsgründen für höhere Drücke nicht geeignet sind. Stahlgußzylinder müßten mit einer unvorteilhaft langen Laufbüchse versehen werden.
3. die Verwendung von Schiebersteuerungen, die mit Manschetten ausgerüstet sind und bei höheren Drücken den an sich schon starken Verschleiß auf ein unzulässiges Maß steigern würden.

Die in neuerer Zeit geforderte Steigerung des Fassungsvermögens der Konverter bis zu 60 t läßt bei der Vergrößerung der Kolbenabmessungen, der Hübe und der Steuerungen eine Erhöhung des Betriebswasserdruckes auf den üblichen Mittelwert von rd. 200 at wünschenswert erscheinen. Konverterantriebe für diesen Betriebswasserdruck bei einem Fassungsvermögen des Konverters von rd. 60 t wurden inzwischen entwickelt und vor kurzer Zeit mit gutem Erfolg in Betrieb genommen, wobei als Hauptmerkmal des neuartigen Antriebes der Ersatz der Scheibenkolben durch außen abgedichtete Tauchplunger und der Ersatz der Schiebersteuerungen durch zuverlässigere Ventilsteuerungen in Erscheinung tritt.

Die grundsätzliche Anordnung der Treibzylinder geht aus *Bild 1* hervor. Das Kennzeichen dieser neuartigen Bauart besteht darin, daß die Plunger 1 und 2 für beide Bewegungen fest eingebaut sind, während die Zylinder 3 und 4 die in der oberen Zylindertraverse 5 befestigte Zahnstange 6 auf- und abwärts bewegen. Die Zylinder werden durch die Stopfbüchsen 7 und 8 abgedichtet, die außen liegen und deshalb leicht überwacht werden können. Diese Stopfbüchsen können bei Undichtigkeit leicht angezogen werden, während undichte Scheibenkolben einen langwierigen Ausbau erfordern. Bei einem Scheibenkolben ist diese Ueberwachung unmöglich. Innerhalb des Zylinders kann bei undichter Packung des Kolbens das Druckwasser von der einen zur anderen Kolbenseite übertreten, wodurch ungewollte Bewegungen des Konverters entstehen können, die leider auch schon schwere Betriebsunfälle zur Folge gehabt haben. Frühere

Bestrebungen, diese Nachteile durch Plungertrieb auszuschalten, sind in den Vereinigten Staaten und in England bekanntgewor-

den. Um die Stopfbüchsen nach außen zu legen, hat man versucht, zwei nebeneinanderliegende Tauchplunger mit Zylindern zu verwenden und jeden Plunger mit einer Zahnstange zu versehen. Die Wirkungsweise der Plunger war so, daß sich bei der Aufwärtsbewegung der einen Zahnstange die gegenüberliegend angeordnete Zahnstange abwärts bewegte und umgekehrt. Aber auch dieser Trieb hat außer der Anwendung von zwei Zahnstangen noch den Nachteil der Unübersichtlichkeit wegen der erforderlichen doppelten Führung der Zahnstangen. Etwa notwendig werdende Ausbesserungen am Konvertertrieb sind hier besonders zeitraubend und kostspielig.

Im Ausführungsbeispiel (*Bild 1*) sind die feststehenden Plunger 1 und 2 kraftschlüssig in einem Rahmen befestigt, der seinerseits wieder zur Führung der Zylindertraverse 5 und der Verbindungstraverse 9 an den Stellen 10 benutzt wird. Diese

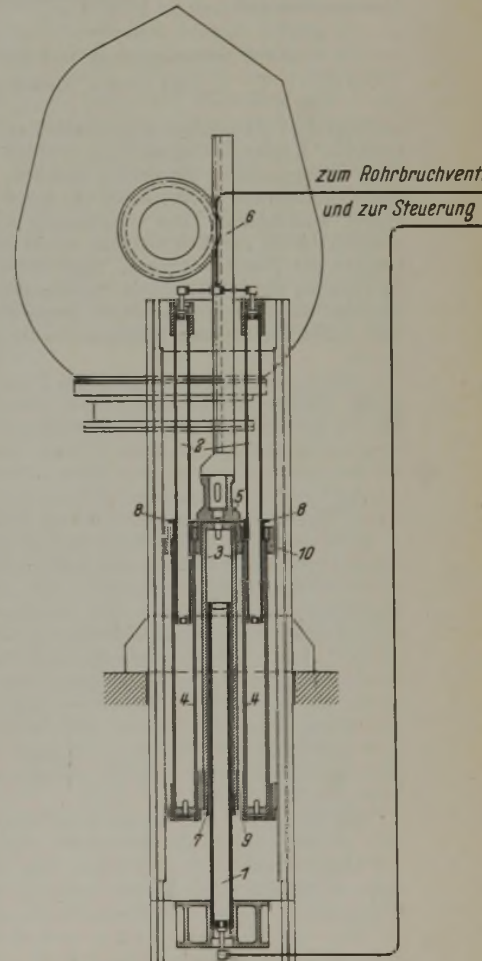


Bild 1. Hydraulischer Wendezylinder für einen 60-t-Konverter.

lange Führung gewährleistet eine gute Aufnahme der von dem Zahneingriff herrührenden Seitenkräfte, so daß in Zukunft die schon verschiedentlich beobachteten Zahnstangenbrüche vermieden werden. Mit der Rahmenkonstruktion verbindet sich weiterhin auch der große Vorteil, daß der Antrieb staubdicht eingekapselt werden kann, so daß die Plunger und Stopfbüchsen vor dem unvermeidlichen Auswurf des Konverters geschützt sind. Von welcher großer Bedeutung die Anwendung des Hochdruck-Preßwassers in bezug auf die Plungerdichtungen ist, geht daraus hervor, daß beispielsweise die Dichtungsdurchmesser von rd. 1000 mm bei 60 at auf 450 mm bei 200 at verkleinert werden konnten.

Der Nachteil der bis heute fast überall angewendeten Schiebersteuerung besteht darin, daß der unvermeidliche Manschettenverschleiß nicht nur eine ständige Ueberwachung, sondern auch

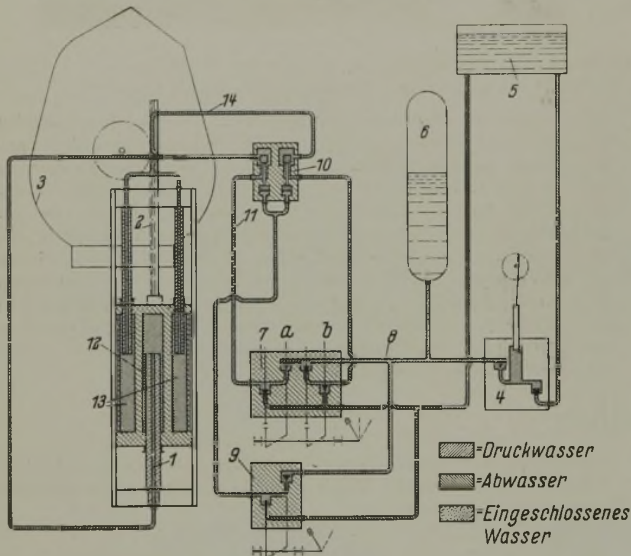


Bild 2. Aufwärtsbewegung der Zahnstange.

Bild 2 und 3. Steuerschema eines hydraulischen Konverterantriebes für einen Betriebsdruck von 200 atü.

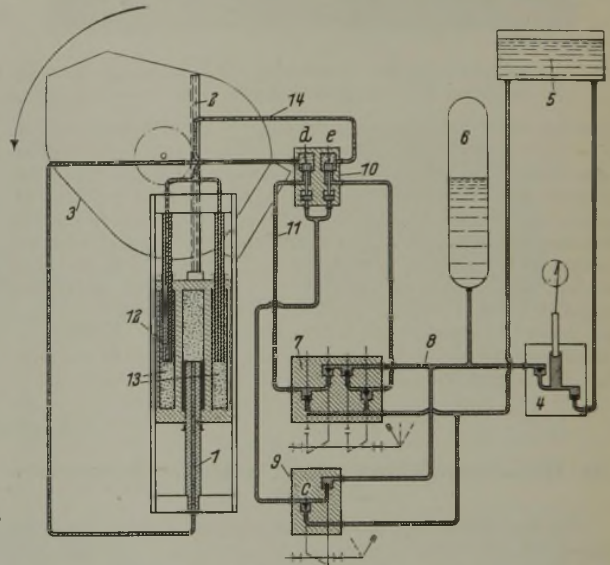


Bild 3. Wirkungsweise des Sicherheits- und Rohrbruchventils.

umfangreiche Instandsetzungsarbeiten erforderlich macht. Bei größeren Konverterabmessungen würden sich diese Nachteile noch unangenehmer bemerkbar machen. Die Anwendung der Schiebersteuerung mußte daher für große Konverter von vornherein ausschalten. Der Einführung von Ventilsteuerungen standen bisher die Feinregelung sowie die großen Kräfte zum Öffnen der Ventile entgegen. Diese Schwierigkeiten sind durch Anwendung einer besonderen Steuermaschine beseitigt worden, während die Feinregelung durch besonders eingebaute Drosselteile selbst für kleinste Bewegungen der Konverter ermöglicht wurde.

Die Anwendung von Hochdruck-Preßwasser mit verhältnismäßig kleinen Ventilabmessungen gestattet, Steuermaschine und Ventilsteuerung als zusammenhängendes Bauteil auf dem Steuerstand anzuordnen, während man bisher den Steuerschieber auf Hüftenflur anordnete und ihn von der Konverterbühne aus entweder durch hydraulische Vorsteuerung oder auf mechanischem Wege mit Gestänge mittelbar betätigte.

Eine wesentliche Vervollkommnung der bisherigen Steuergeräte wurde durch Einbau eines Schnellschluß- und Rohrbruchventils erzielt, welches verhindern soll, daß sich bei etwaigem Ausbleiben des Preßwassers oder bei einem Rohrbruch der gefüllte Konverter ungewollt in Bewegung setzt, wodurch ebenfalls schwere Unfälle bekanntgeworden sind, weil in diesem Fall der Steuermann die Konverterbewegung nicht mehr beherrscht. Durch die vorerwähnte Blockiervorrichtung, die durch einen besonderen Handhebel betätigt wird, schließt das Wasser sämtliche Zylinderräume zuverlässig ab und verursacht infolge der Nichtzusammendrückbarkeit des Wassers einen sofortigen Stillstand des Konverters.

Zur Erzeugung des Hochdruck-Preßwassers wird eine normale Kraftwasseranlage, bestehend aus Kolbenpumpen und Druckluftakkumulator, verwendet. Der Druckluftakkumulator regelt in bekannter Weise die Pumpenleistung. Bei gefülltem Akkumulator werden die Preßpumpen abgeschaltet, während bei Wasserverbrauch im Thomaswerk der Akkumulator dafür sorgt, daß die Pumpen entsprechend dem Verbrauch wieder zugeschaltet werden. Der Akkumulator erhält ferner ein selbsttätiges Absperrventil, das zuverlässig verhindert, daß bei seiner

vollständigen Erschöpfung Druckluft in die Betriebsleitungen gelangt. Die Kraftwasseranlage ist so bemessen, daß stets der ganze Akkumulatorinhalt zur Verfügung steht. Ferner ist eine Einrichtung vorhanden, die bei einer etwa eintretenden Stromstörung gestattet, den gesamten Akkumulatorinhalt für die Sicherstellung oder die restliche Durchführung des Bewegungsspiels des Konverters zu verwenden. Bemerkenswert ist noch, daß durch die Anwendung von Hochdruck auch das gesamte Rohrleitungsnetz geringere Abmessungen erhält, weil bei der Verwendung von beispielsweise 200 at nur etwa ein Viertel der bei Niederdruck notwendigen Wassermenge verbraucht wird.

Die Wirkungsweise der Konverter-Kippvorrichtung ist in den Bildern 2 und 3 schematisch dargestellt. Das vorbeschriebene Triebwerk 1 bewegt mit Hilfe seiner Zahnstange 2 den Konverter 3. Die Preßwasserpumpe 4 erhält ihr Wasser aus dem Hoch-

behälter 5. Das Druckwasser wird zunächst in den Akkumulator 6 gespeist. Die Hauptsteuerung 7 ist mit diesem Akkumulator durch die Leitung 8 verbunden. An diese Leitung 8 ist ebenfalls die Vorsteuerung 9 zum Sicherheits- und Rohrbruchventil angeschlossen. Mit 10 ist das eigentliche Sicherheits- und Rohrbruchventil bezeichnet. In Bild 2 gestattet das angegebene Rohrbruchventil 10 die Steuerung des Konverters mit der Hauptsteuerung 7. Die Hauptsteuerung zeigt eine Aufwärtsbewegung der Zahnstange. Ventil a ist geöffnet; das Druckwasser kann also durch die Leitung 11 und durch den durchbohrten Plunger 12 in den Zylinder gelangen. Gleichzeitig kann durch das Ventil b das Abwasser aus den beiden Zylindern 13 und Leitung 14 in den Hochbehälter 5 entweichen. In Bild 3 ist die Wirkungsweise des Sicherheits- und Rohrbruchventils 10 dargestellt. Wird in der Vorsteuerung 9 das Ventil c auf Abwasser gestellt, so senken sich sofort die Ventile d und e. Das Wasser in den Zylindern 12 und 13 wird eingesperrt, wodurch eine Weiterbewegung des Konverters 3 zuverlässig verhindert wird. Diese erstmalige Anordnung des Sicherheits- und Rohrbruchventils hat sich bei der Inbetriebsetzung des Konverters sehr gut bewährt; es sichert jeden einzelnen Konverter nicht nur bei Rohrbrüchen, sondern auch bei Ausbleiben des Druckwassers.

Friedrich Wilhelm Körver, Duisburg.

Kaltverformbarkeit von Stahlguß.

Man vergißt leicht, daß jeder Stahlblock zunächst einmal einen Stahlguß darstellt, der durch Warmwalzen verformt wird. Es erschien nun W. Püngel und K.-F. Mewes aufschlußreich, nachzuprüfen, welche Unterschiede in der Kaltverformbarkeit zwischen einer gewalzten Platine und einer 20 mm dick gegossenen Platte aus Lichtbogenofenstahl mit 0,14 % C, 0,38 % Si, 0,95 % Mn, 0,007 % P und 0,012 % S (Stg 38.81) vorliegen¹⁾. Die nach DIN 1681 vorgeschriebenen Mindestwerte an Zugfestigkeit und Dehnung wurden von den angelieferten Platten eingehalten.

In der ersten Versuchsreihe wurden unglühete Stahlgußplatten um 58 bzw. 96,5 % kaltgewalzt. Risse oder Fehler traten dabei nicht auf. Die durch die Verformung hervor-

¹⁾ Masch.-Bau Betrieb 19 (1940) S. 211/12.

gerufene starke Erhöhung von Streckgrenze und Zugfestigkeit und Verminderung der Dehnung wurde durch Normalglühen wieder fast auf die Werte des Ausgangszustandes gebracht. Die Tiefziehbarkeit dieser geglühten Proben lag mit 9,5 mm nach Erriksen zwischen den Anforderungswerten nach DIN 1623 für Tiefziehblech mit 9,3 mm und Karosserieblech mit 9,8 mm. Der Stahlguß hatte also ohne Zwischenglühen die weitgehende Kaltverformung ausgezeichnet vertragen und nach Normalglühen die gleiche Verformungsfähigkeit wie gewalzter Stahl aufgewiesen. In einer weiteren Versuchsreihe wurden Stahlgußplatten mit Zwischenglühung wie bei der Feinblechherstellung aus Walz-

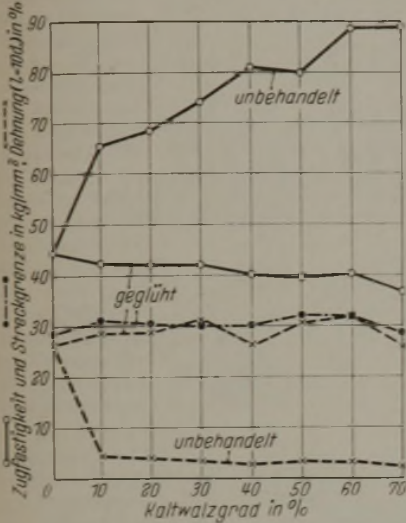


Bild 1.
Änderung von Zugfestigkeit, Streckgrenze und Dehnung von Stahlguß durch Kaltwalzen.

Schließlich wurden auf 1 mm Dicke aus den Stahlgußplatten kalt ausgewalzte Bleche nach dem Keilzug-Tiefziehverfahren¹⁾ auf Verformbarkeitsverlust durch Kalthärtung geprüft. Nach einem Kaltwalzen von 80 % und einer zusätzlichen Keilzugverformung von 50 % war nach Glühung noch eine Erriksen-Tiefung von mehr als 70 % des ohne Keilzugverformung erreichten Wertes vorhanden. Die Verformungsfähigkeit des vorliegenden hochwertigen Stahlgusses muß danach als ausgezeichnet angesehen werden.

Wenn auch die Vorteile des Stahlformgusses auf anderen Gebieten liegen und die Kaltverformbarkeit für Stahlguß im allgemeinen eine geringe Rolle spielt, so ist das Ergebnis der außergewöhnlichen Prüfung bemerkenswert. Es zeigt, daß der heutige Elektrostahlguß die früher zuweilen geäußerte Ansicht von „sprödem“ Guß im Gegensatz zu „zähem“ Schmiedestücken nicht

rechtfertigt. Die Verformungsfähigkeit der aus Stahlgußplatten gewalzten Bleche steht den für Walzstahl vorgeschriebenen Werten nicht nach.

Karl-Friedrich Meves.

Entschwefelung von Thomas-Roheisen.

Zu dem obengenannten Bericht von Walter Eichholz und Gerhard Behrendt¹⁾ sind uns nachträglich noch folgende schriftliche Erörterungsbeiträge zugegangen:

F. Thomas, Düsseldorf: Die vom Vortragenden geschilderten Vorgänge bei gas-, öl- oder kohlenstaubgefeuerten Trommelöfen kann ich auf Grund meiner eigenen Erfahrungen bestätigen. Ich möchte ergänzend dazu noch bemerken, daß die Beheizung mit Kohlenstaub eine besonders gute, reduzierende Ofenatmosphäre ergibt, wenn nach dem Vorbild von Brackelsberg gearbeitet wird. Durch entsprechende Ausbildung des Brenners wird bei dichtem Anlegen jeglicher unerwünschter Luftzutritt vermieden, so daß erfahrungsgemäß eine Oxydation nicht eintritt und besonders Eisenverluste unterbunden werden.

Dieser Umstand ist nicht nur für die Entschwefelung wichtig, sondern vor allem auch dort, wo eine Entkohlung des Einsatzes wie bei Gießereieisen vermieden werden soll. Daß dieses Ziel im kohlenstaubgefeuerten Trommelofen erreicht wird, beweisen die Betriebsergebnisse. So zeigen die laufenden Prüfungen in mehreren Tempergießereien, daß der Kohlenstoffgehalt des Eisenbades während langer Zeit gleichbleibt. Wenn bei der Herstellung von Schwarzguß das Bad nach dem Einschmelzen einen Kohlenstoffgehalt von 2,5 % aufweist, ergibt die Analyse nach dem 1 bis 1½ h dauernden Aufheizen keine Abweichung, die außerhalb der Analysengrenzen läge. Dieselbe Erscheinung wird bei weißem Temperguß mit einem Kohlenstoffgehalt von etwa 3 % laufend beobachtet.

Die vom Vortragenden zur Bedingung gemachte hohe Badtemperatur kann dabei unschwer durch entsprechende Luftvorwärmung erreicht werden. Alles in allem sollten die vielfachen Möglichkeiten zur metallurgischen Arbeit, die der kohlenstaubgefeuerten kippbaren Drehflammlöfen gegenüber den feststehenden Öfen bietet, Anlaß sein, seine Verwendung auch auf anderen Gebieten zu prüfen.

A. Holschuh, Königshütte: Herr Reinfeld weist darauf hin, daß es bei der Sodabehandlung unbedingt wichtig ist, die Hochofenschlacke zurückzuhalten und sie nicht mit in die Pfanne laufen zu lassen. Er sagt wörtlich: „Wir haben uns in Völklingen dadurch geholfen, daß wir die bekannten Schlackenfüchse in die Rinne einbauten.“ Aus dieser Erklärung könnte man entnehmen, daß derartige Vorrichtungen in Völklingen erst nach Einführung der Sodabehandlung angewendet worden sind. Tatsächlich wurden Schlackenfüchse in Völklingen bereits lange vor Einführung der Sodabehandlung ständig benutzt. An der Abschlackung des Roheisens ist in Völklingen bei oder nach Einführung der Sodabehandlung nichts mehr geändert worden.

H. Reinfeld, Donaueschingen: Meine Angaben über den Einbau der Schlackenfüchse in die Abstichrinne an den Hochöfen in Völklingen sind in der Tat so zu verstehen, wie es Herr Holschuh vorstehend schildert.

¹⁾ Kayseler, H., und W. Püngel: Mitt. Kohle- u. Eisenforsch. 2 (1939) S. 141/55; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 570/71.

¹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 677/84 (Hochofenaussch. 191).

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 45 vom 7. November 1940.)

Kl. 7 a, Gr. 5/01, S 131 164; Zus. z. Pat. 598 311. Einrichtung zur Regelung der Geschwindigkeit von dünnen Flachbahngütern, wie Blechen, Papierbahnen u. dgl., bei mehreren aufeinanderfolgenden Walzensätzen. Erf.: Waldemar J. Bendz, Arlington, Massachusetts (V. St. A.). Anm.: Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 10 a, Gr. 22/05, K 155 286. Anordnung von Koksofenanlagen zur Erzeugung von Pechkoks. Erf.: Dr.-Ing. E. h. Heinrich Koppers, Essen. Anm.: Heinrich Koppers, G. m. b. H., Essen.

Kl. 18 b, Gr. 12, V 34 108. Verfahren zur Herstellung von hochwertigem Tiegelgußstahl. Hans Voß, Hamburg.

Kl. 31 c, Gr. 18/01, D 82 073. Verfahren und Vorrichtung zum gleichzeitigen Gießen mehrerer Hohlkörper in einer Schleudergußmaschine mit mehreren Formen und einer entsprechenden Anzahl von Gießrinnen. Erf.: Dipl.-Ing. Albrecht v. Franken-

berg und Ludwigsdorf † und Gustav Reiche, Mülheim (Ruhr). Anm.: Deutsche Eisenwerke, A.-G., Mülheim (Ruhr).

Kl. 40 b, Gr. 16, K 142 258. Schneidwerkzeuge. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 42 k, Gr. 21/03, L 100 603. Vorrichtung zum Messen der elastischen Verformung von Probestäben, insbesondere bei höheren Temperaturen. Erf.: Wilhelm Marx, Düsseldorf-Gerresheim. Anm.: Losenhausenwerk Düsseldorf Maschinenbau, A.-G., Düsseldorf-Grafenberg.

Kl. 48 b, Gr. 11/04, K 152 395. Verfahren zum Chromieren von Gegenständen aus Eisen und Stahl. Erf.: Dr. phil. Gottfried Becker, Buderich, Dr.-Ing. Karl Daeves und Dr. phil. Fritz Steinberg, Düsseldorf. Anm.: Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 48 b, Gr. 11/04, M 148 081. Verfahren zur Erzielung gut haftender und dichter Schichten beim Silizieren. Erf.: Dipl.-Ing. Fritz Schmitz, Düsseldorf. Anm.: Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 49 a, Gr. 33/04, M 142 145. Werkzeug mit Hartmetallschneide für die spanabhebende Metallbearbeitung. Meutsch, Voigtländer & Co., vormals Gewerkschaft Wallram, Essen.

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

Kl. 49 h, Gr. 37, W 104 323. Verfahren zum Besäumen von gewalzten starken Blechen und zum Unterteilen der Randstreifen. Erf.: Ernst Herfel, Dortmund. Anm.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., und Ernst Herfel, Dortmund.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 45 vom 7. November 1940.)

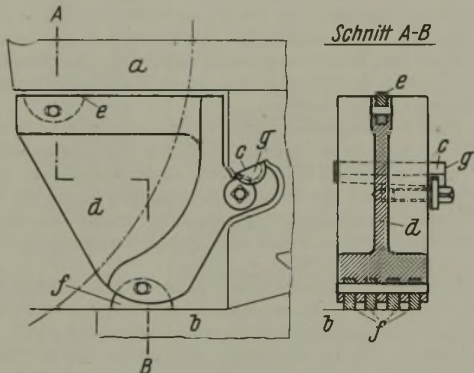
Kl. 31 c, Nr. 1 493 307. Vorrichtung zur Herstellung von Gußbrundkörpern. Arthur Klotz, Freital, und Gerhard Brauer, Dresden-A.

Kl. 42 k, Nr. 1 493 359. Anordnung eines Revolvierendes für serienmäßige Prüfung von Werkstücken nach dem Magnetpulververfahren. Ernst Heubach, Maschinen- und Gerätebau, Berlin-Tempelhof.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 49 a, Gr. 24₀₁, Nr. 687 282, vom 22. Dezember 1937; ausgegeben am 26. Januar 1940. Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke, Akt.-Ges., in Gleiwitz. (Erfinder: Karl Lurf in Hindenburg, O.-S.) *Einstellbarer Meißelstützkörper für Walzendrehbänke.*

Die Abstützung des Drehmeißels a erfolgt sowohl gegen eine Gleitbahn des Schlittens b als auch gegen eine ebene Schrägfläche des Meißelschiebers c durch, in einem Stützkörper d gelagerte, schwenkbare Teile e, f und g, deren Schwenkachsen

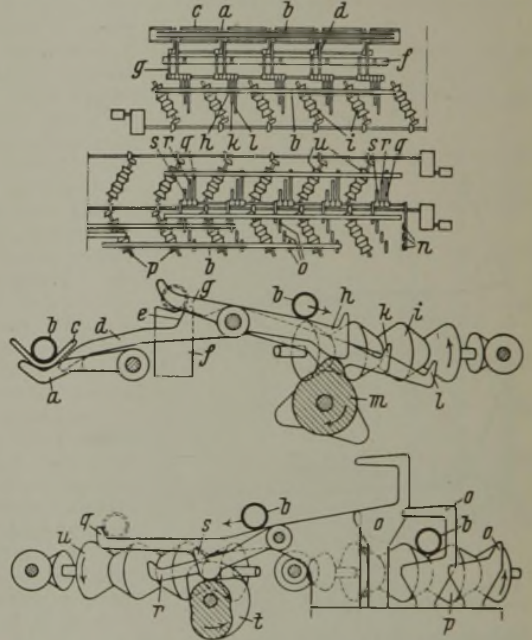


quer zur Meißelachse liegen. Der Schwenkteil g an dem Meißelschieber ist als Keil in Form eines schrägen Zylinderschnittes ausgebildet, einmal, um überhaupt eine Schwenkung zu ermöglichen, zum andern, um in allen Lagen eine volle Anlage zwischen Keil und Stütze zu gewährleisten. Obwohl der Stützkörper d mit dem Meißelträger g keine feste Verbindung hat, wird eine gute Mitnahme des Stützkörpers durch den Meißel und ein einwandfreies Gleiten auf der Schlittenbahn dadurch erreicht, daß der Druck je Flächeneinheit zwischen dem Drehmeißel a und dem Einsatz e sehr groß und zwischen dem Schwenkteil f und der Gleitbahn b durch Auflösung dieses Schwenkteiles in mehrere Einsätze sehr klein gehalten wird.

Kl. 7 a, Gr. 26₁₁, Nr. 693 104, vom 4. Mai 1937, und Nr. 693 105, vom 5. Juni 1937; ausgegeben am 3. Juli 1940. Zusätze zum Patent 674 697 [vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 978]. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. (Erfinder: Heinrich Heetkamp in Büdlich bei Düsseldorf.) *Kühlbett mit schräg zur Förderrichtung liegenden und doppelkegelförmig gestalteten Rollen zum Kühlen von Röhren.*

Das Kühlbett besteht aus mehreren nebeneinanderliegenden Förderbahnen, an deren Anfang und Umkehrstelle Ueberhebvorrichtungen für die Rohre vorgesehen sind. Hebel a hebt Rohr b aus der Rinne c des Zufuhrrollganges, und das Rohr rollt über den mitgehobenen Hebel d bis zum Anschlag e. Senkt sich Hebel d, so wird Rohr a auf die Waage f abgelegt. Hebel g nimmt das Rohr von der Waage ab, es läuft bis zum Anschlag des Hebels h und wird von dort auf den linken Doppelkegel der

schrägliegenden Kühlbett- und Förderrollen i abgelegt, das zweite Rohr läuft bis zum Anschlag des Hebels k und wird auf den zweiten Doppelkegel abgelegt usw. Hebel h, k, l werden durch Nockenscheiben m bewegt. Die im Bereich der Ueberhebvorrichtungen an und hinter der Aufgabe- und Umkehrstelle angeordneten Rollen werden derart ausgebildet oder mit einer solchen Drehzahl angetrieben, daß sie den Rohren für die beschleunigte Freigabe der Förderbahnen eine höhere Geschwindigkeit erteilen als die von den übrigen Kühlbettrollen herrührende. Am Umkehrende des Kühlbettes werden Anschläge n ange-



bracht, an die die Rohre anstoßen. Der Anschlag löst dadurch die Betätigung der jeweils unter ihm liegenden Stempel o aus, die das Rohr von den Rollen p abheben und über die geneigten Kanten der Stempel zur anderen, rücklaufenden Seite des Kühlbettes auf die Hebel q, r, s abrollen lassen, die durch Nockenscheiben t bewegt werden. An einer oder mehreren Stellen des Kühlbettes werden Richtvorrichtungen solcher Art vorgesehen, die die Rohre ohne Bewegungsänderung gegenüber der Walzgebewegung auf dem Kühlbett richten, d. h. unter Drehen bei Bewegung in der Achsrichtung (Schräggrollenrichtmaschinen).

Kl. 18 d, Gr. 2₄₀, Nr. 693 146, vom 29. Januar 1936; ausgegeben am 4. Juli 1940. Ed. Dörrenberg Söhne in Ründeroth. *Korrosionsbeständige Gegenstände guter Härte, großer Härte und leichter Verarbeitbarkeit.*

Als Werkstoff wird ein Stahl mit 0,6 bis 2% C, 16 bis 25% Cr, 0,2 bis 2% Mo, 0,2 bis 3% V, 1 bis 7% W, Rest Eisen verwendet.

Kl. 18 c, Gr. 1₃₀, Nr. 693 231, vom 10. August 1937; ausgegeben am 4. Juli 1940. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. (Erfinder: William E. Ruder in Schenectady, Newyork, V. St. A.) *Verfahren zur Verbesserung der dauer-magnetischen Eigenschaften von Legierungen aus Aluminium, Kobalt, Kupfer, Nickel und Eisen.*

Die Legierungen aus 9 bis 12% Al, 8 bis 14% Co, 4 bis 16% Cu, 14 bis 18% Ni und Rest Eisen werden auf Temperaturen über 850° erhitzt, bis Mischkristalle entstehen, dann auf etwa 700°, anschließend mit einer Abkühlungsgeschwindigkeit von 1,7 bis 6 Grad/Sekunde bis 600° abgekühlt, wobei die Temperatur von 600° für wenigstens 15 min gehalten wird, worauf die Legierungen an der Luft abkühlen.

Wirtschaftliche Rundschau.

Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb zu Nürnberg. — Die angespannte Beschäftigung der der Berichtsgesellschaft angeschlossenen und nahestehenden Unternehmungen hielt auch im Jahre 1939/40 an. Dies gilt vor allem für den Bergbau und für die Eisen verarbeitenden Werke, die wiederum erhöhte Umsätze ausweisen. Der Auftragsbestand hat sich gegenüber dem Vorjahre weiter vermehrt. Die Forschung wurde trotz der Schwierigkeiten, die sich aus dem Kriegszustande ergeben, besonders gepflegt. Dem Facharbeitermangel versuchte die Gesellschaft durch Umsch-

lungsmaßnahmen und zweckmäßigeren Einsatz der vorhandenen Fachkräfte zu steuern. Die Handels- und Vertriebsgesellschaften haben sich im In- und Auslande erfolgreich betätigt.

Für die Gesamtheit der angeschlossenen Unternehmungen haben betragen:

die sozialen Abgaben	23 120 181 R.M.
die freiwilligen sozialen Aufwendungen	17 125 158 R.M.
die gezahlten Steuern	69 746 302 R.M.
Soziale Aufwendungen und Steuern zusammen	109 991 641 R.M.

Ueber die Beteiligungen ist folgendes zu berichten:

Die Gutehoffnungshütte Oberhausen, Aktiengesellschaft hat für das abgelaufene Geschäftsjahr nach erfolgten Abschreibungen auf Anlagen und Beteiligungen in Höhe von 13 587 617 *RM* einen Ueberschuß von 3 527 582 *RM* erzielt. Im Steinkohlen- und Erzbau konnte die Förderung gesteigert werden, obgleich der Beschaffung der nötigen Arbeitskräfte erhebliche Schwierigkeiten entgegenstanden. Die Kokserzeugung hat zugenommen. Der Ausbau der Grubenanlagen über und unter Tage wurde der wachsenden Förderung entsprechend fortgesetzt. In den Hütten- und Stahlwerken wurden die dem steigenden Verbrauch heimischer Erze dienenden Neuanlagen in Betrieb gesetzt. Weitere Neubauten sind in Angriff genommen. Bei den weiterverarbeitenden Betrieben der Abteilung Sterkrade hat der Auftragseingang gegenüber dem Vorjahre wiederum erheblich zugenommen. Innerbetriebliche Maßnahmen ermöglichten es, den an die Betriebe gestellten erhöhten Anforderungen gerecht zu werden. Den Auslandsmärkten wurde trotz dem Kriege besondere Beachtung geschenkt; im Ausfuhrgeschäft sind bedeutende Industrieanlagen fertiggestellt und neu in Auftrag genommen worden. Die Abteilung Düsseldorf hat trotz dem starken Mangel an Arbeitskräften den Umsatz wertmäßig gesteigert. Alle Betriebsabteilungen waren gleichmäßig gut beschäftigt. Beim Drahtwerk Gelsenkirchen ist der Umsatz nach dem Ausland zurückgegangen. Das Inlandsgeschäft entwickelte sich im Rahmen der verfügbaren Rohstoffe befriedigend. Bei der Nietenfabrik in Schwerte ist der wertmäßige Gesamtumsatz bei gleichzeitigem Rückgang der Ausfuhr etwas gestiegen.

Die Zusammensetzung der Gefolgschaft hat unter der Einwirkung des Krieges starke Veränderungen erfahren. Mit der zunehmenden Zahl der zur Wehrmacht einberufenen Arbeiter und Angestellten mußten mehr und mehr Ersatzkräfte, insbesondere Frauen, eingestellt werden. Wenn das Werk trotzdem den erhöhten Anforderungen an die Erzeugung gerecht werden konnte, so ist das nicht zuletzt auf die freudige Mitarbeit und Einsatzbereitschaft der Gefolgschaft zurückzuführen. Die freiwilligen sozialen Aufwendungen haben im Berichtsjahr 5 897 410 *RM* betragen. Die Wohlfahrtseinrichtungen sind den Erfordernissen der Kriegszeit angepaßt worden. Die Einrichtungen zur Heranbildung eines tüchtigen Nachwuchses haben trotz dem Kriege keine Einschränkungen erfahren. Es wird darauf geachtet, daß die Lehrlingsausbildung nach Zahl und Güte nicht nachläßt, damit für die kommende Friedensarbeit ein geschulter Stamm von Fachkräften zur Verfügung steht. Die Auslese begabter Werksangehöriger und ihre Förderung durch Gewährung von Studienbeihilfen hat im Berichtsjahre weitere Fortschritte gemacht.

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. hat im Berichtsjahre den Ausbau und die Erneuerung ihrer Werksanlagen fortgesetzt. Das Unternehmen erhöhte das Grundkapital um 10 Mill. *RM* auf 30 Mill. *RM* und paßte sich damit auch in den eigenen Mitteln den gesteigerten Anforderungen der Erzeugung besser an. Der Umsatz ist nochmals, wenn auch nicht erheblich, gestiegen. Die Forschungsarbeit wurde erweitert und vertieft. Aus dem Jahresgewinn wird wieder die Ausschüttung eines Gewinnanteils von 8 % vorgeschlagen. Die Deutsche Werft A.-G. in Hamburg konnte im Geschäftsjahr 1939 den Wert ihrer Ablieferungen erneut erheblich steigern. Der Kriegsausbruch hatte weitgehende Betriebsumstellungen zur Folge. Die Beschäftigungslage ist nach wie vor angespannt. Es wurde mit 8 % der gleiche Gewinn wie im Vorjahre ausgeschüttet. Beim Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerk in Osnabrück kam mit Ausbruch der Feindseligkeiten die Ausfuhr, die von jeher beachtlich war, fast ganz in Fortfall. Das Werk war durch die in den Vorjahren durchgeführten Betriebserweiterungen und Umstellungen für die Kriegsaufgaben gerüstet und konnte den erhöhten Anforderungen des Inlandes weitgehend entsprechen. Der Rückgang des Gesamtumsatzes war demzufolge verhältnismäßig gering. Wie im Vorjahre wurde ein Gewinn von 8 % verteilt. Bei der Maschinenfabrik Eßlingen in Eßlingen war im Jahre 1939 der Geschäftsgang lebhaft und führte erneut zu höheren Umsätzen und größeren Auftragsbeständen. Diese Entwicklung bezieht sich auf fast alle Fertigungsgebiete. Es wurde ein Gewinn von 6 % verteilt. Die Beschäftigungslage ist weiterhin befriedigend. Die Hackethal-Draht- und Kabel-Werke, A.-G., in Hannover, konnten abermals eine Ausweitung des Geschäfts verzeichnen. In der ersten Hälfte des Geschäftsjahres 1940 hat der Ausfall im Auslandsgeschäft einen leichten Umsatzrückgang zur Folge gehabt, der durch Inlandslieferungen nur teilweise ausgeglichen werden konnte. Gewinn 8 %. Auch die Kabel- und Metallwerke Neumeyer, A.-G., in Nürnberg, haben Erzeugung und Absatz im

Geschäftsjahr 1939 bei erhöhtem Verbrauch einheimischer Roh- und Austauschstoffe weiter gesteigert. Die Entwicklungs- und Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Verarbeitung von Kunststoffen wurden erfolgreich fortgesetzt. Die Schwäbischen Hüttenwerke, G. m. b. H., in Wasseralfingen, setzten die Verbesserung ihrer Betriebseinrichtungen fort. Die Beschäftigung des Unternehmens war befriedigend. Nach Vornahme angemessener Rückstellungen ist ein Gewinn von 4 % verteilt worden. Beim Eisenwerk Nürnberg, A.-G., vorm. J. Tafel & Co. in Nürnberg sind die Umsätze im Geschäftsjahr 1939/40 gegenüber 1938/39 leicht zurückgegangen. Der im Vorjahr in Angriff genommene Umbau der Feinstraße wird planmäßig weitergeführt. Die Zahnradfabrik Augsburg vorm. Joh. Renk (Akt.-Ges.) in Augsburg konnte im vergangenen Geschäftsjahr ihren Umsatz weiter erhöhen und den Auftragsbestand vergrößern. Es ist eine Gewinnverteilung von 6 % vorgeschlagen worden. Die Degendorfer Werft und Eisenbau, Gesellschaft m. b. H., in Degendorf, hat das am 31. Dezember 1939 beendete Geschäftsjahr mit Erfolg abgeschlossen. Die Werft führte eine erhebliche Erweiterung ihrer Anlagen durch. Die Firma Schloemann A.-G. in Düsseldorf hat im Geschäftsjahr 1939 den Anteil der Auslandslieferungen am Gesamtumsatz gegenüber 1938 erneut erhöht; er betrug 60 %. Der Auftragseingang verdoppelte sich. Die Gesellschaft ist bis Ende 1941 voll beschäftigt. Es wurde ein Gewinn von 12 % ausgeschüttet. Bei der Firma Haniel & Lueg, G. m. b. H., in Düsseldorf-Grafenberg, brachte der Krieg eine Reihe von Außenbetrieben vorübergehend zum Erliegen. Mit der Wiederaufnahme der noch ruhenden Arbeiten kann in absehbarer Zeit gerechnet werden. Der Auftragsbestand hat sich erneut erhöht. Die Vergasungs-Industrie, A.-G., in Wien, hat auf ihrem Arbeitsgebiet namhafte Aufträge herein-genommen, so daß sich der gegenwärtige Auftragsbestand gegenüber dem Vorjahr verdoppelt hat. Im abgelaufenen Geschäftsjahr wurden wieder 8 % Gewinn verteilt. Die Ferrostaal Aktiengesellschaft in Essen hat auch im Berichtsjahr im In- und Auslandsgeschäft befriedigende Ergebnisse erzielt. Die Fränkische Eisenhandels-gesellschaft m. b. H. in Nürnberg hat wieder befriedigend gearbeitet. Bei der Firma Franz Haniel & Cie., G. m. b. H., Duisburg-Ruhrort, befanden sich bis zum Kriegsausbruch die Binnenschiffahrt, die Seeschiffahrt und der Kohlenhandel in erfreulicher Weiterentwicklung. Wenn diesem Aufschwung auch durch den Krieg gewisse Grenzen gezogen wurden, hat das Geschäftsjahr doch mit einem befriedigenden Ergebnis abgeschlossen werden können.

Ueber den Abschluß der Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Nürnberg, und der Gutehoffnungshütte Oberhausen unterrichtet die folgende Zusammenstellung.

	Geschäftsjahr		
	1. 7. 37 bis 30. 6. 38 <i>RM</i>	1. 7. 38 bis 30. 6. 39 <i>RM</i>	1. 7. 39 bis 30. 6. 40 <i>RM</i>
Gutehoffnungshütte Nürnberg:			
Aktienkapital	80 000 000	80 000 000	80 000 000
Vortrag aus dem Vorjahre . . .	408 991	423 779	1 176 805
Betriebsgewinn einschl. des Gewinnes der GHH. Ober- hausen	12 759 936	11 164 210	11 440 478
Aufwendungen für Gehälter, Ab- schreibungen, Zinsen, Steuern usw.	7 945 148	5 187 405	5 845 138
Ueberschuß	5 223 779	5 976 805	6 772 145
Gewinnanteil	4 800 000	4 800 000	4 800 000
Gewinnanteil	6	6	6
Vortrag auf neue Rechnung . . .	423 779	1 176 805	1 972 145
Gutehoffnungshütte Ober- hausen:			
Aktienkapital	60 000 000	60 000 000	60 000 000
Rohgewinn	128 112 444	149 681 396	149 828 317
Anwendungen	123 311 562	145 670 050	146 300 736
Ueberschuß	4 800 882	4 011 346	3 527 581

¹⁾ Hiervon 84 701 614 *RM* Löhne und Gehälter, 11 234 076 *RM* soziale Aufwendungen, 13 984 273 *RM* Abschreibungen, 1 428 581 *RM* Zinsen, 31 536 585 *RM* Steuern und Abgaben, 415 603 *RM* Beiträge an Berufsvertretungen sowie 3 000 000 *RM* Zuführung zur Sonderrücklage, so daß ein Reingewinn von 3 527 581 *RM* verbleibt, der an die Gutehoffnungshütte Nürnberg abgeführt worden ist.

Klößner-Werke, Aktiengesellschaft, Duisburg. — Im Geschäftsjahre 1939/40 konnten die Zechen die größte jemals zu verzeichnende Förderung erzielen; in der Rohstahlerzeugung wurden die Höchstleistungen des Vorjahrs gehalten. Auch der Umsatz blieb — trotz den Umstellungen, die der Krieg mit sich brachte — dem des Vorjahrs gleich. Diese Ergebnisse wurden erreicht, obwohl der Mangel an Arbeitskräften, der schon im Vorjahre geherrscht hatte, seit Ausbruch des Krieges infolge der Einberufungen zur Wehrmacht noch zunahm.

Im Steinkohlenbergbau hat die im letzten Jahre ausgesprochene Erwartung einer fortschreitenden Zunahme des Kohlenbedarfs durch den Ausbruch des Krieges und dessen weitere Entwicklung einen nicht voraussehbaren Umfang angenommen. Wenn auch die allmähliche Wiederingangsetzung der polnischen Gruben einen Zuwachs an Förderung gebracht hat und andererseits die Lieferungen nach den westeuropäischen Ländern teils sofort, teils späterhin ausgefallen sind, so haben doch der Mehrverbrauch an Kohlen durch die Kriegswirtschaft, die zusätzlichen Bedürfnisse der Wehrmacht, die Steigerung des Hausbrandbedarfs infolge des strengen Winters und schließlich der Hinzutritt der gewaltigen neuen Versorgungsgebiete mehr als ausgleichend gewirkt. Neben diesem zusätzlichen Bedarf auf Grund außergewöhnlicher Ereignisse hat die Steigerung der Nachfrage durch die zunehmend in Gang gekommenen neuen wehrwirtschaftlichen und Vierjahresplan-Betriebe erwartungsgemäß eingesetzt. Bedeutsam war endlich noch, daß Deutschland vom April 1940 an die Kohlenversorgung Italiens mit monatlich 1 Mill. t übernommen hat, welche Mengen auch voll angeliefert wurden. Hieraus erklärt sich ohne weiteres das Maß der dem Bergbau gestellten Aufgabe, an deren Bewältigung sich alle Zechen durch Erzielung von Höchstleistungen beteiligten. Die Absatzlage ist nach wie vor derart, daß in allen Sorten volle Beschäftigung vorliegt. Es ist ferner damit zu rechnen, daß die gegenwärtigen Verhältnisse längere Zeit forbestehen und die Anforderungen in der Zukunft eher noch zunehmen werden.

Unter diesen Umständen bildet die Beschaffung weiterer Arbeitskräfte nach wie vor die Hauptsorge, wobei die erforderlichen Vorbereitungen für deren Einsatz getroffen sind. Das gleiche gilt für die Heranbildung eines geeigneten Bergarbeiternachwuchses; infolge der gesteigerten Anforderungen auch anderer Berufe liegen die Verhältnisse hierin besonders schwierig, obwohl auf den Zechen durch Anlernwerkstätten, besonders Ausbildungspersonal, Verbesserung der Arbeitsbedingungen sowie durch sonstige berufliche und persönliche Förderung das mögliche geschieht. Die Kohlentransportfrage gewann, schon durch die anderweitige starke Beanspruchung der Beförderungsmittel, eine noch erhöhte Bedeutung. Durch planvolle Zusammenarbeit wurden die zeitweise hervorgetretenen Schwierigkeiten unter größtmöglicher Ausnutzung des Schienen- und Wasserweges überwunden. Infolge der mit dem Kälteeinbruch verbundenen Verkehrshemmungen mußten im Winter größere Mengen von Kohle und Koks auf Lager genommen werden, die aber mittlerweile größtenteils wieder geräumt werden konnten.

Auf dem Eisenmarkt brachte das Berichtsjahr mit dem Uebergang in die Kriegswirtschaft die völlige Umstellung auf den Kriegsbedarf. Damit wurde es notwendig, unter größtmöglicher Hochhaltung der Gesamtleistung teils neue Erzeugnisse aufzunehmen, teils innerhalb des Erzeugungsplanes Verlagerungen zugunsten vordringlicher Verwendungsgebiete durchzuführen. Größere Mengen verschiedenster Erzeugnisse und Güten waren dabei häufig binnen kürzester Frist zu liefern. Das Auslandsgeschäft litt in den letzten Monaten vor Kriegsausbruch unter der politischen Spannung. Nach Kriegsbeginn stellten zunächst sämtliche europäischen Eisenwerke ihre Auslandsverkäufe ein. Während England und Frankreich den Verkauf nicht wieder aufnahmen, war Deutschland — neben Belgien und Luxemburg — schon bald in der Lage, dem erreichbaren europäischen Ausland wenigstens in gewissem Umfang wieder Lieferungen zuzuführen.

Der vorliegende mehrmonatige Auftragsbestand und die fortbestehende lebhaftige Nachfrage versprechen auch weiterhin volle Beschäftigung.

Die Versorgung der Hüttenwerke mit Rohstoffen konnte auch im Berichtsjahre sichergestellt werden. Die Erschließung heimischer Erze machte weitere, nennenswerte Fortschritte. Der Vereinigung der Westdeutschen Schrottverbraucher, die für die Deckung des Schrottbedarfs Sorge trägt, ist eine Verteilungsstelle für Gußbruch angegliedert worden. Um dem erhöhten Koksbedarf Rechnung zu tragen, wurde die Koksproduktion gesteigert. Nach Abschluß eines Vertrags mit der Ruhrgas-AG. sind die Lieferungen von Gas nunmehr aufgenommen worden; weitere Anlagen für diesen Zweck stehen kurz vor der Vollendung.

Die im vorjährigen Bericht erwähnte Anleihe von 12 Mill. *RM* ist inzwischen voll begeben worden. Zur weiteren Finanzierung der Aufgaben im Rahmen des Vierjahresplans wurde ein größerer Teil der Werkwohnungen mit einer Darlehensschuld von rd. 12 Mill. *RM* belastet.

Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder konnte durch Einstellung von Ersatzkräften auf dem Stande des Vorjahrs

gehalten werden. Der Arbeitsplatzwechsel ist stark zurückgegangen. Die Zahl der über 10 Jahre bei der Gesellschaft Beschäftigten erhöhte sich auf 9960, die Zahl der über 25 Jahre Tätigen auf 2981. Ueber 40 Jahre waren 339 Gefolgschaftsmitglieder, über 50 Jahre 14 Arbeiter und 6 Angestellte beschäftigt. Das 25jährige Jubiläum konnten im Kreise von Betriebsführung und Arbeitskameraden 419 Gefolgschaftsmitglieder feiern, das 40jährige 73 und das 50jährige 10. An Löhnen und Gehältern wurden im Berichtsjahr insgesamt über 76 Mill. *RM* ausgezahlt. Das Durchschnittseinkommen hat sich erhöht. Wie schon in den letzten Jahren, wurde angestrebt, die Leistungsfähigkeit der einzelnen Arbeitskräfte durch Schulung und Umschulung zu steigern. Hierdurch erwachsen den Betrieben zusätzliche Fachkräfte, die sonst nicht verfügbar gewesen wären. Die vorhandenen Werkschulen, Lehr- und Anlernwerkstätten und Lehrecken wurden ausgebaut, weitere kamen hinzu. Im Bergbau konnte jedoch der Bedarf an Nachwuchs, dessen Beschaffung und Erziehung uns besonders am Herzen lag, nicht voll gedeckt werden. Auf der Zeche Königsborn wurde ein neuer Weg beschritten mit der in Angriff genommenen Einrichtung eines Lehrlingsheims, wo unter Leitung von H.J.-Führern Bergjungmänner aus weiterer Umgebung untergebracht, beköstigt und betreut werden sollen. Der Erfolg der Ausbildungsmaßnahmen zeigte sich in den guten Ergebnissen der Prüfungen und in den Siegen im Reichsberufswettkampf. Eines der Werke erhielt das Leistungsabzeichen für vorbildliche Berufserziehung.

Der Wohnungsbau konnte im Berichtsjahre mit Rücksicht auf die Kriegsverhältnisse leider nicht voll durchgeführt werden. Immerhin gelang es, die Genehmigung für die Errichtung von 600 Wohnungen zu erhalten, die in Angriff genommen und zum Teil bereits fertiggestellt sind.

Einzelbetriebe.

In den Hochofenbetrieben wurden die Anlagen erweitert und die Verhüttung inländischer Erze erneut gesteigert, was besonders durch die Inbetriebnahme der im Vorjahr errichteten Sinteranlage möglich war. Um den Hochofeneinsatz weiter zu verbessern, wurde eine Erz-Siebanlage errichtet. Zur Erleichterung des größeren Rohstoffumschlags wurde eine Reihe verkehrstechnischer Verbesserungen durchgeführt. In den Stahlwerken wurde nach der Qualitätsseite besonders die Herstellung von legierten und gleichwertigen unlegierten Stählen weiter entwickelt. Zwei Elektroöfen kamen neu in Betrieb. Im Thomaswerk ist die Vanadinherstellung aufgenommen worden. Neue Versuchs- und Prüfanstalten wurden eingerichtet. In den Walzwerken erfolgten ebenfalls weitere Verbesserungen, u. a. durch Umstellen von Wärmöfen auf Gichtgas zur Ausnutzung überschüssiger Hochofengase. Die Aufstellung einer weiteren Reihe von Glüh- und Vergüteöfen ermöglichte eine erhöhte Erzeugung von Qualitätsmaterial. In den Gießereien sind die Anlagen teilweise erweitert worden. In den Hammer- und Preßwerken wurde durch Umstellungen und durch Errichtung neuer Pressen die Erzeugung in Menge und Güte wesentlich verbessert. In den Bearbeitungswerkstätten wurde der Maschinenpark für Stahlguß, Schmiedematerial und Drahtverfeinerung erweitert und erneuert. Durch Vergrößerung der Anlagen wurde die Leistungsfähigkeit der Zementfabrik gesteigert. Bei den Piesberger Steinbruchbetrieben gingen Erzeugung und Absatz infolge des Mangels an Arbeitskräften und der langen Dauer des Frostes gegen das Vorjahr etwas zurück.

Beteiligungen.

Der Gemeinschaftsvertrag mit der Klöckner-Humboldt-Deutz-AG. hat sich, gerade während des Krieges, voll bewährt. Der Jahresertrag wird mit 82 734 109 *RM*, die Erträge aus Beteiligungen mit 52 371 *RM* und die außerordentlichen Erträge mit 512 844 *RM* ausgewiesen. Der Reingewinn, der sich nach Vornahme der Abschreibungen, Rücklagen und Rückstellungen ergab, wurde vertragsgemäß an die Klöckner-Werke abgeführt. Die Bilanz und die Gewinn- und Verlustrechnung schließen deshalb ohne Gewinn ab.

Die Geisweider Eisenwerke, AG., weisen in ihrem Jahresabschluß vom 30. Juni 1939 einen Gewinn von 177 750 *RM* aus. Hieraus wurde wiederum eine Dividende von 8 % auf die Vorzugsaktien und von 5 % auf die Stammaktien verteilt. Die Anlagen sind unverändert voll beschäftigt. Die Entwicklung auf dem Gebiete der Qualitätsstahlerstellung wurde weiterhin erfolgreich gefördert.

Die Bilanz der Rheinischen Chamotte- und Dinaswerke vom 31. Dezember 1939 schließt unter Einbeziehung des Vortrags aus dem Vorjahre mit einem Gewinn von 147 169 *RM* ab. Hieraus wurden 5 % Gewinn ausgeschüttet. Infolge der erschwerten Rohstoffversorgung blieb die Erzeugung gegen das

Vorjahr etwas zurück. Der vorliegende Auftragsbestand ist unverändert gut. Die Gewerkschaft Victor erzielte in dem am 31. Dezember 1939 abgelaufenen Geschäftsjahr nach 3,7 Mill. *R.M.* Abschreibungen einen Reingewinn von 12 360 *R.M.*, der auf neue Rechnung vorgetragen wurde. Die zusätzlichen Betriebsanlagen wurden fertiggestellt und konnten eine Leistungssteigerung bewirken. Erzeugung und Absatz ermöglichten eine gute Ausnutzung der Anlagen in allen Abteilungen.

Abschluß.

Im Gegensatz zur Erzeugungsgestaltung, die sich, neben der Erhöhung der Kohlenförderung, im allgemeinen auf der Grundlage des Vorjahres bewegte, haben die Gesteigungskosten, sowohl auf der Kohlen- als auch namentlich auf der Eisen-seite, eine weitere Zunahme erfahren. Hinzu kamen noch die besonderen durch den Krieg bedingten Unkostensteigerungen. Auf der Erlösseite sind die Inlandspreise infolge der Preisstoppperordnung im wesentlichen stetig geblieben.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einen Roh-ertrag von 166 289 459 *R.M.* aus. Nach Abzug von 76 436 246 *R.M.* Löhnen und Gehältern, 9 740 581 *R.M.* gesetzlichen sozialen Abgaben und 1 802 048 *R.M.* besonderen sozialen Aufwendungen, 15 516 814 *R.M.* Abschreibungen, 3 998 323 *R.M.* Zinsen, 49 974 649 Reichsmark Steuern, 495 076 *R.M.* Beiträgen an Berufsvertretungen sowie 2 Mill. *R.M.* Zuweisung an die „Andere Rücklage“ verbleibt ein Reingewinn von 6 325 722 *R.M.* Hieraus werden 6 300 000 *R.M.* Gewinn (6 % wie im Vorjahre auf 105 Mill. *R.M.* Aktienkapital) ausgeteilt und der Restbetrag von 25 722 *R.M.* vertragsgemäß zur Zahlung eines Gewinnanteils in gleicher Höhe an die außenstehenden Aktionäre der Klöckner-Humboldt-Deutz-AG. verwendet.

Beschlagnahme von Eisen und Stahl. — Die Reichsstelle für Eisen und Stahl hat unter dem 5. November 1940¹⁾ eine 3. Durchführungsverordnung erlassen, wonach die Frist für die Ablieferung des 3. Drittels der der Beschlagnahme unterliegenden Bestände bis zum 1. März 1941 verlängert wird.

Preise für Metalle im dritten Vierteljahr 1940.

	July	August	September
Durchschnittskurse der höchsten Richt- oder Grundpreise der Ueberwachungsstelle für unedle Metalle in <i>R.M.</i> für 100 kg			
Weichblei (mindestens 99,9 % Pb)	22,00	22,00	22,00
Elektrolytkupfer (Drahtbarren)	75,00	75,00	75,00
Zink, Original-Hütten-Rohzink	21,10	21,10	21,10
Standardzinn (mindestens 99,75 % Sn) in Blöcken	300,00	300,00	300,00
Nickel (98 bis 99 % Ni)	246,00	246,00	246,00
Aluminium (Hütten-)	133,00	133,00	133,00
Aluminium (Walz- und Drahtbarren)	137,00	137,00	137,00

Eisen- und Stahlbewirtschaftung in Luxemburg. — Durch die Einbeziehung der luxemburgischen Wirtschaft in das deutsche Zollgebiet hat es sich als notwendig erwiesen, auch eine Angleichung an die deutschen Bestimmungen der Eisen- und Stahlbewirtschaftung vorzunehmen. Der Chef der Zivilverwaltung hat daher eine Verordnung über die Bewirtschaftung von Eisen und Stahl erlassen, die der Eisenerzeugung und Verarbeitung sowie dem Eisenhandel in Luxemburg die Möglichkeit gibt, die Beziehung zur Wirtschaft im großdeutschen Raum und in den besetzten Gebieten nicht nur aufrechtzuerhalten, sondern auch tatkräftig weiter auszubauen.

Die Verordnung sieht in § 1 vor, daß alle Aufträge aus dem Deutschen Reichsgebiet, in Elsaß, Lothringen oder den besetzten Gebieten, der Industrie- und Handelskammer Luxemburg zur Genehmigung eingereicht werden. Die Maßnahme bezweckt, der Kammer als der vom Chef der Zivilverwaltung beauftragten Stelle einen Ueberblick über die Auftragsrichtung und den Auftragsumfang zu geben, auf Grund dessen die vom Chef der Zivilverwaltung angestrebte Auftragslenkung zum Nutzen der luxemburgischen Werke ausgerichtet werden kann. Die Auftraggeber aus den obenerwähnten Gebieten sind verpflichtet, ihre Aufträge, die sie nach Luxemburg erteilen, mit einer sogenannten Kontrollnummernaufstellung zu versehen, die sie in doppelter Ausfertigung dem Auftragserteilungsschreiben beizufügen haben. In der Kontrollnummernaufstellung haben die Auftraggeber Kontrollnummern in Höhe des Kontingentgewichts des bestellten Erzeugnisses aus Eisen und Stahl

aufzuführen. Das Kontingentgewicht ist die Menge an Walzwerks- und Gießereierzeugnissen, die zur Ausführung eines Auftrags von dem Auftragnehmer selbst oder seinen Unterlieferern insgesamt benötigt wird. Um etwaige Rückfragen zu vermeiden, ist es erforderlich, daß die Unternehmungen, die Aufträge erhalten, jeweils feststellen, ob die erhaltene Kontrollnummernaufstellung Kontrollnummern in Höhe des Kontingentgewichts enthält. Da die reichsdeutschen Auftraggeber ihre Aufträge mit derartigen Kontrollnummernaufstellungen versehen müssen, müssen sie die Höhe des Kontingentgewichts jeweils durch Anfrage bei dem in Aussicht genommenen Auftragnehmer feststellen. Es ist deshalb zweckmäßig, bereits bei der Abgabe eines Angebots an reichsdeutsche Auftraggeber das Kontingentgewicht genau anzugeben. Eine Unterteilung der Menge nach Walzwerks- und Gießereierzeugnissen ist jedoch nicht erforderlich.

Gemäß § 1 der Verordnung haben die Auftragnehmer die von deutschen Auftraggebern erhaltenen Auftragserteilungsschreiben der Industrie- und Handelskammer Luxemburg zur Genehmigung vorzulegen. Während ein Stück der Kontrollnummernaufstellung bei der Kammer verbleibt, ist das zweite Stück der Kontrollnummernaufstellung, sofern der Auftrag von der Industrie- und Handelskammer Luxemburg genehmigt worden ist, von dem Auftragnehmer zu den Akten zu nehmen und sorgfältig aufzubewahren. Erst nach Erhalt des Genehmigungsvermerks darf mit der Ausführung des Auftrags begonnen werden. In Sonderfällen werden auf besonderen Antrag von dieser Bestimmung Ausnahmen zugelassen.

Für Aufträge, die in Luxemburg ansässige Unternehmungen nach Gebieten außerhalb Luxemburgs vergeben, hat die Industrie- und Handelskammer Luxemburg ebenfalls die Genehmigung zu erteilen. Die Kammer gibt hierbei dem Luxemburger Auftraggeber ihrerseits eine Kontrollnummer mit dem Kontingentzeichen „Lux“. Auch für Aufträge, die in Luxemburg ansässige Unternehmungen an luxemburgische Werke der Eisen schaffenden Industrie vergeben, bedarf es einer Genehmigung der Kammer, die hierzu gleichfalls Kontrollnummern erteilt. Keiner besonderen Genehmigung bedürfen Aufträge, die innerhalb Luxemburgs an die in Luxemburg ansässige Eisen verarbeitende Industrie und an den Handel erteilt werden.

Die Verteilung von Eisen und Stahl in Frankreich. — Beim Zentralamt für die Verteilung industrieller Erzeugung wurde eine Abteilung für Roheisen, Eisen und Stahl gebildet. Die Zuständigkeit erstreckt sich im Rahmen des Gesetzes vom 10. September 1940 auf Eisenerze, Manganerze, Schrott, Roheisen, Spiegeleisen, Ferrolegierungen, Eisen und Stahl, warm- oder kaltgewalzt oder geschmiedet, in Blöcken, Knüppeln, Stäben, Schienen, Blechen, Breitflachstahl, Bandstahl, Walzdraht, verzinkte oder verbleite Bleche, Eisen, verzinkt, verzinkt, verbleit, verkupfert, vernickelt, Räder, Radreifen, Achsen, Draht, Stahlröhren, gußeiserne Röhren wie ganz allgemein sämtliche Erzeugnisse in jeglicher Güte von Eisen oder Stahl der Eisenindustrie bis zu ihrer Lieferung an die Industrie als letzte Umformungsstelle oder an den Verbrauch. Der beratende Ausschuß setzt sich aus mindestens 10 und höchstens 24 Mitgliedern zusammen; der erste Ausschuß wurde inzwischen mit 10 Mitgliedern gebildet.

Für nichteisenhaltiges Metall war bereits durch Verordnung vom 7. Oktober 1940 eine besondere Abteilung beim Zentralamt für die Verteilung industrieller Erzeugnisse gebildet worden. Der beratende Ausschuß setzt sich aus mindestens 6 und höchstens 15 Personen zusammen; der erste Ausschuß zählt 6 Mitglieder.

Ungarns Bergbau und Eisenindustrie. — Zu unserem Aufsatz¹⁾ ist berichtend zu bemerken, daß die Leistungsfähigkeit der Rimamurány-Eisenwerke 300 000 t Roheisen und 400 000 t Stahl beträgt und Nadasd nicht in Westungarn, sondern in Nordostungarn neben Ozd liegt. Die Königl. Ung. Staatlichen Eisen-, Stahl- und Maschinenfabriken (Mávg) verfügen über folgende Betriebseinrichtungen: 2 Hochöfen mit einer Tagesleistung von je 300 t, 7 Siemens-Martin-Oefen bis zu 80 t Fassung; 5 Elektroöfen, darunter ein Duplexofen Bauart Mávg-Weigl; 1 Grobschmiede, 1 Gesenkschmiede mit Werkzeugstahlschmiede, je 1 Blockwalzwerk, Grobblechwalzwerk, Schienenstraße, Trägerstraße, Feinwalzwerk, Feinblechwalzwerk, Federwalzgerüste usw., Bearbeitungswerkstätte, Weichenwerkstatt, Zieherei, Radreifen-walzwerk, Schraubenfabrik, Härterei, Glüherei, Eisen- und Stahlgießerei, Fabrik feuerfester Baustoffe; Versuchsanstalt. Erzeugt werden jährlich 200 000 t Siemens-Martin-Stahl und 24 000 t Elektrostahl.

¹⁾ Reichsanzeiger Nr. 260 vom 5. November 1940. — Vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 606.

¹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 939/40.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Fachausschüsse.

Freitag, den 22. November 1940, 10.30 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Straße 27, die

16. Vollsitzung des Erzausschusses

und die

47. Vollsitzung des Hochofenausschusses

als gemeinsame Tagung statt mit folgender

Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Die neue Erzmischanlage der Buderus'schen Eisenwerke in Wetzlar. Berichterstatter: H. Oberle, Wetzlar.
3. Anordnung und Betrieb der Greenawalt-Sinteranlage auf der Julenhütte. Berichterstatter: C. Schrupp, Bobrek-Karf.
4. Anordnung und Betrieb einer GHH-AIB-Sinteranlage. Berichterstatter: R. Hahn, Oberhausen.
5. Verschiedenes.

Am gleichen Tage, nachmittags 15.30 Uhr, findet ebenfalls im Eisenhüttenhaus eine

Vollversammlung des Ausschusses für Verwertung der Hochofenschlacke statt. Die Tagesordnung lautet wie folgt:

1. Geschäftliches.
2. Eigenschaften und Verwendung von Hüttenbims. Berichterstatter: Professor L. Krüger, Berlin-Dahlem.
3. Verschiedenes.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Battig, Hanns*, Dipl.-Ing., Betriebsleiter der Kokerei der Friedenshütte A.-G., Friedenshütte (Oberschles.); Wohnung: Hermann-Göring-Str. 37. 35 009
- Baukloh, Walter*, Dr.-Ing. habil., Professor, Institut für Eisenhüttenkunde, Techn. Hochschule Berlin, Berlin-Charlottenburg 2; Wohnung: Berlin W 15, Kaiserallee 221. 29 009
- Böddeker, Wilhelm*, Dipl.-Ing., Chef des Siemens-Martin-Stahlwerkes der De Wendel'schen Eisen- u. Stahlwerke, Schremmingen (Lothringen); Wohnung: Kirchstr. 17. 29 017
- Brinkmann, Gunter*, Dr.-Ing., Heinrich Lanz A.-G., Mannheim; Wohnung: Wespinstr. 4. 36 053
- Chladek, Franz*, Dipl.-Ing., Gebr. Böhler & Co. A.-G., Berlin W 35, Kurfürstenstr. 55; Wohnung: Berlin-Wannsee, Conradstraße 2. 26 017
- Dietrich, Hellmuth*, Ingenieur, Stahl- u. Eisenwerk Frankleben, Bruno Müller K.-G., Frankleben (b. Merseburg); Wohnung: Runstedter Str. 5. 24 017
- Drath, Günter*, Dr.-Ing., Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Abt. Stahlwerke, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Luisenstr. 25. 28 037
- Euler, Adam*, Dr. phil., Chefchemiker, Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Forschungsabt., Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Kapitän-Lehmann-Str. 4. 37 094
- Frenkel, Theodor*, Oberingenieur i. R., Dresden-Bad Weißer Hirsch, Wolfshügelstr. 8. 08 023
- Göbel, Erwin*, Dipl.-Ing., Zentraldirektor, Metallwalzwerke A.-G. Mähr. Ostrau-Oderfurt u. Dzieditz (Oberschles.); Zinkwalzwerke A.-G., Vac (Ungarn); Wohnung: Mähr. Ostrau-Oderfurt. 23 056
- Gollmer, Walter*, Dr. phil., Bergwerksdirektor, Kokereien u. Chemische Werke der Saargruben A.-G., Landsweiler-Reden (Saar), Schulstr. 2; Wohnung: Scheidt (Saar), Straße des 13. Januar 43. 33 037
- Gorschlüter, Fritz*, Hüttendirektor, Vorstandsmitglied der Buderusschen Eisenwerke, Wetzlar; Wohnung: Bannstr. 38. 08 029
- Henkel, Heinrich*, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Hüttenwerke Siegerland A.-G., Weißblechwerk Wissen, Wissen (Sieg); Wohnung: Oststr. 1. 39 098
- Heyng, Fritz*, Oberingenieur u. Kokereichef, Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Wolfenbüttel, Am blauen Stein 13. 40 104
- Jack, Alfred*, Oberingenieur, Preßwerksleiter, Preßwerk Laband G. m. b. H., Laband (Oberschles.); Wohnung: Jahnstr. 3. 27 119

- Kretzler, Albert*, Gießereibesitzer, Geschäftsführer der Saarbrücker Metallgußwerk G. m. b. H., Saarbrücken 3, Im Helmerswald 13—15; Wohnung: Am Kieselhumes 15. 23 094
- Krugmann, Hanns*, Direktor, Vorstandsmitglied der Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, Sulzbach-Rosenberg (Hütte). 27 143
- Lange, Karl*, Prokurist, Saarländisches Stahlwerk Dingler, Karcher & Co. G. m. b. H., Zweigwerk Worms, Worms; Wohnung: Berggartenstr. 8. 23 100
- Müller-Hauff, Albert J.*, Dr.-Ing., Hüttendirektor, Betriebsführer der Falvahütte I.G. für Bergbau u. Hüttenbetrieb A.-G., Betriebsgruppe Bismarckhütte; Wohnung: Kattowitz (Oberschles.), Brynower Str. 158 a. 10 087
- Petersen, Ulrich*, Dipl.-Ing., Oberingenieur des Rohrwalzwerkes der Bismarckhütte A.-G., Bismarckhütte (Oberschles.); Wohnung: Kattowitz (Oberschles.), Bernhardstr. 50. 35 420
- Pröll, Hans Georg*, Dipl.-Ing., Chemische Werke Hüls G. m. b. H., Marl (Kr. Recklinghausen); Wohnung: Leverkusener Str. 10. 37 336
- Puzicha, Wilhelm*, Dipl.-Ing., Assistent, Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf 4, August-Thyssen-Str. 4; Wohnung: Düsseldorf 10, Rochusstr. 9. 36 341
- Rakoski, Fritz*, Dipl.-Ing., Ammoniakwerk Merseburg G. m. b. H., Leuna-Werke (Kr. Merseburg); Leuna (Kr. Merseburg), Mittelstr. 32. 36 344
- Rammelt, Hermann*, Generaldirektor, Vorsitz des Vorstandes der MIAG Mühlenbau u. Industrie A.-G., Hauptverwaltung, Berlin NW 7, Hermann-Göring-Str. 28; Wohnung: Berlin-Wannsee, Hohenzollernstr. 3 a. 29 153
- Schönberg, Wilhelm*, Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Buß, Buß (Saar); Wohnung: Adolf-Hitler-Str. 126. 27 251
- Stefan, Walter*, Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Vertretung Berlin, Berlin W 35, Tiergartenstr. 5—5 a. 35 513
- Wiberg, Martin*, Dipl.-Ing., Professor für Eisenhüttenkunde, Königl. Techn. Hochschule, Stockholm (Schweden). 27 307

Gestorben:

- Böhringer, Eugen*, Dr.-Ing. E. h., Dipl.-Ing., Geh. Landesbaurat, München. * 17. 4. 1872, † 5. 11. 1940. 00 009
- Brack, Franz*, Hüttendirektor, Eschweiler-Aue. * 1. 9. 1874, † 1. 11. 1940. 17 008
- Bühmann, Robert*, Geschäftsführer, Generalmajor, Berlin-Wilmersdorf. 8. 3. 1879, † 1. 10. 1940. 39 437
- Dau, Paul*, Dipl.-Ing., Hamburg-Altona. * 12. 7. 1879, † 12. 9. 1940. 20 030
- Hoppe, Gerhard*, Dipl.-Ing., Duisburg-Ruhrort. * 21. 5. 1912, † 29. 8. 1940. 35 233
- Jungbauer, Viktor*, Dipl.-Ing., Bochum. * 5. 12. 1892, † 22. 10. 1940. 20 056
- Körösi, Emil*, Hüttendirektor a. D., Brück. * 14. 9. 1862, † 30. 10. 1940. 89 004
- Wefing, Hans*, Oberingenieur a. D., Saarbrücken. * 1872, † 7. 12. 1938. 05 067
- Winkler, Heinrich*, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Berlin-Wilmersdorf. * 21. 3. 1882, † 22. 8. 1940. 10 130

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

- Fröhlig, Wilhelm*, Ingenieur, Maschinenbau A.-G. vorm. Ehrhardt & Sehmer, Saarbrücken; Wohnung: Françoisstr. 17. 40 358
- Gebauer, August*, Ingenieur, Stadtwerke Düsseldorf, Gaswerk, Düsseldorf; Wohnung: Düsseldorf 10, Kühlwetterstr. 11. 40 359
- Haissig, Karl*, Handlungsbevollmächtigter, Edelstahlwerk Düsseldorf der Gebr. Böhler & Co. A.-G., Düsseldorf-Oberkassel; Wohnung: Schorlemerstr. 3. 40 360
- Heitzmann, Ernst*, Dipl.-Ing., Waldniel (Niederrhein). 40 361
- Joeres, Paul*, Dipl.-Ing., Oberingenieur u. Prokurist, Maschinenfabrik Meer A.-G., M. Gladbach; Wohnung: Rheydt, Nordstraße 88. 40 362
- Paulik, Kurt*, Dr.-Ing., Assistent, Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hütte Braunschweig, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Wolfenbüttel, Ringstr. 27, II. 40 363

B. Außerordentliche Mitglieder:

- Füntmann, Lothar*, stud. rer. met., Oberhausen (Rheinl.), Straßburger Str. 102. 40 364