



P. 770/44

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE
EISENHÜTTENWESEN



~~AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
KATEDRA METALURGII STALI
Kraków, Al. Mickiewicza 30
Pawilon A3~~

HEFT 33


17. AUGUST

64. JAHRG.

VERLAG STAHL EISEN M. B. H. DÜSSELDORF

STAHL u. EISEN 64 (1944) S. 529/44

WT

Postversandort:  Pössneck



*Unter
diesem Zeichen*

entstehen bereits seit
20 Jahren Meßgeräte
und Strahlrohrregler
für die energiesparen-
de Ueberwachung und
Steuerung wärme-
technischer Betriebs-
anlagen aller Art.

ASKANIA-WERKE

Flakspitter prasseln aufs Dach

Und die Folgen? Mehr oder weniger große Löcher und Risse, durch die Regenwasser in das Haus eindringen kann. Aber der Schaden ist schnell und leicht behoben, wenn man die undichten Stellen mit dem jederzeit gebrauchsfertigen Homogenol-B zuspachtelt. Eine Dachausbesserung mit Homogenol-B ist unbegrenzt lange haltbar. Druckschrift auf Wunsch kostenlos von der

Homogenol-Fabrik, Dortmund

Postfach 6

KOLLERGAS

Gaserzeuger für alle Brennstoffe
Gasreinigungs- und -kühlanlagen
Spülgas-Schwelanlagen

**Deutsche Kollergeneratoren- und
Ofenbaugesellschaft Bergfeld & Co.
BERLIN**

9185



**Gesellschaft
für Elektrometallurgie**
HAUPTVERWALTUNG BERLIN

MOLYBDÄN
WOLFRAM
VANADIN
CHROM
MANGAN
TITAN
KOBALT

Die Legierungen
verbleiben am Ort
Herstellung des Stahls



Der Garantieschein
auf den Packungen unserer Reagenzien
bürgt für größte Reinheit

E. Merck

An unsere Interessenten!

Der uns jetzt zur Verfügung stehende Anzeigenraum gestattet uns nicht mehr wie bisher, Abbildungen ausgeführter Ofenanlagen zu zeigen. Statt dessen bitten wir Sie, über den Verlag Stahleisen, Pörsneck, Wohlfarthstraße 3/5, unsere reich bebilderten Druckschriften über wärmetechnische Anlagen anzufordern. Gaserzeuger, Gasreiniger, Gasbrenner, gasgefeuerte Ofenanlagen aller Art und Rekuperatoren gehören zu unserem Arbeitsgebiet, wobei es sich durchweg um eigene Konstruktionen handelt, die wir auf Grund langjähriger Erfahrungen in eigenen Werkstätten ausführen. Auch Ihnen stehen wir mit wertvollen Anregungen gerne zur Verfügung.

Hager & Weidmann A.G.

HYDRAULISCHE
ABGRATPRESSEN
für Dampf-, Prüflin- oder Druckwasserantrieb
UMBAU VERALTETER ANLAGEN



JB

MASCHINENFABRIK
J. BANNING
AKTIENGESELLSCHAFT

Für Kammwalzgerüste und Gasmaschinenlager

nehmen Sie am besten unser

Lagermetall „THERMIT“

(LgPbSn 6 Cd)

weil diese Legierung dauerhafte, betriebssichere Lagerausgüsse ergibt.

TH. GOLDSCHMIDT A.-G.

Anfragen zu richten an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.



P. 770/44

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

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

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

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

Heft 33

17. August 1944

64. Jahrgang

	Seite		Seite
Zudiverhalten von Aufschweiß-Hartlegierungen mit verschiedenem Kobaltgehalt. Von Heinrich Cornelius	529	Umschau	536
Die Bemessung der Leistungszulage bei Zeitlohnarbeiten. Von Alfred K. Feix	532	Dolomitsteine im Stahlwerk. — Kolorimetrisches Schnellverfahren zur Bestimmung des Phosphors im Stahl. — Windbefeuchtung in Gaserzeugern.	
		Patentbericht	542
		Wirtschaftliche Rundschau	543
		Vereinsnachrichten	544

Zudiverhalten von Aufschweiß-Hartlegierungen mit verschiedenem Kobaltgehalt

Von Heinrich Cornelius

(Verzunderungsversuche bei 900 bis 1100° in den Verbrennungserzeugnissen von bleifreiem und verbleitem Kraftstoff an Aufschweißhartlegierungen mit 1,0 bis 2,2 % C, 0,84 bis 2,41 % Si, 0,18 bis 0,45 % Mn, 0 bis 60 % Co, 22 bis 29 % Cr und 0 bis 7,6 % W. Folgerungen aus den Versuchen.)

Wegen ihrer auch bei hohen Temperaturen großen Härte und Verschleißfestigkeit und wegen ihrer Beständigkeit gegen angreifende Mittel (Korrosion, Verzunderung, Erosion) werden Aufschweißhartlegierungen mit rd. 1,1 bis 1,5 % C, 1,0 bis 2,5 % Si, 0,2 bis 0,4 % Mn, 60 bis 65 % Co, 25 bis 28 % Cr und 3 bis 8 % W unter anderem zum Aufschweißen auf die Sitzflächen der Auslaßventile und der Auslaßventilsitzringe von Hochleistungs-Verbrennungsmotoren, besonders von Flugmotoren, verwendet. Für den gleichen Zweck sind kobaltärmere Legierungen vorgeschlagen worden, die 1,45 bis 1,70 % C, 1,5 bis 2,5 % Si, etwa 0,5 % Mn, 34 bis 36 % Co, 25 bis 28 % Cr und 3,5 bis 4,0 % W enthalten¹⁾. An die Stelle des Kobalts ist Eisen getreten. Ueber die technisch wichtigen Eigenschaften dieser Legierungen, auch über ihr Zudiverhalten in Luft und in den Verbrennungserzeugnissen von Kraftstoff mit 0,12 % Ethylfluid als bleihaltigem Gegenklopfmittel sind eingehende Versuche durchgeführt worden¹⁾. Zu einem späteren Zeitpunkt angestellte Versuche über die Einwirkung der beim Verbrennen von Bleibenzin entstehenden Stoffe auf austenitische Ventilstähle führten zu der Feststellung, daß ein ausgeprägter Einfluß des Bleigehaltes im Brennstoff auf das Zudiverhalten dieser Stähle erst bei Ethylfluidgehalten auftritt, die weit über den im Motorbetrieb gebräuchlichen und hier in der Verzunderung bereits wirksamen Gehalt von etwa 0,1 % liegen. Dieser Unterschied zwischen Verzunderungsversuch und Motorbetrieb ist als Grund dafür anzusehen, daß bei früheren Versuchen kein Einfluß des klein gewählten Ethylfluidzusatzes zum Kraftstoff auf das Zudiverhalten austenitischer Stähle²⁾ und von Aufschweißhartlegierungen verschiedener Zusammensetzung¹⁾ festgestellt werden konnte. Die Versuche mit Aufschweißhartlegierungen wurden daher mit hohen Ethylfluidgehalten des Kraftstoffs und einer verbesserten, gemeinsam mit W. Siedenburg entwickelten Versuchseinrichtung wiederholt. Durch diese Versuche sollte hauptsächlich im Hinblick auf die Legierungen mit gesenktem Kobaltgehalt geklärt werden, ob die Höhe des Kobaltgehaltes der Hartlegierungen ihr Zudiverhalten in den Verbrennungserzeugnissen von Bleibenzin beeinflusst.

Versuchswerkstoffe, Versuchsdurchführung

In *Zahlentafel 1* ist die Zusammensetzung der Versuchswerkstoffe, die als Gußstäbe mit 5 mm Dmr. noch von früheren Versuchen¹⁾ her vorlagen, angegeben. Lediglich die Legierung 6 ist neu hinzugekommen. Für die neuen Versuche dienten die Legierungen 1 bis 6, die sich vor allem durch ihren Kobaltgehalt unterscheiden, der bei der Legierung 1 rd. 60 % und bei den Legierungen 2 bis 5 rd. 30 bis 36 % beträgt. Der Werkstoff 6 ist kobaltfrei und enthält außerdem, im Gegensatz zu den übrigen, kein Wolfram. Die Legierungen A und B mit 65,3 oder 1,3 % Co sind in *Zahlentafel 1* deshalb aufgeführt, weil sie wegen ihrer Zudiverbeständigkeit in Luft auf Grund früherer Versuche¹⁾ mit den übrigen Werkstoffen verglichen werden sollen.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der untersuchten Legierungen

Nr.	% C	% Si	% Mn	% Co	% Cr	% W	Rest
1	1,16	1,17	0,39	56,5 bis 60,9	26,8	7,6	Fe
2	1,87	2,08	0,49	33,3 bis 36,2	26,1	3,5	Fe
3	1,43	2,41	0,60	33,6 bis 34,0	26,0	3,65	Fe
4	0,94 bis 1,10	2,11	0,18	32,6	21,9 bis 22,7	4,90	Fe
5	1,68	1,76	0,56	29,8 bis 30,4	27,8	5,4	Fe
6	2,2	0,84	0,45	—	28,9	—	Fe
A	1,40	1,74	0,33	65,3	24,6	3,4	Fe
B	1,10	1,82	0,31	1,3	24,2	3,3	Fe

Die für die Verzunderungsversuche benutzte Versuchsanlage ist in ihrem grundsätzlichen Aufbau durch die Forderung festgelegt, die Verzunderungsproben unmittelbar dem in der Verbrennung begriffenen Luft-Brennstoff-Gemisch statt wie bei den früheren Versuchen¹⁾ den ausreagierten Verbrennungsgasen auszusetzen. In *Bild 1* ist die Verzunderungsanlage

¹⁾ Cornelius, H.: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 47/58.

²⁾ Bollenrath, F., H. Cornelius und W. Bunnardt: Luftf.-Forsch. 15 (1938) S. 505/10.

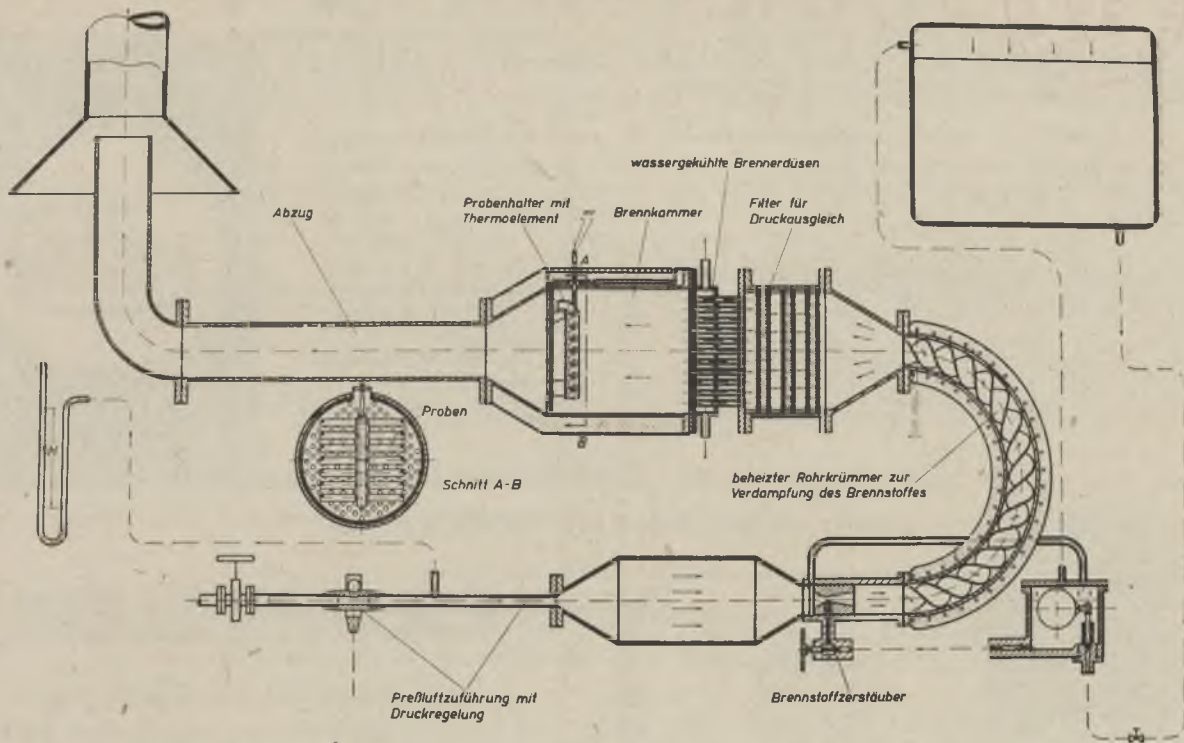


Bild 1. Einrichtung für die Verzunderungsversuche.

schematisch dargestellt. Durch druckgeregelte Preßluft wird nach deren Durchtritt durch einen Druckausgleichsbehälter in einem Flugmotorenvergaser mit kleinerer Düse das Brennstoff-Luft-Gemisch erzeugt. Dieses wird in einem beheizten Rohrkrümmer mit eingelegter Wendel durchwirbelt und auf rd. 200° vorgewärmt. Die Vorwärmtemperatur liegt also weit unter der Temperatur (400°) der beginnenden Zersetzung des Bleitetraäthyls. Nach dem Durchtritt durch drei Filter aus Glaswolle und Metallspänen mit zwischengeschalteten Druckausgleichskammern wird das Gemisch in dem Brenner mit 64 Brenndüsen, die nach Art der Bunsenbrenner gebaut und wassergekühlt sind, verbrannt. In der zylindrischen, wärmeisolierten Brennkammer sind die Proben in einem Halter aufgehängt, dessen Abstand vom Brenner einstellbar ist. Hinter dem Probenhalter befindet sich eine gelochte Stauplatte, die sich zur Erzielung einer gleichmäßigen Verbrennung und einer in den Grenzen von $\pm 5^{\circ}$ übereinstimmenden Temperatur der verschiedenen Proben als notwendig erwies. Ueber die Versuchsdauer können Abweichungen der Verzunderungstemperaturen von rd. $\pm 10^{\circ}$, kurzzeitig auch größere Abweichungen auftreten. Die Verbrennungsgase werden durch Saugzug ins Freie befördert.

Nach Ermittlung der Temperaturverteilung über die verschiedenen in den Probenhalter eingebauten Versuchsproben brauchte die Temperatur während der eigentlichen Verzunderungsversuche nur noch in der Mitte des Mittelträgers des Probenhalters gemessen zu werden. Brennstoff- und Luftmenge können mit einem Nadelventil in der Preßluftleitung eingestellt werden.

Für die Versuche wurde vorwiegend ein Brennstoff mit 28 % Aromaten, 32 % Naphthenen und 40 % Paraffinen ohne und mit einem Ethylfluidgehalt von 1,8 % benutzt. Daneben mußte auch ein Kraftstoff mit rd. 10 % Aromaten, 40 % Naphthenen und 50 % Paraffinen verwendet werden. Von den Versuchen mit austenitischen Ventilstählen her war bekannt, daß auch große Unterschiede in der Zusammensetzung des Kraftstoffs ohne Einfluß auf das Ergebnis des Verzunderungsversuches sind. Bei den hier zu behandelnden Versuchen enthielten die trockenen Verbrennungsgase 10 bis 14 %

CO_2 und 7 bis 1 % CO . Es wurde mit Luftmangel gearbeitet. Kurzzeitig kann beim Regeln der Versuchstemperatur ein Luftüberschuß aufgetreten sein.

Die Versuchsproben — Stäbchen mit 4 mm Dmr., 45 bis 50 mm Länge und feingeschliffener Oberfläche — wurden jeweils den für einen bestimmten Versuch gewählten Bedingungen gleichzeitig ausgesetzt, und zwar drei Proben je Versuchswerkstoff. Die Versuchsdauer bei 900 , 1000 und 1100° betrug 50 h. Jeweils nach rd. 5 h wurde der Versuch durch Abstellen des Brenners unterbrochen. Die Proben kühlten bei diesen Unterbrechungen in der Brennkammer bis auf Raumtemperatur ab. Hierdurch sollte der Einfluß der Haftfähigkeit des Zunders erfaßt werden. Die Auswertung der Verzunderungsversuche geschah durch Ermittlung des Gewichtsverlustes, wobei die Entzunderung der Proben nach den Angaben von L. Wetternik³⁾ durchgeführt wurde. In Leerversuchen wurde der Gewichtsverlust durch das Entzunderungsverfahren selbst zu 1 bis 3 mg/cm² für die verschiedenen Versuchslegierungen ermittelt und bei der Bestimmung der Gewichtsverluste der verzunderten Proben berücksichtigt.

Versuchsergebnisse

Bevor auf die Verzunderungsversuche in den Verbrennungserzeugnissen von Benzin ohne und mit 1,8 % Ethylfluid eingegangen wird, sei noch auf die Ergebnisse früherer Verzunderungsversuche¹⁾ mit 50 h Dauer in ruhender Luft an den Legierungen 1, 2, 3, 5, A und B in Bild 2 hingewiesen. Bei 900° sind alle Legierungen vollständig zunderbeständig. Die Unterschiede in den Gewichtsverlusten liegen innerhalb der Fehlergrenzen. Bei 1000° haben die Legierungen A und B mit dem größten und kleinsten Kobaltgehalt, bei 1100° außerdem die Legierung 1 mit hohem Kobaltgehalt die größten Gewichtsverluste. Die Legierungen 2, 3 und 5 mit mittlerem Kobaltgehalt unterscheiden sich bei 1100° in ihrer Zunderbeständigkeit merklich. Ein Einfluß des Kobaltgehaltes auf die Zunderbeständigkeit der Versuchslegierungen in Luft ist nicht erkennbar. Die Ergebnisse in Bild 2 deuten an, daß bei Werkstoffen von der Art der Versuchslegierungen auch bei

³⁾ Korrosion u. Metallsch. 18 (1942) S. 131, Zahlentafel 2, und S. 133, Zahlentafel 9.

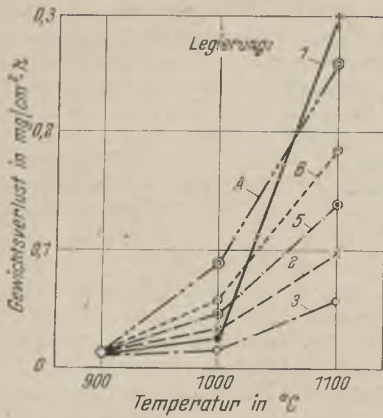


Bild 2. Ergebnisse von Verzunderungsversuchen mit 50 h Dauer in Luft.

verantwortlich zu machen, da nach Zahlentafel 1 im Kohlenstoff-, Chrom- und Kobaltgehalt für verschiedene Gußstäbe aus der gleichen Legierung teilweise nennenswerte Abweichungen ermittelt wurden.

Bei den Versuchen in den Benzinverbrennungsgasen war die Streuung der Zunderverluste selbst zwischen verschiedenen Proben aus der gleichen Legierung erheblich. Zahlentafel 2 enthält die

Zahlentafel 2.

Gewichtsverluste der Versuchslegierungen nach 10mal 5stündiger Verzunderung in den Verbrennungsgasen von bleifreiem Kraftstoff

Legierung Nr.	Gewichtsverluste in mg/cm ² · h bei					
	900°			1100°		
	von	bis	Mittel ¹⁾	von	bis	Mittel ¹⁾
1	0,004	0,01	0,03	0,08	0,12	0,10
2	0,03	0,05	0,04	0,40	0,53	0,47
3	0,02	0,05	0,03	0,11	0,15	0,13
4	0,09	0,13	0,10	0,13	0,33	0,23
5	0,03	0,04	0,04	0,08	0,11	0,10
6	0,0 ?	0,15	~0,08	0,60	1,20	0,90

¹⁾ Mittel von drei Proben.

oberen und unteren Grenzwerte sowie die Mittelwerte der Gewichtsverluste der Versuchslegierungen nach 10mal 5stündiger Verzunderung in den Verbrennungsgasen von bleifreiem Kraftstoff bei 900 und 1100 °. Bei der ersten Temperatur sind die Gewichtsverluste durchweg größer als nach dem Verzunderungsversuch in Luft (vgl. Bild 2). Dies gilt auch für 1100 °, wenn man den gesamten Gewichtsverlustbereich der in Luft und in den Benzinverbrennungsgasen geprüften Legierungen 1 bis 3 und 5 in Betracht zieht. Dieser Bereich umfaßt 0,06 bis 0,30 mg/cm² h in Luft und 0,10 bis 0,47 mg/cm² h in den Verbrennungsgasen. Für die einzelnen Legierungen liegen die Verhältnisse zum Teil entgegengesetzt, so bei der Legierung 1 und, bei weitem nicht so ausgeprägt, bei der Legierung 5. Ähnlich wie in Luft ist auch in den Verbrennungsgasen des bleifreien Kraftstoffs kein eindeutiger Einfluß des Kobaltgehaltes zwischen 30 und 60 % auf den Gewichtsverlust bei 900 und 1100 ° festzustellen. Nach der Verzunderung bei 900 ° in den Verbrennungsgasen wiesen die Legierungen 2, 3 und 5 mit rd. 30 % Co ähnlich kleine Gewichtsverluste auf wie die kobaltreiche Legierung 1. Merkwürdiger war die Verzunderung der Legierung 4 mit rd. 30 % Co, die von allen Versuchslegierungen den kleinsten Chromgehalt aufweist. Auch bei 1100 ° haben die Legierungen

annähernd übereinstimmender Zusammensetzung mit Abweichungen in der Zunderbeständigkeit zu rechnen ist. Aus den früheren, mit einer größeren Zahl von Werkstoffen durchgeführten Versuchen¹⁾ geht dies noch klarer hervor. Möglicherweise sind für diesen Umstand Ungleichmäßigkeiten des Werkstoffs mit

3 und 5 mit gesenktem Kobaltgehalt ähnlich kleine Gewichtsverluste wie die kobaltreiche Legierung 1. Größere Gewichtsverluste haben die Legierungen 2 und 4, wobei sich die chromreichere Legierung 2 noch ungünstiger verhält als die chromarme Legierung 4.

Die Legierung 6, die sich von allen anderen Versuchswerkstoffen durch das Fehlen nicht nur von Kobalt, sondern auch von Wolfram, sowie durch den erhöhten Kohlenstoff- und Chromgehalt und den kleineren Siliziumgehalt unterscheidet, hat bei 900 ° und besonders bei 1100 ° in den Verbrennungsgasen des bleifreien Kraftstoffs eine eindeutig kleinere Zunderbeständigkeit als die übrigen Legierungen.

Die mittleren Gewichtsverluste der Versuchslegierungen nach 10mal 5stündiger Verzunderung in den Verbrennungserzeugnissen von Kraftstoff mit 1,8 %

Ethylfluid sind in Bild 3 wiedergegeben. Die Streuungen der Einzelwerte waren von ähnlicher Größe wie bei den Versuchen mit bleifreiem Kraftstoff (siehe Zahlentafel 2). Nach Bild 3 sind die Gewichtsverluste bei Verwendung des sehr stark bleihaltigen Kraftstoffs viel größer als bei der Verzunderung in Luft (Bild 2) und in den Verbrennungsgasen des bleifreien Kraftstoffs (Zahlentafel 2). Dies ist im wesentlichen der Anwesenheit des stark oxydierend wirkenden Bleioxyds in den Verbrennungserzeugnissen des verbreiteten Brennstoffs zuzuschreiben. Die Versuchslegierungen er-

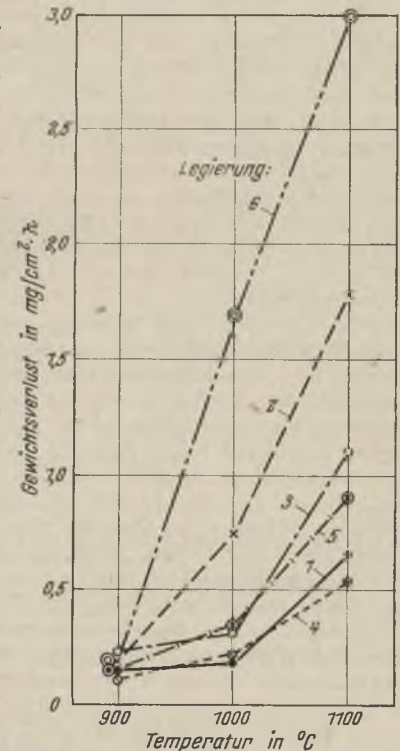


Bild 3. Gewichtsverluste der Versuchslegierungen nach 10mal 5stündiger Verzunderung in den Verbrennungserzeugnissen von Kraftstoff mit 1,8 % Ethylfluid.

führen bei der Verzunderung mit dem bleihaltigen Brennstoff bei 900 ° Gewichtsverluste von 0,1 bis 0,2 mg/cm² h. Eine eindeutige Abhängigkeit der Verzunderung vom Kobaltgehalt der Legierungen ist, besonders unter Berücksichtigung der möglichen Streuungen, nicht vorhanden. Bei 1000 ° unterscheiden sich die kobaltreiche Legierung 1 und die Legierungen 3, 4 und 5 mit rd. 30 % Co ebenfalls in ihrer Zunderbeständigkeit nur wenig. Die Legierung 2 mit 36 % Co verzundert dagegen stärker als die übrigen kobalthaltigen Legierungen. Ähnlich wie bei 1000 ° liegen die Verhältnisse für die kobalthaltigen Legierungen auch bei 1100 °. Auf die Feststellung, daß die Legierung 4 trotz kleinerem Chromgehalt als die ähnlich zusammengesetzte Legierung 2 eine höhere Zunderbeständigkeit bei 1000 und 1100 ° aufweist, die etwa der kobaltreichen Legierung 1 entspricht, sowie auf die gegenüber den übrigen Legierungen besonders auch in den bleihaltigen Verbrennungserzeugnissen bei 1000 und 1100 ° wesentlich kleinere Zunderbeständigkeit der kobaltfreien Legierung 6 wird im folgenden noch näher eingegangen.

Folgerungen

Die Versuche haben gezeigt, daß bei Verzunderungstemperaturen von 900 bis 1100 °

1. Aufschweißhartlegierungen mit 1 bis 36 % Co in Luft nicht stärker oder schwächer verzundern als ähnliche Legierungen mit 60 bis 65 % Co,
2. Aufschweißhartlegierungen mit 30 bis 36 % Co in den Verbrennungsgasen von bleifreiem Kraftstoff die gleiche Zunderbeständigkeit haben können wie eine ähnlich zusammengesetzte Legierung mit rd. 60 % Co,
3. ähnliche Verhältnisse bezüglich des Kobaltgehaltes wie in den Verbrennungsgasen von bleifreiem Kraftstoff auch in den Verbrennungserzeugnissen von stark verbleitem Kraftstoff bei verstärkter Verzunderung vorliegen.

Somit ist der Schluß berechtigt, daß der Kobaltgehalt der untersuchten Legierungen für ihr Zunderverhalten nicht maßgebend ist. Zu dieser Folgerung steht die in den Verbrennungserzeugnissen des bleifreien und des stark verbleiten Kraftstoffs bei 1000 und 1100 ° gegenüber der hochkobalthaltigen Legierung 1 viel kleinere Zunderbeständigkeit der Legierung 2 mit teilweise, und der Legierung 6 mit vollständig durch Eisen ersetztem Kobaltgehalt aus den folgenden Gründen wohl nur scheinbar in Widerspruch. Nach W. Oertel und W. Landt⁴⁾ nimmt die Zunderbeständigkeit von Stählen mit rd. 30 % Cr mit steigendem Kohlenstoffgehalt stark ab. Aus der zwischen 0,19 und 1,39 % C festgestellten Abhängigkeit der Verzunderung vom Kohlenstoffgehalt ist zu schließen, daß die Abnahme der Zunderbeständigkeit auch über 1,39 % C noch wächst. Als Ursache dieses Einflusses des Kohlenstoffs kann man den Entzug von Chrom aus der Grundmasse durch die Karbidbildung ansehen, der bei rein ferritisch-karbidischen Legierungen ausgeprägter ist als bei solchen, die bei hohen Temperaturen teilweise aus Austenit bestehen, in dem die chromhaltigen Karbide weitgehend löslich sind, und der daher eine höhere Zunderbeständigkeit als der Ferrit aufweist. Während die Stähle mit 30 % Cr von Oertel und Landt für alle Kohlenstoffgehalte und Temperaturen aus Ferrit und Karbid bestehen, ist in der eigenen Versuchslegierung 6 oberhalb 900 ° neben Ferrit und Karbid [(CrFe)₇C₃]

⁴⁾ Stahl u Eisen 57 (1937) S. 764/66.

⁵⁾ Tofaute, W., C. Küttner u. A. Büttig-haus: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 607/17.

auch Austenit vorhanden⁵⁾. Die Anwesenheit von Ferrit auch noch bei 1100 ° berechtigt jedoch zu der Annahme, daß die gegenüber den übrigen Versuchslegierungen bei 1000 und 1100 ° kleinere Zunderbeständigkeit der Legierung 6 teilweise auf ihrem weit höheren Kohlenstoffgehalt beruht, und wahrscheinlich weiterhin darauf, daß, im Gegensatz zu den übrigen Versuchslegierungen, kein Wolfram vorhanden ist, das durch Karbidbildung den Chromzug aus der Grundmasse vermindern könnte. Der im Vergleich zu den anderen Versuchswerkstoffen höhere Chromgehalt der Legierung 6 wird in seinem günstigen Einfluß auf die Zunderbeständigkeit eingeschränkt durch den kleineren Siliziumgehalt. Wenn die kleinere Zunderbeständigkeit der Legierung 6 in den Verbrennungserzeugnissen von bleifreiem und verbleitem Kraftstoff bei 900 ° weniger in Erscheinung tritt als bei 1000 und 1100 °, so liegt der Grund darin, daß bei der niedrigeren Temperatur ein kleinerer Chromgehalt der Grundmasse zur Erzielung der Zunderbeständigkeit ausreicht.

Da die Legierung 2 mit hohem Kohlenstoff- und verhältnismäßig kleinem Wolframgehalt bei starkem Zunderangriff weniger beständig ist als die Legierung 4 mit kleinem Kohlenstoff- und höherem Wolframgehalt, so darf man wohl die für die Deutung des Zunderhaltens der Legierung 6 angeführten Gründe auch für das Zunderverhalten der übrigen Versuchslegierungen als mitbestimmend ansehen. Bei der Bewertung feinerer Unterschiede im Zunderverhalten der Versuchswerkstoffe ist aber auch zu beachten, daß die Art der Versuchsdurchführung mit flüssigem Brennstoff keine Sicherheit für eine völlig gleichartige Zunderbeanspruchung aller Proben selbst in ein und demselben Versuch bietet.

Zusammenfassung

Der Kobaltgehalt von Aufschweißhartlegierungen mit 1,0 bis 2,2 % C, 0,84 bis 2,41 % Si, 0,18 bis 0,45 % Mn, 0 bis rd. 60 % Co, rd. 22 bis 29 % Cr und 0 bis 7,6 % W ist nicht von ausschlaggebendem Einfluß auf ihr Zunderverhalten in Luft und in den Verbrennungserzeugnissen von bleifreiem und stark verbleitem Kraftstoff. Für die beobachteten Unterschiede in der Zunderbeständigkeit der Versuchswerkstoffe wird ein Deutungsversuch gegeben.

*

Herrn Dipl.-Ing. G. Weibel danke ich bestens für die Durchführung der Versuche.

Die Bemessung der Leistungszulage bei Zeitlohnarbeiten

Von Alfred K. Feix

[Bericht Nr. 215 des Ausschusses für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Grundsätzliches zur Bestimmung der Leistungszulage. In Betracht kommende Anforderungsarten, ihre Abstimmung im Rahmen der Gesamtwertzahlsumme und Durchführung der Bewertung. Bewertungsprobe und Hinweise auf die Vorteile, die sich aus dieser Bewertung ergeben.)

Bei der objektiven Bewertung der Arbeit¹⁾ wird beurteilt, welche Anforderungen der Arbeitsplatz und der Arbeitsvorgang an den Ausführenden stellen, und dadurch bestimmt, in welche Lohngruppe eine Tätigkeit gehört. Durch diese richtige Einreihung in eine der acht Lohngruppen, die der Reichs-Lohngruppenkatalog (LKEM) vorsieht, wird der gerechte Grundlohn bestimmt.

Nach dem „Leitfaden für die Lohngestaltung“²⁾ kann dem „Zeitlöhner“ zu dem Grundlohn eine „Leistungszulage“ gezahlt werden, deren Höhe nicht an die

Person, sondern an die entsprechende Leistung gebunden sein soll, wobei lediglich der persönlich gezeigte Leistungsgrad für die Höhe der Leistungszulage maßgebend ist.

Für die Akkordarbeit wird der leistungsabhängige Mehrverdienst durch das Gedinge bestimmt. Für Zeitlohnarbeit fehlte bisher ein allgemein brauchbares Hilfsmittel, das es ermöglicht, gerecht zu beurteilen, wie hoch der Leistungsgrad in bezug auf Menge und Güte des Erzeugnisses und das Verhalten im Betriebe ist. Wenn eine einfache Beziehung zwischen dem durch die Lohngruppe bestimmten Grundlohn und der vom Leistungsgrad abhängigen Leistungszulage geschaffen wird, so ist damit die bestehende Lücke geschlossen. Hiezu dient mangels besserer Möglichkeiten eine subjektive Bewertung, d. h. eine Bewertung der Leistung und Persönlichkeit des Werkenden.

^{*)} Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., (15) Pörsneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

¹⁾ Vgl. Vaerst, A., H. Stevens u. H. Euler: Praktische Richtlinien zur Vorbereitung der lohnordnenden Maßnahmen. — Zu beziehen vom Verlag Stahleisen m. b. H., (15) Pörsneck, Postschließfach 146.

²⁾ Gera 1943. S. 54.

Um diese subjektive Bewertung des Werkenden gerecht durchführen zu können, ist zunächst wichtig, festzustellen:

1. Welche Anforderungen kommen dafür in Betracht²⁾?
2. Damit keine Doppelbewertung erfolgt, dürfen keine Eigenschaften bewertet werden, die schon für die Lohngruppenbestimmung maßgebend waren^{2) 3)}. Auch muß vermieden werden, daß dieselbe Anforderungsart, nur mit anderen Worten ausgedrückt, mehrmals bewertet wird.
3. Damit jeder Werkende auch die Möglichkeit hat, die höchste Leistungszulage in Prozenten seines Grundlohnes zu erreichen, dürfen nur die Anforderungsarten bewertet werden, die für alle Lohngruppen und alle Tätigkeiten von gleich großer Bedeutung sind.
4. Aus demselben Grunde dürfen nur die Anforderungsarten in Betracht kommen, die sich in allen Fällen gerecht beurteilen lassen³⁾.

Die Bewertung

Wenn man nun die Anforderungsarten, die E. Bornemann⁴⁾ in dem Aufsätze „Aufgaben der Arbeitspsychologie der Gegenwart“ zur Bewährungsprüfung und die H. Stein⁵⁾ in dem Aufsätze „Grundlohn, Bewertung von Leistung und Einsatz, Leistungslohn“ zur Bewertung des Verhaltens im Betriebe anführen, nach diesen Gesichtspunkten näher untersucht, so ergibt sich, daß von diesen (zusammen 15) Anforderungsarten für die subjektive Bewertung zur Findung des gerechten Stundenlohnes nur drei übrig bleiben.

1. und 2. Leistungsgrad in bezug auf Menge durch Fleiß (Intensität) unter Berücksichtigung der Zeitausnutzung sowie in bezug auf Güte durch Gewissenhaftigkeit und Zuverlässigkeit.
3. Sauberkeit und Ordnung auf dem Arbeitsplatze, Sorgfalt im Umgang mit Werkzeug, Maschinen und Werkstoff sowie deren Ausnutzung.

Die von H. Stein außerdem angeführten Verbesserungsvorschläge sind besser durch einmalige Prämien anzuerkennen³⁾. In einem Betriebe war auch die Betriebstreue einbezogen, und zwar erhielt bei der Bewertung jeder Zeitlöhner, der 10 Jahre in demselben Betriebe gearbeitet hatte, 20 % der zur Verfügung stehenden Gesamtpunkte. Der Standpunkt, daß ein Gefolgschaftsmitglied, das über 10 Jahre in demselben Werke gearbeitet hat, um 20 % wertvoller zu beurteilen ist als ein gleich tüchtiges, das erst kürzere Zeit im Werke arbeitet, ist nicht zu vertreten. Die Betriebstreue sollte auf eine andere Weise als im Stundenlohn abgegolten werden. Am meisten dürfte die Betriebstreue gefördert werden, wenn z. B. Eigenheime, für die durch 10 bis 30 Jahre eine Miete erhoben wird, nach dieser Zeit Eigentum der Gefolgschaftsmitglieder werden, wenn sie während dieser Zeit ununterbrochen in dem Unternehmen gearbeitet haben³⁾.

Die zu bewertenden Eigenschaften müssen im Rahmen ihrer Gesamtwertzahlsumme untereinander im richtigen Verhältnis abgestimmt sein. Obwohl z. B. die Ordnung auf dem Arbeitsplatze und die Sorgfalt im Umgange mit Werkzeug, Maschinen und Werkstoff auch wichtig sind, ist doch jedenfalls der menschliche Leistungsgrad für die Gesamtbeurteilung von größerer Bedeutung. Dies wird durch die Höhe der Bewertung ausgedrückt.

Die Beziehung zwischen dem Grundlohn, der durch die Lohngruppe festgelegt ist, in die eine Tätigkeit eingereiht ist, und der Leistungszulage ist wohl am einfachsten, wenn die durch die subjektive Bewertung erhaltene Wertzahlsumme gleichzeitig der Prozentsatz ist, der für die gerechte Entlohnung des Zeitlöhners

zu seinem Grundlohn ausgezahlt werden soll, wie das auch im Leitfaden für die Lohngestaltung²⁾ vorgesehen ist. Würde man mit Geldziffern rechnen, so müßten diese für die acht Lohngruppen verschieden groß sein. Wichtig ist auch, daß bei der Verdienstabrechnung die Leistungszulage, die sich mit dem Leistungsgrad des Zeitlöhners ändert, neben dem fixen Grundlohn der Lohngruppe, in der er arbeitet, angeführt wird.

Der Reichs-Lohngruppenkatalog legt fest²⁾, daß der Lohngruppendurchschnitt für Zeitlohn den Betrag von „Grundlohn + 15 %“ nicht überschreiten darf. Mit

Tafel 1. Ermittlung der Leistungszulage bei Zeitlohnarbeiten in Prozenten des Grundlohnes durch Bewertung

Leistungsart	Bewertung	Wertzahl ^{**)}
1. Mengenleistung durch Fleiß (Intensität) unter Berücksichtigung der Zeitausnutzung	Genügend *)	0
	Gut	4
	Sehr gut	8
	Vorbildlich	12
2. Güteleistung durch Gewissenhaftigkeit und Zuverlässigkeit	Genügend *)	0
	Gut	4
	Sehr gut	8
	Vorbildlich	12
3. Sauberkeit und Ordnung auf dem Arbeitsplatz, Sorgfalt im Umgange mit Werkzeug, Maschinen und Material sowie deren Ausnutzung	Genügend *)	0
	Gut	1
	Sehr gut	2
	Vorbildlich	3

*) „Genügend“ entspricht der Grundleistung, für die der Grundlohn bezahlt wird.

***) Zugleich Leistungszulage in % des Grundlohnes.

Den Wertzahlsummen 1 + 2 + 3 entsprechen folgende Leistungszulagen:

Wertzahlsumme	Leistungszulage in Rpf/h
0 bis 2	= Grundlohn × $\left. \begin{array}{l} 0,00 \\ 0,05 \\ 0,10 \\ 0,15 \\ 0,20 \\ 0,25 \end{array} \right\}$
3 bis 7	
8 bis 12	
13 bis 17	
18 bis 22	
23 bis 27	

Zahlenbeispiel

Leistungsart	Bewertung	Wertzahl
1. Mengenleistung	Sehr gut	= 8
2. Güteleistung	Gut	= 4
3. Sauberkeit und Ordnung	Gut	= 1
Wertzahlsumme, zugleich Leistungszulage in Prozenten des Grundlohnes		= 13

Auszahlung der Leistungszulage

a) von Prozent zu Prozent	
Grundlohn	74 Rpf/h
Leistungszulage $74 \times 0,13$	10 „
Gesamtverdienst 84 Rpf/h	
oder	
b) von 5 zu 5 Prozent	
Grundlohn	74 Rpf/h
Leistungszulage $74 \times 0,15$	11 „
Gesamtverdienst 85 Rpf/h	

²⁾ Vgl. Bramesfeld, E.: Wirtschaftskurve 23 (1944) S. 219/26.

⁴⁾ Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 37/47 (Betriebsw.-Aussch.209).

⁵⁾ Werkstatttechnik u. Werksleiter 37 (1943) S. 13/15.

Tafel 2. Beispiel für die Ermittlung der Leistungszulage in Rpf/h in Abhängigkeit von der Wertzahlsumme und dem Grundlohn für eine bestimmte Ortsklasse

Lohngruppe	1	2	3	4	5	6	7	8
Grundlohn in Rpf/h für Ortsklasse . . .	63	67	74	78	84	92	101	112
Wertzahlsumme	Leistungszulage in Rpf/h							
0	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	4	4	4
5	3	3	4	4	4	5	5	6
6	4	4	4	5	5	6	6	7
7	4	5	5	5	6	6	7	8
8	5	5	6	6	7	7	8	9
9	6	6	7	7	8	8	9	10
10	6	7	7	8	8	9	10	11
11	7	7	8	9	9	10	11	12
12	8	8	9	9	10	11	12	13
13	8	9	10	10	11	12	13	15
14	9	9	10	11	12	13	14	16
15	9	10	11	12	13	14	15	17
16	10	11	12	12	13	15	16	18
17	11	11	13	13	14	16	17	19
18	11	12	13	14	15	17	18	20
19	12	13	14	15	16	17	19	21
20	13	13	15	16	17	18	20	22
21	13	14	16	16	18	19	21	24
22	14	15	16	17	18	20	22	25
23	15	15	17	18	19	21	23	26
24	15	16	18	19	20	22	24	27
25	16	17	19	20	21	23	25	28
26	16	17	19	20	22	24	26	29
27	17	18	20	21	23	25	27	30

Rücksicht auf einen gewissen notwendigen Spielraum empfiehlt es sich, die Summe der Zuschläge, die durch die subjektive Beurteilung festzulegen ist, auf 12 bis 13 % der Grundlohnsumme der Zeitlöhner je Lohngruppe zu bemessen, damit der vom Reichs-Lohngruppenkatalog für Zeitlöhner vorgesehene durchschnittliche Zuschlag (15 % des Grundlohnes), in dem auch gegebenenfalls Sonderzulagen enthalten sind, nicht überschritten wird. Außer der durchschnittlichen Leistungszulage je Lohngruppe ist nur eine untere Grenze (0 % vom Grundlohn) festgesetzt. Für den Einzelfall muß aber auch eine obere Grenze gegeben sein. Diese obere Grenze wird für die Bewertung der Leistungszulage der Zeitlöhner mit 27 % festgelegt, weil nach der Häufigkeitsregel die Streuung um einen Mittelwert mit 13 % nach oben und unten gleich groß ist und außerdem mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, daß jene Zeitlöhner, die eine Leistungszulage von 27 % zum Grundlohn erhalten, die Fähigkeit besitzen, Arbeiten einer höheren Lohngruppe auszuführen.

Auf Grund dieser Ueberlegungen wurde unter Mitarbeit von A. Schubert die Bewertungsvorschrift nach *Tafel 1* zusammengestellt. In dieser *Tafel* ist die zum Grundlohn auszahlende Leistungszulage in Gruppen von 5 zu 5 % zusammengefaßt, ebenso wie in der später besprochenen Bewährungsprobe durch Wahrscheinlichkeitsrechnung. Es bleibt unbenommen, die Leistungszulage auch von Prozent zu Prozent auszus zahlen. Um die Ausrechnung der Leistungszulage zu ersparen, wird diese von einer Zahlentafel abgelesen. Ein Beispiel für eine bestimmte Ortsklasse zeigt *Tafel 2*.

Damit die Leistungszulagen an die wirklichen Leistungen gebunden bleiben, sind für jeden Zeitlöhner am Ende jedes Vierteljahres die für ihn zutreffenden Eigenschaften gemeinsam vom Betriebsleiter, von den Meistern und dem Betriebsobmann festzustellen und die dafür vorgesehenen Bewertungsziffern in die Spalte für das folgende Vierteljahr im Vordruck (*Tafel 3*) einzuschreiben, in dem die Namen der im Zeitlohn arbeitenden Gefolgschaftsmitglieder eingetragen sind. Die so errechnete Wertzahl gibt für das folgende Vierteljahr den Prozentsatz der Leistungszulage an, die dem betreffenden Zeitlöhner zu seinem Grundlohn auszuzahlen ist.

Der Durchschnitt aller Σ in der letzten Zeile der *Tafel 3* . . . $c = a : b = 10,9$ für das I. Vierteljahr 1943 gibt an, daß die für diesen Zeitraum auszuzahlende Leistungszulage 10,9 % der Grundlohnsumme aller 158 Werker der Kesselschmiede beträgt. Diese Rechnung ist zur Feststellung, daß die obere Grenze der durchschnittlichen Leistungszulage (13 %) nicht überschritten ist, wichtig.

Beispiel: Russold, Karl, Lohngruppe 7, hat bei der am 27. Dezember 1942 erfolgten Bewertung seiner im letzten Vierteljahr 1942 gezeigten Leistung eine Wertzahlsumme von 26 Punkten erhalten. Aus dieser Wertzahlsumme ergibt sich seine Leistungszulage für das folgende Vierteljahr, also für das I. Vierteljahr 1943 nach *Tafel 2* zu 26 Rpf/h. Sein Gesamtverdienst ist demnach die Summe aus dem Grundlohn der Lohngruppe 7 (z. B. 101 Rpf/h) plus der Leistungszulage (26 Rpf) = 127 Rpf/h.

Auch für das II. Vierteljahr 1943 ergibt die am 26. März 1943 für denselben Werker durchgeführte Bewertung dieselbe Leistungszulage von 26 % wie im I. Vierteljahr.

Ab Ende Mai 1943 wird Russold probeweise als Vorarbeiter in der Lohngruppe 8 verwendet. Während dieser Probezeit erhält er wie bisher denselben Gesamtverdienst von $101 + 26 = 127$ Rpf/h. Die am 28. Juni 1943 erfolgte Bewertung seiner während der Probezeit gezeigten Leistung bei der Vorarbeitertätigkeit in der Lohngruppe 8 ergibt für das III. Vierteljahr 1943 die Wertzahlsumme 18. Nach der *Tafel 2* gebührt ihm dafür eine Leistungszulage von 20 Rpf und ein Gesamtverdienst von $112 + 20 = 132$ Rpf/h.

Bewährungsprobe

Nach der Durchführung der Bewertung ist es angezeigt, festzustellen, ob die Bewertung gewissenhaft und unparteiisch durchgeführt wurde.

Wenn das der Fall war, so müssen die Werte der Klassenhäufigkeit (Anzahl der Gefolgschaftsmitglieder) in den sechs Gruppen der unteren *Tafel 1* (0 bis 2, 3 bis 7, 8 bis 12, 13 bis 17, 18 bis 22, 23 bis 27) nach einer symmetrischen Häufigkeitskurve verteilt sein⁶⁾. Trifft das zu, dann liegen die im Wahrscheinlichkeitsnetz eingezeichneten Summenhäufigkeitsprozente auf einer Geraden, die für den Grenzwert von 2,5 % Leistungszulage eine Summenhäufigkeit von 5 bis 12 % angibt und deren Zentralwert $C = g$ 50 einer Leistungszulage von 9 bis 13 % entspricht. Zum besseren Verständnis des Gesagten soll als Beispiel das Ergebnis der durchgeführten Bewertung der im Zeitlohn arbeitenden Gefolgschaft von 158 Mann einer Kesselschmiede

⁶⁾ Daeves, K., und A. Beckel: Auswertung von Betriebszahlen und Betriebsversuchen durch Großzahl-Forschung. Chem. Fabrik 14 (1941) 131/43. Auch als Sonderabdruck erschienen. Berlin 1942.

Tafel 3. Vordruck für die Ermittlung der Wertzahlsumme zur Bestimmung der Leistungszulage

Werk:			Betrieb: Kesselschmiede																								
			Blatt Nr. 1																								
Bewertet am			28. 9. 42					27. 12. 42					26. 3. 43					28. 6. 43					25. 9. 43				
Lfd. Nr.	Kontr. Nr.	Name	IV. Vierteljahr 1942					I. Vierteljahr 1943					II. Vierteljahr 1943					III. Vierteljahr 1943					IV. Vierteljahr 1943				
			1	2	3	Σ	Lg ¹⁾	1	2	3	Σ	Lg	1	2	3	Σ	Lg	1	2	3	Σ	Lg	1	2	3	Σ	Lg
Uebertrag																											
1	4701	Russold, Karl	12	8	2	22	7	12	12	2	26	7	12	12	2	26	7	8	8	2	18	8	8	8	2	18	8
2	4712	Heider, Richard	8	8	2	18	7	8	4	2	14	7	8	8	2	18	7	8	8	2	18	7	8	8	2	18	7
3	4609	Velensek, Franz	4	4	2	10	6	4	4	2	10	6	8	4	2	14	6	4	4	2	10	6	4	4	2	10	6
156																											
157	4469	Schreiber, Josef	4	0	0	4	4	4	0	0	4	4	4	0	1	5	4	4	0	1	5	4	4	0	1	5	4
158	4271	Stelzel, Julius	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
a	Summe aller Σ		1612					1722					1696					1669					1690				
b	Kopfzahl		158					158					157					156					155				
c	Durchschn. aller Σ = a : b		10,2					10,9					10,8					10,7					10,9				
Betriebsobmann:																											
Betriebsleiter:																											
1) Lg = Lohngruppe																											

Tafel 4. Ergebnis der Bewertung. Leistungszulage der Gefolgschaft einer Kesselschmiede. Klassenhäufigkeit einzeln und in Gruppen

Leistungszulage in % des Grundlohnes		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Σ
Anzahl Mann	einzeln	14	2	0	0	8	13	9	1	8	20	19	2	4	6	11	3	4	7	9	2	1	3	5	1	1	3	2	0	158
	zusammengefaßte Klassenhäufigkeit	16		31					53					31					20					7					158	

dienen. Die vorausgegangene Bewertung hatte das in Tafel 4 aufgezeichnete Ergebnis.

Daher erhalten:

Anzahl Mann	Leistungszulage in Prozent des Grundlohnes %
16	0
31	5
53	10
31	15
20	20
7	25

Daraus ergeben sich die Summenhäufigkeitsprozent⁹⁾ und das arithmetische Mittel der Tafel 5.

Tafel 5. Häufigkeiten in den sechs Gruppen und arithmetisches Mittel daraus

Arithmet. Mittel	Grenzwert	Häufigkeit	Summenhäufigkeit	Häufigkeitsprozent	Summenhäufigkeitsproz.	a × f
a	g	f	Σ f	(%)	Σ (%)	a × f
0	2,5	16	16	10,1	10,1	0
5	7,5	31	47	19,6	29,7	155
10	12,5	53	100	33,6	63,3	530
15	17,5	31	131	19,6	82,9	465
20	22,5	20	151	12,7	95,6	400
25	27,5	7	158	4,4	100,0	175
						1725
						1725:158 = 10,9% arithm. Mittel

Im Bild 1 sind die Summenhäufigkeitsprozent aus Tafel 5 in das Wahrscheinlichkeitsnetz als ausgezogene Linie eingezeichnet. Außerdem enthält das Bild 1 die gestrichelt eingezeichnete anzustrebende Summenhäufigkeitsverteilung. Daraus ist zu ersehen:

1. Die Bewertung der Leistungszulagen der Kesselschmiede wurde gewissenhaft und unparteiisch

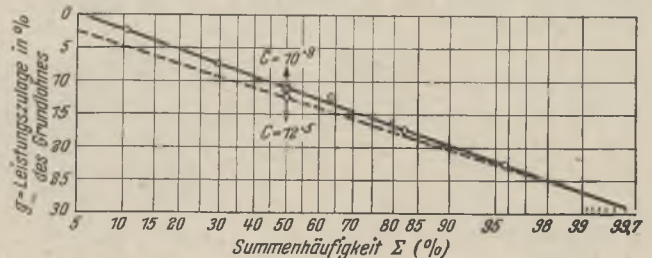


Bild 1. Summenhäufigkeitsprozent aus Tafel 5 (ausgezogene Linie) und anzustrebende Summenhäufigkeit (gestrichelte Linie).

durchgeführt, da die Procentsummenhäufigkeitskurve im Wahrscheinlichkeitspapier eine Gerade ist.

2. Die Klassenhäufigkeit ist in den unteren Klassen größer als in den oberen, da die Procentsummenhäufigkeitslinie in den unteren Klassen höher über der anzustrebenden Häufigkeitsverteilung liegt als in den oberen Klassen.

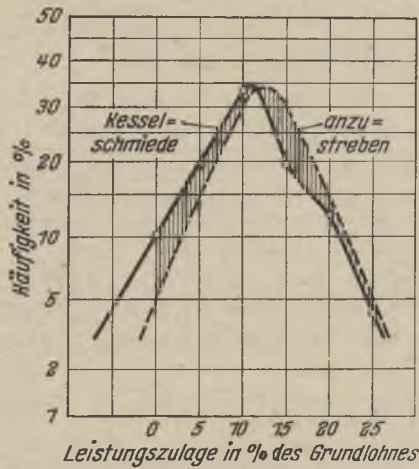


Bild 2. Häufigkeitsprozent aus Tafel 5 (ausgezogene Linie) und anzustrebende Häufigkeit (gestrichelte Linie).

Die beiden Kurven sind im Bild 2 auch noch in Häufigkeitspapier eingezeichnet, da darin das Vorhergesagte besonders deutlich zum Ausdruck kommt.

Sollte die Bewertung einer Abteilung Summenhäufigkeitspunkte unter der anzustrebenden Verteilung ergeben, so deutet das darauf hin, daß in der Abtei-

lung Werker sind, die Arbeiten einer höheren Lohngruppe ausführen können. Deshalb sollten gleich nach jeder Bewertung jene Zeitlöhner, für die die Leistungs-

zulage 15 und mehr Prozente ihres Grundlohnes beträgt, daraufhin untersucht werden, ob sie die Fähigkeiten für Arbeiten in einer höheren Lohngruppe haben.

Wenn in einer im Zeitlohn arbeitenden Abteilung nicht schon vor der Bewertung die guten Leistungen in irgendeiner Form anerkannt wurden, so wird nicht sofort die erste Bewertung eine normale Häufigkeitskurve ergeben, sondern erst die zweite oder dritte Bewertung. Die Auswirkung der eingeführten Leistungsprämie zeigt sich also meist erst nach einem oder zwei Vierteljahren, weil die Durchschnittsleistung in der Nähe der unteren Leistungsgrenze liegt, wenn gute Leistungen nicht hervorgehoben und belohnt werden.

Zusammenfassung

Durch die beschriebene Bewertung, deren gewissenhafte und unparteiische Durchführung durch Häufigkeitskurven überprüft werden kann, wird bestimmt, welche Leistungszulage jedem einzelnen Zeitlöhner gerechterweise auf Grund seines im letzten Vierteljahr gezeigten Verhaltens im Betrieb auszahlbar ist und darauf aufmerksam gemacht, wann in einer Abteilung die Wahrscheinlichkeit besteht, daß einzelne Gefolgschaftsmitglieder Arbeiten einer höheren Lohngruppe ausführen können.

Umschau

Dolomitsteine im Stahlwerk

In Anbetracht der durch den Krieg beengten Rohstofflagen T. Swinden und J. H. Chesters¹⁾ das Augenmerk der englischen Stahlwerker auf einen gesteigerten Gebrauch von Dolomitsteinen in Stahlwerksöfen.

Die große Schwierigkeit bei der Herstellung von Dolomitsteinen liegt bekanntlich darin, daß durch Brennen des Dolomits bei hohen Temperaturen, selbst beim elektrischen Schmelzen, kein beständiges Erzeugnis entsteht. Der gemäß der Gleichung $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CaO} + 2 \text{CO}_2$ entstehende Magnesit sowie Kalk zeigen zwar eine mäßige Korngröße von etwa 0,05 mm Dmr.; jedoch hydratisiert der Kalk im Gegensatz zum Magnesit sehr bald, ist also nicht raumbeständig. Irgendwelche Steine, die auf diesem Wege gebrannt werden, zerfallen wenige Tage später, nachdem sie der Luft ausgesetzt worden sind.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, den Dolomitzerfall zu beheben. Die meisten erwiesen sich als betrieblich undurchführbar oder als unwirtschaftlich. Die ersten in England²⁾ erfolgreichen Versuche in größerem Maßstabe wurden von W. H. Tyler und W. J. Rees³⁾ im

Jahre 1934 veröffentlicht, nachdem sie Steine aus einer Mischung von 75 % Dolomit und 25 % eines im Sudan vorkommenden Gesteines [Magnesit + Talk $3 \text{MgO} \cdot 4 \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}^4$] hergestellt hatten, die bei ihrem Einbau in den Siemens-Martin-Ofen ermutigende Ergebnisse zeigten. Obwohl bis zur vorliegenden Arbeit das Sudangestein durch Serpentin ($3 \text{MgO} \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) ersetzt und bei der Erzeugung des Klinkers sowohl als auch im weiteren Arbeitsgang große Verbesserungen erzielt wurden, beruht auf heute noch im wesentlichen die Erzeugung von Dolomitsteinen in England auf den Erkenntnissen jener ersten Versuche.

Die ersten im Siemens-Martin-Ofen eingebauten Steine zeigten eine Zusammensetzung und Eigenschaften, wie sie aus den *Zahlentafeln 1 und 2*, die auch die übrigen über die Arbeit verstreuten Analysen und Eigenschaften der einzelnen Steinsorten enthalten, zu entnehmen sind. Vergleicht man sie mit den Ergebnissen der heutigen Erzeugung, so sieht man, daß damals schon der durchaus richtige Weg eingeschlagen war. Jedoch kranken auch diese ersten Steine an einer zeitweilig auftretenden Erscheinung; sie hydratisierten entweder bei der Lagerung oder zerrieselten im Ofen. Licht in diese die weitere Dolomitsteinerzeugung in Frage

¹⁾ J. Iron Steel Inst. 144 (1941) II, S. 105/18.

²⁾ Ueber deutsche Versuche vgl. z. B. Lätinsky, L.: Ber. dtsh. keram. Ges. 16 (1935) S. 533 und Reinhart: Tonind.-Ztg. 63 (1939) S. 15/16 u. 29/30.

³⁾ Trans. ceram. Soc. 33 (1934) S. 104/27.

⁴⁾ Talk als Stabilisator für Dolomit entsprechend dem englischen Patent Nr. 3434 (1913).

Zahlentafel 1. Eigenschaften verschiedener feuerfester Steine

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Erzeugnis	Versuchs-Dolomitstein (1935)	Magnesitstein Sonderqualität	Magnesitstein normale Qualität	Beständiger Dolomitstein		Halb-beständiger Dolomitstein	80/20 Dolomit-Magnesitstein	80/20 Magnesit-Dolomitstein	60/40 Magnesit-Dolomitstein
Raumgewicht g/cm ³		2,67	2,89	2,58	2,53	2,52	2,50	2,79	2,72
Porenraum	22,4	24,2	18,7	22,1	24,7	22,8	26,4	19,2	20,4
Mechanische Festigkeit kg cm ² (Kaltdruckprobe)		504	> 560	> 560	358	258	330	615	520
Druckfeuerbeständigkeit ° C (3,5 kg/cm ²)									
a) beginnende Erweichung		—	1450	1540	1460	1360	1430	1370	1400
b) schnelle Erweichung		—	1520	1610	1510	1520	1500	1510	1580
c) Bruch	> 1580 °	—	1540	1660	1600	1610	1700	1650	1710
Temperaturwechselbeständigkeit ¹⁾		> 30	7	2	3	23	5	15 > 26	13 16115
Korrosionsfestigkeit ²⁾						höher als beständiger Dolomitstein	ähnlich wie beständiger Dolomitstein	nur wenig kleiner als Magnesit	

¹⁾ Der Stein wird 10 min bei 900 ° im Ofen gehalten, dann 10 min mit der Stirnseite auf den Steinboden gestellt; wiederholt bis zum Bruch²⁾. ²⁾ Mit einer Schlacke der Zusammensetzung $4 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$ bei 1650 °.

Zahlentafel 2. Kennzeichnende Zusammensetzung von Dolomitsteinen

Nr.	1	4 und 5	6	7
Erzeugnis	Versuchs-Dolomitstein	Beständiger Dolomitstein	Halb-beständiger Dolomitstein	80/20 Dolomit-Magnesit-Stein
SiO ₂	13,24	14,44	4,27	11,96
FeO	3,21	3,44	2,53	3,24
Al ₂ O ₃	1,23	1,50	2,16	1,60
MnO	0,05	n. b.	n. b.	n. b.
CaO	39,64	40,04	51,66	31,40
MgO	41,74	40,30	38,21	51,60
Glühverlust	n. b.	0,25	1,07	0,14

stellenden Vorgänge wurde erst gebracht, als man durch Röntgenuntersuchungen folgende Faktoren als Ursachen der Störungen erkannte:

1. Steine, die hydratisierten, enthielten kleine Mengen von ungebundenem Kalk.
2. Steine, die im Siemens-Martin-Ofen zerrieselten (etwa wie weiße Schlacke am Lichtbogenofen), enthielten β-2 CaOSiO₂.

Die zur Behebung dieser Schwierigkeiten getroffenen Maßnahmen lassen sich nur an einer Betrachtung der theoretischen Grundlagen der Dolomitsteinerzeugung, die im übrigen auch für den Portlandzementklinker große Bedeutung haben, verstehen. Der Berichterstatter hat zu diesem Zweck die rechte Seite des Systems SiO₂-CaO, wie es nach bis heute vorliegenden Untersuchungen⁵⁾ bis ⁹⁾ sich darstellt, in Bild 1 aufgezeichnet.

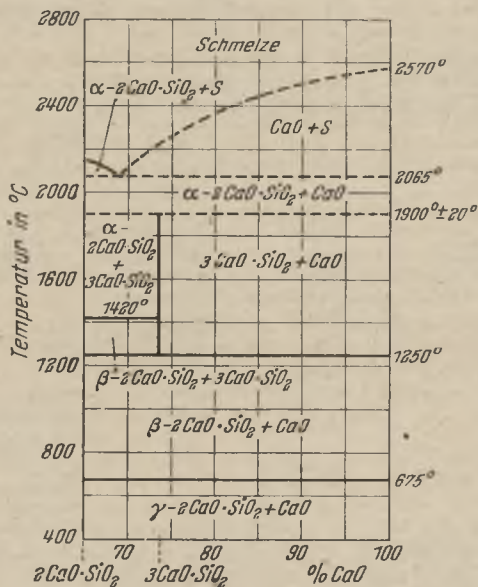


Bild 1. Teildiagramm des Systems SiO₂-CaO.

Wichtig für das Verhalten der Steine sind die beiden Kristallarten 2 CaOSiO₂ und 3 CaOSiO₂. Die kongruent schmelzende Verbindung 2 CaOSiO₂ erfährt eine α-β-Umwandlung bei 1420 ° und eine β-γ-Umwandlung bei 675 °, bei der die Aggregate der β-Form infolge eines Volumeneffektes von

⁵⁾ Day, A. L., E. T. Allen, E. S. Shepherd, W. P. White, F. E. Wright: *Tschermaks min. u. petrol. Mitt.* 26 (1907) S. 169/232; *J. Amer. chem. Soc.* 28 (1906) S. 1089/1114; *Amer. J. Sci.* 22 (1906) S. 265/302; ergänzt durch: Shepherd, E. S., und G. A. Rankin: *Z. anorg. Chem.* 71 (1911) S. 25; 92 (1915) S. 217; *Amer. J. Sci.* 39 (1915) S. 217; *Amer. J. Sci.* 39 (1915) S. 1/39; verbessert durch Ferguson, J. B., und H. E. Merwin: *Amer. J. Sci.* 48 (1919) S. 81/123.

⁶⁾ Guttman, A., und F. Gille: *Zement* 22 (1933) S. 204/07; Eitel, W.: *Z. angew. Mineral.* 1 (1938) S. 274.

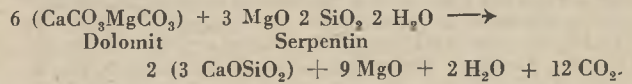
⁷⁾ Bur. Stand. J. Res. 7 (1931) S. 893/902.

⁸⁾ *Z. angew. Mineral.* 1 (1938) S. 271.

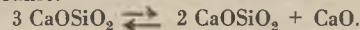
⁹⁾ *J. Soc. chem. Ind., Jap.* 36 (1938) S. 328/29.

10 % zerrieseln. Die Verbindung 3 CaOSiO₂, an deren Existenz als selbständige Verbindung kein Zweifel bestehen kann⁶⁾, bildet sich bei ungefähr 1900 ° im kristallinen Gemenge von 2 CaOSiO₂ und Kalk. Nach den neueren Untersuchungen von E. T. Carlson⁷⁾, W. Eitel⁸⁾ und Sh. Nagai⁹⁾ hat sie eine untere Stabilitätsgrenze bei etwa 1250 °.

Die Aufgabe mußte nun darin bestehen, die Zusammensetzung der Steine so zu wählen, daß kein freier Kalk oder instabiles Kalksilikat auftreten konnte. Die zweckmäßigste Analyse des Klinkers würde nach diesem Diagramm beim Trikalziumsilikat (3 CaOSiO₂) liegen, wie sie auch von den Verfassern angestrebt wird, wobei man bei der Klinkerzeugung folgende Umsetzung als wahrscheinlich annehmen kann:



Da bei nicht ausreichendem Serpentinzusatz freier Kalk gebildet werden kann [Kalkgrenze¹⁰⁾], bewegt man sich zweckmäßig nach der kieselsäurereichen Seite der Zusammensetzung, so daß gegebenenfalls kleine Mengen Dikalziumsilikat in Kauf genommen werden müssen. Die Verbindung β-2 CaOSiO₂ kann jedoch in ihrer Umwandlungstendenz in γ-2 CaOSiO₂ durch kleine Beimengungen¹¹⁾ wie z. B. B₂O₃ oder P₂O₅, auch MgO, beeinflusst werden. Auf dieser Basis wurden schon verwendbare Steine mit viel β-2 CaOSiO₂ hergestellt¹²⁾. Genauere Angaben über die bei den angeführten Steinen benutzten Stabilisatoren finden sich nicht in der Arbeit. Weiterhin ist die untere Stabilitätsgrenze des Trikalziumsilikates für die Konstitution des Klinkers von erheblicher Bedeutung, da ein längeres Verweilen des Klinkers bei Temperaturen unterhalb 1250 ° zu einem Zerfall von 3 CaOSiO₂ führt:



Die Auffassung der Verfasser, daß diese Reaktion im allgemeinen zu vernachlässigen sei, läßt sich wohl nur bedingt aufrechterhalten; denn wie sich beim Brennen und Lagern der Dolomitsteine zeigte, treten hin und wieder unliebsame Störungen auf. Wesentlich ist jedenfalls ein Brennen der Steine genügend hoch über der kritischen Temperatur von 1250 °. Trotzdem läßt sich wohl nach dem augenblicklichen Stand der Kenntnisse niemals ganz ein teilweiser Abbau des Trikalziumsilikates im Klinker vermeiden, gleichgültig, wie gebrannt wird, so daß unter Umständen mit einem Zerkrümmeln bei der Lagerung der Steine durch Hydratation des frei werdenden Kalkes zu rechnen ist. Doch scheint dieser Fall verhältnismäßig selten aufzutreten. Daß eine gewisse Stabilität des 3 CaOSiO₂ im Klinker erreicht wird, läßt sich vielleicht wie folgt denken, wenn man auch noch die übrigen Bestandteile des Klinkers wie Tonerde und Eisenoxyd berücksichtigt und die Systeme SiO₂-Al₂O₃-CaO¹³⁾ und SiO₂-Al₂O₃-Fe₂O₃-CaO¹⁴⁾ in die Betrachtung mit einbezieht: Das Sintern ist durch die Bildung von sehr wenig Schmelzresten in einer überwiegend kristallinen Masse zu erklären. Bei den zur Sinterung notwendigen hohen Temperaturen, im vorliegenden Fall etwa 1600 ° bis 1650 °, erhält man eine Schmelze mit Bodenkörper, in der das Gleichgewicht sich schnell einstellt. Beim Abkühlen der auf Garbrandtemperatur erhitzten Sintermasse treten dann entsprechend der herrschenden Abkühlungsgeschwindigkeit Ungleichgewichte, gleichsam „eingefrorene“ Gleichgewichte der gewählten Brenntemperatur ein. Inwieweit diese Ungleichgewichte dem Gleichgewicht zustreben, hängt von der jeweiligen Umwandlungsgeschwindigkeit ab. Nach W. Eitel¹⁵⁾ liegt die günstigste Zerfalltemperatur von 3 CaOSiO₂ in CaO und β-2 CaOSiO₂ bei etwa 1150 bis 1200 °. Doch können auch

¹⁰⁾ Vgl. Spohn, E.: *Diss. Techn. Hochschule Berlin* 1932.

¹¹⁾ Nach Eitel, W.: *Die physikalische Chemie der Silikate*, Leipzig 1941, S. 353.

¹²⁾ Vgl. Reinhart: *Tonind.-Ztg.* 63 (1939) S. 15/16 u. 29/30.

¹³⁾ Rankin, G. A., und E. S. Shepherd: *Z. anorg. Chem.* 71 (1911) S. 19/64; *J. Industr. Eng. Chem.* 3 (1911) S. 211/27; vgl. *Stahl u. Eisen* 31 (1911) S. 1395. Rankin, G. A.: *Z. anorg. Chem.* 92 (1915) S. 213/96; *Z. anorg. allg. Chem.* 93 (1915) S. 327; *Amer. J. Sci.* 39 (1915) S. 1/79.

¹⁴⁾ Lea, F. M., und T. W. Parker: *Phil. Trans. roy. Soc., Lond., Ser. A.* 234 (1934) S. 1/41; *Dep. sci. ind. Res. Techn. Paper* 1935, Nr. 16; vgl. *Chem. Zbl.* 107 (1936) II, S. 3456/57.

¹⁵⁾ *Z. angew. Mineral.* 1 (1938) S. 271.

Beimengungen wie z. B. Fluoride als Mineralisatoren¹⁶⁾ den Zerfall des Trikalziumsilikates beschleunigen, ebenso wie seine Einbettung in eine eutektische Restschmelze stabilisierend wirken kann. Das letztere gilt auch für die β - γ -Umwandlung von 2 CaOSiO₂ nach den Untersuchungen von W. C. Hansen und R. H. Bogue¹⁷⁾. Es ist weiterhin bekannt¹⁸⁾, daß ein beim Liegen an der Luft sich bildender geringer Ueberzug von Kalkhydrat bereits genügt, um den Zerfall des abgekühlten 3 CaOSiO₂ einzuleiten. Das gleiche gilt für die Anwesenheit von Gips¹⁹⁾, wahrscheinlich durch die Entstehung von freiem Kalk bei der thermischen Dissoziation.

Eine phasentheoretische Deutung der Klinkerkristallisation, wie sie durch die Untersuchungen am Portlandzementklinker²⁰⁾ und an Magnesiumsilikatmassen²¹⁾ bekannt ist, läßt im Verein mit den von den Verfassern angeführten Röntgenuntersuchungen als wesentliche Komponenten 3 CaOSiO₂, 2 CaOSiO₂ und MgO (Periklas) erkennen, während die Verbindung zwischen Eisenoxyd und Tonerde je nach den Bedingungen als Glas oder Brownillerit (4 CaOFe₂O₃Al₂O₃) angenommen werden kann.

Die eigentliche Erzeugung von Dolomitsteinen gliedert sich in die Herstellung des Klinkers und die Steinherstellung. Die Rohstoffe für den beständigen Dolomitskinker, hochwertiger Rohdolomit, Serpentin und kleine Mengen Stabilisatoren werden in einer Mühle naß gemahlen, geschlämmt und in einen Drehrohrofen mit Kohlenstaubfeuerung geleitet. Die Brennzonen des Ofens ist mit Magnesitsteinen ausgekleidet, obgleich sich neuerdings auch Sonderdolomitsteine gut bewährt haben. Die höchste Sintertemperatur beträgt 1600°. Die Schlämme verliert zunächst ihren Wassergehalt, dann spaltet sich Kohlensäure ab, bis über die angeführten Umsätze sich 3 CaOSiO₂ und MgO bilden. Der zuletzt in größeren Klumpen zusammengeballte Klinker verläßt rotwarm den Ofen und läuft über einen Kühler zu den Brechern, an die anschließend die einzelnen Korngrößen ausgesiebt und in Bunkern gelagert werden.

Für die Herstellung der beständigen Dolomitsteine werden je nach Anlage folgende kennzeichnenden Korngrößen gewählt: grob 75 bis 55 %, mittel 15 bis 5 %, fein 40 bis 20 %.

Die aus den einzelnen Fraktionen abgewogene Masse wird mit etwa 4 % Wasser angemacht und in abgewogenen Mengen auf hydraulischen Pressen bei Drücken von etwa 700 bis 1000 at zu Steinen gepreßt. Schon wegen ihres geringen Wassergehaltes zog das Trocknen der Dolomitsteine eine Reihe von Schwierigkeiten nach sich, deren eigentliche Ursache noch dunkel ist. Doch hat sich gezeigt, daß die besten Erfolge durch ein Trocknen bei möglichst tiefen Temperaturen und in einem Strom trockener reiner Luft erzielt wurden. Werden die Trocknungsbedingungen nicht genauestens eingehalten, können in der Trockenkammer oder beim Brennen beträchtliche Ausfälle entstehen. Das Brennen selbst erfolgt bei 1400 bis 1450°. Auf die gefährlichen Folgen einer nicht ausreichenden Brenntemperatur wurde schon hingewiesen. Als Anhaltspunkt für das Brennen wird auf die Brennschrumpfung hingewiesen, die 4,7 mm auf der Längsseite eines Normalsteines von 225 mm Länge betragen soll.

Die Verfasser geben dann einen Ueberblick über die Erzeugung verschiedener Steinsorten, in denen Dolomit verarbeitet wird, wie beständige und halbbeständige Dolomitsteine, Dolomit-Magnesit-Steine, Dolomit-Chrom-Steine, Magnesit-Dolomit-Steine, deren Besonderheiten jedoch zusammen mit den angeführten Eigenschaften (Zahlentafel 1 und 2) erörtert werden sollen. Hinsichtlich der Art der angewendeten Untersuchungsverfahren sei auf die besondere Arbeit von J. H. Chesters²²⁾ verwiesen.

¹⁶⁾ Guttman, A., und K. Biehl: Zement 13 (1924) S. 48/50, 55/57, 64/65, 76/78 u. 85/87. Nagai, Sh.: J. Soc. chem. Ind. Jap. 37, B (1934) S. 303, 419, 549 u. 693; 38, B (1935) S. 157, 229 u. 294.

¹⁷⁾ J. Amer. chem. Soc. 48 (1926) S. 1261/67; vgl. auch Sitz. G.: Diss. Techn. Hochschule Berlin 1931.

¹⁸⁾ Vgl. Eitel, W.: Die physikalische Chemie der Silikate, Leipzig 1941. S. 729.

¹⁹⁾ Nagai, Sh., und K. Murakami: J. Jap. ceram. Soc. 41 (1933) S. 293/98.

²⁰⁾ Rankin, G. A.: J. Industr. Eng. Chem. 7 (1913) S. 466/74; vgl. auch Grün, R., und K. Biehl: Zement 12 (1923) S. 3/5, 10/11, 18/19, 26/27, 34/35, 44/45, 111, 120 u. 126.

²¹⁾ Vgl. Hansen, W. C.: J. Amer. chem. Soc. 50 (1928) S. 2155/60; Schwiete, A. E., und H. zur Strassen, Tonind.-Ztg. 59 (1935) S. 1114.

²²⁾ Iron Age 147 (1941) Nr. 6, S. 33/36 u. Nr. 7, S. 47/52.

Ein Vergleich der Eigenschaften von zwei kennzeichnenden beständigen Dolomitsteinen mit Magnesitsteinen, die sie ersetzen sollen, zeigt, daß die Porosität und Gasdurchlässigkeit sowie die Raumbeständigkeit bei 1500° nahezu gleich sind. Die mechanische Festigkeit ist ebenso wie die Druckfeuerbeständigkeit hoch. Die Temperaturwechselbeständigkeit ist allerdings sehr gering. Magnesitsteine zeigen etwa doppelte Werte. Der angegebene Sondermagnesitstein verträgt dagegen etwa 30 Wechsel. Nach dem Glyceratverfahren konnte kein freier Kalk nachgewiesen werden, so daß nach einem 24stündigen Kochen in Wasser keine Hydratation oder kein Zerkrümeln eintrat.

Die halbbeständigen Dolomitsteine sind mit ihren im großen und ganzen guten Eigenschaften bekannt. Ihr Widerstand gegen Schlackenangriff ist sogar größer als der der normalen beständigen Dolomitsteine. Jedoch verhindert die begrenzte Lagerfähigkeit ihre weitgehende Verwendung.

Dolomit-Magnesit-Steine, in denen ein Teil des stabilisierten Klinkers durch Magnesit ersetzt wurde, zeigen eine etwas höhere Temperaturwechselbeständigkeit. Man hat sogar Massen hergestellt, die 15 bis 30 Wechsel ertragen; doch sind die auftretenden Schwierigkeiten zur Aufrechterhaltung derartiger Werte sehr beträchtlich.

Die Verwendung von Dolomit-Chrom-Steinen in Stahlwerksöfen scheiterte daran, daß bei Arbeitstemperatur der Dolomitskinker mit dem Chromerz unter Bildung einer Schmelze reagiert, was zu einer nicht tragbaren Erweichung der Steine führt. Eine Reihe von Versuchsmassen für Magnesit-Dolomit-Steine, in denen 20 % oder 40 % des Magnesits durch Dolomitskinker ersetzt wurden, ergaben eine ungewöhnlich hohe Temperaturwechselbeständigkeit, eine hohe Druckfeuerbeständigkeit neben geringer Porosität, während die Korrosionsfestigkeit nur wenig niedriger lag als bei Magnesit selbst. Die Herstellungsbedingungen entsprechen im großen und ganzen denen von Magnesitsteinen.

Zahlentafel 3. Die Verwendung von Dolomitsteinen im Siemens-Martin-Ofen nach dem gegenwärtigen Stand in England¹⁾

Position	Steinsorte	Verwendung	
		feststehende Oefen	kippbare Oefen
Herdboden Herdwände (Feuerbrücken) Rückwand	beständiger Dolomit	ersetzt alle Magnesitsteine	oberste Lage
	beständiger Dolomit	vollständiger Ersatz	teilweiser Ersatz
	halb-beständiger Dolomit	Lebensdauer wie von Chrom-Magnesit-Stein	
	Dolomit-Magnesit Magnesit-Dolomit-Stein (60/20)	begrenzte Verwendung	Versuche ergaben Haltbarkeiten wie von Chrom-Magnesit-Stein
	Magnesit-Dolomit-Stein (60/40)		Versuche zeigen schlechtere Ergebnisse als Chrom-Magnesit-Stein

¹⁾ First Report on Refractory Materials. London 1939. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. No. 26) S. 212.

Nach anfänglichen vorsichtigen Tastversuchen mit dem Einbau von Dolomitsteinen in Siemens-Martin-Oefen, vor allem in der Umgebung des Abstiches, hat ihre Verwendung nach den dabei erzielten guten Erfolgen in den letzten Jahren in größerem Maßstab eingesetzt. In Zahlentafel 3 sind die Positionen des Siemens-Martin-Ofens, an denen sich die einzelnen Arten der Dolomitsteine bewährt haben, zusammengestellt. Bei den Ergebnissen während des Versuchsstadiums zögerte man nicht, schrittweise den Magnesitstein des Herdbodens in feststehenden Siemens-Martin-Oefen durch Dolomitsteine zu ersetzen, während beim Schmelzen mit flüssigem Einsatz der Ersatz der Magnesitsteine wesentlich vorsichtiger erfolgte. Jedoch vermauerte man in diesem Falle Dolomitsteine an den hinteren Herdwänden, die man besser beobachten und flicken kann. Von einer Anwendung an der vorderen Herdwand bei kippbaren Oefen wird abgeraten. Was den Einbau von Dolomitsteinen im Herdboden selbst betrifft, so können die bisher vorliegenden Ergebnisse noch kein klares Bild ergeben. Man wird hier noch weitere Erfahrungen abwarten

müssen. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß Steinproben aus einem Dolomitherd, dessen Steinlagen längere Zeit einer Temperatur von immerhin 1200° ausgesetzt gewesen sein müssen, keine Zersetzung des Trikalziumsilikates zeigten. Die Steine zerkrümelten selbst bei 24stündigem Kochen nicht, was gemäß den schon angeführten theoretischen Überlegungen auf eine verhältnismäßig große Stabilität dieser Verbindung im Klinker schließen läßt.

Versuche, beständige Dolomitsteine oberhalb des Badspiegels in die Rückwand einzubauen, schlugen fehl, da die Steine stark abplatzten. Die schon angeführten Dolomit-Magnesit-Steine und Teerdolomitsteine gaben bessere Ergebnisse. So zeigten Rückwände mit 80/20-Dolomit-Magnesit-Steinen Haltbarkeiten von 8 Wochen, verglichen mit 11 Wochen für Chrom-Magnesit-Steine. Sehr günstig verhielten sich halbbeständige Dolomitsteine. Um dem schnellen Zerfall dieser Steine bei der Lagerung entgegenzutreten, laufen Versuche mit organischen Stabilisatoren. Die Schwierigkeiten bei kippbaren Öfen sind wesentlich größer. Hier haben sich im Versuch 80/20-Magnesit-Dolomit-Steine bisher den Chrom-Magnesit-Steinen als gleichwertig erwiesen.

Abschließend sei noch auf die erfolgreiche Verwendung von beständigen Dolomitsteinen in Glühöfen, die mit Temperaturen über 1200° betrieben werden, und auf Sonderbindemittel, die für stabilisierte Dolomitsteine entwickelt wurden, hingewiesen.

Friedrich Eisermann.

Kolorimetrisches Schnellverfahren zur Bestimmung des Phosphors im Stahl*)

Die Grundlage zu dem nachstehend beschriebenen Verfahren der kolorimetrischen Schnellbestimmung von Phosphor im Stahl bildet das Verhalten von Phosphorsäure, die in salpetersaurer Lösung mit Ammoniummolybdat und Ammoniumvanadat eine gelborange Färbung durch Entstehen komplexer Phosphorvanadomolybdänsäure gibt. Die Tiefe dieser Färbung ist dem Phosphorgehalt der Lösung verhältnismäßig. Dieses Verhalten wurde bereits von G. Misson¹⁾ und R. Schröder²⁾ bei kolorimetrischen Phosphorbestimmungen im Stahl verwendet. Bei beiden Verfahren werden die Späne mit Salpetersäure gelöst und mit Kaliummanganat oxydiert. Zum Lösen des gebildeten Manganhydroxyduls wird schweflige Säure gleichmäßig mit dem Ammoniumvanadat zugesetzt. Nach Zugabe von Ammoniummolybdatlösung wird an einer Vergleichslösung der Phosphorgehalt geschätzt.

Die Verfahren, für die ein Anwendungsbereich von 0,03 bis 0,1 % P angegeben wird, fanden jedoch wegen ihrer starken Beeinflussung durch Begleit- und Legierungselemente des Stahles und ihre nicht immer übermäßig große Genauigkeit, sowie infolge der damals fehlenden genauen kolorimetrischen Meßgeräte in den Laboratorien der stahlerzeugenden und stahlverarbeitenden Industrie nur vereinzelt Eingang. Später fanden W. M. Murray jr. und E. S. Q. Ashley³⁾ ein auf der gleichen Grundlage beruhendes Verfahren, bei dem an Stelle der schwefligen Säure Wasserstoffsulfoxid verwendet wird.

Die Auswertung kann mit dem Pulfrich-Photometer⁴⁾ oder dem Langeschen Universalkolorimeter erfolgen⁵⁾. Dieses Verfahren soll für einen Bereich von 0,01 bis 1 % P anwendbar sein, wenn nicht größere Mengen Silizium, wie sie in Siliziumstahl vorliegen, durch Bildung von gelber Silikomolybdänsäure störend wirken. Auch G. Bogatzki⁶⁾ hat ein gleichwertiges Verfahren zur photometrischen Bestimmung des Phosphors im Stahl angegeben, wobei Natriumfluorid zugesetzt wird. Nach Zusatz des Ammoniummolybdates wird die Hälfte der Lösung gegen die zweite, nachträglich mit Ammoniumvanadat versetzte Hälfte photometriert. Der Anwendungsbereich wird mit 0,005 bis 0,13 % P angegeben.

*) Mitteilung aus dem Fachausschuß für analytische Verfahren der Eisenhütte Südost, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.

¹⁾ Chemiker-Ztg. 32 (1908) S. 633/34.

²⁾ Stahl u. Eisen 29 (1909) S. 1158/59; 38 (1918) S. 316/17. Vgl. auch Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium. Hrsg. vom Chemiker-Ausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., Bd. 2. Düsseldorf 1941.

³⁾ Industr. Engng. Chem., Anal. ed., 10 (1938) S. 1/5.

⁴⁾ Siehe auch Arbeitsvorschrift zur kolorimetrischen Bestimmung von Phosphor in Stahl und Eisen mit dem Zeiss-Pulfrich-Photometer. Zeiss Jena. Drucksch. Mess. 830.

⁵⁾ Lange, B.: Kolorimetrische Analyse mit besonderer Berücksichtigung der lichtelektrischen Kolorimetrie. Berlin 1941. S. 299.

⁶⁾ Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 195/98.

Eingehende Nachprüfungen der angeführten Verfahren haben ergeben, daß das von Bogatzki angegebene Verfahren noch die günstigsten Ergebnisse zeitigt, jedoch auch nicht voll befriedigt. Es wurden daher neue Untersuchungen angestellt und hieraus das nachstehend angegebene Verfahren ausgearbeitet. Dabei wurde festgestellt, daß durch die Einführung der Bestimmung des Absorptionsunterschiedes zwischen der Grundlösung und der Phosphorvanadomolybdänsäure enthaltenden Lösung der Einfluß von zusätzlichen, aus Begleitelementen stammenden Farbtonen aufgehoben wird, und auch zufällige, für das bloße Auge nicht sichtbare Trübungen, welche die Messung der Absorption beeinträchtigen, ausgeschaltet werden. Bei den Untersuchungen hat es sich gezeigt, daß es günstiger ist, Ammoniumvanadat zur reduzierten Lösung zuzusetzen, und mit Ammoniummolybdat die Färbung hervorzurufen, also umgekehrt, als Bogatzki dies angibt, zu verfahren, da hierdurch eine bessere Farbwirkung erzielt wird.

Ferner wurde beobachtet, daß nach Zugabe von Ammoniummolybdat zur Bildung der gelben komplexen Phosphorvanadomolybdänsäure und nach sofortigem Kolorimetrieren stark veränderliche Werte für den Absorptionsunterschied erhalten werden. Eine Untersuchung hat gezeigt

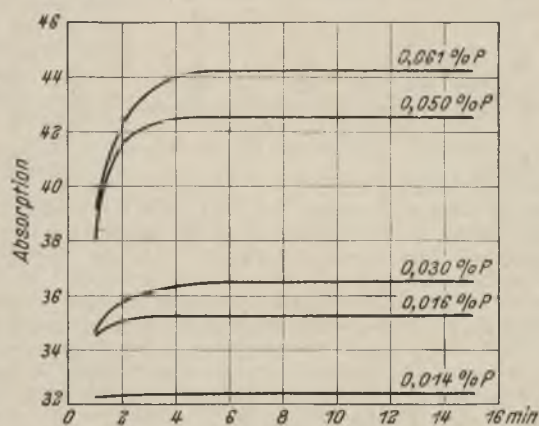


Bild 1. Darstellung des Ansteigens der Absorption der gelben Lösung der Phosphorvanadomolybdänsäure mit der Zeit.

(Bild 1), daß der Absorptionsunterschied der Lösung anfangs rasch, später etwas langsamer ansteigt, und der Höchstwert etwa nach 5 min erreicht wird. Die weiteren Untersuchungen wurden daher jeweils nach 10 min Wartezeit durchgeführt. Zur Erzielung sicherer Ergebnisse ist genaueste Einhaltung der angegebenen Arbeitsbedingungen erforderlich.

Um die Ergebnisse rasch auswerten zu können, empfiehlt es sich, eine Eichkurve aufzustellen. Dazu verwendet man Stähle, deren Phosphorgehalt man vorher gewichtsanalytisch ermittelt. Die Eichkurve muß von Zeit zu Zeit überprüft werden, damit die durch die geänderte Leuchtkraft der Lichtquelle und die geänderte Empfindlichkeit der Photozelle verursachten Einflüsse ausgeschaltet werden. Zu beachten ist, daß sich schwankende Stromspannungen und Stromstärken auf die Lichtintensität auswirken, wodurch die Ausschlaggröße und damit das Ergebnis stark beeinflusst wird. Wo starke Stromschwankungen nicht vermieden werden können, ist deshalb durch geeignete Zusatzgeräte und Überwachung gleichbleibende Stromspannung und Stromstärke anzustreben. Dabei bilden die gemessenen Mindeststromschwankungen die Grundlage für die Aufstellung der Eichkurve; der Arbeitsstrom für die weiterhin vorzunehmenden Messungen ist jeweils auf diesen für die Eichkurve verwendeten Wert zu regeln.

Zur Aufstellung der Eichkurve (Bild 2) wurden sieben verschiedene Werkstoffe mit Gehalten von 0,009 bis 0,096 % P benutzt, in denen der genaue Phosphorgehalt gewichtsanalytisch bestimmt wurde.

Werkstoff	% P	Absorptionsunterschied
1. ECN 35	0,009	9,1
2. VMS 135	0,014	12,8
3. Mn St 15	0,016	13,4
4. St C 45.61	0,030	19,2
5. St 50.11	0,050	24,2
6. St 37.12	0,061	26,4
7. St 37.12	0,096	34,0

Ausführung des Verfahrens. 1 g Stahl wird in einem 100-cm³-Meßkolben in 20 cm³ Salpetersäure (1+1) ohne Erwärmen gelöst. Dann wird bis zur vollständigen Entfernung der nitrosen Dämpfe gekocht. Nach Zugabe von 10 cm³ Kaliumpermanganat wird genau 2 min gekocht, der Ueberschuß an Permanganat und das ausgeschiedene Manganhydroxydul mit

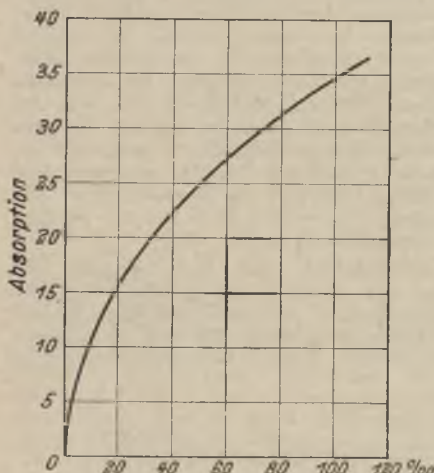


Bild 2. Eichkurve für kolorimetrische P-Bestimmung im Stahl.

10 cm³ schwefeliger Säure oder 10 cm³ Natriumnitritlösung⁷⁾ reduziert, mit einer Pipette genau 10 cm³ Ammoniumvanadat-lösung zugegeben und nochmals 2 min gekocht, wobei der Geruch nach schwefeliger Säure vollkommen verschwinden muß. Nach dem Erkalten wird bis zur Marke aufgefüllt. Ist die Lösung vor dem Auffüllen trüb, ist vorher durch ein dichtes Filter (Blauband Schleicher-Schüll) zu filtrieren. Von dieser fast farblosen Lösung entnimmt man mit einer vollständig trockenen Pipette 50 cm³ und gibt diese in ein reines, trockenes Becherglas. Von dieser Lösung wird nun die Absorption bestimmt⁸⁾; Absorption I. Zu den verbleibenden 50 cm³ Lösung im Meßkolben gibt man unter Umschwenkungen genau 5 cm³ Ammoniummolybdatlösung, schüttelt gut durch und mißt nach 10 min die Absorption der gelben Lösung unter gleichen Bedingungen wie bei der vorherigen Messung (Absorption II). Der für die Absorption I erhaltene Wert wird von dem für die Absorption II erhaltenen abgezogen. Der so erhaltene Absorptionsunterschied entspricht der eigentlichen Absorption, die durch die gelbe Färbung der Phosphorvanadomolybdänsäure entstanden ist, und ist verhältnismäßig dem Phosphorgehalt. Aus der vorher aufgestellten Eichkurve können nunmehr die Phosphorgehalte der zu prüfenden Stähle unmittelbar abgelesen werden.

Die Analysendauer beträgt etwa 30 min bei Einzelbestimmungen. Bei Reihenuntersuchungen ist ein wesentlich größerer Zeitgewinn zu erzielen.

Das Verfahren kann man für alle unlegierten Stähle und für salpetersäurelösliche legierte Stähle anwenden, wenn sie nicht größere Mengen an Vanadin, Nickel oder Wolfram enthalten. Ebenso geben Chromgehalte über 1% zu niedrige Werte, was durch eine Schwächung der Absorption infolge gegenseitiger Einwirkung komplementärer Farbtöne der Grundlösung (violettgrün) und der Phosphorvanadomolybdänsäure enthaltenden Lösung (orange-gelb) zu erklären sein dürfte. Silizium in hochlegierten Siliziumstählen stört durch Bildung komplexer Silikomolybdänsäure; Siliziumgehalte unter 2% wirken sich jedoch noch nicht ungünstig aus.

Die Genauigkeit des Verfahrens entspricht den sonst üblichen Verfahren⁹⁾. Auf Grund der aus 100 Untersuchungen ermittelten Häufigkeitskurve läßt sich eine Genauigkeit von + 0,001 und - 0,002% angeben. Das Verfahren wurde im Anwendungsbereich von 0,005 bis 0,1% P überprüft. Die Beleganalysen sind in *Zahlentafel 1* aufgeführt.

⁷⁾ Je nach Verwendung von schwefeliger Säure oder Natriumnitrit zum Reduzieren ist auch bei Aufstellung der Eichkurve in gleicher Weise zu verfahren, da sich die Eichkurve je nach dem Reduktionsmittel um ein geringes verschiebt.

⁸⁾ Die Untersuchungen wurden durchgeführt mit dem lichtelektrischen Universalkolorimeter nach Dr. B. Lange, unter Anwendung des Ausschlagverfahrens erhöhter Empfindlichkeit (doppelte Empfindlichkeit), bei Benutzung von Blaufilter und Durchlaufküvetten⁵⁾.

⁹⁾ Die Vergleichsuntersuchungen erfolgten sowohl nach dem gewichts- als auch maßanalytischen Verfahren. Vgl. Wehrich, R.: Die chemische Analyse in der Stahlindustrie, 2. Aufl. von J. Kassler; Untersuchungsmethoden für Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen. Stuttgart 1939. (Die chemische Analyse, Hrsg. von Wilhelm Böttger, Bd. 31.)

Zahlentafel 1
Beleganalysen der untersuchten Stähle

Stahlart	Kolorimetrisch	Maßanalytisch	Gewichtsanalytisch	Legierungselemente	
a) Legierte Stähle:					
Nickelstahl	0,010	0,012	0,012	3% Ni	
	0,011	0,012	0,010		
Chrom-Nickel-Stahl ECN 85	0,009	0,012	0,010	3,5% Ni 0,75% Cr	
	0,009	0,012	0,010		
	0,010	0,009	0,010		
	0,011	0,016	0,012		
	0,014	0,017	0,017		
Chromstahl EC 80	0,018	0,022	0,022	0,8% Cr	
	0,017	0,017	0,017		
	0,018	0,019	0,020		
VC 135	0,010	0,015	0,010	1,0% Cr	
	0,017	0,019	—		
Chrom-Mangan-Stahl	0,017	0,019	—	1,0% Cr 1,2% Mn	
	0,006	0,006	—		
Chrom-Vanadin-Stahl	0,006	0,006	—	2,5% Cr 0,2% V	
b) Unlegierte Stähle:					
Kolorimetrisch	Maßanalytisch	Gewichtsanalytisch	Kolorimetrisch	Maßanalytisch	Gewichtsanalytisch
Unlegierte Stähle:					
0,008	0,010	0,010	0,014	0,009	0,013
0,009	0,011	—	0,014	0,010	0,011
0,010	0,008	0,008	0,014	0,013	0,011
0,010	0,008	—	0,014	0,017	—
0,010	0,009	0,009	0,014	0,017	0,016
0,010	0,011	0,012	0,015	0,012	—
0,010	0,012	0,009	0,015	0,013	—
0,010	0,013	0,009	0,015	0,015	0,010
0,010	0,013	0,010	0,015	0,015	0,014
0,010	0,013	0,010	0,015	0,016	0,014
0,011	0,009	0,010	0,015	0,018	0,016
0,011	0,010	0,011	0,015	0,018	0,017
0,011	0,011	0,009	0,015	0,019	0,018
0,011	0,011	0,010	0,016	0,018	0,017
0,011	0,011	0,010	0,017	0,020	0,018
0,011	0,012	—	0,018	0,021	0,020
0,011	—	0,012	0,018	0,023	0,017
0,011	0,014	0,010	0,020	0,021	0,021
0,011	0,014	—	0,020	0,022	0,022
0,011	0,014	—	0,020	0,023	0,022
0,012	0,010	0,013	0,021	0,023	0,024
0,012	0,011	—	0,023	0,024	0,025
0,012	0,011	0,012	0,024	0,024	0,024
0,012	0,012	—	0,024	0,026	0,026
0,012	0,012	—	0,027	0,026	0,031
0,012	0,013	—	0,028	0,028	—
0,012	0,013	0,011	0,030	0,036	—
0,012	0,014	0,011	0,033	0,037	0,038
0,012	0,014	0,012	0,036	0,034	—
0,012	0,014	—	0,036	0,034	0,038
0,012	0,015	0,013	0,036	0,034	0,041
0,013	0,009	0,011	0,036	0,036	0,040
0,013	0,010	0,009	0,039	0,036	0,040
0,013	0,010	0,011	0,043	0,033	0,045
0,013	0,010	—	0,043	0,043	0,046
0,013	0,011	—	0,044	0,043	0,045
0,013	0,012	0,015	0,046	0,040	—
0,013	0,015	0,011	0,060	0,058	0,063
0,013	0,017	—	0,068	0,068	0,067
			0,072	0,064	0,079
			0,086	0,087	0,092

Erforderliche Reagenzien:

1. Salpetersäure 1 + 1 (D = 1,20)
2. Kaliumpermanganatlösung, 1%ige Lösung
3. Schweflige Säure (5 bis 6%), verdünnt 1 : 3, oder Natriumnitrit 2% Lösung
4. Ammoniumvanadat-lösung, hergestellt durch Auflösung von 2,345 g Ammoniummetavanadat-lösung, in 500 cm³ heißen Wassers. Diese Lösung wird mit 20 cm³ Salpetersäure 1 + 1 versetzt und nach dem Erkalten auf 1 l aufgefüllt.
5. Ammoniummolybdat 10% Lösung (möglichst immer frisch zubereiten).

Bei Anwendung dieses kolorimetrischen Verfahrens wird für eine Phosphorbestimmung 0,5 g Ammoniummolybdat verbraucht, gegenüber dem Verbrauch von 3 g und mehr beim gewichts- und maßanalytischen Verfahren.

Kurt A. F. Schmidt und Karl Kutil

Windbefeuchtung in Gaserzeugern

In dem Bericht „Die Beseitigung des Schwelwassers bei mittleren und kleinen Generator-Kaltgas-Erzeugungsanlagen“ hat Paul-Otto Veh¹⁾ im Zusammenhang mit der Schwelwasservernichtung mehrere bemerkenswerte und wirtschaftliche Lösungen der Befeuchtung des Generatorwindes ohne besonderen Dampfzusatz beschrieben. Dabei kommt als

¹⁾ Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 222/26.

Wärmequelle sowohl heißes Wasser als auch heiße Luft in Frage. Im folgenden soll zunächst eine Formel entwickelt werden, aus der man entnehmen kann, wieviel heißes Wasser oder welche Luftvorwärmung zur Erreichung einer bestimmten Sättigungstemperatur erforderlich ist.

Es ist

- G = umgewälzte Wassermenge kg/h
 G_v = verdampfte Wassermenge kg/h
 V_0 = Generatorwindmenge Nm^3/h
 t_s = Sättigungstemperatur der befeuchteten Luft $^\circ\text{C}$
 t_{L_1} = Lufttemperatur vor Befeuchter $^\circ\text{C}$
 t_{L_2} = Lufttemperatur hinter Befeuchter $^\circ\text{C}$
 t_{w_1} = Wassertemperatur vor Befeuchter $^\circ\text{C}$
 t_{w_2} = Wassertemperatur hinter Befeuchter $^\circ\text{C}$.

Dann ergibt sich aus der Wärmebilanz des Befeuchters die Gleichung

$$G_v \cdot 560 = V_0 c_p (t_{L_1} - t_{L_2}) + G (t_{w_1} - t_{w_2}) \text{ kcal/h} \quad (1)$$

Hierin ist 560 kcal/kg die Verdampfungswärme des Wassers im in Frage kommenden Temperaturbereich und c_p kcal/ $\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ die spezifische Wärme der Luft. G_v ist zugleich die bei der Sättigungstemperatur im Generatorwind enthaltene Wassermenge, wenn man vom Anfangsgehalt an Feuchtigkeit der Luft absieht. Ist f_s der Feuchtigkeitsgehalt

des Windes²⁾ in $\frac{\text{g}}{\text{Nm}^3 \text{ tr}}$, so ist also

$$G_v = \frac{V_0}{1000} f_s \frac{\text{kg}}{\text{h}} \quad (2)$$

Der Faktor $\frac{1}{1000}$ kommt daher, daß f in $\frac{\text{g}}{\text{Nm}^3}$ und nicht $\frac{\text{kg}}{\text{Nm}^3}$ gerechnet wird. Nun kann man in dem für Gaserzeuger in Frage kommenden Temperaturbereich zwischen 33 und 70 $^\circ\text{C}$ genügend genau setzen

$$f_s = 30 + 0,128 \left(\frac{t_s}{10} \right)^4 \frac{\text{g H}_2\text{O}}{\text{Nm}^3 \text{ tr}} \quad (3)$$

Hierin ist also f_s der Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf ein trockenes Normalkubikmeter Luft bei der Sättigungstemperatur t_s .

Setzt man f_s aus (3) in (2) und G_v aus (2) in (1) ein, so erhält man für die Sättigungstemperatur t_s der Generatorluft hinter dem Luftbefeuchter

$$t_s = 19,3 \sqrt{0,31 (t_{L_1} - t_{L_2}) + \frac{G}{V_0} (t_{w_1} - t_{w_2}) - 16,8} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

Hierbei ist genügend genau für Luft $c_p = 0,31 \text{ kcal}/\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ gesetzt.

Meist wird zu einer gewünschten Sättigungstemperatur t_s die erforderliche umlaufende Heißwassermenge G oder die erforderliche Luftvorwärmung t_{L_1} gesucht sein. Die Auflösung der Gleichung 4 nach der umlaufenden Wassermenge ergibt

$$\frac{G}{V_0} = \frac{\left(\frac{t_s}{10} \right)^4 - 4,3 (t_{L_1} - t_{L_2}) + 223}{13,88 (t_{w_1} - t_{w_2})} \text{ kg}/\text{Nm}^3 \quad (5)$$

$\frac{G}{V_0}$ ist die für 1 Nm^3 Generatorluft erforderliche Heißwassermenge.

Die Auflösung nach der Luftvorwärmungstemperatur ergibt

$$t_{L_1} - t_{L_2} = 0,233 \left(\frac{t_s}{10} \right)^4 - 3,22 \frac{G}{V_0} (t_{w_1} - t_{w_2}) + 51,8 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

Mit Hilfe der Gleichung 5 und 6 soll nun zunächst entschieden werden, ob als Wärmeträger für die Luftbefeuchtung besser heißes Wasser oder heiße Luft genommen wird.

1. Heißes Wasser. Zur Windbefeuchtung stehe heißes Wasser von $t_{L_1} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$ zur Verfügung. Es werde im Gegenstrom-Rieselturm von der mit $t_{L_1} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ eintretenden Luft auf $35 \text{ } ^\circ\text{C}$ abgekühlt. Welche Wassermenge ist erforderlich, um eine Sättigungstemperatur der Luft von $t_s = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ zu erreichen?

In Gleichung 5 ist als Windtemperatur t_{L_1} die Sättigungstemperatur einzusetzen. Also ist $t_{L_1} - t_{L_2} = 20 - 50 = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$. Damit ergibt sich aus Gleichung 5 die erforderliche Heißwassermenge

$$\frac{G}{V_0} = \frac{5^4 + 4,3 \cdot 30 + 223}{13,88 \cdot 35} = 2,0 \text{ kg}/\text{Nm}^3$$

Von dieser umlaufenden Heißwassermenge von 2,0 kg/Nm^3 Generatorwind verdampft der Feuchtigkeitsgehalt der bei $50 \text{ } ^\circ\text{C}$ gesättigten Luft, also 111 g oder 5,6 %.

2. Windvorwärmung. Welche Vorwärmung des Generatorwindes ist erforderlich, um eine Sättigungstemperatur von $50 \text{ } ^\circ\text{C}$ ohne Ueberhitzung durch Einnebeln von $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ warmem Wasser zu erreichen?

In Gleichung 6 ist einzusetzen:

$$t_{L_2} = 50 \text{ } ^\circ\text{C}; t_s = 50 \text{ } ^\circ\text{C}; t_{w_1} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}; t_{w_2} = 50 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_{w_1} - t_{w_2} = -30 \text{ } ^\circ\text{C}; \frac{G}{V_0} = \frac{0,11}{1} = 0,1.$$

Dieser Wert von $\frac{G}{V_0}$ ist bei nicht umlaufendem Wasser von geringem Einfluß und kann deshalb geschätzt werden.

Mit diesen Werten ergibt sich aus Gleichung 6 als erforderliche Luftvorwärmung

$$t_{L_1} - 50 = 0,233 \cdot 5^4 + 3,22 \cdot 0,1 \cdot 30 + 51,8 = 207,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{L_1} = 257 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Der Generatorwind muß also auf $257 \text{ } ^\circ\text{C}$ vorgewärmt werden, um eine Sättigungstemperatur von $50 \text{ } ^\circ\text{C}$ zu erreichen. An sich müßte eine etwas höhere Vorwärmungstemperatur gewählt werden, um die Verluste zu decken. Aber dem wirkt der Anfangsfeuchtigkeitsgehalt des Windes von ungefähr $10 \frac{\text{g}}{\text{Nm}^3}$ entgegen, so daß sich diese beiden Fehlerquellen in etwa aufheben.

3. Einnebeln von vorgewärmtem Wasser in den heißen Wind. Das zu verdampfende Wasser werde auf $70 \text{ } ^\circ\text{C}$ vorgewärmt, also ist

$$t_{w_1} - t_{w_2} = +20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

und nach Gleichung 6

$$t_{L_1} = 50 + 0,233 \cdot 5^4 - 3,22 \cdot 0,1 \cdot 20 + 51,8 = 241 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Durch die Vorwärmung des Wassers auf $70 \text{ } ^\circ\text{C}$ werden also nur $16 \text{ } ^\circ\text{C}$ Luftvorwärmung gespart.

Schlusfolgerungen

Die sich aus 3. ergebende geringe Verminderung der erforderlichen Luftvorwärmung zeigt schon, daß noch so hohe Vorwärmung der zu verdampfenden Wassermenge keine genügende Wärme einbringt. Vielmehr muß, wenn man die Wasserwärme ausnutzen will, die vielfache Wassermenge (gemäß Beispiel 1 die 18fache) umgewälzt werden, wovon

dann im Verdampfer also $\frac{1}{18}$ verdampft und ersetzt werden

muß. Als Nachteil des Heißwasserverfahrens sind zu nennen die Kesselsteinschwierigkeiten (oberhalb etwa 50 bis $60 \text{ } ^\circ\text{C}$ beginnt die Kesselsteinabscheidung), die Korrosion der Leitungen und Pumpen und die Unmöglichkeit, die befeuchtete Luft zu überhitzen sowie den Feuchtigkeitsgehalt leicht zu regulieren. Wegen der Kesselsteinschwierigkeiten ist Abwasser von genügender Temperatur im allgemeinen nicht zu erhalten; das Fehlen der Ueberhitzung führt zur Nebelabscheidung und Wiederkondensation des Wasserdampfs auf dem Wege zum Gaserzeuger und damit zu den von Voh schon genannten Zementationsschwierigkeiten der Schlacke.

Ueberhitzung der befeuchteten Luft vermeidet diese Schwierigkeiten und führt außerdem zur Umsetzung von fühlbarer Wärme über den Wassergasprozeß in chemische Energie, d. h. zur Verbesserung des Gasheizwertes. Hierdurch kann, um auf den Bericht von Voh zurückzukommen, eine noch etwas größere Schwelwassermenge vernichtet wer-

²⁾ Siehe Lüth, F.: Arch. Eisenhüttenw. 3 (1929/30) S. 397/405 (Wärmestelle 132).

den als bei Heißwassersättigung, da der Wasserdampfgehalt des Generatorwindes bei Ueberhitzung erhöht werden darf.

Abgasausnutzung und ausgeführte Anlagen

Zur Verdampfung des dem Generatorwind zuzumessenden Wassers sind ganz beträchtliche Wärmemengen erforderlich. Nimmt man an, daß 1 Nm³ Luft 1,4 Nm³ Generatorgas mit Heizwert + fühlbarer Wärme von 1400 kcal/Nm³ ergibt und eine Luftvorwärmung von 300° erforderlich ist, so ist der Wärmearaufwand zur Luftvorwärmung in einem mit 70% Wirkungsgrad arbeitenden Lufterhitzer je Nm³ Gas

$$Q = \frac{0,31 (300 - 15)}{14 \cdot 0,7} = 90 \text{ kcal/Nm}^3 \text{ Gas.}$$

Das sind 6,4% des Wärmeinhalts des erzeugten Generatorgases in Übereinstimmung mit einer von Veh gemachten Angabe. Diese 6 bis 7% kann man sparen, wenn man den Generatorwind oder das umlaufende Heißwasser mit Abgas von Oefen beheizt, die in der Nähe der Gaserzeuger stehen und gleichzeitig mit ihnen in Betrieb sind, was häufig der Fall ist.

Da aus den oben angeführten Gründen Luftvorwärmung meist vorzuziehen ist, hat ein größeres ausländisches Eisenwerk, das hohe Kohlenfrachten zu tragen hat, schon vor längerem Jahren eine Luftbefeuchtungsanlage errichtet, in der die Luft mit dem Abgas eines Stoßofens in einem Stahlrekuperator auf 320° vorgewärmt wurde. In dem gleichen Rekuperator, jedoch in einem getrennten Röhrensystem, wurde die für den Stoßofen erforderliche Luft auf 550° vorgewärmt. In Bild 1 ist der Rekuperator mit den beiden Röhrensystemen dargestellt. Aus dem Rekuperator geht die Luft in den Luftbefeuchter, der einfach einen zylindrischen Hohlraum darstellt, in den durch vier Nebeldüsen entgegen dem Luftstrom Wasser eingespritzt wird. Durch einfaches Verstellen des Wasserzuzusses kann der Wassergehalt und die Ueberhitzung des Generatorwindes geregelt werden. Bild 2 zeigt einen solchen Luftbefeuchter; als Wasserdruck genügen 2,5 atü. — Infolge der guten Erfahrungen mit der ersten Anlage wurden in den nächsten Jahren noch zwei weitere Anlagen gleicher Art errichtet.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß nach Gleichung 5 die Vorwärmung des zu verdampfenden Wassers zur Luftbefeuchtung keinen Zweck hat, da der Wärmeinhalt zu klein ist. Es muß vielmehr etwa die zwanzigfache Wassermenge auf 65 bis 80° vorgewärmt und ungepumpt werden. Vorteilhafter ist im allgemeinen die Vorwärmung des Generatorwindes auf 250 bis 400°, womit jeder gewünschte Sättigungsgrad (Gleichung 6) und die erforderliche Ueberhitzung der befeuchteten Generatorluft erreicht werden kann. Die Abgasausnutzung von Oefen zu dieser Vorwärmung ist möglich und hat im Betrieb zu guten Ergebnissen geführt.

Alfred Schack.

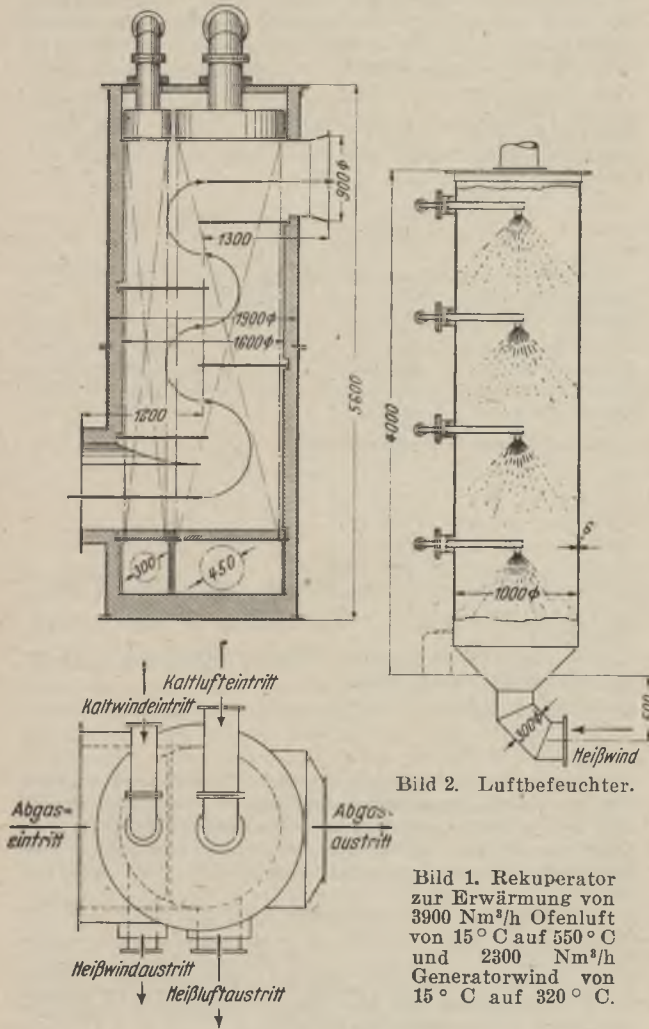


Bild 2. Luftbefeuchter.

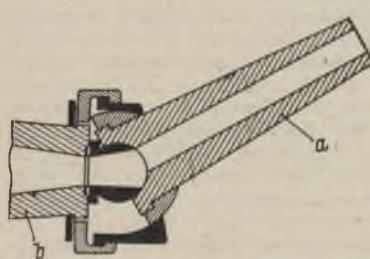
Bild 1. Rekuperator zur Erwärmung von 3900 Nm³/h Ofenluft von 15° C auf 550° C und 2300 Nm³/h Generatorwind von 15° C auf 320° C.

Patentbericht

Kl. 18 a, Gr. 3, Nr. 741 420, vom 21. Mai 1939. Ausgegeben am 11. November 1943. Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke GmbH. (Erfinder: Dr. Otto Johannsen und Dr.-Ing. Eduard Senfter.) Verfahren zum Herstellen eines siliziumarmen Roheisens aus eisenarmen Erzen.

Das eisenarme Erz wird reduzierend geröstet, der anfallende Röststaub unter Luftabschluß zum Hochofen befördert und dort mit reduzierendem Gas in den Schacht eingeblasen. Ein länglicher Querschnitt des Hochofens ist für das Einblasen des Staubes und seine Verteilung über den Ofenquerschnitt besonders günstig.

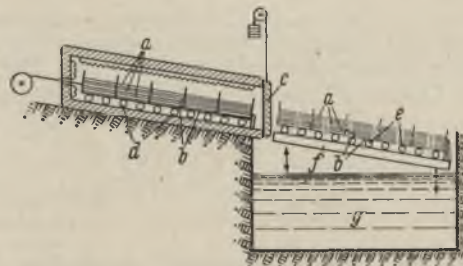
Kl. 18 a, Gr. 4₀₃, Nr. 741 421, vom 2. März 1941. Ausgegeben am 11. November 1943. Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke GmbH. (Erfinder: Adolf Beckers.) Stichlochstopfmaschine.



Um bei einer Höhenverlagerung des Stichloches ein Umhängen der schweren Stichlochstopfmaschine zu vermeiden, ist das Mundstück a mit Hilfe eines Kugelgelenkes schwenkbar an den feststehenden Stopfzylinder b angeschlossen.

Kl. 18 c, Gr. 5₁₀, Nr. 741 422, vom 17. Januar 1936. Ausgegeben am 11. November 1943. Siemens-Schuckertwerke AG. (Erfinder: Otto Günther.) Härteanlage. Der die zu härtenden Stangen oder Rohre a in Längs-

richtung aufnehmende Korb b wird nach Erwärmung des Gutes und nach Öffnung der Ofentür c über die geneigte Rollbahn d auf das in Fortsetzung dieser Rollbahn stehende und in gleicher Neigung angeordnete, ebenfalls mit einer



Rollbahn e versehene Traggestell f abgelassen. Alsdann wird das Traggestell in das Härtebad g gesenkt. Die Anlage dient vorzugsweise zum Vergüten von Leichtmetalllegierungen.

Kl. 18 c, Gr. 3₂₅, Nr. 741 535, vom 1. November 1936. Ausgegeben am 12. November 1943. Hans Vogt. Härtung von aus Eisenpulver gepreßten Gleitkörpern durch Behandlung mit gasförmigen Diffusionsstoffen.

Gleitkörper für die verschiedensten Verwendungszwecke, z. B. Lagerschalen, die aus Eisenpulver durch Pressen und Sintern ohne Verwendung von Lotmitteln hergestellt sind, werden durchgehend oder nur in den Oberflächenschichten durch Diffusion mittels kohlenstoff- oder stickstoffhaltiger Gase gehärtet.

Wirtschaftliche Rundschau

Preisbildung bei Schmiedestücken

Der Reichskommissar für die Preisbildung hat eine Anordnung über höchstzulässige Preise für Schmiedestücke einschließlich der Gesenkschmiedestücke erlassen¹⁾. Der Preis ist durch Vorkalkulation festzustellen. Es wird festgelegt, welche Einstandspreise für Werkstoffe, welche Löhne und welche Gemeinkosten eingesetzt werden dürfen, wie die Verrechnung der Werkzeuge zu erfolgen hat und wie der Gewinnsatz zu kalkulieren ist. Die Anordnung trat am 1. August 1944 in Kraft.

Der Eisenerzbergbau und die Eisenindustrie von Biskaya im Jahre 1943

Die Lage des baskischen Eisenerzbergbaus hat sich nach dem Geschäftsbericht des Bergbauamtes der Provinz Biskaya im Jahre 1943 gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich verändert. Störungen der Ausfuhr standen im Vordergrund. Da die baskischen Gruben vornehmlich für die Ausfuhr arbeiten, ergeben sich für die Förderung zahlreiche Schwierigkeiten, die in stärkster Form bei der Wirtschaftlichkeit und der Preisfrage hervortreten. Es kam daher zu Verhandlungen zwischen den Gruben und der Regierung über eine Neuregelung der Preise, die im Juli 1943 auch zu neuen Preisfestsetzungen führte, ohne daß sich dadurch aber die erhoffte Besserung im vollen Umfange einstellte.

Die Eisenerzförderung entwickelte sich wie folgt:

	1943		1942		1941	
	t	%	t	%	t	%
Rohes Rubioerz	166 402	22	184 825	24	266 121	27
Gewaschenes Rubioerz	198 063	26	269 575	35	392 950	40
Geröstete Karbonate	387 963	52	324 116	41	323 951	33
Insgesamt	752 428		778 516		983 022	

Die Gesamtförderung blieb somit um rd. 26 000 t = 3 % hinter der des Vorjahres zurück. Die Förderung von Rubioerzen nahm weiter ab, eine Folge der amtlichen Förderpolitik, die wegen der zunehmenden Erschöpfung der Rubiovorkommen auf einer verstärkten Förderung und Ausfuhr von Karbonaten besteht.

Von der spanischen Gesamtförderung von 1,6 Mitt. t entfielen auf die Biskaya rd. 50 %.

Am 31. Dezember 1943 befanden sich insgesamt 954 504 t Eisenerze auf den Halden (478 504 t verkaufsfertige Erze und 476 000 t Rohkarbonate) gegen 1 052 939 t am 31. Dezember 1942 und 1 290 000 t am 31. Dezember 1941.

Verkauft wurden in den letzten beiden Jahren

	1943	1942
	t	t
für die Ausfuhr	302 271	537 282
für den Inlandsverbrauch	559 584	593 990
zusammen	861 855	1 131 272

Von der Gesamtmenge des Jahres 1943 wurden in der baskischen Hüttenindustrie 465 086 t verarbeitet. In den Hüttenwerken von Santander wurden im vergangenen Jahr 131 393 t Erz verhüttet.

Die Mitte des vergangenen Jahres durchgeführte Aenderung der Preisfestsetzung bestand in der Schaffung einer Ausgleichskasse, die durch eine Abgabe von 60 Peseten je t ausgeführter Hüttenerzeugnisse und eine Erhöhung der Ausfuhrpreise für Eisenerz um 20 % gespeist wurde. Die auf diese Weise eingegangenen Beträge gestatteten nach den Angaben des Bergbauamtes, in der 2. Hälfte des Jahres den Gruben im Durchschnitt 80 % des Unterschiedes zwischen dem niedrigen Inlandsrichtpreis für Eisenerz und dem Ausfuhrpreis auszugleichen, was zweifellos gegenüber dem Vorjahr eine wesentliche Besserung bedeutet, jedoch von den Gruben, die eine hundertprozentige Ausnutzung der Ausfuhrkonjunktur vorziehen, noch nicht als Ideallösung angesehen wird.

Das Bergbauamt unterstreicht in seinem Bericht, daß die Bestrebungen der amtlichen Stellen zu einer stärkeren Verhüttung von Karbonaten entsprechend der oben bereits erwähnten Neuausrichtung der Förderpolitik auch im ver-

gangenen Jahr noch nicht zu den gewünschten Ergebnissen geführt hätten, da der Anteil der Karbonate von den im vergangenen Jahr verhütteten Erzen 20 % noch nicht überschritten hat, d. h. die baskischen Gruben verhütten nach wie vor 80 % Rubioerze.

Ende 1943 wurden in den Eisenerzgruben der Biskaya 2795 Arbeiter (davon 283 unter Tage) beschäftigt oder 297 weniger als Ende 1942.

Die Leistung der Arbeiter ist von 778 kg je Tag auf 928 kg gestiegen. Dieses günstige Ergebnis ist allerdings darauf zurückzuführen, daß die Arbeiter in verstärktem Maße für die Förderung selbst eingesetzt wurden, während die Vorbereitung neuer Arbeiten fast ganz ausfiel.

Die durchschnittlichen Unkosten (ohne Abschreibungen, Neuanlagen, Zinsen und dergleichen) lagen mit 35,40 Peseten um nur 0,30 Peseten je t höher als im Jahre 1942.

Die Ausfuhrpreise (fob) beliefen sich im Durchschnitt auf:

	Peseten
Rubio-Mindestpreis	35,50
Rubio-Höchstpreis	42,00
Geröstete Karbonate Mindestpreis	34,00
Geröstete Karbonate Höchstpreis	39,25

Für die baskische Eisen- und Stahlindustrie hat sich gleichfalls keine wesentliche Aenderung gegenüber dem Vorjahr ergeben. Nach wie vor wirkt sich der Rohstoffmangel — in erster Linie Koksrohstoffe für die Hochöfen und Schrott für die Stahllöfen — sehr erschwerend für die angestrebte Erzeugungssteigerung aus. Auf dem Gebiet der Eisenlegierungen ist eine gewisse Besserung im vergangenen Jahr eingetreten, ohne daß jedoch der Bedarf bereits restlos gedeckt werden konnte.

Als ein neues Hindernis kam im vergangenen Jahr die Unterbrechung der Strombelieferung infolge der lang anhaltenden, ganz ungewöhnlichen Trockenheit der Sommer- und Herbstmonate hinzu. Die Reihe der Schwierigkeiten wurde durch die anhaltenden Preissteigerungen für die benötigten Rohstoffe und die Lohnerhöhungen fortgesetzt. Allein die Besserungen auf sozialem Gebiet mit der entsprechenden Erhöhung der Soziallasten haben eine Erhöhung der Löhne um durchschnittlich 11,87 % bewirkt, so daß die Preisaufbesserungen des vergangenen Jahres unter dem Einfluß der erhöhten Gesteungskosten inzwischen praktisch wieder ausgeglichen und überholt sind und die Frage einer neuen Angleichung der Preise inzwischen wieder dringend geworden ist.

Für die Entwicklung der Eisen-, Stahl- und Walzwerkserzeugung ergibt sich folgender Vergleich:

Erzeugung der Hütten-, Stahl- und Walzwerke

	1942	1943
	t	t
Koks	392 263	379 960
Teer	16 363	17 266
Ammoniumsulfat	4 980	5 038
Benzol	4 335	4 236
Roheisen	323 322	306 943
Rohstahl	366 340	376 878
Walzstahl	232 252	240 983

Nach diesen Zahlen ist die Roheisenerzeugung im Jahre 1943 gegenüber dem Vorjahr um rund 17 000 t zurückgegangen, während bei der Rohstahlerzeugung eine Zunahme um rund 10 000 t und bei der Walzwerkserzeugung um rund 8000 t eingetreten ist, d. h. praktisch sind keine großen Veränderungen zu verzeichnen. Das gleiche gilt für die Gewinnung von Koks, Teer, Ammoniak und Benzol. Die Zahl der beschäftigten Angestellten belief sich im Jahre 1943 auf 2071, die der Arbeiter auf 11 673; die entsprechenden Zahlen für 1942 lauteten 1971 und 11 104.

Aus der kanadischen Eisenindustrie

Die Stahlerzeugung in Kanada hat sich seit Kriegsbeginn verdoppelt. Kanada nimmt jetzt unter den verbündeten Ländern als Stahlerzeuger die vierte Stelle nach den Vereinigten Staaten, der Sowjetunion und Großbritannien ein. Für das laufende Jahr wird Kanadas Stahlbedarf auf ungefähr 4 500 000 t geschätzt, wovon die heimischen Werke über 2 700 000 t liefern.

¹⁾ Reichsanzeiger Nr. 146 vom 1. Juli 1944.

Kanada hat die beiden größten Hochöfen innerhalb des britischen Weltreiches. Als Ergebnis des starken Anwachsens der Leistungsfähigkeit und infolge der rücksichtslos aus politischen Gründen erfolgten Beschneidungen hat Kanadas Schwerindustrie allen Verpflichtungen nachkommen können. Das Land hat stets große Mengen Stahl eingeführt. Als die europäischen Lieferungen gleich zu Kriegsbeginn ausblieben, war es gezwungen, auf die Vereinigten Staaten und seine eigenen Quellen zurückzugreifen. Trotz dem gewaltigen Anwachsens seines Bedarfs hängt es jetzt nur noch zu ungefähr einem Drittel von den Vereinigten Staaten ab, statt früher zur Hälfte. Am meisten zugenommen hat die Erzeugung von legierten Stählen für Kanonen, Panzerplatten und Werkzeugmaschinen; also gerade von den Stahlsorten, welche die größte metallurgische Erfahrung, die feinste Ausrüstung und die größte Arbeitsleistung verlangen.

Die Erzeugung an legierten Stählen ist jetzt fünfmal so groß wie im Jahre 1939. Vor dem Kriege hat Kanada überhaupt keine Panzerplatten hergestellt. Aber gegenwärtig ist die Güte dieses Erzeugnisses so hoch und das Herstellungs-

verfahren so durchgearbeitet, daß Metallurgen aus Großbritannien und den Vereinigten Staaten gekommen sind, um den Arbeitsgang kennenzulernen. Das herstellende Werk ist in der Lage, den ganzen kanadischen Bedarf an Tanks, Panzerwagen, Kanonenschilden und verschiedenem Schiffsbedarf zu decken. Die Erzeugung an Stahlblöcken ist von weniger als 1 350 000 t im Jahre 1939 auf mehr denn 2 700 000 t Ende 1943 angewachsen.

Walzwerke neuester Bauart sind aufgeführt worden und bereits in Tätigkeit. Zwei neue Grobblechwalzwerke werden die Herstellung von Grobblechen um rund 270 000 t im Jahre 1942 gegenüber 1939 steigern. Die meisten hiervon haben beim Bau von Handels- und Kriegsschiffen Verwendung gefunden. Die Erzeugung von Panzerstahl beträgt etwa 225 000 t jährlich. Ungefähr 450 000 t Stahl werden für die Herstellung von Tanks und anderen Kriegswagen gebraucht. Die Leistungsfähigkeit der Stahlgießereien hat zugenommen. Die Erzeugung von Stahlguß stieg von 55 000 t im Jahre 1939 auf 144 000 t im Jahre 1942.

Vereinsnachrichten

Rudolf Hohage †

Am 1. Juli 1944 starb plötzlich und unerwartet Dr.-Ing. Rudolf Hohage, Direktor der Röchlingstahl-G. m. b. H. und der Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H. Mit ihm verliert das Eisenhüttenwesen einen seiner besten Fachgenossen, der sich durch seine unermüdliche Schaffenskraft, besonders auf dem Gebiete des Edlstahls, in weiten Kreisen des In- und Auslandes einen Namen geschaffen hat. Bekannt sind nicht nur seine in knappster Form gehaltenen wertvollen Beiträge zum Schrifttum des Eisenhüttenwesens, sondern auch seine klaren Vorträge auf den verschiedensten Ausschußsitzungen. Hohage hatte in hohem Maße die Fähigkeit, in schwierigen Fragen die wesentlichen Punkte herauszuschälen und dann ohne Zögern anzugehen. Sein natürliches, einfaches Wesen und sein feiner Humor hat in vielen Fällen ausgleichend gewirkt, wenn im Eifer die Meinungen allzu scharf aufeinanderprallten.

Rudolf Hohage stammte aus Essen, wo er am 21. August 1891 geboren wurde. Elternhaus und Heimatstadt brachten ihm schon von Jugend an mit der Eisenhüttenindustrie in Berührung. Nach Abschluß der Oberrealschule in Essen besuchte er die Technische Hochschule in Aachen bis zum Ausbruch des Krieges. Er gehörte zu den bevorzugten Schülern des Altmeisters der Eisenhüttenkunde, Geheimrat Professor Wüst. Diejenigen, die Rudolf Hohage noch aus der Studenzeit her kennen, rühmen seine Ziel-sicherheit, mit der er neben einem frohen Studentenleben in Band und Mütze seine Studien betrieb. Der Ausbruch des Weltkrieges brachte eine Unterbrechung seines Studiums mit sich. Als kriegs-freiwilliger Pionier zog er ins Feld. Als Leutnant, ausgezeichnet mit dem Eisernen Kreuz I. und II. Klasse, beschloß Rudolf Hohage noch während des Krieges die Hochschule mit hervorragendem Erfolg. Auch seine spätere Doktorprüfung legte er in der gleichen Weise mit Auszeichnung ab. 1918 wurde Rudolf Hohage zur Firma Krupp abkommandiert. Hier holte er sich die Anregungen für sein weiteres wertvolles Schaffen. Die Wirren der Nachkriegszeit sahen ihn wieder auf seinem Posten. Die Spartakistenkämpfe und die schmachvolle Besetzung des Ruhrgebietes fanden ihn in aktiver Abwehrstellung. Während dieser Zeit fand er in Essen auch seine Lebenskameradin, die ihm in den schweren Zeiten, die Rudolf Hohage nicht erspart geblieben sind, treu zur Seite gestanden hat.

Die hochentwickelte Edeltahltechnik der Ostmark zog Rudolf Hohage an und bewog ihn, im Jahre 1926 zu den Schoeller-Bleckmann-Stahlwerken A.-G., Ternitz, zu wechseln. Die sprunghafte Entwicklung der Edeltahltechnik, gerade in dieser Zeit, fand ihn hier auf verantwortlichem Posten.

Erst im Jahre 1933 kam dann Hohage als bereits anerkannter Edeltahl-Fachmann ins Altreich zurück, und zwar nach Völklingen zu den Röchlingschen Eisen- und Stahlwerken. Sein Weg von der Ruhr über die Ostmark an die Saar hat ihm Gelegenheit zur Sammlung großer Erfahrungen geboten, die er an der Saar dann mit Erfolg einzusetzen wußte. Auch in Verbaucherkreisen hat er sich durch seine Beratungen uneingeschränkte Anerkennung und Beliebtheit erworben. Neben seiner Berufsarbeit liebte der Jäger Rudolf Hohage vor allem den Wald, in dem er Erholung und Kraft für sein Schaffen suchte und fand. Wer Hohage im Saargebiet bei der Arbeit, auf der Pirsch oder im geselligen Kreise erleben durfte, war von seinem natürlichen und klaren Wesen beeindruckt.

Nach der Rückgliederung der Saar begann auch für das Saargebiet eine stürmische Aufwärtsentwicklung. Die Anlehnung an den deutschen Markt mußte vollzogen werden. Hohage war hier wiederum mit seinem rastlosen Arbeitseifer in seinem Element. Auch die Verkündigung des Vierjahresplanes gab ihm weiterhin Gelegenheit, an maßgebender Stelle ein reiches Wissen und seine großen Erfahrungen zur Verfügung zu stellen. Nach Ausbruch des zweiten Weltkrieges wurde seine Tätigkeit an der Saar nur für kurze Zeit unterbrochen, aber die Rohstofflage brachte eine Fülle neuer Aufgaben, die zu bewältigen waren. Rudolf Hohage versagte sich nie, wenn es galt, kriegsnotwendige Fragen zu einer Klärung zu bringen. Selbst eine schwere Behinderung der Stimme konnte ihn nicht davon abhalten, seine Kenntnisse und Erfahrungen zur Verfügung zu stellen. Seine Berufung als Leiter verschiedener Arbeitsringe und Arbeitsgruppen im Haupttring Eisenerzeugung brachte ihm weitere zusätzliche Arbeit ein, die ihn aber nicht zurückschreckte. Seine Arbeit wurde auch äußerlich anerkannt durch die Verleihung des Kriegsverdienstkreuzes I. und II. Klasse. Seine ausgeglichene Persönlichkeit verband auch seine Mitarbeiter und Berater in der Ringtätigkeit zu einer vorbildlichen herzlichen Kameradschaft, die reiche Früchte brachte.

Mit Rudolf Hohage verliert auch der Verein Deutscher Eisenhüttenleute einen jahrelangen Mitarbeiter im Werkstoffausschuß und in seinen Unterausschüssen, einen hervorragenden Könner und einen lieben Kameraden, der sich durch sein Wirken einen Platz unter den Würdigsten erarbeitet hat und nicht vergessen werden wird.

Unser herzliches Mitempfinden gilt seiner Familie, in deren gastfreiem Hause so mancher Eisenhüttenmann mit Rudolf Hohage frohe Stunden erleben durfte.

C. A. Müller.



Hohage



Schaffende Hände helfen siegen!
**Richtige Werkstückaufnahme
verhindert Nadelbrüche**
RHEINMETALL-WERKZEUGSTAHL



RHEINMETALL-BORSIG
AKTIENGESELLSCHAFT



KÖRNER HAGEN

Beheizung mit: **ELEKTRIZITÄT - GAS - KOHLE - ÖL**

Zahlreiche Nachbestellungen

STELLEN-ANGEBOTE

Größeres Leichtmetall-Halbzeugwerk sucht als Leiter der gesamten Fabrikationsbetriebe einen erfahrenen Herrn, möglichst mit Hochschulbildung und entsprechend umfangr. Kenntnissen auf den Gebieten der Leichtmetallerzeugung und -verarbeitung, der Werkserhaltung sowie rationelle Fabrikationsmethoden. Es handelt sich um eine entwicklungsfähige und selbsttätige Tätigkeit, die überdurchschnittliche Begabung, vollsten Einsatz und politische Zuverlässigkeit erfordert. Bewerbungen unter L. G. 15 060 an die Ala, Leipzig C 1.

Leiter für neu eingerichtete moderne Grobharterei (evtl. auch Chemiker) in ländlicher, ruhiger Lage Westfalens gesucht. Es handelt sich um eine selbständige, ausbaufähige, gut dotierte Position. G. 20/7.44. Angeb. unter Nr. 9434 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Arbeitsvorbereitungsleiter. Größeres Eisen- und Stahlwerk mit angeschlossener Maschinenfabrik sucht zum sofortigen Antritt für den Neuaufbau und die spätere Leitung der Arbeitsvorbereitung eine auf diesem Gebiet erfahrene Kraft. G 3/7/44. Angebote unter Nr. 9479 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Ausbildungsleiter. Eisen- und Stahlwerk mit angeschlossener Maschinenfabrik (allg. Maschinenbau) sucht zum sofortigen Antritt für die Lehrlingsausbildung, die Durchführung bzw. Ueberwachung der Anlernmaßnahmen und die Erwachsenen-schulung einen erfahrenen, mit der Menschenführung bestens vertrauten Ausbildungsleiter. G 3/7/44. Angebote unter Nr. 9480 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Elektroingenieur (mögl. Dipl.-Ing.) zur Unterstützung des Oberingenieurs für den Elektrobetrieb eines Hüttenwerkes in Mitteldeutschland gesucht. Erwünscht sind Erfahrungen in Hüttenwerksantrieben. (GAA 12/37a/44.) Bewerbungen unter Kenn-Nr. 621/9475 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Für Stahlgießerei einen **Gießereileiter** zur Unterstützung des Betriebsleiters gesucht; erfahrener Praktiker, evtl. Hüttenwärter. G 13/7. 44. Bewerbungen unter Nr. 9482 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Hochofenassistent für Tagschicht von oberchles. Hüttenwerk im Ofenbetrieb für sofort gesucht. Aufstiegsmöglichkeit bei Bewährung gegeben. Kenn-Nr. G 2/7. 44. Angebote unter Nr. 9463 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Industriewerk sucht **Werkstoffingenieur** des allgemeinen Maschinenbaues, für Stahl- und Kesselbau, mögl. zugelassen als Schweißingenieur, sowie für die Betriebsabteilung **Werkzeugmachermeister, Härtemeister, Präzisionsmeister, Drehmeister, Schlossermeister, Elektromeister, Elektroschmelzer** sowie erste Schmelzer. GGA 13/37/44. Bewerbungen unter Kenn-Nr. 607/9448 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Unfallschutzingenieur von Industriewerk gesucht. Gediegene Fachausbildung u. langjährige Berufspraxis Bedingung. GAA 12/37/44. Bewerbungen unter Kenn-Nr. 806/9449 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Ingenieur als Direktionsassistent. Größeres Eisen- und Stahlwerk mit angeschlossener Maschinenfabrik (allgem. Maschinenbau) sucht zum sofortigen Antritt: 1 Ingenieur als Assistenten der technischen Direktion, mit guten Erfahrungen im Gießereiwesen (Grau- und Stahlgießerei) und allgem. Maschinenbau, vertraut mit der Arbeitsvorbereitung und Refa. Zielbewußt und gewandt im Umgang mit Mitarbeitern. G 3/7/44. Angebote unter Nr. 9478 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Wir suchen zur Unterstützung des Betriebsleiters für unser Elektro- und Konverterstahlwerk einen **Ingenieur als Betriebsassistent**, der möglichst hinreichende Erfahrungen auf dem Gebiete dieser Stahlerzeugung besitzt. G 19/7/44. Angebote unter Nr. 9435 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Großes westfälisches Hüttenwerk sucht zum sofortigen Eintritt: 1. für das **Konstruktionsbüro** mehrere Ingenieure bzw. Techniker mit Hoch- oder Fachschulbildung als Konstrukteure für Hüttenbau bzw. allgemeinen Maschinenbau, 2. für das **Baubüro** mehrere Bauingenieure bzw. Bautechniker mit Hoch- oder Fachschulbildung, mit Kenntnissen im Eisenbetonbau und Statik f. Büro und Baustelle. G 20/7. 44. Angeb. unter Kennziffer P. Q. 15 767 an Ala Essen, Herkulesstr. 1. 9439

Wir suchen für unsere SM- und Elektroöfen energischer **Schmelzmeister**. G 13/7. 44. Oberschmelzer oder I. Schmelzer, die in der Pflege und Beaufsichtigung der Generatoren u. Öfen zuverlässig sind und in der Herstellung aller legierten und unlegierten Güten firm sind, wollen ihre Bewerbung richten unter Nr. 9481 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

1. **Hochofenassistent** (Dipl.-Ing.) mit Betriebserfahrungen für großes Hochofenwerk - gemischtes Hüttenwerk - in Südwestdeutschland zum möglichst baldigen Eintritt gesucht. Bewerber wollen ihr Angebot einreichen unter Sb. 3294 an die Ala Anzeigen-Ges. m. b. H., (18 Saarbrücken, Schließf. 771 [G 25. 6/44.]

Je 1 **Stahlwerks- und Walzwerksassistent** von oberchl. Hüttenwerk für sofort gesucht. Bei Bewährung Aufstiegsmöglichkeit gegeben. Kenn-Nr. G 2/7. 44. Angebote unter Nr. 9462 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Für die Inbetriebnahme eines Elektrostaalwerkes werden zum baldigen Eintritt gesucht: 1. ein **Betriebsassistent**, 2. mehrere **Schmelzmeister**, oder **erfahrene Oberschmelzer** mit guten Fachkenntnissen in der Qualitätsstahlerzeugung im Lichtbogenofen, 3. **mehrere erste Schmelzer, Gießler und erste Gießgrubenleute** mit mehrjähriger Praxis. Bewerbungsunterlagen mit Mitteilung über die Freigabebestätigung unter Angabe d. Kenn-Nr. 610/GAA 12/36/44 an die Annoncen-Expedition Ed. Rocklage, Berlin-Schöneberg, Gustav-Müller-Pl. 5.

Bautechniker bzw. Bauführer von Industriewerk gesucht. Bewerber müssen Baustellen geleitet haben, Kostenanschläge und Bauabrechnungen technisch prüfen können. GAA 12/37/44. Bewerbungen unter Kenn-Nr. 906/9450 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Von einem großen westfälischen Hüttenwerk wird zum möglichst baldigen Eintritt ein **Obermeister**

für die Drahtverzinckereien ges. G 20/7. 44. Bewerbungen unter DO 2367 an Ala. Anzeigen-G. m. b. H., Dortmund, Reinoldstr. 19.

Gießerei, eingerichtet für Grau- und Stahlguß, sucht einen auf diesem Gebiete bestens bewanderten **Formmeister**,

der dieses Fertigungsgebiet voll beherrscht und dessen Arbeit nach Einführung des Leistungslohnes auch einwandfreie Kenntnisse in der Kalkulation voraussetzt. Angebote unter Nr. 9451 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

VERSCHIEDENES

Guß erhaltene Drehbank mit Nortonkasten, Spitzenhöhe 25-28 cm, desgleichen elektr. Schweißapparat, Spannung 220 V, zu kaufen gesucht. Angebote unter K. M. 8009 an Anzeigen-Frenz, Neustadt a. d. Weinstraße, Postfach 147. 9747

1 oder 2 Exemplare „Das **Elektrostahlverfahren**“ von F. T. Sisco und Dr.-Ing. St. Kriz, Verlag Julius Springer, Berlin, 1929, zu kaufen gesucht. Angebote unter Nr. 9452 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Repräsentant eines westdeutschen Großunternehmens der Eisenindustrie, weltgewandt, mit erstklassigem jung. Mitarbeiter, sucht seiner Vertretung weitere anzugliedern. Geboten wird sach- und fachgem. Bearbeitung jeder Aufgabe. Vorzugsweise Verbindungen z. eisen- und metallverarbeitenden Industrie, zu den gesamten Behörden, zur Bauwelt u. Architektenschaft, zu den Heizungs- und sanitären Firmen. Domizil Berlin. Angeb. unter Nr. 9473 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Preßluft-Reduzierventile, Steuerungen, Absperrventile, Rückschlagventile. Angebote unter Nr. 8929 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Achtung! Verdunkelung! Springrollos aus Papier lieferbar. Vertrieb gemäß § 8 RLG. genehmigt. **Hans Lagemann, Hagen-Haspe**, Postfach 6. 9456

Fabrikation von Arbeits-, Berufs- und Spezialbekleidung. Angeb. unt. Nr. 9437 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

1 neuer oder gebrauchter, gut erhaltener, elektrisch betriebener **Portaldrehkran**, Tragkr. etwa 3-5 t, Spurweite und lichte Höhe zwischen Eisenbahndurchgangsprofil, Ausladung etwa 8 m, für Drehstrom, 500 Volt, 50 Hz, sofort zu kaufen gesucht. Angebote unter Nr. 9444 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

STELLEN-GESUCHE

Härterei- und Stahlfachmann, Dipl.-Ing., Eisenhüttenmann, Pg., beherrscht vollkommen d. Warmbehandlung und Prüfung von Werkzeug- und Konstruktionsstählen (auch Flugmotorenteilen), praktisch und wissenschaftl. vertraut mit der Erschmelzung und spanlosen Verformung, mit erfolgreicher Tätigkeit im Vertrieb, sucht sich baldigst in leitende, ausbaufähige Stellung zu verändern. Anfragen unter Nr. 9477 an lag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Leiter der Werkstoffabnahme eines größeren Eisenhüttenwerkes mit langjährigen Erfahrungen im Abnahmewesen (selbstverantwortliche Abnahme, Verkehr mit Klassifikationsgesellschaften, Leitung des Prüfbetriebes usw.) sucht sich zu verändern. Westdeutschland bevorzugt. Angebote unter Nr. 9476 an Verlag Stahleisen m. b. H., Pörsneck.

Rundtieföfen
zum Wärmen von Blöcken und Brammen

ohne Anfall von flüssiger Schlacke mit Herd in Sonderausführung, DRP. angem., für Block- u. Breitbandstraßen

Wir haben 32 Öfen in Auftrag erhalten, wovon bisher 10 mit Erfolg in Betrieb kamen.

FRIEDRICH SIEMENS K.-G.
Berlin • Gegr. 1856 • Tel.-Adr.: Industrieöfen • Fernruf 425051

**Hütten- und
Walzwerksanlagen**

*Hydraulische Anlagen
und Schmiedemaschinen*

Maschinenfabrik SACK G.m.b.H.
Düsseldorf-Rath

PRESS- UND WALZWERK
Aktiengesellschaft
DUSSELDORF

(PWR)

*Nahtlose Rohre und Hohlkörper
Schmiedestücke*

7755

EDELSTÄHLE

Edelstahlguß

Warmziehringe
Kratzringe
Walzstopfen
Walzführungen
Magnetrohlinge

Kurze Lieferzeiten

EDELSTAHLWERK DÜSSELDORF-HEERDT G.M.B.H.
DUSSELDORF - HEERDT



Leitz
Panphot
*Das Metallmikroskop mit
Spiegelreflexkamera*

Ernst Leitz - Optische Werke

Abfallbeizen-Aufarbeitung

ohne Wasser und
ohne Dampf durch **Rollkristaller**

mit Einbauten, DRGM., erprobt nach neuen Erkenntnissen der Technik. Mehrfache Leistung gegenüber den üblichen Bauarten. Ununterbrochene Arbeitsweise. Der Rollkristaller ist von allen Seiten zugänglich. Es gibt keine beweglichen Teile in der Lösung. Der Platzbedarf einer mittelgroßen Anlage ist nur 8x5x2 m.

ZAHN & CO. G.m.b.H.
BERLIN W 15/w

63 Jahre

Schilde

Industrieöfen

für jede Warmbehandlung zeichnen sich durch hohe Leistungsfähigkeit und niedrige Betriebskosten aus.

Druckschrift „St-8117b“ auf Anfrage!

Benno Schilde Maschinenbau A.-G.
Anfragen leitet der Verlag Stahl Eisen m. b. H., Pörsneck, walter.

Mittlere und schwere
BLECHARBEITEN



Wasserspeicher
3000 mm Ø
15340 mm lang
Mantel 15 mm
Böden 23 mm
mit Entgaser
24300 kg

GEBRÜDER SCHUSS K.G. SIEGEN i.W.
KESSELSCHMIEDE—APPARATEBAU—SCHWEISSWERK