

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 24

11. JUNI 1942

62. JAHRGANG

Einfluß der Abschrecktemperatur beim Härten und Vergüten von Stahl.

Von Rudolf Schäfer und Walter Drechsler in Geisweid.

[Bericht Nr. 595 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Wärmebehandlung auf das Verhalten von Einsatzstahl ECMo 100 und von vanadin- oder aluminiumlegiertem Stahl EC 100. Prüfung der Ersetzbarkeit der Doppelhärtung durch einfachere Wärmebehandlung. Gleichartige Untersuchungen an Vergütungsstahl VCMo 135 und VC 135, vanadin- oder aluminiumlegiert, und an anderen Baustählen sowie an Kugellagerstahl.)

Bekanntlich treten bei der Einsatzhärtung bisweilen Schwierigkeiten insofern auf, als es nicht immer gelingt, neben einer feinkörnigen, nicht überhitzten Einsatzschicht einen sehnigen Kern vorgeschriebener Kernfestigkeit zu erzielen. Selbst bei der Doppelhärtung — bestehend aus Kern- und Schlußhärten — fällt der Kern infolge Ferritausscheidung, die durch eine Anlaßwirkung beim Erwärmen auf die Temperatur des Schlußhärtens hervorgerufen wird, mitunter körnig statt zäh aus. Die Anlaßwirkung ist um so größer, je länger die Haltezeit für die Temperatur der Schlußhärtung gewählt wird¹⁾. Da im Kern durch diese Anlaßwirkung eine weitgehende Gefügeänderung unvermeidlich ist, lag der Gedanke nahe, durch Versuche nachzuprüfen, wie weit die Doppelhärtung durch eine einfachere Wärmebehandlung ersetzt werden kann. Zu diesem Zweck wurden einsatzgehärtete Proben von 30 mm Dmr. einer Schmelze ECMo 100 mit 0,20 % C, 0,26 % Si, 1,05 % Mn, 1,12 % Cr und 0,24 % Mo verschiedenen — zwecks Vereinfachung kombinierten — Wärmebehandlungen unterworfen. Art der Behandlung, Bruchgefügearten und Festigkeiten von Rand und Kern sind aus *Zahlentafel 1* ersichtlich.

Diese Versuche zeigen zunächst, daß zur Erzielung von Glashärte der Einsatzschicht und vorgeschriebener Festigkeit des Kernes die Abkühlung von 880° oder 820° bis zur Temperatur des A₁-Punktes langsam erfolgen kann. Da die schroffe Abkühlung nur noch von 730° erfolgt, liegt ein Abschrecken in Wasser — statt Öl — für diesen Stahl durchaus im Bereich der Möglichkeit. Wie die Versuche 1c und 1e sowie 2c und 2e beweisen, liefert eine solche Wasserhärtung höhere Härte sowohl der Einsatzschicht als auch des Kernes, eine Tatsache, die für Teile größerer Wandstärke, an denen bisweilen ungenügende Kernfestigkeit bei Öelhärtung erzielt wird, von Vorteil ist. Umgekehrt können für gewöhnliche Wandstärken infolge der angewandten Wasserhärtung und damit höheren Kernfestigkeiten niedriger legierte Stähle als bei üblicher Härtung Anwendung finden. Ein

* Ein Auszug aus diesem Bericht wird als Teil eines Vortrages über Härten und Verputzen von Stahl unmittelbar aus der Walzwärme vor der 45. Vollsitzung des Werkstoffausschusses am 19. Juni 1942 in Düsseldorf erstattet werden. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Schrader, H.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1201/10 (Werkstoffaussch. 353).

Vergleich zwischen den Versuchen 1d bis 1f und 2d bis 2f und dem Versuch 2g lehrt, daß die Doppelhärtung (2g), die eine Kernfeinung und leichteres Auflösen des Zementitnetzwerkes der Einsatzschicht mit sich bringt, durch eine Wärmebehandlung „von 880° in einen Ofen überführen von 730° oder 800° und nachfolgendes Abschrecken“ nicht voll zu ersetzen ist. Wohl werden nach allen Behandlungsarten gute Härteannahmen an Rand und Kern erzielt, jedoch tritt leicht ein überhitzter Rand und bei Erkalten im Kasten ein körniger Bruch des Kernes auf. Die Verhältnisse liegen beim Erkalten der Teile im Kasten ungünstiger als beim Abschrecken aus dem Einsatz.

Die nach 1e, 2e und 2g behandelten Proben wurden nunmehr auf Rand- und Kerngefüge geprüft. Dabei zeigte sich, daß der grobkörnige Rand nicht auf Zementitnetzwerk, sondern auf grobnadelige Martensitbildung und der körnige Bruch des Kernes auf Ferritausscheidung zurückzuführen waren. *Bild 1* zeigt die Martensitbildung des Randes und *Bild 2* die Ferritnester im Kern der Probe 1e. Ein Zwischenglühen vermochte das in *Zahlentafel 1* und den *Bildern 1 und 2* gezeigte Gefüge nicht wesentlich zu ändern. Da auch die an einem Einsatzstahl EC 100 erzielten Ergebnisse nicht günstiger ausfielen, wurden die Versuche einmal unter Zusatz eines stärkeren Karbidbildners und das andere Mal unter Zusatz von Aluminium wiederholt. *Zahlentafel 2* enthält die Art der Behandlung, die Bruchgefügearten und Festigkeiten von Rand und Kern eines vanadinlegierten Einsatzstahles EC 100 mit 0,23 % C, 0,34 % Si, 1,23 % Mn, 1,51 % Cr und 0,14 % V.

Aus *Zahlentafel 2* ist ersichtlich, daß auch der vanadinlegierte Stahl von 880° oder 820° zur Erzielung von Glashärte der Einsatzschicht und hoher Festigkeit des Kernes bis zum A₁-Punkt langsam abgekühlt werden kann. Auffallend ist, daß selbst bei den Behandlungen 1d bis 1f und 2d bis 2f sehniger Kern und feinkörniger nicht überhitzter Rand erzielt werden, der dem der Doppelhärtung nach Behandlung 2g um nichts nachsteht. Die Gefügeuntersuchung ergab, daß nach der Behandlung 1d und 1e sowie 2d und 2e weder grobkörniger Martensit im Rand noch Ferritausscheidung im Kern auftraten. Die *Bilder 3 und 4* zeigen Rand und Kern des vanadinlegierten Stahles nach Behandlung 1e. Durch den Vanadinzusatz wird also die Ueberhitzung des

Zahlentafel 1. Wärmebehandlung, Bruchgefüge und Härte von molybdänlegiertem Einsatzstahl ECMo 100.

Behandlung	Bruchgefüge		Randhärte Rockwell-C	Zug- festigkeit im Kern ¹⁾ kg/mm ²
	Rand	Kern		
1. 10 h bei 870° in Einheitspulver CMD 12 eingesetzt, aus dem Einsatz in Oel abgeschreckt und:				
a) von 820° in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	62	107
b) von 820° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	62	110
c) von 820° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig fast	64	123
d) von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	leicht überhitzt	sehnig fast	61	108
e) von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	leicht überhitzt	sehnig	63	119
f) von 880° in einen Ofen von 800° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt.	leicht überhitzt	sehnig	62	106
2. 10 h bei 870° in Einsatzpulver CMD 12 eingesetzt, im Kasten erkaltet und:				
a) von 820° in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	körnig, weniger sehnig	62	108
b) von 820° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	leicht überhitzt	körnig, weniger sehnig	61	111
c) von 820° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	fast sehnig	63	121
d) von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	überhitzt	körnig, weniger sehnig	61	105
e) von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	überhitzt	körnig, weniger sehnig	63	120
f) von 880° in einen Ofen von 800° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	überhitzt	sehnig	61	105
g) doppelt gehärtet, d. h. 880°/Oel, 650° zwischengeglüht und von 810° in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	62	109

¹⁾ Aus der Brinellhärte mit 0,35 errechnet.

Zahlentafel 2. Wärmebehandlung, Bruchgefüge und Härte von vanadinlegiertem Einsatzstahl EC 100.

Behandlung	Bruchgefüge		Randhärte Rockwell-C	Zug- festigkeit im Kern ¹⁾ kg/mm ²
	Rand	Kern		
1. 10 h bei 870° in CMD 12 eingesetzt, aus dem Einsatz in Oel abgeschreckt und:				
a) von 820° in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	64	116
b) von 820° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	64	115
c) von 820° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	66	118
d) von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	64	115
e) von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	66	128
f) von 880° in einen Ofen von 800° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	64	116
2. 10 h bei 870° in Einsatzpulver CMD 12 eingesetzt, im Kasten erkaltet und:				
a) von 820° in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	fast sehnig	63	114
b) von 820° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	fast sehnig	64	112
c) von 820° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	fast sehnig	66	120
d) von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	63	115
e) von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	65	125
f) von 880° in einen Ofen von 800° übergeführt, 0,5 h gehalten, dann in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	sehnig	63	115
g) doppelt gehärtet, d. h. 880°/Oel, 650° zwischengeglüht und von 810° in Oel abgeschreckt	feinkörnig, nicht überhitzt	fast sehnig	63	118

¹⁾ Aus der Brinellhärte mit 0,35 errechnet.



Bild 1. Martensit im Rande des Einsatzstahles ECMo 100.

Wärmebehandlung vgl. Zahlentafel 1, Nr. 1c.



Bild 2. Ferritnester im Kern des Einsatzstahles ECMo 100.

($\times 500$. Geätzt mit alkoholischer Salpetersäurelösung.)



Bild 3. Randgefüge des vanadinlegierten Einsatzstahles EC 100.

Wärmebehandlung vgl. Zahlentafel 2, Nr. 1c.

Randes und die Ferritausscheidung im Kern vermieden und die Möglichkeit geschaffen, die Doppelhärtung durch die vereinfachten Behandlungen nach 1d bis 1f sowie 2d bis 2f zu ersetzen. Auffallend war, daß bei den Behandlungen 1f und 2f, bei denen die Abkühlung im Ofen nicht auf 730° , sondern nur auf 800° erfolgte, in keinem Falle Ferritausscheidungen — selbst bei Schmelzen ohne jeden Vanadinzusatz — festgestellt werden konnten.

Um den Einfluß verschiedener Vanadiningehalte nachzuprüfen, wurden außer der obengenannten Schmelze mit 0,14 % V eine solche mit 0,20 % V und eine weitere mit 0,08 % V den gleichen Behandlungen unterworfen. Bei 0,20 % V wurde trotz Anwendung eines mildwirkenden Einsatzpulvers das Auftreten eines schwachen Zementitnetzwerkes in der Einsatzschicht festgestellt, so daß ein Zusatz über 0,20 % V nicht zu empfehlen ist. Bei einem Vanadiningehalt von 0,08 % konnte in allen Fällen die Ueberhitzung der Einsatzschicht, ebenso das Auftreten von Zementitnetzwerk mit Sicherheit vermieden werden, jedoch traten bei dieser geringen Vanadinmenge, sobald die Abkühlung im Ofen unter 760° erfolgte, geringfügige Ferritausscheidungen auf. Danach kann die Doppelhärtung am vorteilhaftesten dadurch ersetzt werden, daß beispielsweise der Einsatzstahl EC 100 bei einem Zusatz von etwa 0,10% V zur Feinung des Kernes auf 880° erwärmt wird, langsam bis 760° erkaltet und dann abgeschreckt wird. Ein so behandelter Stahl zeigt feinkörnigen, nicht überhitzten Rand und zähen Kern ohne Ferritausscheidungen. In der gleichen Richtung wie Vanadin wirkt auch ein Aluminiumgehalt von rd. 0,02 %. Er verhindert, wie Versuche mit einem Einsatzstahl EC 100 ergaben, eine Ferritausscheidung bei verlangsamer Abkühlung zwischen A_3 und A_1 , vermag jedoch kein so feinkörniges Bruchgefüge im Rand zu erzeugen wie ein Zusatz von Vanadin; Weichfleckigkeit der Einsatzschicht konnte bei diesem Aluminiumgehalt nicht festgestellt werden. Für die Einsatzstähle kann zusammenfassend gesagt werden:

Wird nur die Glashärte der Einsatzschicht und die vorgeschriebene Kernfestigkeit angestrebt, so können Einsatzstähle von der Temperatur der Kernhärtung oder auch der Schlußhärtung bis etwa 730° langsam abgekühlt werden; die schroffe Abkühlung muß erst von dieser Temperatur ab erfolgen. Als Ablöschmittel kann, nachdem die schroffe Abkühlung erst bei der tiefer gelegenen Tem-

peratur von 730° einsetzt, ein schrofferes Härtemittel — z. B. Wasser statt Öl — gewählt werden. Der Verzug ist dabei nicht größer als bei Doppelhärtung.

Durch das schroffe Härtemittel werden höhere Festigkeitswerte an Rand und Kern erzielt. Durch einen Zusatz von Vanadin oder Aluminium lassen sich trotz verlangsamter Abkühlung Grobkornbildung der Einsatzschicht und Ferritausscheidungen im Kern, d. h. überhitzter Rand und körniges Bruchgefüge, im Kern vermeiden.

Nachdem die Versuche an Einsatzstählen ergeben hatten, daß sich bei langsamer Abkühlung von Härtetemperaturen bis etwa 730° und nachfolgendem Abschrecken trotz zu erwartender Ferritausscheidung volle Härteannahme erzielen läßt und selbst eine Ferritausscheidung durch Zusätze von Vanadin oder Aluminium oder durch eine verlangsamte Abkühlung bis zur Temperatur des A_3 -Punktes behoben werden kann, wurden sie auch auf Vergütungsstähle ausgedehnt. Mit einer Schmelze VCMo 135 mit 0,35 % C, 0,28 % Si, 0,70 % Mn, 1,05 % Cr und 0,22 % Mo wurden an Proben von 60 mm Dmr. Härteversuche angesetzt, um nachzuprüfen, wie weit zwischen der A_3 - und A_1 -Umwandlung die Abkühlungsgeschwindigkeit verringert werden kann, wobei die Abkühlung von 720° wieder in Wasser erfolgte. Zu diesem Zweck wurden 20 Proben von 500 mm Länge auf 850° im elektrischen Härteofen erwärmt und nach Erreichen der Temperatur 20 min ausgeglichen. Die ersten 5 Proben wurden nach diesem Erwärmungsvorgang sofort in Wasser abgeschreckt, die restlichen 15 in einen Ofen von 720° übergeführt. Von diesen wurden nach dem Ausgleichen auf 720° 5 Proben je 0,5 h, weitere 5 je 1 h und schließlich die letzten 5 Proben je 2 h auf dieser Temperatur gehalten und sodann in Wasser abgeschreckt. Von sämtlichen 20 Probestäben wurden zunächst 50 mm starke Scheiben abgetrennt und an diesen an der Trennfläche die Härteannahme von Rand und Kern mittels Kugeldruckversuchs und das Härtegefüge durch metallographische Untersuchung geprüft, sodann wurden die Probestäbe bei 600 bis 620° eine Stunde lang angelassen und luftabgekühlt. Vergütungsbruchproben, Schliffproben, Zerreißproben der Längsrichtung und Kerbschlagproben der Längs- und Querrichtung wurden danach entnommen. Die gefundenen Festigkeitswerte sind in den Zahlentafeln 3 und 4 zusammengestellt.

Sämtliche Werte sind Mittelwerte aus fünf Versuchen. Sie zeigen, daß unabhängig von der Haltezeit auf 720° , ob 0,5, 1 oder 2 h, volle Härteannahme an Rand und Kern und



Bild 4. Kerngefüge des vanadinlegierten Einsatzstahles EC 100. Wärmebehandlung vgl. Zahlentafel 2, Nr. 1 c.



Bild 5. Kerngefüge des Stahles VCMo 135, von 850° im Ofen 1 h bei 720° gehalten und dann in Wasser abgeschreckt.

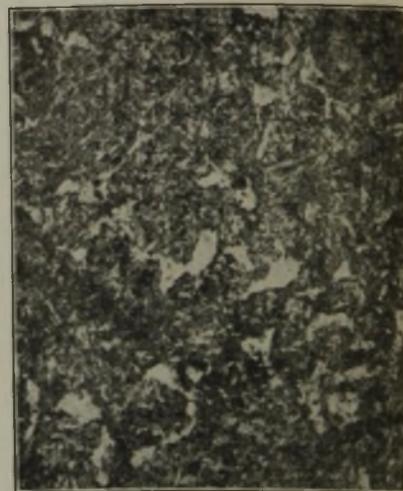


Bild 6. Kerngefüge des Stahles VCMo 135. Wärmebehandlung wie Bild 5, jedoch zusätzlich 1 h bei 610° angelassen.

(x 500. Geätzt mit alkoholischer Salpetersäurelösung.)

die gleichen Vergütungswerte erzielt werden. Die Vergütungsbruchproben zeigten unabhängig von der Wärmebehandlung sehniges Bruchgefüge. Wie zu erwarten, ergab sich bei der Gefügeuntersuchung eine Ferritausscheidung, und zwar vorzugsweise an den Korngrenzen. Bild 5 zeigt eine gehärtete Probe, die von 850° in einen Ofen von 720° übergeführt, 1 h bei dieser Temperatur gehalten und dann in Wasser abgeschreckt wurde, Bild 6 die gleiche Scheibe nach einstündigem Anlassen bei 610°. Eine nachteilige Auswirkung der Ferritausscheidung auf Härteannahme, Ver-

Zahlentafel 3. Härteannahme von gehärtetem Stahl VCMo 135.

Behandlung	Zugfestigkeit im	
	Rand kg/mm ²	Kern kg/mm ²
850°/Wasser	170	150
850° bis 720°/Ofen, 0,5 h bei 720° gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	179	161
850° bis 720°/Ofen, 1 h bei 720° gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	172	160
850° bis 720°/Ofen, 2 h bei 720° gehalten, dann in Wasser abgeschreckt	175	160

wurde. Die Abheizzeiten betragen im ersten Falle 2 h, im zweiten 3 h und im vierten Falle 4 h. Sodann wurden sämtliche Proben von 720° in Wasser abgeschreckt. Wiederm wurden 50 mm dicke Scheiben zur Prüfung auf Härteannahme und Gefüge von Rand und Kern und Vergütungsbruchproben, Zerreißproben, Kerbschlagproben und Gefügeschliffe nach einstündigem Anlassen bei 600 bis 620° angefertigt. Die Festigkeitswerte als Mittel aus fünf Versuchen sind in den Zahlentafeln 5 und 6 zusammengefaßt.

Selbst bei der langen Abheizzeit von 4 h wurde nach dem Härten von 720° die volle Härteannahme erreicht und einwandfreie Vergütung erzielt. Die Ferritausscheidungen im gehärteten und angelassenen Gefügeschliff traten allerdings stärker als in den Bildern 5 und 6 gezeigt auf. Um nachzuprüfen, ob die Ferritausscheidung auch hier durch einen Zusatz von Vanadin oder Aluminium unterdrückt werden kann, wurden drei Versuchsschmelzen VC 135 mit der in Zahlentafel 7 angegebenen Zusammensetzung angefertigt.

Auch von diesen Stählen wurden Proben von 60 mm Dmr. ausgeschmiedet und zur Prüfung von Härteannahme

Zahlentafel 4. Festigkeitseigenschaften im Kern von vergütetem Stahl VCMo 135.

Behandlung	Streckgrenze kg/mm ²	Zugfestigkeit kg/mm ²	Bruchdehnung (L = 5 d) %	Einschnürung %	Kerbschlagzähigkeit ¹⁾ mkg/cm ²	
					längs	quer
					850°/Wasser, 1 h bei 610° angelassen	75,5
850° bis 720°/Ofen, 0,5 h bei 720° gehalten, dann in Wasser abgeschreckt, 1 h bei 610° angelassen	78,3	91,4	19,2	62,3	16,1	8,8
850° bis 720°/Ofen, 1 h bei 720° gehalten, dann in Wasser abgeschreckt, 1 h bei 610° angelassen	75,4	90,2	18,5	64,0	15,2	8,0
850° bis 720°/Ofen, 2 h bei 720° gehalten, dann in Wasser abgeschreckt, 1 h bei 610° angelassen	74,6	93,8	17,2	60,5	14,5	8,2

¹⁾ Probe von 10 x 10 x 55 mm³ mit 3 mm tiefem Rundkerb von 2 mm Dmr.

gütungswerte und Bruchgefüge konnte, wie die Zahlentafeln 3 und 4 zeigen, nicht festgestellt werden. Die Streuungen der Härteannahme von 50 Scheiben mit 60 mm Dmr., die von 850° in einen Ofen von 720° übergeführt, 1 h gehalten und dann in Wasser abgeschreckt wurden, waren gering und betragen im ungünstigsten Falle 12 kg/mm².

Bei einem weiteren Versuch wurde eine Anzahl Probe-stäbe der gleichen Zusammensetzung und Abmessung wiederum auf 850° im elektrischen Ofen erwärmt, wobei der Ofen nach einer Ausgleichzeit von 20 min durch langsames Abheizen innerhalb verschiedener Zeiten auf 720° gebracht

Zahlentafel 5. Härteannahme von gehärtetem Stahl VCMo 135 bei verschiedenen Abheizzeiten.

Behandlung	Zugfestigkeit im	
	Rand kg/mm ²	Kern kg/mm ²
850°/Wasser	170	150
Von 850° in 2 h auf 720° abgeheizt, dann in Wasser abgeschreckt	175	155
Von 850° in 3 h auf 720° abgeheizt, dann in Wasser abgeschreckt	178	162
Von 850° in 4 h auf 720° abgeheizt, dann in Wasser abgeschreckt	170	160

Zahlentafel 6. Festigkeitseigenschaften im Kern von vergütetem Stahl VCMo 135 bei verschiedenen Abheizzeiten.

Behandlung	Streckgrenze kg/mm ²	Zugfestigkeit kg/mm ²	Bruchdehnung (L ₀ = 5d) %	Einschnürung %	Kerbschlagzähigkeit mkg/cm ²
850°/Wasser, 610° 1 h angelassen	75,5	88,6	16,6	62,5	13,9
Von 850° in 2 h auf 720° abgeheizt, wassergehärtet, 610° 1 h angelassen	80,2	93,7	17,8	63,5	14,5
Von 850° in 3 h auf 720° abgeheizt, wassergehärtet, 610° 1 h angelassen	76,0	87,8	18,5	65,5	15,3
Von 850° in 4 h auf 720° abgeheizt, wassergehärtet, 610° 1 h angelassen	74,1	90,5	16,8	58,4	13,5

Zahlentafel 7. Zusammensetzung der drei Versuchsschmelzen VC 135.

Schmelze	C %	Si %	Mn %	Cr %	V %	Al %
A	0,34	0,22	0,82	0,98	—	—
B	0,36	0,28	0,74	1,02	0,18	—
C	0,36	0,22	0,70	1,07	—	0,024

und Gefüge verschieden gehärtet, und zwar einmal von 860° in Oel, das andere Mal von 880° in einen Ofen von 730° übergeführt und 0,5 h bei dieser Temperatur gehalten, sodann in Wasser abgeschreckt. Zahlentafel 8 zeigt die Härteannahme von Rand und Kern nach diesen Wärmebehandlungen.

Zahlentafel 8. Härteannahme der Versuchsschmelzen VC 135.

Behandlung	Zugfestigkeit in kg/mm ²					
	Schmelze A		Schmelze B		Schmelze C	
	Rand	Kern	Rand	Kern	Rand	Kern
860°/Oel	128	118	135	122	132	124
Von 880° übergeführt in einen Ofen von 730°, 0,5 h gehalten, in Wasser abgeschreckt	150	142	158	145	154	142

Wiederum wurden Proben von 60 mm Dmr. und 500 mm Länge einmal von der normalen Härtetemperatur gehärtet und das andere Mal von dieser Härtetemperatur in einen Ofen von 730° übergeführt, 0,5 h gehalten und dann wassergehärtet. Härteannahme und Vergütungswerte sind aus den Zahlentafeln 10 und 11 ersichtlich und aus je fünf Versuchen ermittelt.

Die Gefügebilder zeigten, daß bei den Stählen VCMo 140 und VMS 135 trotz der vollen Härteannahme und brauchbaren Vergütungswerte Ferritausscheidungen an den Korngrenzen auftraten, die an den beiden vanadinlegierten Stählen und VCMo 240 nicht aufgefunden werden konnten. Bei den Stählen VMS 135, VC 135, VCMo 135 und VCMo 140 genügte zur Unterdrückung der Ferritausscheidung eine Temperaturerhöhung des Ofens, in den übergeführt wurde, von 730 auf 760°.



Bild 7. Versuchsschmelze A.



Bild 8. Versuchsschmelze B.

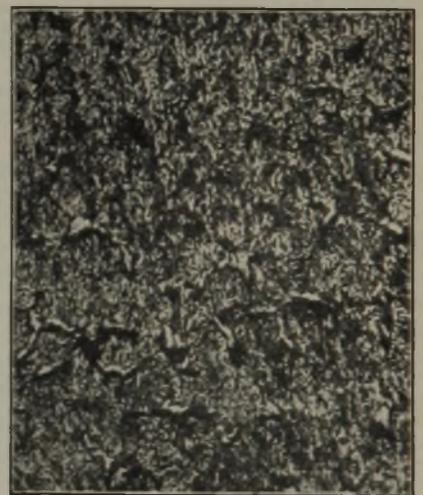


Bild 9. Versuchsschmelze C.

Bilder 7 bis 9. Kerngefüge von Versuchsschmelzen aus Stahl VC 135, von 880° im Ofen 0,5 h bei 730° gehalten und in Wasser abgeschreckt. (× 500. Geätzt mit alkoholischer Salpetersäurelösung.)

Die Bilder 7 bis 9 zeigen das Härtegefüge der Schmelzen A, B und C nach Behandlung 2. Aus ihnen ist ersichtlich, daß bei Vergütungsstählen ein Vanadinzusatz eine Ferritausscheidung bei verlangsamer Abkühlung zwischen A₃ und A₁ vollständig verhindert und ein Aluminiumzusatz sie zumindest stark verzögert. Wie weitere Versuche ergaben, konnte auch hier die Ferritausscheidung unterdrückende Vanadinzusatz dadurch ersetzt werden, daß die langsame Abkühlung nicht bis zum A₁-Punkt, sondern nur bis zum Ar₃-Punkt erfolgte.

Schließlich wurden die Versuche auf eine Anzahl anderer Baustähle, und zwar VCMo 140, VCMo 240, VMS 135 und zwei Chrom-Vanadin-Stähle ausgedehnt. Die Zusammensetzung dieser Stähle ist aus Zahlentafel 9 ersichtlich.

Auch diese Versuche zeigen, daß zur vollen Härteannahme oder zur Vergütung die Abkühlungsgeschwindigkeit von einer Temperatur oberhalb der A₃-Umwandlung bis zur A₁-Umwandlung in beträchtlich weiten Grenzen gehalten werden kann, wenn die anschließende Abkühlung

Zahlentafel 9. Zusammensetzung von untersuchten Baustählen.

Stahlbezeichnung	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %	V %
VCMo 140	0,41	0,25	0,58	0,98	0,17	—
VCMo 240	0,39	0,28	0,66	2,64	0,22	0,21
VMS 135	0,35	1,24	1,18	—	—	—
Cr—V I	0,48	0,34	0,62	1,16	—	0,17
Cr—V II	0,29	0,33	0,42	2,38	—	0,26

von A_1 entsprechend der erforderlichen kritischen Abkühlungsgeschwindigkeit genügend rasch erfolgt. Eine durch die bis A_1 verlangsamte Abkühlung bedingte Ferritausscheidung kann durch einen Vanadinzusatz verhindert werden. Dabei neigen Stähle, die mit schwachen Karbidbildnern legiert sind, wie VMS 135 und VC 135, stärker zur Ferritausscheidung als die Stähle VCMo 135 und VCMo 140, so daß man zu der Annahme geführt wird, daß karbidbildende Elemente, wobei Vanadin bedeutend stärker als Molybdän wirkt, die Ferritausscheidung verhindern.

Zahlentafel 10. Härteannahme verschieden legierter Baustähle bei verschiedenen Wärmebehandlungen.

Behandlung	Zugfestigkeit in kg/mm ²					
	VCMo 140	VCMo 240	VMS 135	Cr-V I	Cr-V II	
830°/Wasser	Rand	187	—	172	—	—
	Kern	160	—	145	—	—
880°/Oel	Rand	—	192	—	176	174
	Kern	—	175	—	158	160
850 bis 730°/Ofen	Rand	186	—	186	—	—
	dann Wasser	Kern	161	—	148	—
880 bis 730°/Ofen	Rand	—	195	—	190	175
	dann Wasser	Kern	—	182	—	160

Zahlentafel 11. Festigkeitseigenschaften in der Randzone (ein Drittel Rand) von verschiedenen legierten Baustählen bei verschiedenen Wärmebehandlungen.

Stahlbezeichnung	Behandlung	Streckgrenze kg/mm ²	Zugfestigkeit kg/mm ²	Bruchdehnung (L = 5d) %	Einschnürung %	Kerbschlagzähigkeit mkg/cm ²
VCMo 140	830°/Wasser, 600° 1 h angelassen	67,5	82,9	18,2	63,2	14,7
	850° bis 730°/Ofen, 730°/Wasser, 600° 1 h angelassen	75,5	86,4	20,0	62,4	14,2
VCMo 240	880°/Oel, 620° 1 h angelassen	100,5	112,2	17,6	55,5	10,7
	880° bis 730°/Ofen, 730°/Wasser, 620° 1 h angelassen	98,5	114,5	16,8	58,2	11,5
VMS 135	830°/Wasser, 600° 1 h angelassen	60,4	82,1	22,6	55,5	13,2
	850 bis 730°/Ofen, 730°/Wasser, 600° 1 h angelassen	65,0	85,7	22,2	58,2	14,6
Cr-V I	880°/Oel, 600° 1 h angelassen	85,7	100,2	13,6	48,5	8,0
	880° bis 730°/Ofen, 730°/Wasser, 600° 1 h angelassen	91,1	103,5	12,9	53,3	10,7
Cr-V II	880°/Oel, 620° 1 h angelassen	81,5	96,2	14,4	52,5	7,5
	880° bis 730°/Ofen, 730°/Wasser, 620° 1 h angelassen	81,8	99,1	13,6	50,0	7,8

Während unterperlitische Stähle von Temperaturen dicht oberhalb der A_2 -Umwandlung gehärtet werden, wird für perlitische und überperlitische Stähle — von Schnelldrehstählen und einigen anderen Stählen abgesehen — als Härte-temperatur eine solche von oberhalb A_1 gewählt. Sie liegt am niedrigsten für die unlegierten perlitischen und überperlitischen Stähle. Sind diese jedoch, besonders mit karbidbildenden Elementen, legiert, so muß in vielen Fällen als Härtetemperatur eine solche gewählt werden, die zur Auflösung der Karbide mit Sicherheit ausreichend ist. So ist für Kugellagerstahl mit 1,0 % C und 1,5 % Cr für Oelhärtung eine Härtetemperatur von immerhin 840° erforderlich, obwohl die A_1 -Umwandlung dieses Stahles bei etwa 740 bis 750° liegt.

Ein weiterer Versuch sollte der Nachprüfung dienen, wie weit die Abkühlung von der zur Auflösung der Karbide erforderlichen Temperatur bis zum A_1 -Punkt langsam erfolgen kann, ohne daß der Stahl an Härteannahme verliert. Zu diesem Zweck wurden Scheiben von 60 mm Dmr. und 15 mm Dicke einer Schmelze von Kugellagerstahl mit 1,02 % C, 0,24 % Si, 0,36 % Mn, 1,52 % Cr in einem Härteofen auf 850° erwärmt. Zehn Scheiben wurden nach einem Ausgleichen von 15 min von dieser Temperatur in Oel abgehärtet, zehn weitere Proben wurden in einen Ofen von 730° übergeführt,

Zahlentafel 12. Härteannahme von Scheiben aus Kugellagerstahl nach verschiedener Härtung.

Behandlung	Rockwell-C-Härte	
	Rand	Kern
850°/Oel	62	60
850° bis 730°/Ofen, 730°/Wasser	64	63
Nur 730°/Wasser	45	40

nach dem Ausgleichen 0,5 h auf dieser Temperatur gehalten und in Wasser abgeschreckt. Zum Vergleich wurden zehn Proben nur auf 730° erwärmt und ebenfalls in Wasser abgeschreckt. Geprüft wurde die Härteannahme von Rand und Kern als Rockwell-C-Härte, sodann wurden die Scheiben zur Beurteilung des Bruchgefüges gebrochen und auf Mikrogefüge geprüft. Die Ergebnisse, Mittelwerte aus je 10 Versuchen, sind in *Zahlentafel 12* zusammengestellt.

Bild 10 zeigt das Bruchgefüge der Scheiben nach diesen drei verschiedenen Wärmebehandlungen, und zwar links von 850° in Oel gehärtet, in der Mitte von 850° in einen Ofen von 730° übergeführt, nach 0,5 h in Wasser gehärtet und rechts nur von 730° in Wasser gehärtet. Sowohl die Härteprüfung als auch die Härtebruchprobe ergab, daß bei Kugellagerstahl der Bereich von der zur Auflösung der Karbide erforderlichen Temperatur bis 730° langsam durchlaufen werden kann, eine Härtung von nur 730°, wie zu erwarten, jedoch keine befriedigende Härteannahme ergibt. Durch Gefügeuntersuchung konnte bei der Probe nach der Behandlung mit teil-

weiser Abkühlung im Ofen keine stärkere Karbidausscheidung festgestellt werden.

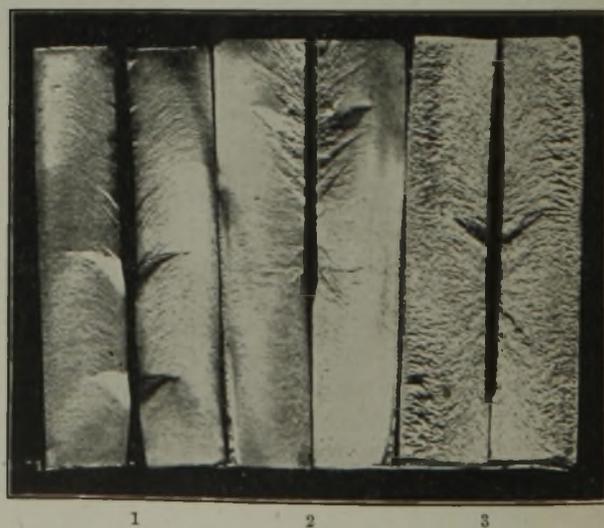


Bild 10. Bruchgefüge von Kugellagerstahl.

- 1 = von 850° in Oel gehärtet.
- 2 = von 850° im Ofen 0,5 h bei 730° gehalten, dann in Wasser gehärtet.
- 3 = von 730° in Wasser gehärtet.

Danach steht fest, daß zur vollen Härteannahme unterperlitische Stähle den Bereich zwischen A_3 und A_1 und perlitische oder überperlitische Stähle den zur Auflösung der Karbide genügend hoch über A_1 gewählten Bereich bis zur A_1 -Umwandlung langsam durchlaufen können und erst dann für die Härtung abgeschreckt werden müssen. Während für überperlitische Stähle im Gefüge eine vermehrte Karbidausscheidung für diese Art der Abkühlung nicht festzustellen war, tritt bei unterperlitischen Stählen eine Ferritausscheidung auf, die auf Härteannahme und mechanische Vergütungswerte keinen Einfluß hat. Die Ferritausscheidung bei unterperlitischen Stählen kann durch einen Zusatz von Vanadin unterdrückt und durch einen Zusatz von Aluminium stark verzögert werden. Der hierzu erforderliche Zusatz von Vanadin oder Aluminium kann dadurch ersetzt werden, daß die verlangsamte Abkühlung nicht bis A_1 , sondern nur bis A_3 erfolgt.

Eine solche Härtung, bei der auch keine Streuungen der Härteannahme beobachtet werden konnten, ermöglicht es, zu einem schrofferen Härtemittel zu greifen, nachdem die schroffe Abkühlung erst bei tiefer gelegenen Temperaturen einsetzt. Durch das schroffere Härtemittel wird die Durchhärtung oder Durchvergütung erhöht. Dadurch, daß die schroffe Abkühlung nur noch von dieser Temperatur erfolgen muß, ist die Möglichkeit gegeben, das Schmiede- oder Walzgut unmittelbar von der Warmformgebung her, die stets bei höheren Temperaturen als beispielsweise 730° erfolgt, mit oder auch ohne Ausgleichofen abzuhärten.

Bereits bei den Baustählen fiel auf, daß die Ferritausscheidung mit zunehmendem Gehalt an Karbidbildnern abnimmt. Die Wirkung der karbidbildenden Elemente auf die Ferritausscheidung wurde an einem Warmarbeitsstahl von 0,25 % C, 1,5 % Cr und 4,5 % W bestätigt. Dieser

Chrom-Wolfram-Stahl zeigte nach Ueberführen von 1050° in einen Ofen von 850° und nachfolgendem Abschrecken in Wasser keine Ferritausscheidung. Ein weiterer Versuch mit dem vanadinhaltigen Stahl B der *Zahlentafel 7* ergab, daß die Ferritausscheidung dann auftrat, wenn er nur auf 850° erwärmt und in einen Ofen von 730° übergeführt und dann abgeschreckt wurde. Sie wurde hingegen vermieden durch eine Steigerung der Erwärmungstemperatur auf 880° . Danach dürfte feststehen, daß in Lösung übergeführte Karbide von stark karbidbildenden Elementen die Ferritausscheidung unterdrücken. Die Wirkungsweise des Aluminiums, das die Ferritausscheidung nicht völlig zu unterdrücken, wohl aber zu verzögern vermag, findet hiernach allerdings keine Erklärung. Man könnte annehmen, daß sie in der Gefüge- und Kornverfeinerung zu suchen ist.

Zusammenfassung.

Zur vollen Härteannahme können sowohl unterperlitische als auch überperlitische Stähle von der bisher üblichen Härtetemperatur bis zum A_1 -Punkt langsam abgekühlt werden, und erst dann muß die schroffe Abkühlung einsetzen. Während durch diese Behandlung bei überperlitischen Stählen keine vermehrte Karbidausscheidung beobachtet werden konnte, trat bei unterperlitischen Stählen eine Ferritausscheidung an den Korngrenzen ein, die auf die volle Härteannahme und die mechanischen Vergütungseigenschaften keinen Einfluß ausübt. Die Ferritausscheidung ließ sich durch einen Zusatz von Vanadin oder durch andere starke Karbidbildner unterdrücken oder durch einen Zusatz von Aluminium verzögern. Wurde als unterste Temperatur für die verlangsamte Abkühlung der A_3 -Punkt statt A_1 -Punkt gewählt, so ließ sich die Ferritausscheidung auch ohne Vanadin- oder Aluminiumzusatz verhindern.

Der Wärmeschutz und das Verhalten gegenüber Feuchtigkeit von Wänden aus Hüttensteinen und Hüttenschwemmsteinen.

Von J. S. Cammerer in Tutzing (Oberbayern).

(Untersuchungen an einem Versuchsbau und im Laboratorium. Wärmeleitzahl in Abhängigkeit vom Raumgewicht. Einfluß des Rohstoffs und der Herstellungsweise auf die Feuchtigkeitsaufnahme von Hüttensteinen und Hüttenschwemmsteinen. Einwirkung der Steingröße, des Mörtels und des Verputzes auf den Wärmeschutz. Bedeutung von Himmelsrichtung, Beheizung und Lüftung.)

Der Wärmeschutz von Hüttensteinen und Hüttenschwemmsteinen ist heute von besonderer Bedeutung, weil die Erzeugung dieser Steine verhältnismäßig leicht gesteigert werden kann. Im Anschluß an umfangreiche Versuche an den hauptsächlichsten Arten von Vollsteinwänden¹⁾ wurden deshalb mit Unterstützung der Stiftung für Forschungen im Wohnungs- und Siedlungswesen, Berlin, und der Fachgruppe Hochofenschlacke, Düsseldorf, die Erzeugnisse einer größeren Anzahl von Hüttenwerken auf ihren Wärmeschutz untersucht. Ein gleichzeitiges Versuchsprogramm, das im Auftrage des Reichsamtes für Wirtschaftsausbau, Berlin, über die Eignung der Vollsteinarten zu Kühlhausbauten durchgeführt wird, ließ es notwendig erscheinen, das Verhalten dieser Steine gegenüber einer Feuchtigkeitseinwirkung besonders gründlich zu untersuchen. Auch über diese Messungen soll nachstehend berichtet werden. Allen unterstützenden Stellen sei auch an dieser Stelle gedankt.

Um einen möglichst gründlichen Einblick in die wärmeschutztechnischen Gesetzmäßigkeiten zu erhalten, wurde die Wärmeleitfähigkeit in dreifacher Weise bestimmt: an praktisch ausgeführten Wänden in einem Sonderbau zur

Feststellung des Einflusses der Umgebungs- und Betriebsbedingungen (z. B. der Himmelsrichtung, der Beheizung und Lüftung), an Versuchswänden im Laboratorium zur Nachprüfung und Vertiefung der praktischen Messungen und endlich an lufttrockenen Steinen allein. Wie im vorerwähnten Hauptbericht eingehend begründet wurde, war das größte Gewicht auf die Versuche an Wänden im Bau zu legen, zu denen bisher nirgends eine gleich günstige Gelegenheit geboten war. Denn die vielfachen Messungen des Verfassers und anderer Forscher an einzelnen Häusern sind von nicht nachprüfbareren Zufallsverhältnissen beeinflusst, lassen also die planmäßige Trennung vieler Einflüsse nicht zu. *Bild 1* zeigt die Lage der Versuchswände und den Gesamtgrundriß des Baues, *Bild 2* Wände des Hofteiles im Bau. Die Wandgröße wurde bei den meisten Wänden zu etwa 8 bis 10 m² gewählt, bei einigen bis zu 15 m². Diese Größe läßt, wie Vergleichsversuche gezeigt haben, eine Meßgenauigkeit von $\pm 5\%$ zu, während man bei üblichen Messungen an ausgeführten Häusern eine Meßgenauigkeit bis zum doppelten Betrag in Rechnung zu setzen hat. *Bild 3* zeigt die Meßeinrichtung. Auf die Versuchswand wird eine Wärmeflußmeßplatte von 50 × 50 cm² Größe aufgebracht, die aus einer geeichten, beiderseits mit einer großen Anzahl

¹⁾ Cammerer, J. S.: Dtsch. Bauztg. 75 (1941) S. 789/95.

von Thermolementen versehenen Gummiplatte besteht. Dadurch erhält man die durch die Wand hindurchgehende Wärmemenge. Seitenstreifen derselben

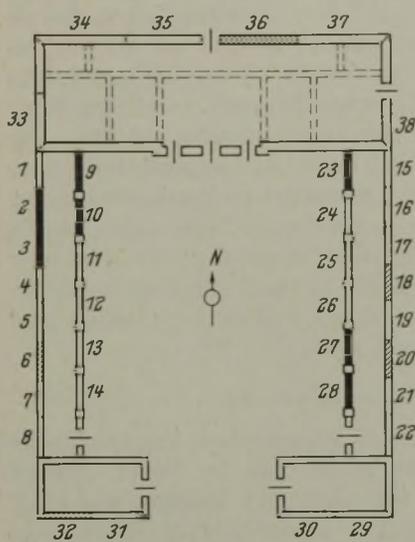


Bild 1. Lage der Versuchswände. (Wandnummern vgl. Zahlentafel 1. Schraffierte Wände: Hüttenchwemmsteine, schwarze Wände: Hüttensteine.)

Breite sorgen für ein gleichmäßiges Temperaturfeld an der Meßstelle. Außerdem werden die Wandoberflächen-temperaturen mit gesonderten Thermolementen bestimmt, und die Wandstärke wird ermittelt. Daraus läßt sich die Wärmeleitfähigkeit des Mauerwerks errechnen. Wegen Einzelheiten der Meßweise sei auf das Schrifttum²⁾, wegen der besonderen

Versuchsüberlegungen auf die Hauptarbeit¹⁾ verwiesen. Die Laboratoriumsmessungen wurden vom Forschungsheim für Wärmeschutz in München durchgeführt. Soweit dort die Steine im lufttrockenen Zustand geprüft wurden, wurde das Plattengerät von R. Pönsgen verwendet.

In Zahlentafel 1 sind außer der Steinart eine laufende Nummer und die Wandnummer angegeben, um die Angaben in den späteren Zahlentafeln miteinander vergleichen

zu können. Zahlentafel 2 enthält die Steinabmessungen, die Gesamtwandstärke, die Himmelsrichtung der praktischen Versuchswände und die Versuchsart. Sämtliche Wände wurden mit Kalkmörtel aufgeführt.



Bild 2. Versuchswände an der Hofinnenseite.

Die Heizungs- und Lüftungsverhältnisse der Wände wurden verschieden gehalten, um einen etwaigen Einfluß dieser Größen feststellen zu können. Zahlentafel 3 gibt einen Ueberblick der Verteilung der Wände des Gesamtbaues in dieser Hinsicht.

Besondere Aufmerksamkeit war den Feuchtigkeitsfeststellungen zu widmen, deren Ergebnisse in den Zahlentafeln 4 und 5 sowie für die Mittelwerte in den Zahlentafeln 6 und 7 angegeben sind. Die Feuchtigkeit der einzelnen

Wandteile wurde durch Entnahme von Proben und Trocknen bestimmt. Zur Prüfung, ob die Feuchtigkeit über die ganze Wandfläche wenigstens so weit gleichmäßig ist, daß die entnommenen Proben für die Meßfläche des Wärmeflußmessers genügend genau die mittlere Wandfeuchte liefern, wurden an einigen Wänden zwei oder drei Proben in Abständen bis zu 1 m herausgenommen. Die Uebereinstimmung der Feuchtigkeit der einzelnen Proben ist nach Zahlentafel 5 für die Hüttensteine durchaus befriedigend.

²⁾ Siehe z. B. Cammerer, J. S.: Die konstruktiven Grundlagen des Wärme- und Kälteschutzes im Wohn- und Industriebau. Berlin 1936.

Wandteile wurde durch Entnahme von Proben und Trocknen bestimmt. Zur Prüfung, ob die Feuchtigkeit über die ganze Wandfläche wenigstens so weit gleichmäßig ist, daß die entnommenen Proben für die Meßfläche des Wärmeflußmessers genügend genau die mittlere Wandfeuchte liefern, wurden an einigen Wänden zwei oder drei Proben in Abständen bis zu 1 m herausgenommen. Die Uebereinstimmung der Feuchtigkeit der einzelnen Proben ist nach Zahlentafel 5 für die Hüttensteine durchaus befriedigend.

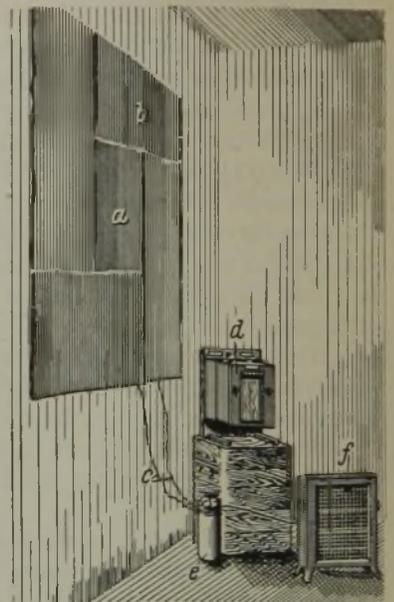


Bild 3. Versuchseinrichtung.

- a = Wärmeflußmesser,
- b = Seitenstreifen zum Wärmeflußmesser,
- c = Thermolemente,
- d = Sechsfarbensreiber,
- e = Eisstelle der Thermolemente,
- f = elektrischer Ofen.

Zahlentafel 1. Herstellerwerke der untersuchten Steine.

Lfd. Nr.	Wandnummer	Hersteller	Lfd. Nr.	Wandnummer	Hersteller
Hüttenchwemmsteine (nach DIN 399)			Hüttensteine HS 150 (nach DIN 398)		
1	20	Werk A	6	28	Werk E
2	6	Werk A	7	—	Werk E
3	36	Werk B	8	—	Werk E
4	18	Werk C	9 ¹⁾	23	Werk F
Sonder-Hüttenchwemmsteine (nach DIN 399)			Hüttensteine HS 100 (nach DIN 398)		
5	32	Werk D	10	27	Werk G
			11	10	Werk H
			12	2	Werk H
			13	9	Werk J
			14	3	Werk A
			15	—	Werk A

¹⁾ Die Steine wurden beim Versand durch den Hersteller mit Steinen HS 100 und HS 50 geringerer Festigkeit vermischt.

Zahlentafel 2. Uebersicht über die Versuchswände.

Lfd. Nr.	Nr. der Wand	Steinart	Steinmaße	Gesamtwandstärke	Himmelsrichtung	Versuchsart ¹⁾
			cm · cm · cm			
1	20	Hüttenchwemmstein	25 · 12 · 9,5	28,8	O	P
2	6	Hüttenchwemmstein	25 · 12 · 9,5	28,4	W	P
3	36	Hüttenchwemmstein	25 · 12 · 9,5	28,7	N	P
4	18	Hüttenchwemmstein	25 · 12 · 9,5	29,0	O	P
5	32	Sonder-Hüttenchwemmstein	25 · 12 · 9,5	29,3	S	P
6	28	Hüttensteine HS 150	25 · 12 · 6,5	40,0	W	P
7	—	Hüttensteine HS 150	25 · 12 · 6,5	41,0	—	L
8	—	Hüttensteine HS 150	25 · 13 · 6,5	—	—	L _{ST}
9	23	Hüttensteine HS 150	25 · 12 · 6,5	40,5	W	P
10	27	Hüttensteine HS 100	25 · 12 · 6,5	40,7	W	P
11	10	Hüttensteine HS 100	25 · 12 · 6,5	40,3	O	P
12	2	Hüttensteine HS 100	25 · 12 · 6,5	28,2	W	P
13	9	Hüttensteine HS 100	25 · 12 · 6,5	40,3	—	—
14	3	Hüttensteine HS 100	25 · 12 · 6,5	27,7	—	—
15	—	Hüttensteine HS 100	25 · 12 · 6,5	—	—	L

¹⁾ P = Versuch an praktisch ausgeführten Wänden.
L_{ST} = Laboratoriumsversuch an luftgetrockneten Steinen.
L = Laboratoriumsversuch an einer Wand.

Zahlentafel 7. Raumgewicht, Feuchtigkeit und Wärmeleitfähigkeit der Versuchswände.

Lfd. Nr.	Nr. der Wand	Steinart	Raumgewicht der Steine kg/m ³	Himmelsrichtung	Versuchsart ¹⁾	Feuchtigkeit der		Mittlere Temperatur der Wand °C	Wärmeleitfähigkeit der Wand gemessen kcal/m h °C	Wärmeleitfähigkeit der Wand bei 10 °C kcal/m h °C
						Steine Raumprozent	Gesamtwand Raumprozent			
Hüttschwemmsteine										
1	20	Hüttschwemmstein	955	O	P	6,8	5,3	18,9	0,345	0,338
2	6	Hüttschwemmstein	1035	W	P	7,0	5,2	15,0	0,370	0,365
3	36	Hüttschwemmstein	1000	N	P	10,9	10,1	21,7	0,332	0,323
4	18	Hüttschwemmstein	950	O	P	15,6	13,6	10,4	0,345	0,345
5	32	Sonder-Hüttschwemmstein	955	S	P	6,6	5,5	27,1	0,335	0,322
Hüttensteine										
6	28	Hüttensteine HS 150	2030	W	P	4,3	4,8	12,2	0,52	0,52
7	—	Hüttensteine HS 150	1910	—	L	2,2	2,3	10,9	0,52	0,52
9	23	Hüttensteine HS 150 ²⁾	1975	W	P	17,2	13,1	8,8	0,70	0,70
10	27	Hüttensteine HS 100	1570	W	P	18,1	14,2	7,5	0,67	0,67
11	10	Hüttensteine HS 100	1620	O	P	15,1	11,5	9,2	0,62	0,62
13	9	Hüttensteine HS 100	1740	O	P	16,2	12,2	10,6	0,60	0,60
14	3	Hüttensteine HS 100	1690	W	P	14,8	10,4	14,1	0,57	0,57
12	2	Hüttensteine HS 100	1900	W	P	15,8	11,1	9,8	0,55	0,55

¹⁾ Abkürzung vgl. Zahlentafel 2.

²⁾ Die Steine wurden beim Versand durch den Hersteller mit solchen von HS 100 und HS 50 geringerer Festigkeit vermischt. Die Wärmeleitfähigkeit wurde an verschiedenen Stellen der Wand mit Werten zwischen 0,57 und 0,82 kcal/m h °C gefunden.

zahl von Baustoffen in Abhängigkeit von Raumgewicht und Feuchtigkeitsgehalt aufgestellt³⁾, so daß ein Vergleich der Versuchsergebnisse mit diesen allgemeinen Erfahrungswerten aufschlußreich ist. Deshalb sind in *Zahlentafel 8* die auf dieser Grundlage errechneten Wärmeleitfähigkeiten den gemessenen gegenübergestellt, wobei als Durchschnittsfeuchtigkeiten 1,7 Raumprozent für Ziegel und 7 Raumprozent für alle anderen Baustoffe angenommen ist. Schon wegen dieser Annahme kann man eine völlig genaue Übereinstimmung zwischen den Meßwerten und diesen Normalwerten nicht erwarten. Auch ist zu bedenken, daß die all-

Die Übereinstimmung zwischen den Meßwerten in der Praxis und denen im Laboratorium ist unter Berücksichtigung der etwas verschiedenen Feuchtigkeitsgehalte überraschend gut.

Die Übereinstimmung zwischen den praktischen Meßwerten und den berechneten Erfahrungswerten hält sich mit drei Ausnahmen innerhalb einer Streuung von $\pm 18\%$, ist also ebenfalls sehr befriedigend. Bei den Ausnahmen handelt es sich um die Hüttensteine HS 150 und HS 100, die in der Rechnung zu ungünstig erfaßt werden, und um die Kalksandsteine und Hartbrandziegel, die nach den Er-

Zahlentafel 8. Durchschnitt der gemessenen und berechneten Wärmeleitfähigkeiten aller untersuchten Steinarten bei +10°.

Steinart	Gemessen			Berechnet		Abweichung des Rechnungswertes vom Meßwert %
	Raumgewicht kg/m ³	Feuchtigkeit	Wärmeleitfähigkeit kcal/m h °C	Feuchtigkeit	Wärmeleitfähigkeit kcal/m h °C	
		Raumprozent		Raumprozent		
1. Nach den praktischen Messungen						
Ziegel normal	1670	1,55	0,64	1,7	0,59	— 8
Hartbrandziegel	1885	1,7	1,11	1,7	0,71	— 36
Ziegel porig	1230	1,1	0,44	1,7	0,42	— 4,5
Kalksandsteine	1760	8,3	1,00	7	0,78	— 22
Zementschwemmsteine	725	5,0	0,296	7	0,31	+ 5
Sonderzementschwemmsteine	722	6,1	0,352	7	0,31	— 12
Hüttschwemmsteine	985	8,5	0,342	7	0,40	+ 17
Sonderhüttschwemmsteine	955	5,5	0,322	7	0,38	+ 18
Hüttensteine HS 150	2030	4,8	0,52	7	1,00	+ 93
Hüttensteine HS 100	1706	11,9	0,60	7	0,75	+ 25
Schlackensteine	1147	4,6	0,48	7	0,47	— 2
Sonderschlackensteine	1345	6,0	0,53	7	0,53	0
Porenbetonsteine	1010	7,5	0,46	7	0,40	— 13
2. Nach den Laboratoriumsmessungen						
Hartbrandziegel	1952	1,4	0,99			
Ziegel porig	1279	1,0	0,44			
Kalksandstein schwer	1884	4,9	1,15			
Zementschwemmsteine	720	4,1	0,293			
Hüttensteine HS 150	1910	2,3	0,52			
Schlackensteine	1357	3,3	0,545			

gemeinen Erfahrungswerte infolge des Einflusses von Gefügeunterschieden bei einem bestimmten Raumgewicht um $\pm 20\%$ gegenüber dem Mittelwert schwanken können. Unter dieser Voraussetzung lassen sich aus *Zahlentafel 8* folgende Schlüsse ziehen:

³⁾ Cammerer, J. S.: Wärme- u. Kältetechn. 41 (1939) S. 126/35.

fahrungswerten günstiger sein müßten. Auch die Hüttschwemmsteine, die zwar innerhalb des Erfahrungsspielraums liegen, sind, wie die Hüttensteine, ebenfalls besser, als den allgemeinen Werten entspricht.

Die festgestellte Abweichung der Meßwerte von den Durchschnittswerten ist für die Kalksandsteine schon bekannt. Der Grund liegt in der hohen Wärmeleitfähigkeit des verwendeten Quarzsandes, die infolge der kristallinen Form des Sandes mindestens doppelt so hoch wie bei amorphen Baustoffen ist. Umgekehrt wird man die in der Hauptarbeit erstmals praktisch festgestellte sehr günstige Abweichung der Hüttensteine und Hüttschwemmsteine von den berechneten Werten wohl darauf zurückzuführen haben, daß die festen Bestandteile glasig sind. Glas hat bekanntlich eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,6 kcal/m h °C, während man für Kalkstein mit 1,2, für sonstige feste Gesteine mit etwa 2,8 und für Quarzit mit 5,2 kcal/m h °C zu rechnen hat. Die hohe Wärmeleitfähigkeit der Hartbrandziegel dürfte aus der stärkeren Sinterung zu erklären sein. Man weiß, daß bei gleichem Raumgewicht Steine, deren

Poren als kugelige Luftinschlüsse in einem dichten Skelett verteilt sind, eine doppelt so hohe Wärmeleitzahl haben wie Steine, bei denen die festen Bestandteile körnig aneinander gebunden sind, sich also nur punktweise berühren.

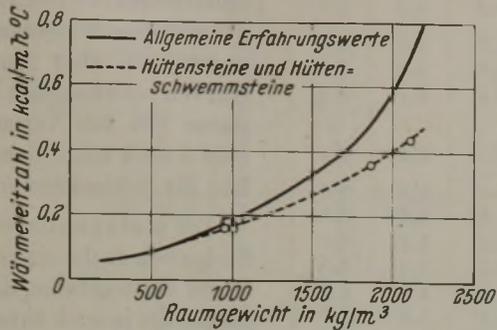


Bild 4. Wärmeleitzahl im lufttrockenen Zustand.

Wenn die vorstehende Erklärung des günstigen Ergebnisses für die Hüttensteine richtig ist, so muß die Wärmeleitzahl auch im trockenen Zustand der Steine unter dem mittleren Durchschnittswert der anderen Baustoffe liegen. Zur Prüfung wurden die in *Zahlentafel 6* angegebenen Versuche an Steinen allein durchgeführt, bei denen also der Mörtel einfluß auf den Wärmeschutz von Wänden ausgeschaltet ist. In *Bild 4* ist in das Schaubild der normalen Abhängigkeit der Wärmeleitzahl vom Raumgewicht die Kurve für Hüttensteine eingezeichnet, wie sie sich aus diesen Versuchen für den lufttrockenen Zustand der Steine mit einem Wassergehalt von etwa 2 bis 3 Raumprozent bestimmt. In der Tat zeigt sich, daß die an den ausgeführten Wänden gefundenen günstigen Werte der *Zahlentafel 7* nicht etwa auf einen für Hüttensteine niedrigeren Feuchtigkeitseinfluß auf die Wärmeleitzahl zurückzuführen sind, sondern darauf, daß die Wärmeleitzahl schon im lufttrockenen Zustand niedriger ist, als den allgemeinen Erfahrungswerten entspricht.

Für Hüttschwemmsteine muß die günstige Wirkung des Rohstoffes auf die Wärmeleitzahl geringer sein als bei Hüttensteinen, weil der Einfluß der Luftinschlüsse überwiegt. Für sehr niedrige Raumgewichte muß die Kurve für Hüttensteine und Hüttschwemmsteine theoretisch in die allgemeine Kurve übergehen. Führt man auf rechnerischem Wege die in *Zahlentafel 7* aufgeführten Wärmeleitahlen der Versuchswände aus Hüttschwemmsteinen auf die Wärmeleitahlen der Steine im lufttrockenen Zustand zurück, so ergibt sich, daß diese umgerechneten Versuchspunkte gemäß *Bild 4* etwas unter der allgemeinen Kurve liegen. Trotz der unvermeidlichen Ungenauigkeit einer solchen Umrechnung bestätigt sich also auch für Hüttschwemmsteine der günstige Einfluß der Hochofenschlacke.

Verhalten gegenüber Feuchtigkeit.

In den Wänden aller Gebäude ist auch bei Ausschluß irgendwelcher Baufehler und bei ordnungsgemäßem Betrieb stets ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt vorhanden, für den man nach den bisherigen Erfahrungen die in *Zahlentafel 9* genannten Werte annehmen kann.

Die Feuchtigkeit der untersuchten Wände aus Hüttensteinen und Hüttschwemmsteinen ordnet sich ungefähr in diese Angaben ein, wie ein Vergleich mit den Angaben in *Zahlentafel 7* zeigt. Vielfach liegt allerdings der Wassergehalt bei Werten, die sonst nur für ungünstige Verhältnisse zu erwarten sind. Andererseits zeigt z. B. der Hüttenstein HS 150 (von Werk E) eine ausgesprochen geringe Feuchtigkeit. Nach den Versuchsbeobachtungen können bei den

Hüttensteinen schon innerhalb einer Lieferung recht verschiedene Raumgewichte vorkommen. Damit ist auch ein sehr unterschiedliches Verhalten gegenüber Feuchtigkeit möglich. Da die Klärung dieser Frage für den Kühlhausbau von großer Bedeutung ist, so wurden sämtliche verwendeten Steine auf kapillares Wasseransaugen untersucht.

Die Prüfweise wurde der zur Zeit bei Kälteschutzstoffen üblichen angeglichen, wobei die Probe steine mit ihrer kleinsten Fläche in ein Wasserbad von 5 cm Tiefe getaucht und durch eine übergestülpte Blechhaube vor Verdunstung

Zahlentafel 9. Feuchtigkeitsgehalt von Wänden.

Steinart	Feuchtigkeitsgehalt in Raumprozent		
	günstige Bauverhältnisse (Zwischenwände)	normale Bauverhältnisse	ungünstige Bauverhältnisse (wenig beheizt)
Ziegel	0,5	1,7	3
Sonstige Baustoffe	3	7	13

des aufgenommenen Wassers geschützt werden. Die zeitliche Wasseraufnahme und die Feuchtigkeitsverteilung im Stein am Schluß des Versuches läßt dann Rückschlüsse auf das kapillare Verhalten des Stoffes zu⁴⁾.

Zahlentafel 10 enthält die aufgenommene Wassermenge in der Zeit zwischen 0,5 h und 30 Tagen. Da die Steine verschiedene Stärken haben, so sind die Ergebnisse auf 1 cm² Grundfläche umgerechnet. *Zahlentafel 11* gibt die Feuchtigkeitsverteilung über die Steinhöhe. Bei diesen Angaben ist zu berücksichtigen, daß die Meßungenauigkeit nicht unter ± 1 Raumprozent liegt, da die Zerlegung der Steine in 5 Stücke ohne Sonderwerkzeuge Schwierigkeiten bereitet. Für die vorliegenden Betrachtungen genügen aber diese Feststellungen. Zu beachten ist, daß *Zahlentafel 11* die Feuchtigkeitsverteilung nach 30 Tagen wiedergibt, also nicht etwa die Feuchtigkeitsverteilung im endgültigen Gleichgewichtszustand der Wasseraufsaugung. Sie enthält also noch den Einfluß der Schnelligkeit, mit der das Wasser hochgesaugt wird.

Der Vergleich der verschiedenen Steinarten wird erleichtert, wenn man diese Ergebnisse in Schaubildern aufträgt (*Bilder 5 bis 7*). In *Bild 5* sind aber des besseren Ueberblickes halber nicht die Einzelkurven der Steine, sondern nur die Streufelder der Steinarten eingezeichnet. Dieses Bild zeigt:

Ziegel saugen am meisten und am schnellsten Wasser hoch. Die geringste Saugfähigkeit entwickeln anscheinend im allgemeinen die Schlackensteine, doch sind hiervon nur zwei Erzeugnisse untersucht worden.

Bimsschwemmsteine und, etwas weniger ausgeprägt, Hüttschwemmsteine saugen langsam, aber nachhaltig. Schlagregen dringt also in ihnen weniger tief ein als in Ziegeln; Bodenfeuchtigkeit dagegen wird bei fehlender Feuchtigkeitsisolierung in diesen Steinen nach genügend langer Zeit im gleichen Maße hochgesaugt.

Besonders breit ist das Streufeld der Hüttensteine und Hüttschwemmsteine. Die Grenzlinien für die Hüttensteine werden von den beiden Hüttensteinen HS 150 gebildet. Zwar ist auch das Streufeld der drei Ziegelsteine breit, doch handelt es sich hierbei um Steine sehr verschiedener Porigkeit, während die Hüttensteine und Hüttschwemmsteine untereinander nicht sehr im Raumgewicht abweichen. Bei Hüttensteinen und Hüttschwemmsteinen ist also die Art des Rohstoffes oder die Herstellungsweise von großem Einfluß, d. h. man wird bei planmäßiger Forschung Steine erzeugen

⁴⁾ Cammerer, J. S.: Wärme- u. Kältetechn. 42 (1940) S. 177/81.

Zahlentafel 10. Kapillar aufgesaugtes Wasser verschiedener Vollsteine¹⁾.

Lfd. Nr.	Steinart	Raumgewicht kg/m ³	Wasseraufnahme je 1 cm ² Grundfläche in g/cm ² nach							
			0,5 h	1 h	5 h	1 Tag	3 Tagen	10 Tagen	20 Tagen	30 Tagen
1	Hüttschwemmstein	995	1,4	1,5	1,7	1,9	2,4	3,2	3,9	4,5
2	Hüttschwemmstein	1010	1,5	1,6	2,0	2,6	4,0	4,7	5,2	5,5
3	Hüttschwemmstein	1190	2,0	2,3	3,0	4,4	6,1	6,9	7,4	7,8
4	Hüttschwemmstein	1155	1,3	1,5	2,0	2,7	3,7	4,4	4,7	5,1
5	Sonder-Hüttschwemmstein	1310	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,7	4,4	4,8
6	Hüttenstein HS 150	2130	0,83	1,3	2,1	2,7	3,0	3,4	3,5	3,6
9	Hüttenstein HS 150	1990	0,32	0,36	0,41	0,42	0,53	0,65	0,69	0,72
10	Hüttenstein HS 100	1810	0,65	0,73	0,82	0,89	0,97	1,2	1,4	1,5
11	Hüttenstein HS 100	1970	0,76	0,86	1,2	1,8	1,9	2,5	2,8	3,0
12	Hüttenstein HS 100	2050	0,41	0,47	0,69	0,8	1,0	1,4	1,5	1,7
13	Hüttenstein HS 100	1930	0,30	0,38	0,67	0,91	1,2	1,4	1,8	2,1
14	Hüttenstein HS 100	1950	0,57	0,76	1,1	1,5	2,2	3,0	3,4	3,5
16	Ziegel normal	1680	1,9	2,5	4,1	6,5	6,7	7,0	7,1	7,3
17	Ziegel porig	1090	2,3	3,0	4,8	7,6	8,1	8,6	8,9	9,2
18	Hartbrandziegel	1800	1,5	2,1	3,0	4,6	4,7	4,9	5,0	5,2
19	Kalksandstein	1870	1,5	1,7	2,3	2,9	3,3	3,4	3,4	3,5
20	Kalksandstein leicht	1710	2,7	3,7	5,1	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6
21	Kalksandstein schwer	2000	1,0	1,2	1,7	2,2	2,9	3,0	3,1	3,1
22	Schwemmstein aus Naturbims ²⁾	750	1,2	1,2	1,3	1,7	2,2	3,3	3,6	4,6
23	Schwemmstein ³⁾	710	1,4	1,5	1,7	2,1	2,9	4,4	5,6	6,1
24	Sonderschwemmstein aus Naturbims	710	1,2	1,3	1,5	1,9	2,6	4,0	4,9	5,7
25	Schlackenstein	1680	1,2	1,3	1,6	1,7	1,7	2,0	2,2	2,2
26	Sonderschlackenstein	1490	1,0	1,0	1,1	1,2	1,5	1,8	1,9	2,0
27	Porenbetonstein	1110	0,9	1,1	1,8	2,8	3,6	3,8	3,9	3,9

¹⁾ Das Raumgewicht der Steine ist für den lufttrockenen Zustand festgestellt. Das wahre Raumgewicht ist also etwas niedriger. — ²⁾ Steinstärke 9,5 cm. — ³⁾ Steinstärke 14 cm.

Zahlentafel 11. Wasserverteilung in den Versuchssteinen beim Kapillarversuch nach 30 Tagen.

Lfd. Nr.	Steinart	Wassergehalt in Raumprozent je ein Fünftel Steinhöhe				
		1 im Wasser	2	3	4	5 oben
1	Hüttschwemmstein	39	37	34	29	23
2	Hüttschwemmstein	42	40	33	32	31
3	Hüttschwemmstein	45	44	43	42	38
4	Hüttschwemmstein	38	38	35	33	28
5	Sonder-Hüttschwemmstein	36	33	31	29	22
6	Hüttenstein HS 150	21	21	20	19	17
9	Hüttenstein HS 150	26	23	21	20	18
10	Hüttenstein HS 100	33	33	27	22	14
11	Hüttenstein HS 100	32	31	31	30	28
12	Hüttenstein HS 100	30	28	27	25	20
13	Hüttenstein HS 100	36	33	31	25	21
14	Hüttenstein HS 100	35	35	34	34	32
16	Ziegel normal	38	33	32	32	34
17	Ziegel porig	43	41	39	39	39
18	Hartbrandziegel	21	21	22	22	22
19	Kalksandstein normal	26	25	24	23	22
20	Kalksandstein leicht	27	27	27	26	20
21	Kalksandstein schwer	24	24	23	20	16
22	Schwemmstein aus Naturbims	40	36	24	19	17
23	Schwemmstein aus Naturbims	45	41	38	19	14
24	Sonderschwemmstein aus Naturbims	37	36	30	24	20
25	Schlackenstein	22	21	15	12	9
26	Sonderschlackenstein	21	17	11	10	7
27	Porenbetonstein	26	20	20	20	19

können, die bei Berührung mit flüssigem Wasser besonders geringe Mengen aufnehmen. Der Hüttenstein HS 150 Nr. 9 zeigt die geringste Wasseraufnahme überhaupt, aber auch die Kurven verschiedener Hüttensteine HS 100 verlaufen in Bild 5 noch unter dem Streufeld für Schlackensteine.

Die Kalksandsteine befinden sich an der oberen Grenze der Hüttensteine, denen sie im Gefüge ja auch ähneln. Nur der leichte Kalksandstein Nr. 20 liegt wesentlich höher und entspricht in seinem Verhalten den Ziegeln.

Zur Erläuterung der Bilder 6 und 7 ist folgendes vorzuschicken: Ein schwerer Stein hat an sich eine geringere Möglichkeit der Wasseraufnahme, da er ja entsprechend weniger Porenraum aufweist. Deshalb wurden die schweren Steine von den leichten getrennt. Trotzdem besteht für die beiden Steingruppen kein sehr großer Unterschied. Zum Teil wird dies daher kommen, daß bei leichten Steinen ein

erheblicher Teil des Porenraumes so große Hohlräume bildet, daß er nicht kapillar saugen kann. Je gleichmäßiger in den Bildern 6 und 7 der Wassergehalt der einzelnen Steinschichten oberhalb der Wasseroberfläche ist, um so saugfähiger sind die Kanäle der Poren, d. h. um so feiner müssen sie sein und um so weniger sind sie im Gefüge unterbrochen.

Die Ziegelsteine haben unter allen Steinen die gleichmäßigste Feuchtigkeitsverteilung, also auch die feinsten und regelmäßigsten Porenkanäle. Wenn die Bimsschwemmsteine trotz der Feinporigkeit des einzelnen Bimskornes in Bild 7 das Gegenstück darstellen, so rührt dies daher, daß jedes Bimskorn vom benachbarten durch eine verhältnismäßig dichte Zementhaut getrennt ist, so daß das Wasser von Korn zu Korn nur langsam übertragen wird. Porenbeton ähnelt den Ziegeln, doch ist der größte Teil seines Raumes nicht saugfähig, weil zu grobporig, so

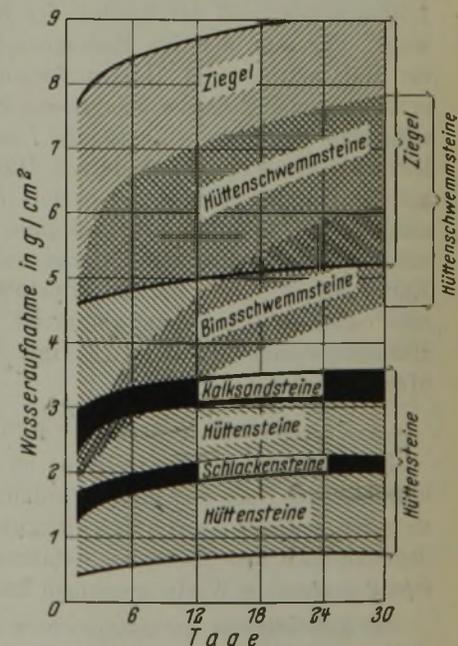


Bild 5. Wasseraufnahme von Vollsteinen.

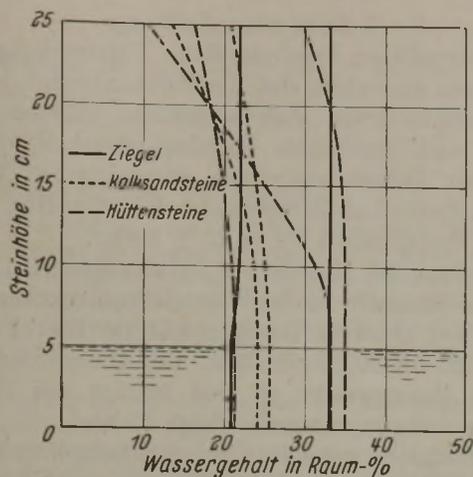


Bild 6. Aufgenommenes Wasser bei dichten Steinen.

daß er nur etwa die Hälfte der Wassermenge enthält, welche der gleich schwere porige Ziegel aufweist. Die Hüttensteine und Hütenschwemmsteine zeigen auch in den Bildern 6 und 7 wieder ein recht unterschiedliches Verhalten, wie die Kurven von je drei Erzeugnissen dartun.

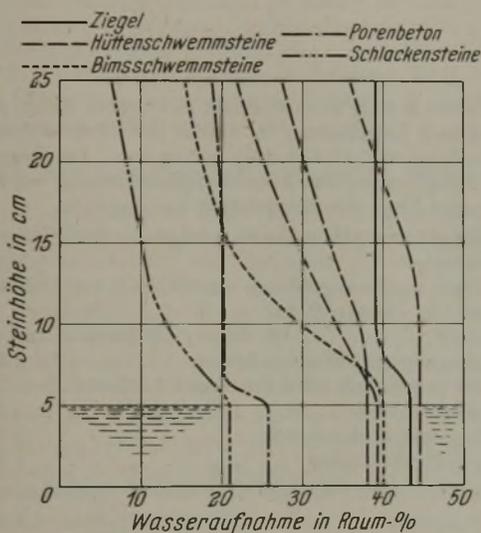


Bild 7. Aufgenommenes Wasser bei leichten Steinen.

Einfluß der Himmelsrichtung auf den Wärmeschutz.

Die vorliegenden Messungen an Hüttensteinen würden nicht ausreichen, um etwas Sicheres über den durchschnittlichen Einfluß der Himmelsrichtung auf den Wärmeschutz auszusagen, da Einzelergebnisse, wie etwa die Versuche 11 und 12, durch anderweitige Einflüsse der Beheizung, der Umgebung usw. aus dem Rahmen fallen können. Aus den Gesamtbeobachtungen ließ sich jedoch das nachstehende in der Hauptarbeit näher erläuterte Ergebnis feststellen:

- Wärmeleitfähigkeit einer Nordwand = Wärmeleitfähigkeit einer Westwand,
- Wärmeleitfähigkeit einer Ostwand = 95 % der Wärmeleitfähigkeit einer Westwand,
- Wärmeleitfähigkeit einer Südwand = 90 % der Wärmeleitfähigkeit einer Westwand.

Eine sehr große Bedeutung hat also die Himmelsrichtung für das Wärmeschutzvermögen einer Wand nicht, und man kann stets mit dem Durchschnitt der Wärmeleitfähigkeit für alle Himmelsrichtungen rechnen. Denn die Unsicherheiten, die mit der möglichen Streuung der Raumgewichte und durch die Ungleichmäßigkeiten der Rohstoffe und der Erzeugung gegeben sind, überwiegen weitaus.

Einfluß der Steingröße, des Mörtels und des Verputzes.

Fr. X. Hirschbold⁵⁾ hat schon vor längerer Zeit für den Einfluß der Steingröße, des Mörtels und des Verputzes die *Zahlentafel 12* aufgestellt, die für beliebige Wandstärken und Steinverbände benutzt werden kann. Hier ist der Zuschlag angegeben, der zur Wärmeleitfähigkeit des Steines gemacht werden muß, damit man je nach der Wärmeleitfähigkeit des Mörtels und des Verputzes die Wärmeleitfähigkeit der Gesamtwand erhält. Je größer das Steinformat, um so geringer sind natürlich die Zuschläge. Die Zuschläge sind auch um so wichtiger, je geringer die Wärmeleitfähigkeit des Steines ist. Die Wärmeleitfähigkeit von Mörtel und Putz ist in der *Zahlentafel* mit den Werten 0,6, 0,8 und 1,0 kcal/m h °C angesetzt. Der erstgenannte Wert gilt für sehr trockenen Kalkmörtel, der letztgenannte für sehr feuchten Zementmörtel. Für übliche Verhältnisse kann man etwa den Wert 0,8 annehmen. In der Tat ergibt die Prüfung der Hüttensteine HS 150 des Werkes E nach *Zahlentafel 6 und 7*:

Wärmeleitfähigkeit des Steines bei 10°C $\lambda = 0,44$ kcal/m h °C
 Wärmeleitfähigkeit der Wand im Laboratoriumsversuch $\lambda = 0,52$ kcal/m h °C

Zahlentafel 12. Zuschläge für den Mörtel- und Verputzeinfluß bei verschiedenen Steingrößen für beliebige Wandstärken und Verbandarten (nach Fr. X. Hirschbold).

Steingröße cm · cm · cm	Wärmeleitfähigkeit des Mörtels kcal/mh °C	Zuschlag zur Wärmeleitfähigkeit des Steines für Mörtel und Putz in Prozenten bei einer Wärmeleitfähigkeit des Steines von:						
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
25 · 12 · 6,5	0,6	50	30	17	9	3	-5	-11
	0,8	70	41	26	16	9	0	-7
	1,0	89	53	35	24	15	+5	-3
25 · 12 · 9,5	0,6	43	26	15	8	3	-4	-8
	0,8	58	36	23	15	8	0	-6
	1,0	73	47	31	21	14	+4	-3
25 · 12 · 14	0,6	36	22	13	7	3	-4	-8
	0,8	48	30	19	13	7	0	-6
	1,0	60	38	25	18	12	+3	-3
33 · 25 · 20	0,6	25	16	10	6	3	-3	-6
	0,8	33	21	13	9	5	0	-5
	1,0	40	25	16	11	8	+3	-3

Die beiden Werte lassen sich sehr gut miteinander vergleichen, da die Feuchtigkeit fast die gleiche ist. Sonach ist der Zuschlag für Mörtel und Putz 18 %. Aus *Zahlentafel 12* wäre für die normale Wärmeleitfähigkeit des Mörtels von 0,8 21 % zu entnehmen, eine Übereinstimmung also, wie sie besser nicht erwartet werden kann. Auch an anderen Steinarten des Hauptberichtes hat sich die *Zahlentafel* ähnlich bestätigt.

Einfluß der Beheizung und Lüftung.

Auch hier muß man wie beim Einfluß der Himmelsrichtung die Ergebnisse der Hauptarbeit mit heranziehen. Aus den dortigen *Zahlentafeln* der Feuchtigkeitsverteilung in den praktischen Versuchswänden, welche die Werte der *Zahlentafel 4* dieses Berichtes mit enthalten, läßt sich entnehmen, daß selbst die geringe Beheizung und Lüftung des östlichen kleinen Hauses (*vgl. Bild 1*) nur einen höheren Feuchtigkeitsgehalt des Innenputzes bewirkt, nicht aber von merklichem Einfluß auf die Gesamtfeuchtigkeit der Wand ist. Die sehr verschiedene Belüftung der östlichen und westlichen Versuchshalle ließ sich in der Feuchtigkeit des Innenputzes überhaupt nicht erkennen. Die sehr starke und dauernde Beheizung der Nordwände hat vielleicht

⁵⁾ Wärme- u. Kältetechn. 40 (1938) H. 7.

die geringe Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit gegenüber den Westwänden bewirkt, die in Erscheinung trat. Aber von Bedeutung ist auch dieser Unterschied nicht gewesen. Voraussetzung ist natürlich, daß die allgemeine Bautrockenheit bereits eingetreten ist. Der Austrocknungsvorgang selbst kann durch geschickte Beheizung und Belüftung beschleunigt werden.

Mit dieser Feststellung sind nicht solche Verhältnisse gemeint, bei denen es zu einer dauernden, wenn auch lange Zeit nicht sichtbaren Schwitzwasserbildung an den Wänden kommt. Ein häufiges Beispiel ist, wenn ein warmer geheizter Raum, besonders mit hoher Luftfeuchtigkeit, z. B. eine Küche, durch eine Tür mit einem nichtbeheizten Zimmer, etwa einem Schlafzimmer, verbunden ist. Selbst wenn der Wärmeschutz der Außenwände dieses Zimmers reichlich ist, muß es an diesen infolge der Wasserdampfdiffusion aus dem Warmraum zu einem dauernden Feuchtigkeitsniederschlag kommen. Die Gefahr zu solchen Vorkommnissen ist natürlich bei knappen Heizstoffen besonders gegeben. Vor solchen Durchfeuchtungen ist kein Baustoff sicher. Die Wasseranreicherung kann bis zu einem Viertel des Gesamtwandinhalt erreichen.

Umschau.

Außergewöhnliche Leistung eines Hochofens.

Am 9. Januar 1942 wurde bei der Firma Hoesch A.-G., Dortmund, der Hochofen IV ausgeblasen, der durch seine lange Ofenreise von fast 14 Jahren und eine bisher nicht erreichte Gesamtproduktion besondere Beachtung verdient, so daß hier einige Bau- und Betriebswerte wiedergegeben werden sollen.

Das Profil und die Abmessungen sind aus Bild 1 zu ersehen. Der Ofen arbeitete mit 10 Blasformen und doppelseitiger Windzuführung. Er war 1926 neu zugestellt worden; die Begichtung erfolgte durch Schrägaufzug mit Trichterkübel.

Bodenstein, Gestell und Rast waren in Kohlenstoffsteinen, der Schacht in Schamottemauerwerk mit mittlerem Steinformat ausgeführt. Der Stahlgußpanzer um Bodenstein und Gestell hatte eine Stärke von 100 mm und bis zur Höhe der Schlackenform eine 150 mm dicke, mit dem Preßlufthammer festgestampfte Hinterfüllung aus Teermasse. Der Rastpanzer bestand aus 40 mm starken genieteten Flußstahlblechen und reichte bis zum Schachttragring, wo er durch einen starken Winkelstahlring angeschlossen war. Der Schacht war durch Flachstahlbänder gepanzert, die im Umfang durch acht ungefähr bis zur Gicht reichende Stahlgußsäulen gehalten wurden. Zwischen den Bändern lagen 22 Reihen dicht aneinander gefügter offener Kühlkästen aus Hämatit.

Bemerkenswert ist die Gichtweite von 6 m, die zur Zeit der Inbetriebnahme (1928) in Deutschland noch nicht üblich war. Die große Gichtweite hat sich in Verbindung mit der doppel-seitigen Windzuführung außerordentlich gut bewährt, allerdings erst nachdem der Erzdurchgang zwischen Ofenwandung und Verteiler von 600 mm auf 1000 mm aufgeweitet worden war. Der Ofen IV hatte stets gegenüber den übrigen gleich großen Oefen mit 5,2 m Gichtweite bei gleichen Betriebsbedingungen, wie Möllierzusammensetzung und Windbelastung, eine um 0,2 Atm. niedrigere Windpressung und einen gleichmäßigeren Gang. Windtemperaturen bis zu 900° vertrug dieser Ofen ohne Schwierig-

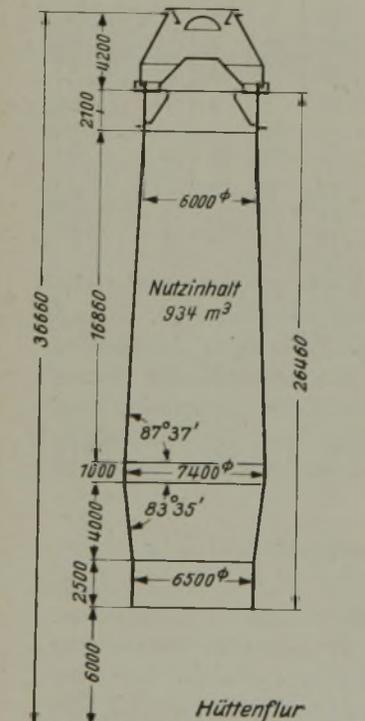


Bild 1. Hochofen IV nach dem Umbau 1926.

keiten. Ferner konnte er vorteilhaft mit hohem Anteil an Sinter sowie an armen Inlanderzen im Möller betrieben werden, wobei die Verstaubung verhältnismäßig gering war. Im Gegensatz zu sonstigen Erfahrungen war keine Verschlechterung des Koksverbrauchs gegen Ende der Betriebszeit festzustellen.

Zusammenfassung.

Als wesentliches Ergebnis dieser Untersuchung ist die Feststellung anzusehen, daß die Hüttensteine jeder Erzeugungstätte trotz durchschnittlich höherem Raumgewicht und größerem Feuchtigkeitsgehalt bei der praktischen Verwendung einen günstigeren Wärmeschutz aufweisen als Ziegelwände. Für einzelne Hüttensteine ist das Ergebnis bis zu 25 % besser.

Gegenüber den allgemeinen Erfahrungswerten für anorganische Baustoffe ist die Wärmeleitfähigkeit trockener Hüttensteine bei gleichem Raumgewicht im Durchschnitt um etwa 25 bis 30 % niedriger. Der Unterschied nimmt mit dem Raumgewicht ab und beträgt bei Hütten-schwemmsteinen nur mehr einige Prozent.

Das Verhalten gegenüber Feuchtigkeitseinwirkung ist bei Hüttensteinen und Hütten-schwemmsteinen je nach Herkunft sehr unterschiedlich. Auch hier könnte offenbar durch planmäßige Entwicklung der Erzeugung ebenfalls ein sehr günstiges Ergebnis im Vergleich mit anderen Baustoffen erzielt werden. Die verschiedenen Himmelsrichtungen der Wände sowie Heizung und Lüftung der Räume haben keine wesentliche praktische Bedeutung.

Für die gesamte Ofenreise sind folgende Betriebskennzahlen von Bedeutung:

Der Ofen wurde angeblasen am 23. Februar 1928 und ausgeblasen am 9. Januar 1942.

Betriebsdauer	13 Jahre, 10 Monate und 14 Tage
Gesamtproduktion an Thomasroheisen	3 379 888 t
davon aus armen Inlanderzen sauer erschmolzenes Thomasroheisen	153 000 t
Gesamt-Trockenkoksdurchsatz	3 299 934 t
Gesamter Möllerdurchsatz	7 540 211 t

Hierzu sind noch folgende Einzelheiten bemerkenswert:

	31. Okt. 1933	1. bis 31. Okt. 1933
Höchste Tageserzeugung	1412 t	
(wirklich erzeugt)		
Abgestochen in 24 h	1471 t	
Höchste Monatserzeugung		35 800 t
Durchschnittserzeugung je Kalendertag		1 155 t
Trockenkoksdurchsatz	1156 t	32 858 t
Möllerdurchsatz		
Erze und Schlacken	2638 t	72 187 t
Kalkstein	240 t	6 396 t
Stahlbären und Späne	26 t	744 t
zusammen	2904 t	79 327 t

Möllierzusammensetzung

	31,8 %	33,8 %
Kiruna-D	31,8 %	33,8 %
Gellivare-Stückerz	9,1 %	9,3 %
Blötberg-Magnetit	10,9 %	10,7 %
Wabana	18,2 %	19,5 %
Kalkminette	7,3 %	8,2 %
Sinter	—	0,5 %
Rostspat	6,8 %	4,7 %
Siemens-Martin-Schlacke	6,8 %	9,1 %
Sonstige Manganschlacke (4 % Mn)	—	0,7 %
Aufbereitete Hochofen- und sonstige Hütten-schlacke	8,3 %	3,1 %
Phosphat	0,8 %	0,4 %
	100,0 %	100,0 %

Darin Schwedeneranteil (51,8 %) (53,8 %)

Kalkstein	9,1 %	8,9 %
Schrott	1,0 %	1,0 %
Erzausbringen	53,0 %	49,1 %
Möllerausbringen	48,6 %	45,1 %
Trockenkoksverbrauch je t Roheisen	819 kg	918 kg

	31. Okt. 1933	1. bis 31. Okt. 1933
Windtemperatur bis zu	900 °	900 °
Anzahl der Gichten	74	2110
Gichtgewicht (durchschnittlich)	rd. 40 t	rd. 37,6 t
Durchsatzzeit	5,8 h	6,4 h
Staubentfall	200 t	5950 t
Staubentfall bezogen auf die Beschickung	6,8 %	7,9 %

Durch Schadhafwerden infolge Verrostens des Schachttragwerkes hatte der Ofen vom 8. August 1938 bis 19. September 1938 einen Stillstand von 42 Tagen. Es wurden während dieser Zeit eiserne Stützen zwischen Schachttragring und Gestellpanzer eingebaut. Gleichzeitig erhielt bei dieser Gelegenheit die Rast, die stark gelitten hatte, nachträglich unter dem Tragring Kühlelemente.

Den ersten Durchbruch durch den Stahlgußpanzer, dem bis zur Außerbetriebsetzung noch weitere 11 Durchbrüche folgten, hatte der Ofen am 2. März 1938 nach einer Roheisenerzeugung von rd. 2,6 Mill. t. Die Durchbruchstelle wurde mit einer Vormauerung versehen, die im Laufe der Zeit um das ganze Gestell einschließlich Bodenstein gelegt werden mußte, so daß beim Ausblasen des Ofens der Stahlgußpanzer bis zum Stichloch vollständig von feuerfestem Mauerwerk umgeben war. Der Betrieb des Ofens war in der letzten Zeit wegen der Durchbruchgefahr ziemlich unsicher geworden. Die lange Inbetriebhaltung war ausschließlich eine Folge des Ofenraummangels. Nachdem der Ofen VII angeblasen und bei den anderen Oefen notwendige Ausbesserungen ausgeführt worden waren, wurde Ofen IV außer Betrieb genommen. Man tut gut daran, die Ofenreise nicht bis zum äußersten auszu dehnen, sondern vielmehr die Hochöfen zur Gewährleistung einer gesicherten Erzeugung nach einem bestimmten Bauplan neu zu stellen. Eine Höchsterzeugung auf Kosten der Betriebssicherheit erreichen zu wollen, ist verfehlt.

Hans Schnettler.

Beitrag zur Erzeugungsplanung in Walzwerken.

Die Überlegungen über Einheitserzeugung, Einheitsleistung und Zeitengliederung¹⁾ lassen sich auch für die Planung und Arbeitsvorbereitung im Walzwerk verwenden. Die Aufgabe lautet: Der vorliegende Auftragsbestand für einen gegebenen Zeitabschnitt, z. B. einen Monat, ist mit der Erzeugungsfähigkeit des Walzwerks abzustimmen, um mögliche Erzeugungshöhe und Lieferzeiten bestimmen zu können. Zu diesem Zweck müssen folgende Größen ermittelt werden.

Gegeben und für den betrachteten Monat bekannt sind:

1. Der Auftragsbestand in den verschiedenen Sorten; seine Umrechnung in Einheitserzeugung geht in der beschriebenen Weise vor sich²⁾.
2. Die Einheitsleistung; für sie gilt das Entsprechende³⁾.
3. Die in diesem Monat verfügbare Walzzeit, und zwar bei der zur Zeit üblichen Sorten- und Güteverteilung, bei gleichbleibender Stundenleistung, Belegschaftszahl und Betriebs-einrichtung.

Die Ermittlung der verfügbaren Walzzeit ist am Beispiel eines Monatszeitplanes in *Zahlentafel 1* gezeigt.

Dieser Monatszeitplan, den man für einen größeren Zeitraum, etwa ¼ oder ½ Jahr, im voraus ermitteln kann, wird wie folgt aufgestellt. Bekannt sind der Monat, die Zahl der Monatstage und hieraus die zur Verfügung stehende Gesamtzeit. Zieht man hiervon die meist im voraus bekannten Stillstände des Walzbetriebes für Sonn- und Feiertage, größere gesetzliche Pausen, Fehlschichten, Instandsetzungen, Auftrags- usw. Mangel ab, so erhält man die Betriebszeit, die in jedem Monat zur Verfügung steht. Diese ist zu vermindern um den erfahrungsgemäß auftretenden Zeitverlust durch kleinere Störungen, dessen Anteil an der Betriebszeit für jede Straße als konstant angenommen werden und durch Zeitstudien oder auf statistischem Wege ermittelt werden kann und ebenso um einen Anteil für Umstellen und Umbauen, der, abhängig von Sortenzahl, Sortenmenge und Walzenhaltbarkeit, bei im Durchschnitt gleichbleibendem Walzprogramm ebenfalls auf Grund der gleichen Ermittlungen als Anteil an der Betriebszeit bekannt ist. Zieht man die Störungs- und Umstell- sowie Umbauzeit von der Betriebszeit ab, so erhält man die verfügbare Walzzeit, also die Zeit, die tatsächlich für die eigentliche Erzeugung zur Verfügung steht.

4. Teilt man den unter 1 genannten, in Einheitserzeugung umgerechneten Auftragsbestand in t/Monat durch die Einheits-

Zahlentafel 1. Beispiel für einen Monatszeitplan zur Ermittlung der verfügbaren Walzzeit. (Jahr 1941/42.)

Monat	Dezember		Januar		Februar	
	3		3		3	
Schichten/Tag	Tage		Tage		Tage	
	h	h	h	h	h	h
1. Gesamtzeit	31	744	31	744	28	672
2. Stillstandszeit:						
Sonnstage	5	—	4	—	4	—
Feiertage	1	—	—	—	—	—
gesetzliche Pausen	—	—	—	—	—	—
Fehlschicht	—	—	—	—	—	—
Instandsetzungen	3	—	—	—	—	—
Auftrags- usw. Mangel	—	—	—	—	—	—
Summe Stillstandszeit	9	216	4	96	4	96
3. Betriebszeit (1 minus 2)	22	528	27	648	24	576
4. Störungszeit ¹⁾	0,07 · 528	37	0,07 · 648	rd. 45	0,07 · 576	rd. 40
5. Einrichtezeit ²⁾	—	51	—	63	—	56
6. verfügbare Walzzeit	(= 3 minus 4 plus 5)	440	—	540	—	480

¹⁾ Mittlerer Störungsgrad x Betriebszeit (Erfahrungssatz oder aus Zeitstudien, abhängig vom Betriebsablauf).
²⁾ Mittlerer Sortengrad x Betriebszeit (Erfahrungssatz, abhängig von Sortenzahl, Sortenmenge und Walzenhaltbarkeit).

leistung der Straße³⁾ in t/h, so erhält man die für die Abwicklung des monatlichen Auftragsbestandes erforderliche Walzzeit in h/Monat. Ihre Gegenüberstellung mit der nach *Zahlentafel 1* errechneten verfügbaren Walzzeit ergibt einen Hinweis, ob und in welchem Umfang der Auftragsbestand des Walzwerks zur Vollbeschäftigung im betrachteten Monat ausreicht, ob noch weitere Aufträge hereingenommen werden können, oder ob ein Teil der Aufträge in den nächsten Monat übernommen werden muß.

Durch die Rechnung mit Einheitserzeugung und Einheitsleistung ist die Berücksichtigung der wirtschaftlich günstigsten Sortenzusammensetzung des Walzprogramms bei dieser Betrachtung (der betriebstechnischen Planung) nicht erforderlich; da sie jedoch für die Wirtschaftlichkeit der Betriebsführung wichtig ist, sei hier auf eine entsprechende Arbeit von A. M. Wolter⁴⁾ hingewiesen.

Nachdem mit *Zahlentafel 1* die zur Planung erforderlichen Unterlagen ermittelt sind, kann das Walzwerks- oder Arbeitsvorbereitungsbüro unter Berücksichtigung der Dringlichkeit der einzelnen Aufträge und der verfügbaren Einsatzmengen den durch den Turnus der gewalzten Sorten meist gegebenen Inhalt und Ablauf des wöchentlichen Walzprogramms und den täglichen Walzplan erstellen. Durch schaubildliche Gegenüberstellung der Plan-Einheitsmengen mit den Ist-Einheitsmengen, z. B. mit Hilfe der bekannten Progressivkurven, läßt sich die Einhaltung der Planzahlen leicht überwachen, eine Maßnahme, die ohne Verwendung der Einheitserzeugung mengenmäßig nicht durchzuführen ist.

Aus dieser Planung der Mengen ergibt sich dann auch ohne weiteres die Planung der Lieferfristen. Es ist dabei gleichgültig, welche Sorten gewalzt werden, da die verschiedenen Sortenleistungen durch den Sortenfaktor ausgeglichen werden, der außerdem auch den möglicherweise sich ändernden engsten Querschnitt je Sorte berücksichtigt.

Bei der Festlegung der Termine der Auftrags-Abwicklungsplanung mit Hilfe von *Zahlentafel 1* wird man eine gewisse „Reserve“ vorsehen, indem man z. B. 5 bis 10 % der verfügbaren Walzzeit freihält für unvorhergesehene Fälle. Diese können eintreten durch eilige Aufträge, nachträgliche Einschlebung von Aufträgen zwischen gerade laufende Sorten, durch größere Störungen, Fehlen eines Teiles der Belegschaft (z. B. durch Krankheit oder Einberufung zum Arbeits-, Heeresdienst oder zum Arbeitspflichteneinsatz), durch ungenügende Werkstoffzuteilung oder außerwerkliche Anordnungen. Die beiden letzten Fälle können eintreten:

a) innerbetrieblich, weil die Vorstufe, das Stahlwerk, nicht zur vorgesehenen Zeit oder nicht genug liefert, entweder aus Mangel an Leistungsfähigkeit (Stahlwerk oder Hochofen = engster Querschnitt der Werksbetriebe) oder aus Mangel an Einsatz oder Brennstoff im Stahlwerk oder Hochofen oder aus unzureichender Planung.

b) überbetrieblich, weil die Erzeugung oder der Absatz im einzelnen oder in der Gesamtsumme der Vorstufe oder des Walzwerks selbst kontingentiert ist, oder weil der vorgesehene Einsatz für die betrachtete Straße aus überbetrieblichen Gründen (z. B. Ausfuhr- oder Wehrmachtsaufträge) zum sofortigen Ver-

¹⁾ Siehe hierzu Euler, H.: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 359/67 u. 409/18 (Betriebsw.-Aussch. 163 u. 164).
²⁾ Ebenda, S. 409.
³⁾ Ebenda, S. 412.

⁴⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 77/89 (Betriebsw.-Aussch. 173).

sand oder zur Belieferung einer anderen Straße benötigt wurde, oder schließlich, weil die Belieferung mit Brennstoff beschränkt oder unregelmäßig wird.

Die hierdurch entstehenden Zeitverluste verringern die verfügbare Walzzeit. Sofern das vorgesehene Walzprogramm fristgemäß erfüllt werden soll, muß daher eine entsprechende Zeitspanne vorgesehen sein. Ihre Höhe richtet sich im einzelnen nach den betrieblichen Gegebenheiten.

Hans Euler.

Wasserstoffbestimmung in Stählen durch Extraktion im Vakuum bei 800° und im Vakuum-schmelzfluß.

Nach einem kurzen geschichtlichen Ueberblick über die frühesten Beobachtungen der Wasserstoffaufnahme und -löslichkeit im Eisen, die mit Erscheinungen wie Brüchigkeit, Blasenbildung, Porigkeit, Härte von Elektrolyteisen, Flocken u. dgl. in Verbindung gebracht wurden, weisen V. C. F. Holm und J. G. Thompson¹⁾ darauf hin, daß im Gegensatz zu dem ziemlich umfangreichen Schrifttum über Auftreten und Wirkungen des Wasserstoffs im Stahl die Untersuchungen über seine quantitative Bestimmung verhältnismäßig spärlich sind. Dies wird nach ihrer Meinung dem Umstand zugeschrieben, daß der Wasserstoff nur in sehr kleinen Mengen im Stahl vorkommt. Erst die Untersuchung gewisser Erscheinungen, wie beispielsweise der Flocken, hat die Aufmerksamkeit auf die Notwendigkeit der Bestimmung kleiner Gehalte gelenkt.

Die Bestimmung des Wasserstoffs durch Extraktion im Vakuum-schmelzfluß wird in Verbindung mit der Bestimmung des Sauerstoffs und Stickstoffs seit etwa 20 Jahren angewendet. Dieses Verfahren, das für die Bestimmung des Sauerstoffs und Stickstoffs genügt, reicht jedoch nicht zur Bestimmung von Wasserstoffgehalten unter 0,001 % aus. Der Nachteil der Heißextraktion im Schmelzfluß ist der, daß die frei gemachten Sauerstoff- und Stickstoffmengen größer sind als die des Wasserstoffs. Die Aufgabe besteht daher darin, eine kleine Menge Wasserstoff neben viel Sauerstoff und Stickstoff zu bestimmen. Die Beobachtung Th. Grahams²⁾, daß das bei Rotglut von Eisen abgegebene Gas in der Hauptsache aus Wasserstoff besteht, sprach für die Möglichkeit der Wasserstoffbestimmung in wasserstoffreichen Gasgemischen. Auch die Beobachtungen anderer Forscher zeigten, daß Wasserstoff bereits bei mäßigen Temperaturen ziemlich schnell durch Eisen diffundiert, während Sauerstoff und Stickstoff dies praktisch noch nicht tun.

F. Körber und H. Ploum³⁾ benutzten die Vakuumextraktion bei mäßigen Temperaturen (400°). H. A. Sloman⁴⁾ wandte 650 bis 700° an, und W. C. Newell⁵⁾ hielt 600° für die richtige Extraktionstemperatur. L. Moreau, G. Chaudron und A. Portevin⁶⁾ ließen ein Ionenbombardement in der Kälte auf die im evakuierten Rohr befindliche Probe einwirken. Dieser Weg ist nur zur Bestimmung der auf der Oberfläche der Probe haftenden Gase oder für sehr dünne Proben geeignet; für dickere Proben besteht die Möglichkeit der Erhitzung durch einen Induktionsstrom.

Die vorliegende Untersuchung bezweckt die Erprobung der Anwendbarkeit der Extraktion im Vakuum sowohl im Schmelzfluß als auch bei tieferer Temperatur zur Bestimmung des Wasserstoffs in Stählen. Zur Prüfung der Zuverlässigkeit dienen einmal Proben bekannten Wasserstoffgehalts, zum anderen soll sie gefolgert werden können aus der Übereinstimmung der sich ergebenden Werte bei Anwendung von Proben aus ein und demselben Werkstoff.

Zur Bestimmung des Wasserstoffs im Vakuum im Schmelzfluß bedienten sich die Verfasser im wesentlichen der Einrichtung von H. C. Vacher und L. Jordan⁷⁾. Die Probe wird in einem Widerstandsofen (Graphitheizkörper) erhitzt, das in Freiheit gesetzte Gas an Kupferoxyd verbrannt und die Gasabsorption an der Druckänderung gemessen. Der üblichen Bestimmung

geht eine etwa zweistündige Entgasung des leeren Tiegels bei 1800° voraus, die Arbeitstemperatur beträgt 1625°. Die Extraktion einer in den heißen Tiegel eingeworfenen Probe dauert etwa 15 min. Wenn auch der sich ergebende Leerwert sowohl für die Sauerstoff- als auch für die Stickstoffbestimmung befriedigend ausfällt und der Wasserstoffgehalt kleiner als einer dieser beiden ist, so liegt er dennoch zu hoch und schwankt zu stark, weil die zu bestimmenden Wasserstoffmengen zu klein sind. Er ist für die Wasserstoffbestimmung elektrolytisch beladener Proben ausreichend; für die Erfassung der üblichen Wasserstoffgehalte ist jedoch eine Vorentgasung von 6 bis 8 h erforderlich.

Bei der zur Warmextraktion dienenden Versuchseinrichtung hängt die Probe an einem dünnen Chrom-Nickel-Draht in einem senkrecht angebrachten Quarzrohr und wird mittels eines Hochfrequenzstromes auf 800° erhitzt. Die gesammelten Gase werden auch hier an Kupferoxyd verbrannt und aus der sich bei der Absorption des gebildeten Wasserdampfes (an wasserfreiem Magnesiumperchlorat) ergebenden Druckänderung die ausgetretene Wasserstoffmenge errechnet. Sie beträgt 50 bis 90 % des extrahierten Gesamtgases. Der mit einer bereits entgast Probe ermittelte Leerwert liegt mit 0,000007 g ($\sim 0 \cdot 08 \text{ cm}^3$) Wasserstoff in 15 min nur wenig höher als die besten Leerwerte des Vakuum-schmelzverfahrens nach ausgedehnter Entgasung.

Ein Vergleich der beiden Bestimmungsverfahren untereinander zeigt, daß sie gut übereinstimmende Werte liefern bei hohem Wasserstoffgehalt der Proben (z. B. bei kathodischer Beladung). So ergab in einem Falle die Extraktion bei 1625° 0,0014 %, die Extraktion bei 800° 0,0015 % Wasserstoff. Aus dieser Übereinstimmung wird die Zuverlässigkeit dieser Verfahren für die Bestimmung hoher Wasserstoffgehalte hergeleitet. Bei geringen Gehalten war die Übereinstimmung nicht befriedigend, die Ergebnisse der Extraktion im Schmelzfluß lagen höher und zeigten starke Streuungen. Hieraus wird der Schluß gezogen, daß dieses Verfahren trotz des geringen Leerwerts weniger genau arbeitet. Angesichts der befriedigenden Ergebnisse der Extraktion bei 800° bei Anwendung von Proben (mit geringem Wasserstoffgehalt) aus ein und demselben Werkstoff wird dieser Mangel an Genauigkeit bei der Extraktion im Schmelzfluß nicht auf Seigerung des Wasserstoffs zurückgeführt, sondern auf das mangelhafte Verfahren der Gasanalyse, das zur Ermittlung des Wasserstoffgehaltes die Druckänderung des als Wasser(dampf) absorbierten Wasserstoffs mißt.

Wenn auch die Ergebnisse beider Verfahren für die Wasserstoffbestimmung an Proben mit hohen Gehalten übereinstimmten und die Extraktion bei 800° für die Erfassung kleiner Gehalte der zuverlässigere Weg zu sein schien, so bestand doch der Wunsch nach einem unabhängigen Prüfverfahren für diese Bestimmung. In Ermangelung eines solchen glaubten die Verfasser zu Proben bekannten Wasserstoffgehalts auf folgende Weise zu gelangen: Fußend auf den Angaben für die Löslichkeit des Wasserstoffs im Eisen⁸⁾ wurden Proben in Wasserstoff erhitzt und in Wasser abgeschreckt und 30 min nach dem Abschrecken extrahiert. Daß schon während des Abschreckvorganges ein Wasserstoffverlust erfolgt und die in der Probe zurückgebliebene Extraktion bei 800° ermittelte Wasserstoffmenge kleiner ist, als der den jeweiligen Bedingungen entsprechende Punkt der Kurve von Sieverts⁹⁾ angibt (wie dies bereits P. Bardenheuer und H. Ploum⁹⁾ gezeigt haben), nehmen sie in Kauf und machen die Annahme, daß die gefundenen 75 bis 80 % des theoretischen Wasserstoffgehalts der Probe 100 % der zur Zeit der Analyse darin enthaltenen Menge sind. Von einem auf obige Weise beladenen Stück Stahl wurden drei Proben hergestellt; eine davon wurde sofort, eine andere nach zwei- und die dritte nach fünftägigem Lagern an Luft extrahiert, wodurch das allmähliche Abwandern des Wasserstoffs bei Raumtemperatur¹⁰⁾ gezeigt wird. Durch Aufbewahren der Probe im Vakuum wird der Wasserstoffaustritt bei Raumtemperatur beschleunigt.

An unlegierten und legierten Stählen wurden Wasserstoffbestimmungen im unbeladenen und beladenen Zustande ausgeführt. Bei den acht angewandten unlegierten Stählen mit einem Gehalt von 0,016 bis 0,43 % C zeigte sich keine Abhängigkeit des Wasserstoffgehaltes vom Kohlenstoffgehalt (Anlieferungszustand im Mittel 0,00001 %, nach Beladung 0,0004 %). Niedriglegierte Stähle zeigten kaum einen Unterschied gegen die unlegierten Stähle. Stähle mit hohem Chrom- und Nickelgehalt dagegen, z. B. Stähle mit 18 % Cr und 8 % Ni, nahmen mehr Wasserstoff auf, etwa das Doppelte; auch hielten sie ihn hartnäckig fest, wie sich an einem 10 Jahre alten unbeladenen

¹⁾ J. Res. nat. Bur. Stand. 26 (1941) S. 245/59.

²⁾ Proc. royal. Soc., Lond., 15 (1864) S. 502.

³⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 14 (1932) S. 229/48; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1177.

⁴⁾ Eighth Report on the Heterogeneity of Steel Ingots. London 1939 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 25). S. 43/62. Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1255/56.

⁵⁾ J. Iron Steel Inst. 141 (1940) S. 321/23; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 603.

⁶⁾ C. R. Acad. Sci., Paris, 201 (1935) S. 212/14; 204 (1937) S. 1252/54.

⁷⁾ Bull. nat. Res. Council., Wash., 7 (1931) S. 375/401; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 87.

⁸⁾ Sieverts, A.: Z. phys. Chem. 77 (1911) S. 591/613.

⁹⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 16 (1934) S. 129/36; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 585.

derartigen Stahl zeigte, der bei der Extraktion noch 0,0004 % ergab.

Wasserstoffbestimmungen aus den verschiedensten Stellen mehrerer langer Stangen ließen weder eine Längs- noch eine Querseigerung des Wasserstoffs erkennen.

Körper und Ploum³⁾ haben gezeigt, daß neben dem gelöst im Stahl vorhandenen Wasserstoff, den sie bei 400° extrahierten, ein anderer Teil gebunden vorliegt, der meist klein ist und mengenmäßig in keinem Verhältnis zum gelösten steht, und der erst bei 600 bis 700° auszutreten beginnt. Wenn die Verfasser bei Anwendung von Proben mit hohem Wasserstoffgehalt (kathodische Beladung!) nach beiden Verfahren das gleiche Ergebnis erhalten, so dürfte das darauf zurückzuführen sein, daß der gebundene Wasserstoff neben dem in großen Mengen vorhandenen gelösten vollständig zurücktritt.

Was die Verfasser veranlaßt, die Extraktion bei 800° als Bestimmungsverfahren zu wählen, ist, wie bereits eingangs gesagt, der Umstand, daß im Gegensatz zur Extraktion bei 1625°, wo Sauerstoff und Stickstoff im extrahierten Gas vorwiegen, hauptsächlich Wasserstoff (50 bis 90 %) austritt. Bei einer Temperatur von 800°, bei der der gebundene Wasserstoff eben abzuwandern beginnt³⁾ 10), dürfte jedoch eine Extraktionsdauer von 15 min kaum ausreichen, die ganze in der Probe enthaltene Menge zu erfassen.

¹⁰⁾ Bennek, H., und G. Klotzbach: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 597/606 u. 624/30 (Werkstoffaussch. 542).

Die Maßnahme, Proben durch Erhitzen in Wasserstoff und Abschrecken in Wasser zu beladen, führt zu Wasserstoffgehalten unterhalb der sich aus den jeweiligen Bedingungen (Temperatur, Druck) ergebenden theoretischen Mengen infolge des Verlustes während des Abschreckvorganges. Man gelangt auf diese Weise zu Proben, deren Wasserstoffgehalt kleiner ist als ein bekannter Höchstwert, jedoch nicht zu solchen mit bekanntem Wasserstoffgehalt.

Heinrich Ploum.

Die Erzlagerstätten der Eisenmetalle in Südamerika.

In dem vorstehenden Aufsatz von R. Stappenbeck¹⁾ muß es in Fußnote 4 richtig heißen: Hier sind 4700 Reis = 1 *RM* gesetzt.

Neueres zur Großzahl-Forschung.

Ergänzend zu diesem Bericht²⁾ sei mitgeteilt, daß die Arbeit von K. Daeves und A. Beckel „Auswertung von Betriebszahlen und Betriebsversuchen durch Großzahl-Forschung“ [Chem. Fabrik 14 (1941) S. 131/43] auch als Sonderabdruck im Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin W 35, erschienen ist und zum Preise von 2,40 *RM* bezogen werden kann.

¹⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 371.

²⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 442/43.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 23 vom 4. Juni 1942.)

Kl. 7 b, Gr. 10/10, M 146 188. Verfahren zum Strangpressen von Rohren. Erf.: Dr.-Ing. Hans Fliegenschmidt, Solingen-Wald. Anm.: Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 7 b, Gr. 10/80, K 148 657. Liegende Metallstrangpresse zum Auspressen von Blöcken. Erf.: Dipl.-Ing. Paul Wieghardt, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 18 c, Gr. 10/03, J 69 803; Zus. z. Pat. 704 605. Einräumiger Tiefofen zur Wärmebehandlung z. B. von Stahlblöcken. Ingenieurbüro für Hüttenbau Wilhelm Schwier, Düsseldorf.

Kl. 24 c, Gr. 6, A 86 130. Winderhitzer oder ähnlicher nach dem Regenerativverfahren arbeitender Wärmeaustauscher. Erf.: Otto Zweifel und Dr. E. h. Walter Gustav Noack, Baden (Schweiz). Anm.: Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz).

Kl. 30 b, Gr. 6/01, D 82 224. Die Verwendung einer Chrom-Nickel-Legierung für zahnärztliche Zwecke. Erf.: Paul Schierhold, Dr.-Ing. Gerhard Riedrich und Dr.-Ing. Hans Hougardy, Krefeld. Anm.: Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 40 a, Gr. 2/60, D 80 571. Verfahren zur Gewinnung von Metallen aus Erzen durch Chlorierung. Ernst Diepschlag, Breslau.

Kl. 40 b, Gr. 2, B 183 132. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Sinterkörpern. Erf.: Bernhard Berghaus, Berlin-Lankwitz, und Wilhelm Burkhardt, Berlin-Grünwald. Anm.: Bernhard Berghaus, Berlin-Lankwitz.

Kl. 49 h, Gr. 24, S 127 004. Biegen von Rohren aus nicht schmiedbarem Schleuderguß, wie Gußeisen. Société Anonyme des Hauts-Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson, Pont-à-Mousson (Frankreich).

Kl. 49 h, Gr. 37, L 86 857. Einrichtung zur Entfernung von Oberflächenschichten von brennschneidbaren Metallen. The Linde Air Products Company, Neuyork.

Kl. 80 b, Gr. 22/04, R 110 323. Verfahren zur Herstellung großer Gußstücke aus metallurgischen Schlacken. Dr.-Ing. Eduard Senfter, Völklingen (Saar). Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar).

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 23 vom 4. Juni 1942.)

Kl. 47 f, Nr. 1 518 713. Sicherung von Rohrleitungen aller Art gegen Zubruchgehen durch plötzliche Druckstöße. Deutsche Eisenwerke, A.-G., Mülheim (Ruhr).

Deutsche Reichspatente.

Kl. 48 d, Gr. 4₀₁, Nr. 692 667 a, vom 17. Oktober 1937; ausgegeben am 19. März 1942. Metallgesellschaft, A.-G., in Frankfurt a. M. (Erfinder: Dr. Gerhard Roesner und Walter

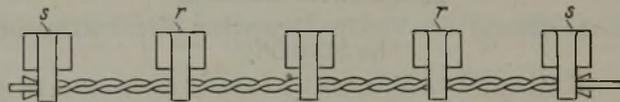
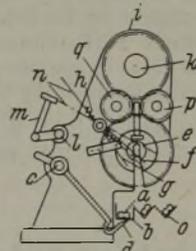
¹⁾ Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während dreier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

Stenger in Frankfurt a. M.) *Verfahren zur Erzeugung feinkristalliner Phosphatschichten auf Zink, Eisen und deren Legierungen.*

Die zu behandelnden Gegenstände werden vor der Phosphatierung in angesäuerte Kupferlösungen gebracht unter solchen Bedingungen an Zeit und Konzentration, daß 40 bis 70 mg Kupfer/m² Oberfläche auf diesen niedergeschlagen werden.

Kl. 49 h, Gr. 16, Nr. 717 757, vom 15. Juni 1939; ausgegeben am 21. Februar 1942. Paul Betzler in Karlsruhe (Baden). *Vorrichtung zum Verwinden von warm aus dem letzten Walzenpaar kommenden Stäben.*

Der Zwillingstab a liegt in der Rinne b, aus der er durch die auf der durchlaufenden Welle c sitzenden Greifer d in die Mitte der Verwindungsbüchsen e gehoben wird. Hierbei werden die Gabelhebel f durch den Stab a in die Höhe gedrückt, worauf die zweiten Hebelarme g durch Federn h den Stab festhalten; dann



gehen die Greifer d sofort zurück, um die Rinne b für den nächsten Stab frei zu machen. Der Drallbock i wird nun durch die Welle k in Betrieb gesetzt, wodurch der Zwillingstab verdreht wird. Nach dem Verwinden werden die Ausnehmungen des Drallbockes in die Anfangsstellung gebracht. Durch eine geringe Drehung der durchlaufenden Welle l wird der verwundene Stab durch Anschlaghebel m, die auf die hinteren Hebelarme n der Gabelhebel f und g drücken, durch die Hebel f auf das Kühlbett o geworfen. Zum Ueberbrücken der Ausschnitte in den umlaufenden Verwindungsbüchsen e mit Zahnrad, die zum Ein- und Ausführen des Stabes nötig sind, werden zwei gleich große Zwischenräder p, q eingesetzt. Bei dem Drallbock i ist die Verwindungsbüchse durch einen Stelling gegen Längsverschiebung gesichert, dagegen sind die Haltebüchsen bei den links und rechts vom Drallbock i angeordneten Halteböcken r nicht umlaufend, sondern werden durch keilartige Führungen geführt. Rechts und links von den Halteböcken r werden Drallböcke s aufgestellt, deren Verwindungsbüchsen nicht durch einen Stelling gesichert sind, die sich aber wegen des beim Verwinden kürzer werdenden Stabes längs verschieben können. Sämtliche Verwinde- und Halteböcke haben einen gemeinsamen Antrieb zum Einführen des Walzgutes und zum Auswerfen des verdrehten Gutes.

Wirtschaftliche Rundschau.

Neuorganisation der gewerblichen Wirtschaft.

Der Reichswirtschaftsminister hat soeben¹⁾ eine Dritte Verordnung zur Durchführung der Verordnung über die Vereinfachung und Vereinheitlichung der Organisation der gewerblichen Wirtschaft²⁾ erlassen, die nähere Angaben über Aufbau, Gestalt und Aufgaben der Gauwirtschaftskammern enthält. Danach werden die Gauwirtschaftskammern nunmehr die regionalen Führungsstellen der Deutschen Wirtschaftsorganisation im Bereich der Gaue. Gleichzeitig werden zwei wichtige organisatorische Grundsätze verwirklicht: Einmal sollen sich die Bezirke der Gauwirtschaftskammern mit dem Gebiet der Gaue decken, und zweitens wird der regionale und fachliche Grundsatz zu einer Einheit zusammengeführt, indem die Industrie- und Handelskammern, Handwerkskammern und Wirtschaftskammern in die Gauwirtschaftskammern übergeführt und die bezirklichen Gliederungen der fachlichen Organisation in sie eingefügt werden. Dadurch, daß die fachlich-bezirklichen Gruppen sowohl den fachlich-zentralen Gliederungen als auch der Gauwirtschaftskammer angehören und auch das Handwerk in die Neuordnung der Deutschen Wirtschaftsorganisation einbezogen ist, wird in Zukunft mithin an dem Platz der verschiedenen nebeneinanderstehenden wirtschaftlichen Organisationen im Gau die Gauwirtschaftskammer als einzige verantwortliche Stelle die Aufgaben der wirtschaftlichen Selbstverwaltung und die ihr vom Staate übertragenen Aufgaben durchführen.

Die Gauwirtschaftskammer wird von einem Präsidenten nach dem Führergrundsatz geleitet. Der Präsident und seine Stellvertreter (die Vizepräsidenten) bilden das Präsidium der Gauwirtschaftskammer; sie müssen hauptberuflich tätige Unternehmer sein. Zur Beratung und Unterstützung des Präsidenten und des Präsidiums wird ein Beirat gebildet, dessen Mitglieder vom Präsidenten ernannt und abberufen werden. Der Präsident wird vom Beirat der Gauwirtschaftskammer vorgeschlagen und vom Reichswirtschaftsminister im Benehmen mit dem Gauleiter ernannt. Um etwaige Schwierigkeiten auf personellem Gebiet zu vermeiden, erhält der Präsident auch die Personalhoheit über die fachlich-bezirkliche Organisation, d. h. die Leiter und Geschäftsführer der fachlich-bezirklichen Gliederungen sowie die Obmänner der fachlich-zentralen Gliederungen werden von ihm auf Vorschlag und im Einvernehmen mit dem Leiter der fachlich-zentralen Gliederungen bestellt.

Bei Vorliegen eines besonderen Bedürfnisses können durch den Reichswirtschaftsminister im Bereich einer Gauwirtschaftskammer eine oder mehrere Wirtschaftskammern errichtet werden. Diese verfügen über ein gewisses Maß von Selbständigkeit, soweit es sich um die Bearbeitung bezirklicher Angelegen-

¹⁾ Reichsgesetzblatt Teil I, 1942, S. 371/74.

²⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 385/86.

heiten handelt; im übrigen sind sie in Fragen, die nicht ausschließlich von bezirklicher Bedeutung sind, an die Weisungen der Gauwirtschaftskammer gebunden.

Vom gegenwärtigen Arbeitseinsatz. — Dem neuesten Hefte des Reichsarbeitsblattes¹⁾ entnehmen wir folgende Ausführungen:

Geradezu rührend ist die Sorge, die das uns feindliche Ausland sich um die Beschaffung unserer Arbeitskräfte macht. Wo kann denn Deutschland noch alle die vielen Arbeitskräfte hernehmen, die es für seine Kriegsproduktion braucht?, so fragen sie immer ängstlich. Wir können die besorgten Gemüter beruhigen. Trotz der langen Kriegsdauer hat in Deutschland die Zahl der Beschäftigten nicht abgenommen. An dieser Tatsache haben auch die Einberufungen nichts geändert. Vor einem Jahr, im Mai 1941, wurden in Deutschland 23 083 000 beschäftigte Arbeiter und Angestellte gezählt. Die letzten Zählergebnisse liegen vom Februar 1942 vor. Danach war die Zahl auf 24 084 000 Beschäftigte gestiegen. Es hat also sogar eine Zunahme stattgefunden! Diese ist nicht auf eine außergewöhnliche Verstärkung der ausländischen Arbeitskräfte zurückzuführen, denn diese sind zahlenmäßig in etwa gleicher Höhe wie im Vorjahr bei uns beschäftigt. Am letzten Stichtag, am 30. Januar 1942, wurden 2 138 360 ausländische Arbeitskräfte gezählt.

Aus der letzten Zählung ergibt sich noch eine besonders erfreuliche Tatsache: Der Stand des landwirtschaftlichen Einsatzes war noch nie so gut. Am 5. Juli 1940 waren 1 130 499 Männer und 878 993 Frauen tätig, am 31. Oktober waren es 1 114 825 Männer und 905 241 Frauen, am 31. Juli 1941 1 129 956 Männer und 1 033 560 Frauen. Diese Zahlen konnten ständig erhöht werden. Die Zählung vom 31. Dezember 1941 ergab, daß 1 351 159 Männer und 1 129 820 Frauen in den landwirtschaftlichen Berufen tätig waren.

Eine ähnliche Entwicklung läßt sich erfreulicherweise in allen kriegswichtigen Berufsgruppen feststellen. Das beweist am deutlichsten, daß alle Anforderungen der Kriegsproduktion auch weiterhin erfüllt werden. Diese Entwicklung hat nicht ihre Ursache darin, daß etwa von dem Instrument der Dienstverpflichtung ein besonders starker Gebrauch hätte gemacht werden müssen. Die Zahl der Dienstverpflichteten hält sich, gemessen an der Zahl der Beschäftigten, nach wie vor in bescheidenen Grenzen. Im Januar 1942 wurden 627 509 Dienstverpflichtete insgesamt gezählt, darunter waren nur 197 372 Frauen.

Brasilien und der Itabira-Vertrag. — Unsere bisherigen Mitteilungen²⁾ sind dahin zu ergänzen, daß die englische Regierung die Itabira Iron Ore Co. inzwischen an die brasilianische Regierung abgetreten hat.

¹⁾ 22 (1942) S. V 284.

²⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 447/48.

Vereinsnachrichten.

Eisenhütte Südost,

Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.

Die Eisenhütte Südost, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik, hielt am Sonnabend, dem 16. Mai 1942, in Leoben eine Arbeitstagung ab, die insofern von besonderer Bedeutung war, als mit ihr die Gründung einer neuen Zweigstelle unserer Energie- und Betriebswirtschaftsstelle unter dem Namen „Wärmezweigstelle Leoben“ verbunden war.

Der neue Vorsitz der Eisenhütte Südost, Bergtrat Dr. Otto Böhler, Wien, eröffnete die stark besuchte, die Aula der Montanistischen Hochschule Leoben füllende Tagung mit einem herzlichen Willkommengruß. Er sprach zunächst dem aus dem Gebiete der Eisenhütte Südost scheidenden bisherigen Vorsitzenden, Bergtrat Dr. Hans Malzacher, im Namen der Eisenhütte seinen herzlichsten Dank aus für seine Tätigkeit als Vorsitzender und die damit geleistete Arbeit für die Eisenhütte Südost. Er wies sodann auf die Gründung der neuen Wärmezweigstelle Leoben hin und erteilte dazu dem geschäftsführenden Vorstandsmitglied des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, Dr.-Ing. Dr. mont. E. h. O. Petersen, Düsseldorf, das Wort.

Die Gründe für die durch die Neubildung verstärkte Arbeit auf wärme- und betriebswirtschaftlichem Gebiet auch im Arbeitsbereich der Eisenhütte Südost liegen auf der Hand; sie sind auf das Streben zur Leistungssteigerung und sparsamen Brenn-

stoffwirtschaft zurückzuführen. Diesem Gedanken gab auch Dr. Petersen in seinen einleitenden Worten Ausdruck. Er rief dabei die Erinnerung zurück an die Gründung der Wärmezweigstelle Düsseldorf, die vor nunmehr 23 Jahren am 17. Juni 1919 in der Zeit bittersten Niederganges und schwerster Sorgen um die Auswirkungen des Versailler Diktats erfolgte. Ueber Ziele, Arbeitsweise und Aufbau der geplanten Ueberwachungs-, Beratungs- und Sparorganisation führte der Leiter der Wärmezweigstelle, Dr.-Ing. K. Rummel, Düsseldorf, damals aus, daß nicht durch die Hilferwerksfremder Sparkommissare erreichbare Erfolge verwirklicht werden könnten, sondern daß angesichts der sehr verwickelten Wärmewirtschaft der Hüttenwerke ausgesprochene Betriebsnähe ebenso erforderlich sei wie auch wegen der Verflechtung gaswirtschaftlicher und metallurgischer Fragen Sonderkenntnisse des Hüttenwesens selbst.

Inzwischen ist ein gewaltiges Erfahrungsgut von den Wärmeingenieuren der Werke erarbeitet und durch die Wärmezweigstelle Düsseldorf und ihre Zweigstellen als der Zentrale in weiteste Kreise, auch außerhalb des Eisenhüttenwesens, getragen worden. Mit der Heimkehr der Ostmark in das Reich haben auch die dort gelegenen Eisenhüttenbetriebe ihren Beitritt zu der Gesamtorganisation vollzogen. Die Arbeit im Südosten des Reiches findet jetzt ihre Krönung und Verstärkung durch die Gründung der Zweigstelle Leoben. Zugleich im Namen des Vorsitzenden gab Dr. Petersen dieser jüngsten Gründung die besten Wünsche für die zukünftige Arbeit mit auf den Weg und übergab sie der Obhut der Eisenhütte Südost.

Anschließend gab Professor Dr.-Ing. K. Rummel, Düsseldorf, einen Querschnitt über die

Grundlagen der Wärmewirtschaft auf Eisenhüttenwerken.

In der Kohle, die im Deutschen Reich jährlich verarbeitet wird, so führte der Vortragende in etwa aus, sind über 2 Milliarden Arbeitsstunden enthalten, Grund genug, in Kriegszeiten mit ihr sparsam umzugehen. Diese Notwendigkeit ist aber nicht nur eine Kriegerscheinung. Es ist sicherlich müßig, über die Lebensdauer unserer Kohlevorräte zu streiten; immer wieder aber wird es notwendig sein, darauf hinzuweisen, daß wir von den Hamstervorräten der Natur zehren, daß wir vom Bestand leben, und daß der Verbrauch dauernd zunimmt. Wenn man sich weiter klarmacht, daß die Energiewirtschaft der deutschen Eisenhüttenwerke viele hundert Millionen Mark im Jahre kostet, daß in ihren Fertigerzeugnissen mehr als 20 % des Preises durch die Brennstoffwirtschaft bedingt sind und daß 40 % der gesamten deutschen Stromerzeugung in den Hüttenwerken verbraucht werden, so ist klar, daß hier eine besondere Organisation erforderlich ist.

Wir sind uns klar darüber, daß nach den heutigen Erfahrungen eine ganze Reihe von Oefen mit weniger Brennstoff auskommen könnte. Dies würde aber Neubauten erfordern, die auf Friedenszeiten verschoben werden müssen. Genaue Rechnungen zeigen jedoch, daß dann solche Neubauten durchaus vertretbar sein werden. Aber auch während des Krieges schon ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten zur Verbesserung unserer Oefen durch kleine bauliche Maßnahmen, ganz besonders aber durch sorgfältige Betriebsführung. Der Vortragende ging dann kurz auf einige Aufgaben der wärmewirtschaftlichen Ueberwachung ein und wandte sich dann weiter den Schwankungen des Energieverbrauches und den Maßnahmen zu ihrem Ausgleich zu. Zu diesem letzten Punkt ist es Aufgabe der verantwortlichen Stellen, dafür zu sorgen, daß ein möglichst gleichbleibender Verbrauch durch richtige Planung der Erzeugung erzielt wird.

Zum Schluß wurde noch die auch für den Südosten wichtige Frage des Ferngases gestreift. Ein Ferngasnetz würde auch für den dortigen Bezirk sehr bedeutende Vorteile bringen, namentlich für diejenigen Betriebe, die weniger als 24 Stunden am Tage durcharbeiten.

Der Vortrag schloß mit einem Aufruf zur Mithilfe aller Eisenhüttenleute nach dem Goethe-Wort:

„Es genügt nicht, zu wissen, man muß auch anwenden; es genügt nicht, zu wollen, man muß auch tun!“

Sodann sprach Dr.-Ing. K. Guthmann, Düsseldorf, der zum kommissarischen Leiter der Wärmeweigstelle Leoben bestellt ist, über die

Güte- und Leistungssteigerung in Stahlwerksbetrieben durch wärme- und betriebstechnische Ueberwachung.

Nach der im Jahre 1938 erfolgten Rückkehr der Alpen- und Donaugäule ins Reich mußte die bis dahin durch den geringen Inlandsbedarf und den scharfen ausländischen Wettbewerb an einem großzügigen und vor allem wirtschaftlichen Erzeugungsprogramm gehinderte Industrie eine grundsätzliche Umstellung durchführen. Es galt dort, sich an den Betriebs-, Erzeugungs- und Selbstkostenstand des Reiches, d. h. an den seit 1933 erfolgten großen Aufschwung anzupassen, was bei dem bis dahin teilweise sehr vielseitigen umfangreichen Programm die Aufgabe nicht gerade erleichterte. Zu dieser sofort aufgegriffenen und alle Kräfte in Anspruch nehmenden Umstellung brachte der Kriegsausbruch große zusätzliche Anforderungen an Arbeitskräfte und Rohstoffe.

Die Energieverhältnisse in diesem Gebiet spielten von jeher eine wichtige Rolle, ist doch der elektrische Strom und auch die Wärmeeinheit bei der ungünstigen Frachtlage für die Brennstoffe Kohle und Koks — Ferngas fehlt in diesen Gauen bisher ganz — zum Teil wesentlich teurer als im übrigen Reichsgebiet. So hat die Eisen- und Stahlindustrie schon seit vielen Jahren ihr Augenmerk auf die die Selbstkosten stark beeinflussende Brennstoffwirtschaft gerichtet.

Der Vortragende ging dann weiter auf den heutigen Stand der wärme- und betriebstechnischen Ueberwachungseinrichtungen im Stahlwerk ein, da die Stahlwerksbetriebe als Wärmegroßverbraucher bei den südöstlichen Werken gegenüber den Hochofenbetrieben weit vorherrschen. Er führte dazu aus, daß die heute vorhandenen Ueberwachungseinrichtungen es gestatten, entscheidend in den Schmelzbetrieb einzugreifen und weitgehend betriebsbedingte Zufälligkeiten auszuschalten sowie die gerade heute so hoch beanspruchte menschliche Arbeitskraft zu entlasten. Das gleiche gilt für die Rohstoffe, sei es für die Brennstoffe, sei es für die im Schmelzbetrieb so wichtigen feuerfesten Steine, da erst durch eine laufende Beobachtung unter

Heranziehung geeigneter Ueberwachungsanlagen eine planmäßige Verbrauchswirtschaft überhaupt möglich ist.

Umfangreiche Untersuchungen in den letzten Jahren haben gezeigt, daß durch geeignete Ueberwachung der Schmelz- und Gießtemperaturen am flüssigen Stahl wertvolle Rückschlüsse auf die Stahlgüte sowie auf wichtige metallurgische Vorgänge gezogen werden können. Die bei den Messungen festgestellten Güteunterschiede der einzelnen Stahlsorten lassen die große Empfindlichkeit dieses Meßverfahrens erkennen, das bereits im praktischen Stahlwerksbetrieb besondere wirtschaftliche Bedeutung erlangt hat.

So bietet die sinngemäße wärme- und betriebstechnische Ueberwachung der Ofenanlagen und der Stahlschmelzbetriebe unter Berücksichtigung der Möglichkeit einer Leistungssteigerung und Erhaltung oder Verbesserung der Werkstoffeigenschaften einen nicht zu unterschätzenden — auch volkswirtschaftlichen — Nutzen. Besonders gibt auch die sachkundige Auswertung der Temperaturmessungen am flüssigen Stahl nach der stofflichen, qualitativen Seite wertvolle Hinweise und zudem die Messungen im Oberofen Möglichkeiten zur Einsparung von Brennstoff und Rohstoff, vor allem an feuerfesten Steinen. Wenn die Wärmetechnik auch nicht den Ausschlag bei der Stahlherzeugung geben kann, da die Betriebssicherheit der Gesamtanlage oberster Grundsatz sein muß, so ist sie aber sicherlich ein bedeutsames und vielleicht oft auch entscheidendes Hilfsmittel zur Senkung des Ausschusses und zur Leistungs- und Gütesteigerung bei der Erzeugung eines guten deutschen Stahles.

Mit lebhaftem Beifall wurden beide Vorträge aufgenommen.

Im Sinne der Ausrichtung des fachlichen Teiles der diesmaligen Tagung auf die Wärme- und Betriebswirtschaft brachte der Nachmittag noch einen Vortrag aus diesem Gebiet.

Zentraldirektor Dipl.-Ing. O. Bremhorst, Prag, sprach über den

Kontenrahmen der Eisen schaffenden Industrie.

Der Vortragende wies zunächst auf die Bedeutung des im Jahre 1937 vom Reichswirtschaftsministerium erlassenen Auftrages zur Einführung von Buchführungsrichtlinien für die Wirtschaft hin. Der Ingenieur wird, um seine Aufgabe im Betrieb erfüllen zu können, der Behandlung von Fragen, die mit der Betriebsbuchhaltung zusammenhängen, in steigendem Maße Aufmerksamkeit zuwenden müssen. Besonders wurde die Bedeutung der laufenden Ueberprüfung der Betriebsunkosten unterstrichen und an Beispielen gezeigt, wie mit Hilfe der Unterlagen der Betriebsbuchhaltung die dem Betriebsmann gestellten Aufgaben gelöst werden können. Der Vortragende betonte die Notwendigkeit des Zusammenarbeitens von Techniker und Kaufmann, da nur auf diese Weise richtig kalkuliert werden kann.

Auf den Kontenrahmen selbst eingehend¹⁾, zeigte der Vortragende, daß dieser nichts anderes ist als ein einheitlicher Organisationsplan für die Buchführung der Betriebe. Seine Aufgliederung in Kontenreihen wurde erläutert und deren Zusammenfassung in drei Gruppen (Kontenreihen der Bilanzrechnung, der betrieblichen Leistungsrechnung und der Gewinn- und Verlustrechnung) erörtert. An Hand von Beispielen aus der Praxis wurde auch gezeigt, daß jedem Bedürfnis nach Unterteilung besonders der Kostenstellen und Kostenarten entsprochen werden kann, da der verbindliche Rahmen nur das Unterschreiten einer Mindestaufteilung der Kontenreihen verhindert, dagegen der weitestgehenden Aufgliederung keine Grenzen setzt.

Zweifellos ist durch den festgelegten einheitlichen Organisationsplan für die Buchführung aller Betriebe der Eisen schaffenden Industrie sowohl dem Finanzbuchhalter als auch dem Betriebsbuchhalter und Betriebswirtschaftler nunmehr ein brauchbares Mittel in die Hand gegeben, um allen Anforderungen gerecht zu werden. Es wird dadurch das Erreichen des Hauptzieles jeder wirtschaftlichen Tätigkeit ermöglicht, nämlich die Arbeitskraft des deutschen Menschen und die vorhandenen Betriebsmittel sowie die Roh- und Hilfsstoffe so ansetzen zu können, daß ein Höchstmaß an Erfolg gewährleistet wird.

Auch dieser Vortrag, in dem sich lebendige Erfahrung des Wirtschafts- und Betriebsführers widerspiegelte, wurde vom Zuhörerkreis mit verdientem, lebhaftem Beifall entgegengenommen.

Nach einer kurzen Pause leitete der Vorsitzende in Gegenwart einer inzwischen noch vergrößerten Zahl von Gästen über zu dem allgemeinen Vortrag des Tages. Mit ehrenden Worten gedachte er der Toten der deutschen Wehrmacht und würdigte

¹⁾ Leitfaden für das Rechnungswesen in der Eisen schaffenden Industrie. Bd. 2: Buchführungsrichtlinien und Kontenrahmen der Eisen schaffenden Industrie. Düsseldorf 1940.

deren Opfer für die deutsche Zukunft. Er bat sodann Exzellenz Dr. C. Freiherrn v. Bardolff, General der Infanterie z. V., M. d. R., Wien, das Wort zu nehmen zu seinem Vortrag:

Der Siegeszug Alexanders des Großen nach dem Osten.

In der gewaltigen Zeit, in der wir leben, besteht ein vertieftes Verständnis für große Führerpersönlichkeiten in vergangenen Zeiten. Einer dieser Heroen des Geistes, des Willens und der Tat, der in geradezu vollendeter Weise die Mission, die das Schicksal ihm gestellt hatte, zu meistern wußte, war Alexander der Große. Er wurzelte in der bedeutungsvollen Erbschaft, die ihm sein Vater Philipp der II. hinterlassen hatte; sein eigenes Wirken aber war es, das diese Erbschaft durch Leistungen größten Stils ausweitete und vertieft hat.

Sein leitender Gedanke war die Sicherung des Abendlandes und ihrer Kultur gegen alle Angriffe und Störungen vom Osten her, wo sich die geballte Macht des Perserreiches mit neuen Plänen erhoben hatte, um abermals im Westen Fuß zu fassen. Alexander wußte sich in dieser gigantischen Auseinandersetzung von Anfang an die politische und militärische Initiative des Handelns zu sichern, und er kam während der 8½ Jahre dauernden Kämpfe mit den Persern seinen Gegnern auf allen Linien immer wieder zuvor. Seine Machtmittel waren stets gegenüber der großen Truppenzahl und der Menge des Kriegsgerätes seiner Gegner sehr gering; aber er verstand es, sie mit genialem Blick und höchster Willenskraft stets so anzusetzen, daß er den Persern das Schwert aus der Faust schlagen konnte.

Eine Gewähr für den Bestand seines Werkes sah Alexander nur in einer kompromißlosen Unterwerfung der Perser. Jede Teilung der Macht mußte er ablehnen, denn er wußte, daß sie eine Lähmung bedeuten würde; er war also zutiefst von der Notwendigkeit der Totalität im politischen und militärischen Handeln durchdrungen. So wuchs er in die größte Aufgabe hinein, nämlich die Alleinherrschaft in der Welt, die ja damals eng gezogene Grenzen hatte, zu erringen. Kurz vor seinem Tode, der ihn im Alter von kaum 33 Jahren ereilte, hatte Alexander tatsächlich mit Ausnahme der Gebiete des westlichen Mittelmeeres den Gesamttraum der damals bekannten Welt unter seine Herrschaft gebeugt, und es ist bekannt, daß er einen Eroberungszug nach Italien und Iberien bereits vorbereitete.

An Hand der Weltkarte des Erathostenes und mehrerer Einzelkarten entwarf der Vortragende in überaus spannender Weise ein Bild des Siegeszuges Alexanders des Großen und brachte den Zuhörern die überragende Größe dieser Persönlichkeit, die sich im staatsmännischen und militärischen Planen und Führen, in ihrer Leidenschaftlichkeit im Zorn wie in ihrer Großzügigkeit im Verzeihen und Schenken in gleicher Weise kundgegeben hatte, menschlich nahe.

Mit reichstem Beifall dankte die Versammlung dem Vortragenden für die Feierstunde. Mit dem Gruß an den Führer und Obersten Befehlshaber unserer Wehrmacht fand die bedeutungsvolle Tagung ihren Abschluß.

Die Goethe-Medaille für Dr. A. Vögler.

Der Führer hat dem Präsidenten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, unserem Ehrenmitgliede Dr. Albert Vögler, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Förderung der deutschen Wissenschaft die Goethe-Medaille für Kunst und Wissenschaft verliehen.

Fachausschüsse.

Freitag, den 19. Juni 1942, 10 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

167. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

- Die Vereinfachung in der Lohnabrechnung nach den neuen gesetzlichen Verordnungen und ihre Auswirkung auf das betriebliche Rechnungswesen in der Eisen schaffenden Industrie.
 - Entwicklung und heutiger Stand. Berichterstatter: Direktor E. Gobbers, Düsseldorf.
 - Die praktische Auswirkung der neuen gesetzlichen Verordnungen auf die Lohnabrechnung. Berichterstatter: Direktor L. Kopaja, Huckingen.
- Stand und Aufgaben der betriebswirtschaftlichen Arbeiten im europäischen Raum, vor allem im Protektorat Böhmen und Mähren, im Generalgouvernement und im besetzten Frankreich. Berichterstatter: Dr. Mende, Reichsgruppe Industrie, Berlin.

Am gleichen Tage um 15 Uhr findet ebenfalls im Eisenhüttenhaus die

45. Vollsitzung des Werkstoffausschusses

statt. Die Tagesordnung lautet wie folgt:

- Härten und Vergüten von Stahl unmittelbar aus der Walzwärme. Berichterstatter: Dipl.-Ing. R. Schäfer und Dipl.-Ing. W. Drechsler, Geisweid.
- Löslichkeit des Titankarbid im Stahl und seine Wirkung beim Härten und Vergüten. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. E. Houdremont, Dr.-Ing. F. K. Naumann und Dr.-Ing. H. Schrader, Essen.
- Einfluß von Titan und Silizium auf die Dauerstandfestigkeit von Stahl. Berichterstatter: Dr.-Ing. P. Bardenheuer und Dr. phil. W. A. Fischer, Düsseldorf.
- Einfluß von Titan auf die Dauerstandfestigkeit von Stahl. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. E. Houdremont und Dr. phil. G. Bandel, Essen.
- Statistische Untersuchung über Ursachen von Schienen- und Radreifenbrüchen. Berichterstatter: Dr.-Ing. A. Pusch, Berlin.
- Geschäftliches. — 7. Verschiedenes.

Eisenhütte Südwest,

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

Mittwoch, den 17. Juni 1942, 15 Uhr, findet im Hause der Technik Westmark, Saarbrücken, Hindenburgstraße 7, eine

Sitzung des Fachausschusses Walzwerk

statt mit folgender Tagesordnung:

- Arbeitskraft sparende Einrichtungen in Walzwerken. Berichterstatter: Dipl.-Ing. A. Rendenbach, Neunkirchen.
- Verschiedenes.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Arold, Karl-Heinz*, Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Rath, Düsseldorf-Rath; Wohnung: Am Gatherhof 147. 39 364
- Auernig, Wolf*, Dipl.-Ing., Assistent der Stahlüberwachung der Verein. Oberschles. Hüttenwerke A.-G., Gleiwitz, Rohrstr. 12; Wohnung: Laband (Oberschles.), Adolf-Hitler-Str. 72. 35 020
- Burkart, Odi*, Dr. rer. pol., Dr. jur., Direktor, Generalbevollmächtigter der Friedrich Flick K.-G. u. Vorstandsmitglied der Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G., Berlin W 9, Bellevuestr. 12 a; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 9, Karolingerplatz 10/11. 31 016
- Hembeck, Erich*, Abteilungsleiter der Werkstoffprüfung der Flugmotorenwerke Ostmark G. m. b. H., Wien-Mödling, Managettagasse 46—48; Wohnung: Baden (b. Wien), Braitnerstr. 129. 41 225
- Jecho, Othmar*, Hüttendirektor, Ostschlesische Eisenhüttenwerke „Osthütte“ G. m. b. H., Werk Warthenau, Warthenau (Ostoberschles.) 11 078
- Knipp, Erwin*, Dr.-Ing. habil., Direktor, Demag-Greiferfabrik G. m. b. H., Duisburg-Hamborn, Hagelkreuzstr. 43. 36 223
- Plettenberg, J. H.*, Direktor, Berlin W 8, Unter den Linden 35. 20 085
- Rakowski, Fritz*, Dipl.-Ing., Stahlwerk Carp & Hones K.-G., Werk Remscheid, Remscheid; Wohnung: Nordstr. 202. 36 344
- Roeser, Willi*, Dr.-Ing., Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf 1, August-Thyssen-Str. 1; Wohnung: Düsseldorf-Grafenberg, Gutenbergstr. 35. 35 451
- Rottmann, Friedrich-Karl*, Dipl.-Ing., Vorstandsmitglied der Eisenwerk Nürnberg A.-G. vorm. J. Tafel & Co., Nürnberg, und Geschäftsführer der Fränkischen Eisenhandels-G. m. b. H., Nürnberg; Geschäftsanschrift: Nürnberg 2, Schließfach 310; Wohnung: Bülowstr. 38. 31 085
- Schmidt, Werner*, Dipl.-Ing., Betriebsführer u. Geschäftsführer der Egerländer Stahlindustrie G. m. b. H., Rothau (b. Graslitz/Sudetenland). 23 154
- Schneider, Karl*, Hüttendirektor a. D., Wien IX, Währingerstraße 2. 00 049
- Schürer, Josef*, Direktor, Reichswerke A.-G. Alpine Montanbetriebe „Hermann Göring“, Wien I, Friedrichstr. 4. 39 371
- Sondermann, Werner*, Dipl.-Ing., Stahlwerkschef, Hoesch A.-G., Dortmund; Wohnung: Hoesch-Hüttschenke. 37 422

Neue Mitglieder.

- Oberfeuchtnner, Hans*, Wärmeingenieur, Eisen- u. Stahlwerke Kneuttingen, Kneuttingen (Westm.); Wohnung: Kneuttingen-Nilvingen (Westm.), Adolf-Hitler-Str. 20. 42 177
- Säglitz, Werner*, Werkstoff-Prüfingenieur, Peenemünde II auf Usedom, Hindenburgstr. 38. 42 178