

# 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 7

18. FEBRUAR 1943

63. JAHRGANG

### Die Entwicklung sparstoffarmer warmfester Stahlgußsorten.

Von Rudolf Schinn in Mülheim (Ruhr) und Rolf v. Tinti in Völklingen (Saar)

[Bericht Nr. 615 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.\*.]

(Untersuchungen an unlegierten Stahlgüssen mit 0,16 bis 0,34 % C und Stahlgüssen mit 0,10 bis 0,42 % C, 0,2 bis 1,4 % Si, 0,3 bis 1,9 % Mn, 0 bis 2,0 % Cr, 0 bis 0,63 % Mo und 0 bis 0,48 % V über Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung, Einschnürung, Kerbschlagzähigkeit, Warmstreckgrenze bei 300 und 350° sowie Dauerstandfestigkeit nach DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 117/118 350 bis 500° bei verschiedener Wärmebehandlung. Erfahrungen mit Titan- und Niobzusätzen. Prüfung der Warmversprödung durch Langzeitglühungen an unbelasteten Proben. Zug-, Dauerstand- und Biegeversuche an geschweißten Proben aus Stahlguß mit 0,10 % C, 1 % Cr und 0,36 % V. Schweißrißempfindlichkeit nach der Schweißwinkelprüfung.)

Die Forschung zur Entwicklung sparstoffarmer Stähle ist nicht nur auf dem Gebiete der walz- und schmiedbaren Stähle von Bedeutung, sondern gleichermaßen auch für Stahlformguß, wenn auch der mengenmäßige Verbrauch hier kleiner ist. Verschiedene Berichte sind in der letzten Zeit hierüber bekannt geworden<sup>1)</sup>. Ein sehr wichtiges Teilgebiet des legierten Stahlformgusses ist der warmfeste Stahlguß, weil verschiedene Bauvorhaben, z. B. das der Energieversorgung und Hochdrucksynthese, ohne ihn undenkbar wären.

Bisher verwendete man hier bis zu Betriebstemperaturen von 550° verhältnismäßig weiche, zumeist luftvergütete Molybdän- und Chrom-Molybdän-Stähle. Die Forderungen, die man an diese Stahlgußsorten bezüglich der Festigkeitswerte bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen stellte, waren mühelos einhaltbar. Im nachstehenden soll gezeigt werden, wie weit eine Einsparung von Molybdän und Chrom bereits durchgeführt werden konnte, welche Stähle heute an deren Stelle benutzt werden und ob weitere Einsparungen möglich sind. Es sei vorweg darauf hingewiesen, daß die Mehrzahl der nachstehend beschriebenen Stähle nicht an kleinen Versuchsschmelzen untersucht wurden, sondern an Stahlgußstücken laufend hergestellter Betriebsschmelzen, vorwiegend Turbinengehäusen, die anschließend die übliche Bearbeitung und Dichtigkeitsprüfung durchliefen und zum Teil bereits in Kraftanlagen eingebaut sind<sup>2)</sup>.

Zahlentafel 1 gibt die chemische Zusammensetzung der untersuchten Stähle wieder. Die Untersuchungen erstrecken sich auf den Einfluß der verschiedenen Legierungselemente,

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

<sup>1)</sup> Korschau, H. L.: Techn. Mitt. Krupp, B: Techn. Ber., 9 (1941) S. 1/15; Juretzek, H.: Gießerei 29 (1942) S. 217/26 u. 243/49; Schulte, F.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 389/97.

<sup>2)</sup> Die Turbinengehäuse wurden gegossen von den Firmen: Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation AG., Bochum; Fried. Krupp AG., Essen; Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke G. m. b. H., Völklingen; Ruhrstahl AG., Stahlwerk Krieger, Düsseldorf-Oberkassel; Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen AG., Dommeldingen (Luxemburg). Ihnen sei für ihr Entgegenkommen bei der Durchführung der Versuche gedankt.

auf die Festigkeitswerte bei erhöhten Temperaturen, besonders der Dauerstandfestigkeit, auf die Wärmebehandlung und das Feingefüge, auf die Versprödungsneigung und die Schweißbarkeit.

#### Unlegierter Stahlguß.

Jede Untersuchung, die sich mit der Entwicklung sparstoffarmer Stähle befaßt, sollte zuerst von der Frage ausgehen, was mit völlig unlegiertem Stahl erreichbar ist. Jeder Aufwand an Legierungsmetall ist nur dann vertretbar, wenn man mit der Legierung einen beachtlichen Schritt über die Grenzen der Anwendbarkeit von unlegiertem Stahl hinauskommt. Leider liegen über die Dauerstandfestigkeit des unlegierten Stahlgusses nur sehr wenig Untersuchungsergebnisse vor. Dies ist um so erstaunlicher, als reichlich die Hälfte des z. B. für Turbinenanlagen verwendeten Stahlformgusses unlegiert ist. Ueberlegungen der erwähnten Art waren früher nicht unbedingt erforderlich, und so verwendete man immer dann, wenn man glaubte bereits an der Grenze

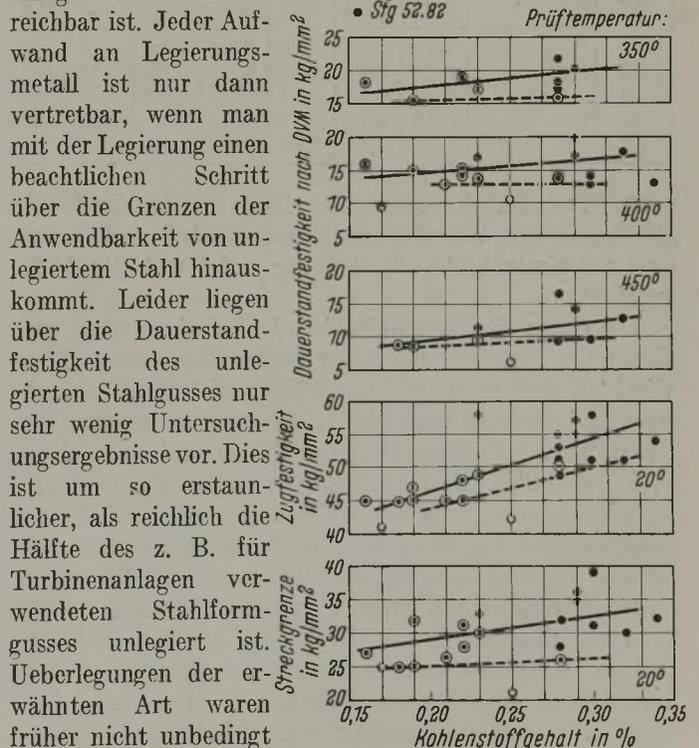


Bild 1. Abhängigkeit der Streckgrenze, Zugfestigkeit und Dauerstandfestigkeit von unlegiertem Stahlguß vom Kohlenstoffgehalt.

des unlegierten Stahlgusses zu sein, legierten Stahlguß. Natürlich machte dieses Vorgehen sehr große Sicherheitsbeiwerte erforderlich. In dem vor einiger Zeit bekannt-

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung der untersuchten Stahlgußsorten.

Stahl-Nr.	Stahlgußart	% C	% Si	% Mn	% Cr	% Mo	% Ni	% V	Stahl-Nr.	Stahlgußart	% C	% Si	% Mn	% Cr	% Mo	% Ni	% V	
1	Stg 38.81	0,17	0,32	0,52	Spur	0,02	0,10	0,00	43	Cr	0,25	0,53	0,68	0,29	0,04	0,20	Spur	
2		0,25	0,38	0,45	0,05	Spur	0,03	0,00	44		0,15	0,34	0,68	0,32	0,04	0,17	Spur	
									45		0,20	0,22	0,45	1,01	0,00	0,09	0,02	
3	Stg 45.82	0,16	0,36	0,64	0,07	0,02	0,05	Spur	46	Cr-Si	0,18	1,35	0,47	0,54	Spur	—	0,02	
4		0,18	0,35	0,67	0,12	0,03	0,05	Spur	47	Cr-Mn	0,42	0,25	0,87	0,42	0,04	0,10	—	
5		0,19	0,35	0,70	0,14	0,02	0,05	Spur	48		0,32	0,42	0,92	0,61	0,02	0,09	0,00	
6		0,19	0,45	0,66	0,06	Spur	0,03	Spur	49		0,23	0,37	0,81	1,05	0,02	0,05	0,00	
7		0,21	0,36	0,70	0,03	0,02	0,07	0,00	50		0,26	0,42	0,94	1,09	0,03	0,05	0,00	
8		0,22	0,26	0,59	0,09	0,03	Spur	0,00	51		0,18	0,31	1,28	1,36	Spur	0,12	0,03	
9		0,22	0,39	0,68	0,11	Spur	0,03	Spur										
10		0,23	0,34	0,68	0,15	0,04	Spur	0,00										
11		0,28	0,36	0,65	0,08	0,03	0,20	0,00	52	Cr-Mn-Si	0,35	1,20	1,61	0,83	0,02	0,10	Spur	
12		0,28	0,49	0,51	0,17	0,04	0,10	Spur	53	Cr-V	0,31	0,19	0,62	1,16	0,02	Spur	0,14	
13	Stg 52.82	0,23	0,45	0,49	0,02	0,01	0,10	0,02	54	(0,15 % V)	0,26	0,25	0,51	1,60	0,02	Spur	0,15	
14		0,27	0,30	0,46	0,21	Spur	0,05	0,02	55	Cr-V	0,29	0,24	0,69	1,99	0,05	0,10	0,18	
15		0,28	0,42	0,55	0,07	0,03	0,05	Spur	56		0,15	0,42	0,69	0,94	0,05	0,10	0,19	
16		0,28	0,67	0,53	0,05	0,01	0,08	0,00	57		0,26	0,35	0,56	1,33	Spur	0,04	0,19	
17		0,29	0,37	0,65	0,17	0,03	Spur	0,00	58		(0,15 bis	0,21	0,48	0,68	0,89	0,05	0,08	0,20
18		0,29	0,28	0,60	0,08	0,04	0,05	Spur	59		0,30 % V)	0,23	0,28	0,41	1,07	0,03	0,09	0,22
19		0,30	0,50	0,49	0,11	Spur	0,08	Spur	60		0,32	0,53	0,82	1,09	0,07	—	0,24	
20		0,30	0,58	0,68	0,09	0,04	0,05	Spur	61	Cr-V-Si	0,19	0,81	0,54	1,08	0,04	—	0,29	
21		0,32	0,46	0,80	0,04	0,02	0,08	0,00	62	(0,15 bis	0,15	0,96	0,62	1,03	0,05	0,09	0,18	
22		0,32	0,25	0,72	0,03	0,02	0,05	0,00										
23		0,34	0,36	0,64	0,06	Spur	0,10	0,00										
24	Mn	0,16	0,47	1,08	0,15	0,03	0,13	Spur	63	Cr-V	0,25	0,41	0,66	0,97	0,07	0,10	0,34	
25		0,22	0,32	0,98	0,21	0,03	0,05	Spur	64		(>0,30 % V)	0,10	0,53	0,73	1,08	0,08	0,10	0,36
26		0,19	0,28	1,16	0,23	0,00	0,08	0,02	65		0,22	0,34	0,71	1,16	0,08	0,08	0,41	
27		0,26	0,33	1,41	0,25	0,05	0,10	0,00	66	Cr-V-Si	0,23	0,73	0,42	1,15	—	—	0,38	
28	0,17	0,30	1,89	0,11	0,00	0,08	0,02	67	(>0,30 % V)		0,17	1,04	0,52	0,93	0,06	0,07	0,40	
29	Mn-Si	0,40	0,51	0,81	0,06	0,02	0,07	Spur	68	0,18	0,78	0,77	1,10	0,04	0,17	0,48		
30		0,23	0,59	1,25	0,16	0,04	0,14	0,04	69	Cr-Mo-V	0,15	0,44	0,43	1,38	0,20	0,27	0,19	
31		0,18	1,35	1,30	0,14	Spur	0,08	0,01	70		0,17	0,39	0,71	1,06	0,21	0,10	0,20	
32		0,16	0,77	1,39	0,34	0,00	0,07	0,02	71		0,22	0,56	0,74	0,93	0,22	0,13	0,21	
								72	0,21		0,20	0,79	0,88	0,25	0,15	0,22		
33	Mn-V	0,25	0,39	1,31	0,10	Spur	0,07	0,11	73	0,21	0,35	0,75	0,85	0,34	Spur	0,21		
34		0,21	0,35	1,14	0,16	0,04	0,08	0,16	74	Mo	0,18	0,33	0,59	0,08	0,31	0,05	Spur	
35		0,23	0,40	0,86	0,17	0,05	Spur	0,27	75		0,19	0,18	0,56	0,00	0,37	0,10	0,00	
								76	0,23		1,01	0,58	0,05	0,21	0,05	—		
36	Si-V	0,20	0,91	0,63	0,15	0,05	0,09	0,30	77		0,16	1,00	0,52	0,20	0,24	Spur	—	
37		0,21	0,98	0,68	0,21	Spur	—	0,42	78	0,20	0,32	0,52	0,05	0,28	Spur	Spur		
38	Mn-Si-V	0,18	1,14	1,20	0,12	Spur	—	0,16	79	0,14	0,55	0,72	0,03	0,63	0,19	Spur		
39		0,23	0,72	0,86	0,25	0,05	0,10	0,12	80	Cr-Mo	0,17	0,24	0,53	0,58	0,28	0,10	—	
40		0,16	1,10	1,11	0,16	0,04	0,07	0,25	81		0,11	0,28	0,27	0,62	0,48	0,21	0,00	
41		0,16	0,70	0,78	0,19	0,04	0,08	0,26	82		0,25	0,92	0,55	1,16	0,40	—	—	
42		0,24	0,86	1,16	0,31	0,05	0,11	0,27										

gewordenen DIN-Vornormblatt 1682 für Stahlguß mit gewährleisteten Warmfestigkeitseigenschaften sind zuerst zwei unlegierte Stahlgußsorten Stg 45.82 und Stg 52.82 angeführt.

Die ersten 23 Güsse in *Zahlentafel 1* sind unlegiert und dienen der Untersuchung dieser beiden Normstähle. Zum Vergleich sind noch zwei wesentlich weichere Güsse entsprechend Stg 38.81 nach DIN 1681 untersucht worden. Die Festigkeitseigenschaften der Stähle sind aus *Zahlentafel 2* ersichtlich. Da für unlegierten Stahlguß<sup>3)</sup> der Ueberschneidungspunkt zwischen Warmstreckgrenze und Dauerstandfestigkeit wesentlich unter 400° liegt, wurde auch hier für 350° noch die Dauerstandfestigkeit nach DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 117/118 ermittelt. Der Berechnung kann natürlich jeweils nur der kleinere der beiden Werte zugrunde gelegt werden. In *Bild 1* ist die Streckgrenze, Zugfestigkeit und Dauerstandfestigkeit in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt aufgetragen. Bei der Einzeichnung der Mittel- und Mindestwertlinien blieben die Ergebnisse für den Stahlguß Stg 38.81 S unberücksichtigt. Die Zugfestigkeit zeigt den bekannten Anstieg mit dem Kohlenstoffgehalt, ebenfalls die Streckgrenze, jedoch ist hier der Einfluß schon geringer. Für die Dauerstandfestigkeit ist im

Mittel eine Zunahme mit steigendem Kohlenstoffgehalt und damit mit der Kaltfestigkeit wohl festzustellen, besonders deutlich tritt dies durch die Ergebnisse an Stahlguß Stg 38.81 hervor. Für die Festlegung von gewährleisteten Werten

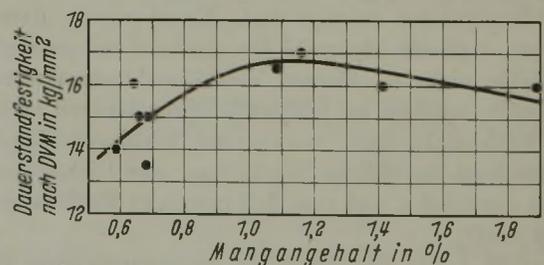


Bild 2. Abhängigkeit der Dauerstandfestigkeit bei 400° von Stahlguß mit 0,16 bis 0,26 % C und 0,26 bis 0,47 % Si vom Mangangehalt (Zugfestigkeit 45 bis 56 kg/mm²).

darf man jedoch nicht den Mittelwert, sondern nur den niedrigsten Wert betrachten. In der Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt hierfür ändert sich in den untersuchten Grenzen bei der Zugfestigkeit nichts, dagegen ist bei der Streckgrenze und besonders bei der Dauerstandfestigkeit nur noch eine ganz unbedeutende Abhängigkeit vorhanden. Es erscheint hiernach sehr fraglich, ob es berechtigt ist, besonders unter dem heute wichtigen Gesichtspunkt der Stahlsortenbegrenzung bei warmbeanspruchtem Stahlguß

<sup>3)</sup> Tofaute, W., und W. Ruttmann: Wärme 60 (1937) S. 703/09.

Zahlentafel 2. Festigkeitseigenschaften von unlegiertem Stahlguß.

Stahl-Nr.	Stahlgußart	Wärmebehandlung	Festigkeitswerte bei 20°					Warmstreckgrenze		Dauerstandfestigkeit <sup>2)</sup> in kg/mm <sup>2</sup>					
			Streckgrenze kg/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung (L = 5 d) %	Einschnürung %	Kerbschlagzähigkeit <sup>1)</sup> mkg/cm <sup>2</sup>	in kg/mm <sup>2</sup> bei		bei:					
								300°	350°	350°	400°	450°	500°		
1	Stg 38.81	930°/Luft + 650°/Ofen	25	41	30	58	8				9				
2		880°/Ofen	21	42	26	29	—				10,5	6			
3	Stg 45.82	900°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	27	45	35	62	8				18	16			
4		900°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	25	45	36	61	6						8,5		
5		920°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	25	45	36	59	8				15		8		
6		950°/Luft + 880°/Luft + 700°/Luft	32	47	28	54	14					15			
7		930°/Luft + 650°/Ofen	27	45	30	40	—						13		
8		900°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	28	45	34	62	7					19	14		
9		950°/Luft + 880°/Luft + 700°/Luft	36	48	29	65	15	20	17			15			
10		900°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	30	49	32	57	6					17	13,5	9	
11		—	28	49	32	52	8						14	9	
12		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	26	50	29	39	4					15,5	14		
13		Stg 52.82	950°/Luft + 600°/Ofen	33	58	23	30	4					17	11	
14			950°/Luft + 560°/Luft	36	58	21	31	4					18		
15	920°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft		32	53	26	32	3				> 17		16,5		
16	950°/Luft + 600°/Ofen		32	55	27	42	—					21,5			
17	—		36	57	27	48	5					20	17	14	
18	950°/Luft + 880°/Luft		+ 570°/Luft	35	55	28	50	7					20		
19				39	58	22	38	7	22	22			14	9	
20				31	51	24	33	4					13		
21	920°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft														
22	950°/Luft + 600°/Ofen		30	51	27	39	5						18	12,5	6
23	880°/Ofen + 880°/Ofen		32	54	29	52	6						13		

1) Probe von 10 × 10 × 55 mm<sup>3</sup> mit 3 mm tiefem Kerb von 2 mm Dmr. — 2) Nach DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 117/118.

zwei unlegierte Sorten zu führen. Es wäre zu überlegen, ob man nicht eine schweißbare Mittelgüte mit mindestens 50 kg/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit einführen sollte, für die bei 350° 15 kg/mm<sup>2</sup>, bei 400° 12 kg/mm<sup>2</sup>, bei 450° 8 kg/mm<sup>2</sup> und bei 500° 4 kg/mm<sup>2</sup> Dauerstandfestigkeit gewährleistet werden könnte.

**Legierter Stahlguß.**

Steigender Manganzusatz zu unlegiertem Stahlguß führt bis zu etwa 450° Prüftemperatur zu einer Erhöhung der Warmstreckgrenze und Dauerstandfestigkeit. Diese Steigerung läßt sich bis zu etwa 1,2 % Mn beobachten. Weitere Manganzusätze bringen keine Verbesserung, sondern eher eine Verschlechterung der Warmfestigkeitswerte. An den Güssen 24 bis 32 (Zahlentafel 3) konnte dieser Einfluß geprüft werden. Die Abhängigkeit der Dauerstandfestigkeit vom Mangengehalt zeigt Bild 2. Dieses Ergebnis für Stahlguß deckt sich vollständig mit den Erkenntnissen von P. Grün<sup>4)</sup> für geschmiedete Stähle.

Wenn man Mangan-Silizium-Stahlguß nach vorangegangener Normalglühung auf größte Zähigkeit, also bei hohen Temperaturen anläßt, oder bei Temperaturen über 600° spannungsfrei glüht, so fällt die Dauerstandfestigkeit

stark ab (vgl. Stahlguß 24 b und 24 c). Metallographisch war bei diesen beiden Stahlgüssen eine Eiformung des lamellaren Perlits zu beobachten (Bilder 3 und 4). Hohe Dauerstandwerte von Mangan- und Mangan-Silizium-Stahlguß bei 400 und 450°, die durch verhältnismäßig geringe Anlaßzeiten und -temperaturen erhalten wurden, sind demnach Selbsttäuschung, da bei dem Spannungs-



Bild 3. Behandlung: 900° Luft + 450° Luft. Dauerstandfestigkeit bei 400° = 20 kg/mm<sup>2</sup>.



Bild 4. Behandlung: 900° Luft + 450° Luft + 650° Luft. Dauerstandfestigkeit bei 400° = 16,5 kg/mm<sup>2</sup>.

Bilder 3 und 4. Eiformung des lamellaren Perlits bei Stahlguß mit 0,16 % C, 0,47 % Si, 1,08 % Mn und 0,15 % Cr durch Anlassen bei 650°.

<sup>4)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 205/11 (Werkstoffaussch. 282).

Zahlentafel 3. Festigkeitseigenschaften von molybdänfreiem legiertem Stahlguß.

Stahl-Nr. <sup>1)</sup>	Stahlgußart	Wärmebehandlung	Festigkeitswerte bei 20°					Warmstreckgrenze		Dauerstandfestigkeit			
			Streckgrenze kg/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung (L = 5 d) %	Einschnürung %	Kerbschlagzähigkeit mkg/cm <sup>2</sup>	in kg/mm <sup>2</sup> bei		in kg/mm <sup>2</sup> bei			
								300°	350°	400°	450°	500°	
24 a	Mn	880°/Luft + 580°/Luft	31	50	25	39	10			17	14		
24 b		900°/Luft + 450°/Luft	31	51	26	51	8			20	>17		
24 c		900°/Luft + 450°/Luft + 10 h 650°/Luft	27	45	35	59	6			16,5	—		
25		920°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	31	50	28	51	5				14,5		
26		950°/Luft + 900°/Luft + 700°/Luft	33	49	34	65	14	22	19	17		7	
27 a		—	47	67	29	59	11			22	11,5	5,5	
27 b		—	39	56	26	58	12			16	10		
28		950°/Luft + 960°/Luft + 720°/Luft	39	51	30	71	19	25	22	16		5,5	
30/1		Mn-Si	{ 1000°/Luft + 960°/Luft + 700°/Luft 1000°/Luft + 950°/Luft + 600°/Luft	42	61	20	53	8			21,5	13	
30/2				35	60	21	44	7				12	
31	41			64	25	56	10	29	26	20	—	5,5	
32	45			62	25	57	12	28	26	20	13,5	6	
33 a	Mn-V	1000°/Luft + 950°/Luft + 700°/Luft	35	56	28	52	15	26	24	18		6	
33 b		1000°/Luft + 970°/Luft + 550°/Luft	57	75	16	34	6	42	40	26		9	
34/1		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	30	51	24	62	8			18,5	12	9,5	
34/2		{ 950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	34	53	27	62	5			19	14,5	> 9	
35			45	60	27	57	7			21,5	14,5	9	
36/1		Si-V	{ 950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft 1050°/Luft + 1000°/Luft + 750°/Luft	39	57	27	51	6			19	12,5	
36/2	39			57	21	41	6			19	14	10	
36/3	35			56	23	34	7			17	11,5	10	
37	42			62	24	52	10	28	26		14,5	9	
38	Mn-Si-V	1000°/Luft + 950°/Luft + 720°/Luft	45	60	28	60	14	27	25	20		7	
39		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	31	49	27	54	6			19	13	8,5	
40		1000°/Luft + 950°/Luft + 720°/Luft	45	60	25	54	14	32	28	21,5		8,5	
42		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	42	61	26	57	5			24,5	17	>11	
43	Cr	{ 930°/Luftsturz auf 500° + 630°/Luft 950°/Luft + 900°/Luft + 700°/Luft	36	58	26	44	—			18	—	6	
44			26	45	29	47	—			16	>11	1	
45			31	50	30	67	21	20	19	17	—	8	
46	Cr-Si	1000°/Luft + 950°/Luft + 600°/Luft	41	59	26	59	8	27	23	19		5,5	
47	Cr-Mn	870°/Ofen + 870°/Ofen	36	68	21	37	—			21			
49		880°/Wasser + 680°/Luft	43	63	25	43	11			19	13	7,5	
50 a		900°/Luft + 650°/Luft	37	62	24	47	8			19	15	9	
50 b		880°/Wasser + 680°/Luft	46	64	26	62	13				10		
51		950°/Luft + 880°/Luft + 740°/Luft	42	57	24	63	18	30	29	(31,5)	—	11	
52	Cr-Mn-Si	950°/Luft + 650°/Luft	53	68	13	27	7			25	15	8	

1) Proben gleicher Schmelzung und gleicher Wärmebehandlung sind mit den Zusatzzahlen 1, 2 oder 3, Proben gleicher Schmelzung, aber verschiedener Wärmebehandlung sind mit den Buchstaben a, b oder c bezeichnet.

freiglihen die Perliteinformung auftritt und die Dauerstandfestigkeit dementsprechend abnimmt.

Die Untersuchungen über den Einfluß des Vanadins auf Mangan- und Mangan-Silizium-Stahlguß hatten eine zweifache Aufgabe. Einmal ist der reine Mangan- und Mangan-Silizium-Stahlguß nicht genügend anlaßbeständig und durch Vanadinzusatz vielleicht Abhilfe möglich, zum anderen sollte versucht werden, in Chrom-Vanadin-Stahlguß das Chrom durch Mangan zu ersetzen. Zur Untersuchung der ersten Frage wurden Stahlgußsorten mit steigendem Vanadinegehalt abgegossen (Nr. 33 bis 35 und 38 bis 42). Die Anlaßbeständigkeit dieser Legierungen ist bereits durch Vanadinegehalte bis 0,15 % so gesteigert, daß mit einem Abfall der Dauerstandfestigkeit auch bei hohen An-

laß- und Spannungsfreiglihtemperaturen nicht mehr zu rechnen ist. Dabei ist bei gleicher Kaltfestigkeit eine Steigerung der Dauerstandfestigkeit zu beobachten.

Die Dauerstandfestigkeit von Mangan-Vanadin- und Mangan-Silizium-Vanadin-Stahlguß wurde an den Schmelzen 33 bis 35 und 38 bis 42 geprüft. Aus Bild 5 ist zu erkennen, daß eine Legierung mit höchstens 0,15 % V die hierfür vorgesehenen Dauerstandfestigkeitswerte von 6 kg/mm<sup>2</sup> bei 500° und 12 kg/mm<sup>2</sup> bei 450° nicht erfüllt. Wird mit einem Vanadinegehalt von 0,13 % im Gußstück gerechnet, so kann bei 500° eine Dauerstandfestigkeit von höchstens 5 und bei 450° von höchstens 11 kg/mm<sup>2</sup> gewährleistet werden. Der vorgesehene Wert von 16 kg/mm<sup>2</sup> bei 400° läßt sich einhalten. Ein Vanadin-

Zahlentafel 3 (Schluß). Festigkeitseigenschaften von molybdänfreiem legiertem Stahlguß.

Stahl-Nr. 1)	Stahlgußart	Wärmebehandlung	Festigkeitswerte bei 20°					Warmstreckgrenze		Dauerstandfestigkeit			
			Streckgrenze kg/mm²	Zugfestigkeit kg/mm²	Bruchdehnung (L = 5 d) %	Einschnürung %	Kerbschlagzähigkeit mkg/cm²	in kg/mm² bei		in kg/mm² bei			
								300°	350°	400°	450°	500°	
53	Cr-V	900°/Ofen + 880°/Ofen	36	64	21	30	5			18	13,5	9	
54	(≤ 0,15 % V)	900°/Ofen + 880°/Ofen	33	64	24	41	5			21	15,5	11	
55	Cr-V (0,15 bis 0,30 % V)	950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	33	57	27	62	8			21	17	12	
56/1			35	52	28	64	14			>26	20	>13	
56/2			36	53	30	69	14			23,5	18,5	13	
57a		1020°/Luft + 970°/Luft + 700°/Luft	45	70	16	29	7	34	32	29	—	16,5	
57b		1020°/Luft + 970°/Luft + 750°/Luft	35	57	—	50	10					13,5	
58		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	33	56	26	57	9				19,5	15	
59		900°/Ofen + 950°/Luft- sturz 450° + 650°/Luft	43	62	22	42	5				17	12	
60		1020°/Luft + 730°/Luft	51	69	20	39	7					13	
61		Cr-V-Si (0,15 bis 0,30 % V)	1020°/Luft + 970°/Luft + 750°/Luft	41	55	26	54	11	28	25	23	—	12
62			1000°/Luft + 680°/Ofen	39	57	21	44	9				20	11
63/1	Cr-V (> 0,30 % V)	950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	45	66	24	42	4				23,5	17	
63/2			41	64	22	52	7			>21		14,5	
64/1			33	56	28	76	14			21,5	>19	14,5	
64/2			35	56	28	73	14,5			24	17	12,5	
64/3			32	52	29	77	19				18,5	11,5	
65/1			45	68	20	40	2			>30	25,5	19	
65/2			39	62	23	49	3,5			26,5	20,5	16,5	
65/3			34	60	21	47	6				>21	<17	
66	Cr-V-Si (> 0,30 % V)	1050°/Luft + 1000°/Luft + 750°/Luft	42	60	24	53	8	31	29	27		12,5	
67		1000°/Luft + 680°/Ofen	44	62	24	60	2—9				22	13,5	
68a		1050°/Luft + 1000°/Luft + 750°/Luft	49	66	24	63	12	36	32	30	—	15	
68b		1020°/Luftsturz auf 500° + 750°/Luft	48	67	21	44	10			33		15,5	

zusatz von höchstens 0,15 % zur Erreichung dieser Dauerstandfestigkeitswerte ist jedoch nicht zu rechtfertigen, da der Gewinn gegenüber unlegiertem Stahlguß unbedeutend ist.

1 % sich bei Temperaturen von 400 und 450° auf die Dauerstandfestigkeit günstig auswirkt; bei 500° ist ein Einfluß des Siliziumgehalts nicht mehr zu erkennen.

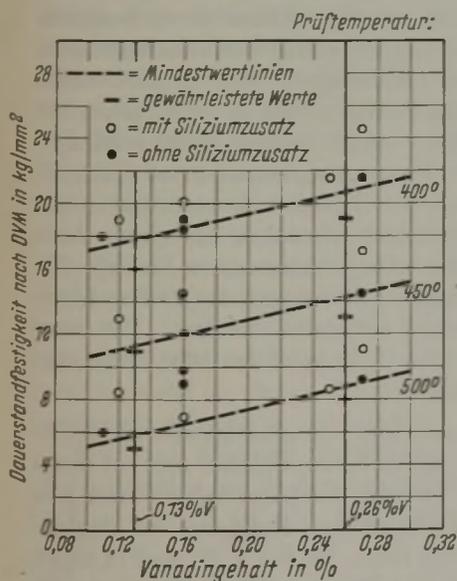


Bild 5. Einfluß eines Vanadin-zusatzes auf die Dauerstandfestigkeit von Stahlguß mit rd. 0,2 % C, 0,4 bis 1,1 % Si und 1,1 % Mn.

von der ungewiß ist, ob sie bei größeren Stücken mit Sicherheit eingehalten wird. Eine stärkere Belegung der hier vorgeschlagenen Gewährleistungswerte wäre wünschenswert; entsprechende Versuche laufen bereits. Ferner ist aus Bild 5 ersichtlich, daß ein Siliziumzusatz von rd. 0,8 bis

Ueber den Einfluß eines Chromzusatzes zu unlegiertem, zu Mangan- und Mangan-Silizium-Stahlguß wurden folgende Ergebnisse erhalten. Ein Chromgehalt bis zu etwa 0,3 %, der wegen der Schrottverhältnisse als Verunreinigung gelten darf, bringt keinerlei bemerkenswerte Unterschiede der Kalt- und Warmfestigkeitswerte (Stahlguß 43 und 44) gegenüber völlig chromfreien Legierungen. Erst Chromgehalte über 0,5 % steigern die Dauerstandfestigkeit, bemerkenswerterweise besonders bei höheren Prüftemperaturen. Diese dauerstandfestigkeitssteigernde Wirkung des Chroms ist bis zu Gehalten von etwa 1 % eindeutig, über 1 % ist die Wirkung noch nicht hinreichend geklärt. Stahlguß mit über 1 % Mn und 1 % Cr (Nr. 51) hat nach entsprechender Wärmebehandlung sehr günstige Dauerstandfestigkeitswerte, besonders dann, wenn die Zugfestigkeit über 60 kg/mm² liegt. Leider kann auch aus Gründen der Warmversprödung von Chrom als Legierungselement nur beschränkt Gebrauch gemacht werden. Bei den tieferen Prüftemperaturen von 400 und 450° ist eine zusätzliche Wirkung des Siliziums zu erkennen, ebenfalls eine solche durch Erhöhung der Kaltfestigkeit.

Die Dauerstandfestigkeitswerte von Stahlguß mit 0,3 bis 0,5 % Mo (Mo Stg 45.82) sind nur im Temperaturgebiet um 400° durch molybdänfreie Stahlgußsorten erreichbar. Schon bei 450° ist der Dauerstandwert von 15 kg/mm² nach DIN-Vornorm 1682 auf der Legierungsgrundlage Mangan, Mangan-Vanadin oder Chrom nicht mehr zu erzielen. Die Dauerstandfestigkeits-Temperatur-Kurven der Austauschstahlgüsse verlaufen eben viel steiler als die der

Zahlentafel 4. Festigkeitseigenschaften von Molybdänstahlguß.

Stahl-Nr.	Stahlgußart	Wärmebehandlung	Festigkeitswerte bei 20°					Dauerstandfestigkeit in kg/mm² bei		
			Streckgrenze kg/mm²	Zugfestigkeit kg/mm²	Bruchdehnung (L = 5 d) %	Einschnürung %	Kerb-schlag-zähigkeit mkg/cm²	400°	450°	500°
69/1	Cr-Mo-V	950°/Luft + 650°/Luft	37	55	27	66	11			20
69/2		870°/Oel + 660°/Luft	34	52	26	68	9			18
69/3		870°/Oel + 660°/Luft	40	55	24	61	10			20
70		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	36	53	24	68	14		20,5	16
71		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	37	56	25	60	8			18
72		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	30	47	32	62	—			13
73		950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	35	59	27	52	9	24,5	21	17
74	Mo	950°/Luftsturz auf 500° + 650°/Luft	26	44	35	62	7	15		12,5
75		910°/Luft + 650°/Ofen	26	42	34	60	8	14	13	11,5
76		950°/Luft + 870°/Luft + 700°/Luft	38	53	20	33	9			12
77		900°/Luft + 870°/Luft + 640°/Luft	32	52	30	62	10			16
78		950°/Luft + 880°/Luft + 660°/Luft	38	52	32	58	8			> 12
79		910°/Luft + 650°/Ofen	35	52	28	55	8	20,5		18,5
80	Cr-Mo	950°/Luft + 880°/Luft + 700°/Luft	35	50	32	67	18			15,5
81		950°/Oel + 650°/Luft	33	45	24	70	—	25,5		24
82		950°/Luft + 870°/Luft + 700°/Luft	46	64	21	50	9			19

molybdänhaltigen Stahlgußsorten. Eine Erhöhung der Dauerstandfestigkeit über 450° ist wohl durch Zusatz von Vanadin zu Chromstahlguß möglich. Um diese Wirkung genau verfolgen zu können, wurden eine Anzahl Schmelzen (Nr. 53 bis 68) untersucht (Bild 6). Bei Chromstahl-

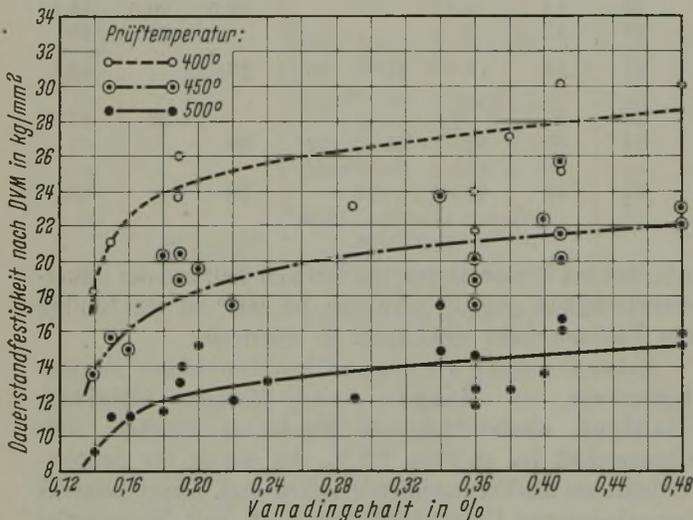


Bild 6. Einfluß des Vanadiningehaltes auf die Dauerstandfestigkeit von Stahlguß mit rd. 0,2 % C, 0,2 bis 1,0 % Si und 0,9 bis 2,0 % Cr.

guß mit 0,15 % V kann man bei Luftvergütung eine Dauerstandfestigkeit von 8 kg/mm² bei 500° einhalten. Da aber für 8 kg/mm² Dauerstandfestigkeit bei 500° nur höchstens 0,15 % V zugesetzt werden sollen, ist mit diesem Stahlguß Vorsicht geboten. Bei einem Vanadiningehalt von etwa 0,13 % im Gußstück ist die verlangte Dauerstandfestigkeit im ganzen Temperaturbereich von 400 bis 500° nicht erreichbar, selbst wenn man mit Kaltzugfestigkeiten über 60 kg/mm² arbeitet. Dieser Stahlguß kann daher für eine neue Normung nicht empfohlen werden. Bei Vanadiningehalten von 0,25 bis 0,30 % (Nr. 55 bis 60) ist der Dauerstandfestigkeitswert bei 500° für Stahlguß mit 0,3 bis 0,5 % Mo nach DIN-Vornorm 1682 von 12 kg/mm² eben erreicht, wobei jedoch die Dauerstandfestigkeits-Temperaturkurve wesentlich steiler verläuft. Die Legierungen mit Siliziumzusatz verteilen sich bei 400 und 450° gleichmäßig um die Mittelwertkurven. Bei 500° liegen die Dauerstandwerte sämtlicher Güsse mit Siliziumzusatz unter der Mittelwertkurve. Eine verbessernde Wirkung kommt dem Siliziumgehalt demnach nicht zu.

Diese Untersuchungen beweisen, daß der bisher in großem Umfang verwendete Molybdänstahlguß Mo Stg 45.82 bei 400° durch einen Stahlguß mit rd. 1,2 % Mn und 0,3 % V und ab 450° durch einen solchen mit rd. 1 % Cr fest 0,25 bis 0,30 % V ersetzt werden kann. Die Kaltzugundigkeit muß auch hier über 55 kg/mm² liegen; daher muß eine geringere Dehnung als bisher in Kauf genommen werden. Der Austausch dieses bisher chromfreien Molybdänstahlgusses erfordert also, außer einem Vanadiningehalt von 0,3 %, bei 450 und 500° einen zusätzlichen Chromgehalt von 1 %.

Die weiteren Untersuchungen hatten den Austausch des bisher seltener angewandten Chrom-Molybdänstahlgusses Cr-Mo Stg 53.82 mit 0,5 bis 1,2 % Cr und 0,3 bis 0,5 % Mo nach DIN-Vornorm 1682 zum Ziel. Wenn hier der Molybdängehalt durch Vanadin ersetzt werden soll, sind Vanadiningehalte von über 0,45 % notwendig (Stahlguß 68), wenn auch in manchen Fällen durch besondere Wärmebehandlungen schon mit geringeren Vanadiningehalten recht beachtliche Dauerstandfestigkeitswerte erreicht worden sind. Eine ausreichende Treffsicherheit in der Erzielung der nach DIN-Vornorm 1682 vorgeschriebenen Werte scheint jedoch vorerst nicht vorzuliegen. Ausgenommen sind Kleingußteile, bei denen man es in der Hand hat, durch entsprechende Vergütung die Kaltfestigkeit wesentlich zu heben. Auch hier sind Siliziumzusätze ohne nennenswerten Einfluß. Die Anwendung dieses Stahles sollte wegen des großen Legierungsbedarfes möglichst vermieden werden. Mit einer Dauerstandfestigkeit von 12 kg/mm² bei 500° sollte man versuchen auszukommen.

Bei Gußstücken mit Dauerstandfestigkeitswerten über 12 kg/mm² bei 500°, die sich molybdänfrei nur mit einem großen Aufwand an Vanadin herstellen lassen, kann man schon bei geringen Zusätzen von Molybdän auf tragbare Vanadiningehalte heruntergehen. So hat z. B. ein Stahlguß mit etwa 1 % Cr, 0,25 % Mo und 0,25 % V Dauerstandfestigkeiten über 15 kg/mm² bei 500° bei einer Kaltzugfestigkeit von 52 bis 60 kg/mm². Die Dauerstandfestigkeits-Temperaturkurve verläuft entsprechend dem Molybdängehalt flacher als bei den molybdänfreien Güssen. In Zahlentafel 4 sind die Festigkeitseigenschaften dieses Stahlgusses sowie die von Molybdän- und Chrom-Molybdänstahlguß wiedergegeben.

Vor kurzem sind eingehende Untersuchungen über den Einfluß von Titan und Niob auf die Dauerstand-

festigkeit bekannt geworden<sup>5)</sup>. Es ist heute möglich, Titanstähle mit sehr hohen Dauerstandfestigkeiten herzustellen.

Bei der Herstellung titanhaltigen Stahlformgusses liegen aber erschwerende Umstände vor, die in folgendem kurz besprochen werden sollen. F. Schulte<sup>1)</sup> hat erstmalig über den Versuch, titanhaltigen Stahlguß herzustellen, berichtet. Danach und nach eigenen Versuchen ergibt sich folgendes. Titan ist legierungsmäßig schlecht zu beherrschen, weil die Abbrandverhältnisse je nach Desoxydationsgrad und Temperatur sehr stark streuen. Titanhaltiger Stahlguß muß, um unnötigen Titanverbrauch zu verhindern, niedrigen Kohlenstoffgehalt haben, was im Elektroofen schwierig ist. Diese starken Streuungen führen oft dazu, daß titanhaltige Stahlgußsorten mit Zusätzen von Chrom oder Silizium ferritisch werden und dadurch

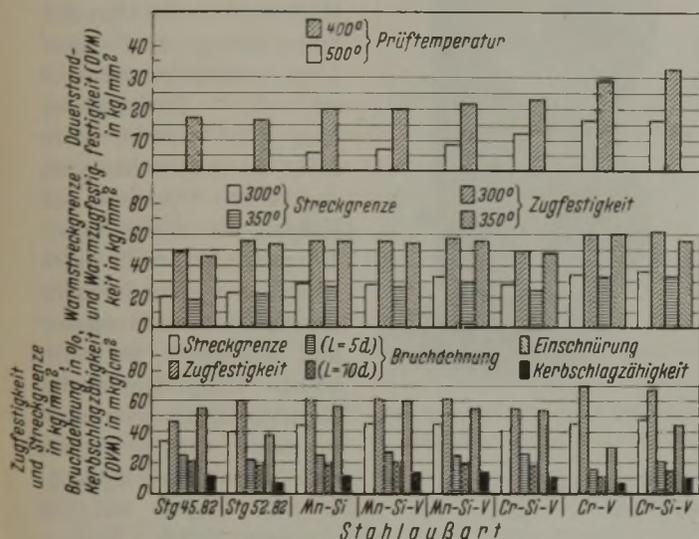


Bild 7. Festigkeitseigenschaften einiger unlegierter und legierter warmfester Stahlgußsorten.

ihre Vergütbarkeit verlieren. Derartige Schmelzen sind infolge ihrer hohen Sprödigkeit unbrauchbar. Zudem verschlechtert Titan bereits in sehr geringen Gehalten infolge Dickflüssigkeit die Vergießbarkeit derart, daß es sehr schwierig ist, dünnwandige Stahlgußteile herzustellen. Die Härtetemperaturen liegen, wenn das Titan voll zur Wirkung kommen soll, über 1000°, möglichst bei 1200°. Solch hohe Temperaturen lassen sich im Großbetrieb kaum noch beherrschen. Die Kerbempfindlichkeit titanhaltigen Stahlgusses ist besonders groß. Die Zähigkeit an ungekerbten Schlagproben und an der Zerreißprobe ist hingegen sehr gut. Eine Diffusionsglühung bringt nur bei dünnen Querschnitten eine Steigerung der Kerbschlagzähigkeit. Es sind Versuche im Gange, die geschilderten Schwierigkeiten wenigstens teilweise zu überwinden.

Mit Niob liegen die Verhältnisse insofern günstiger, als der Abbrand in gut desoxydierten Schmelzen genau festliegt und sehr gering ist. Die Schmelzen sind auch keineswegs dickflüssig. Nachteilig ist, daß zur völligen Abbindung des Kohlenstoffs die achtfache Menge an Niob (also die doppelte des Titans) notwendig ist, also der Verbrauch hoch liegt, und daß ferner das über Zähigkeit und Härtetempe-

<sup>5)</sup> Wever, F., und W. Peter: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 357/63 (Werkstoffaussch. 574); Peter, W.: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 364/68. Bardenheuer, P., und W. A. Fischer: Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 31/38 (Werkstoffaussch. 599). Houdremont, E., E. K. Naumann und H. Schrader: Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 57/71 (Werkstoffaussch. 601). Houdremont, E., und G. Bardel: Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 85/100 (Werkstoffaussch. 602).

ratur für Titanstahlguß Gesagte auch für niobhaltigen Stahlguß Geltung hat. Es lassen sich aber mit niobhaltigem Stahlguß einwandfreie Stahlgußteile herstellen, die je nach Wärmebehandlung Dauerstandfestigkeiten bis zu 50 kg/mm<sup>2</sup> bei 500° aufweisen. Untersuchungen auf dieser Legierungsgrundlage laufen zur Zeit noch.

In Bild 7 sind die Festigkeitseigenschaften einiger, heute angewandter warmfester Stahlgußgüten zusammengestellt. Trägt man die Dauerstandfestigkeit und Warmstreckgrenze (Mindestwerte) der Stahlgußsorten in Abhängigkeit von der Prüftemperatur auf (Bild 8), so wird der steile Verlauf der Kurven für die molybdänfreien Stahlgüsse gegenüber den

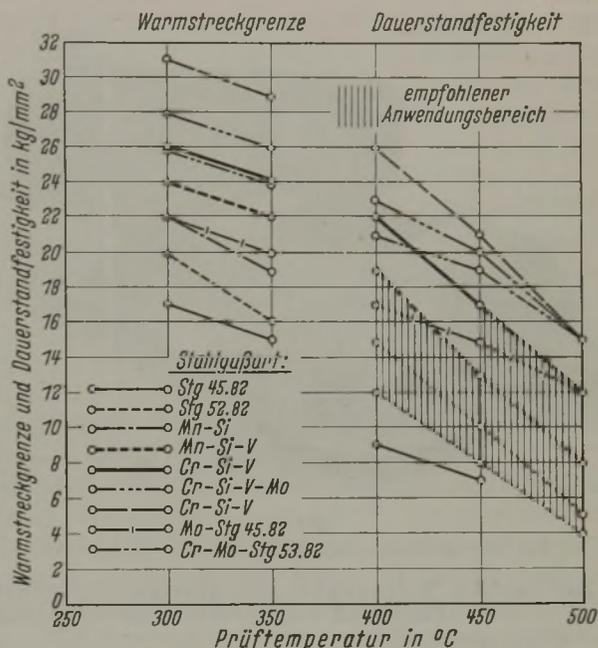


Bild 8. Warmstreckgrenze und Dauerstandfestigkeit einiger warmfester Stahlgußsorten bei verschiedenen Prüftemperaturen.

molybdänhaltigen deutlich. In Bild 8 ist der Anwendungsbereich eingezeichnet, auf den sich der Verbraucher von warmfestem Stahlguß beschränken sollte. Für die Festlegung der anzuwendenden Legierungen und die Aufteilung des Festigkeitsbereiches sind verschiedene Gesichtspunkte maßgebend: Erstens sollen möglichst wenig Sparmetalle verwendet werden, zweitens soll der Festigkeitsbereich möglichst gleichmäßig aufgeteilt und drittens die Zahl der Legierungen möglichst gering sein. Nach den vorliegenden Versuchsergebnissen könnte man sich die Aufteilung des Temperatur-Dauerstandfestigkeits-Bereiches bei warmfestem Stahlguß unter Berücksichtigung der genannten Gesichtspunkte etwa wie in Zahlentafel 5 wiedergegeben denken. Danach könnte mit einer unlegierten und drei legierten Stahlgußsorten das Auslangen gefunden werden.

Zahlentafel 5. Vorschlag für anzuwendende warmfeste Stahlgußsorten.

Bezeichnung	Stahlgußart	Höchstgehalte in % an			Mindest-Dauerstandfestigkeit nach DVM in kg/mm <sup>2</sup> bei		
		Mn	Cr	V	400°	450°	500°
A	unlegiert	0,7	—	—	12	8	4
B	Mn	1,2	—	—	15	10	—
C	Mn-V	1,2	—	0,30	19	13	8
D	Cr-V	0,7	1,2	0,3	—	17	12

Die Bilder 9 und 10 zeigen als Beispiele für die Anwendung von molybdänfreien Austauschstählen zwei größere Gußstücke des Dampfturbinenbaues aus Chrom-Vanadin- und Mangan-Vanadin-Stahlguß.

**Wärmebehandlung.**

Zur Erzielung guter Festigkeitswerte bei Raum- und erhöhten Temperaturen ist eine sehr sorgfältige Wärmebehandlung des warmfesten Stahlgusses erforderlich. Es ist bekannt, daß ein grobes Korn die Dauerstandfestigkeit steigert<sup>6)</sup>. Bei Stahlguß sind hier insofern günstige Bedingungen, weil durch die fehlende Warmformgebung als Ausgangszustand das Gußprimärkorn vorliegt. Warmfester Stahlformguß hat im Gußzustand stets die höchste Dauerstandfestigkeit, jedoch sind die Festigkeitswerte bei Raumtemperatur derart unbefriedigend, besonders die Kerbschlagzähigkeit, daß eine Umkristallisation stets

messen müssen, daß einerseits das Sekundärkorn eine solche Größe erreicht, bei der die Festigkeitswerte bei Raumtemperatur befriedigen, die Dauerstandfestigkeit jedoch noch möglichst hoch liegt. Dazu kommt der Einfluß der Legierung. Während man bei reinem Manganstahlguß wegen der Ueberhitzungsempfindlichkeit nicht wesentlich über den  $A_{c_3}$ -Punkt gehen kann, ist bei vanadinhaltigem Stahlguß auf alle Fälle die Normalglühtemperatur so hoch zu wählen, daß das Vanadinkarbid Gelegenheit hat, in Lösung zu gehen,

was erst oberhalb 950° bei der Mehrzahl der Stahlgußsorten der Fall ist; denn nur durch diese Maßnahme ist die dauerstandfestigkeitssteigernde Wirkung des Vanadins zu erreichen. Der Höhe dieser ersten Umwandlungsglühung sind allerdings Grenzen gesetzt, weil einerseits Temperaturen über 1000° nicht mehr leicht zu beherrschen sind, andererseits Gehäuse und Körper bei diesen hohen Temperaturen trotz guten Unterbaues leicht durch ihr Eigengewicht sich verziehen und schließlich bei solch hohen Temperaturen das Kornwachstum doch schon so rasch vor sich geht, daß die Kerbschlagzähigkeit sehr schnell mit der Haltedauer abfällt. Vielfach wählt man daher zwei aufeinanderfolgende Umwandlungsglühungen, wobei die Haltedauer mit der Temperaturhöhe reziprok läuft. Die vorgeschriebene Kaltzugfestigkeit stellt man dann durch einen üblichen Anlaßvorgang ein, der mit dem so oft verlangten „Totglühen“ nichts zu tun hat, aber oft verwechselt wird.

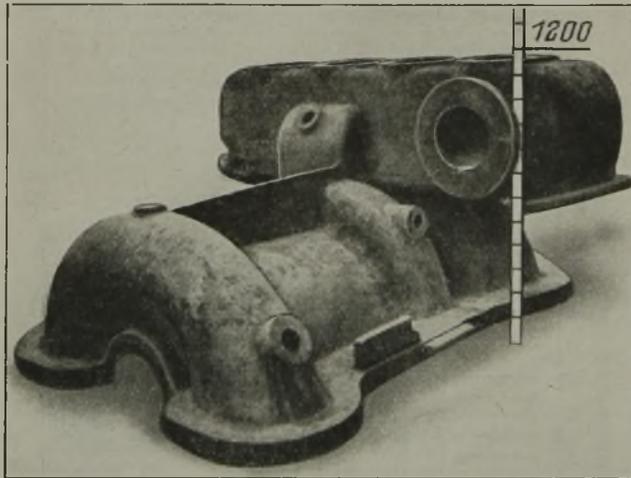


Bild 9.

Turbinengehäuse aus Chrom-Vanadin-Stahlguß.

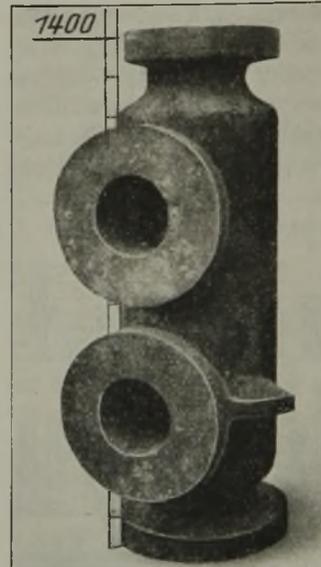


Bild 10. Dampfsiebkörper aus Mangan-Vanadin-Stahlguß.

Zahlentafel 6. Korngröße und Festigkeitseigenschaften von unlegiertem Stahlguß bei verschiedener Wärmebehandlung.

Stahlgußart <sup>1)</sup>	Wärmebehandlung	Sekundärkorngröße	Kerbschlagzähigkeit	Dauerstandfestigkeit bei 400°	Zugfestigkeit
		$\mu^2$	mkg/cm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	
Stg 52.82	550°/Luft	6650	1,7	18	52 bis 60
	950°/Luft + 570°	290	7,0	16	
	950°/Luft + 880°/Luft + 570°	190	7,6	14	
Stg 45.82	650°/Luft	8500	7,4	17	45 bis 50
	950°/Luft + 700°	340	15,0	14	
	950°/Luft + 880° <sup>2)/</sup> Luft + 700°	360	14,0	15	
Stg 45.82	950°/Luft + 700°	480	11,5	17	45 bis 50
	950°/Luft + 880°/Luft + 700°	270	15,4	15	

<sup>1)</sup> Nach DIN-Vornorm 1682. — <sup>2)</sup> Stark verlängerte Haltezeit.

Zahlentafel 7. Einfluß der Primärkorngröße auf die Festigkeitseigenschaften von unlegiertem Stahlguß.

Stahlgußart	Gießtemperatur ° C	Wärmebehandlung	Streckgrenze kg/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung		Einschlüpfung %	Kerbschlagzähigkeit mkg/cm <sup>2</sup>	Sekundärkorngröße $\mu^2$	Dauerstandfestigkeit bei 400° kg/mm <sup>2</sup>
					(L = 5 d)	(L = 10 d)				
					%	%				
Stg 45.82	1500	950°/Luft + 670°/Luft	34,8	48,9	22,0	17,0	41,7	10,1	505	16,5
	1460		33,1	49,3	24,0	18,9	37,5	9,2	410	16
	1485 <sup>1)</sup>		31,8	49,1	20,0 <sup>2)</sup>	20,0	34,2	8,8	340	14
	1380		28,4	48,3	28,0	21,8	48,2	7,4	385	(18)
Stg 52.82	1435	950°/Luft + 560°/Luft	35,8	56,9	21,0	15,8	29,8	4,7	450	18,5
	1430		36,1	58,0	6,0 <sup>2)</sup>	10,0	31,2	4,2	365	18
	1425 <sup>1)</sup>		35,6	53,7	13,8	10,5	23,2	6,6	250	13
	1385		34,8	55,6	19,4	14,8	27,8	4,1	420	18

<sup>1)</sup> Aluminiumzusatz. — <sup>2)</sup> Außerhalb der Meßlänge gerissen.

erforderlich ist. Daher wird man die Temperatur der umkristallisierenden Glühung und die Haltedauer so be-

<sup>6)</sup> Kanter, J. J., und L. W. Spring: Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 28 (1928) II, S. 80/116; Thum, A., und H. Holdt: Gießerei 17 (1930) S. 333/39. Thum, A., und H. Holdt: Masch.-Schad. 8 (1931) S. 17/26. Grün, P.: Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 205/11 (Werkstoffaussch. 282).

Der Einfluß der Wärmebehandlung auf die Festigkeitseigenschaften von Stahlguß sei an einem Beispiel erläutert: Gehäuse aus unlegiertem Stahlguß Stg 45.82 und Stg 52.82 wurden verschiedenen Wärmebehandlungen unterzogen (Zahlentafel 6). Man sieht, daß die Dauerstandfestigkeit mit der Sekundärkorngröße in Zusammenhang

steht. Dabei spielt die Primärkorngröße eine ganz entscheidende Rolle. Um diesen Einfluß zu prüfen, wurden je ein Stahlguß Stg 45.82 und Stg 52.82 mit verschiedenen Gießtemperaturen und kornverfeinernden Zusätzen abgegossen (Zahlentafel 7). Um den Einfluß der Sekundärkorngröße auszuschalten, wurde die Wärmebehandlung bei allen Stücken genau gleichgehalten, besonders die Haltezeiten. Während die Gießtemperatur keinen hervorstechenden Einfluß auf die Korngröße und damit auf die Dauerstandfestigkeit ausübt, wirken Aluminiumzusätze sehr stark kornverfeinernd und damit verschlechternd auf die Dauerstandfestigkeit ein. Damit bestätigt sich die bekannte Tatsache, daß die Dauerstandfestigkeit ein überaus feiner Gradmesser für den Schmelzenverlauf ist.

Eine Wasservergütung bringt besonders bei Chrom-Vanadin-Stahlguß eine Steigerung der Dauerstandfestigkeit mit sich. Wasser- und Oelvergütung werden jedoch bei Stahlformguß immer sehr beschränkt anwendbar sein, weil bei schwierig geformten großen Stücken eine erhöhte Riß- und Verzugsgefahr besteht. Da aber bei Oel- und Wasserhärtung eine Festigkeitssteigerung auftritt, sind auch stets Erhöhungen der Dauerstandfestigkeit damit verbunden. Dies ist bei den heute gebräuchlich gewordenen Austauschstahlgußen von wesentlicher Bedeutung. Bisher hat man bei warmfestem Stahlguß stets größtmögliche Weichheit und hohe Dehnung gewünscht. Dies ist heute nicht mehr ganz zu erfüllen und die Inkaufnahme höherer Festigkeits- und geringerer Zähigkeitswerte notwendig. Eine Mindestzugfestigkeit von 55 oder 60 kg/mm<sup>2</sup> für Luftvergütung bei den heute verwendeten molybdänfreien legierten warmfesten Stahlgußsorten sollte zur Erreichung der vorgeschriebenen Dauerstandfestigkeit vorliegen. Den Einfluß der Zugfestigkeit auf die Dauerstandfestigkeit zeigt Zahlentafel 8.

Eine Wärmebehandlung, die sich mit bestem Erfolg eingeführt hat, ist der sogenannte Luftsturz. Das Stahlguß-

Zahlentafel 8. Festigkeitseigenschaften zweier luftvergüteter vanadinhaltiger Stahlguße.

Nr. <sup>1)</sup>	Stahlgußart	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung (L = 5 d)	Einschnürung	Kerbschlagzähigkeit	Dauerstandfestigkeit in kg/mm <sup>2</sup> bei	
		kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	%			%	400°
65	Cr-V	35,0	56,6	24	50	10,0	—	13,5
		45,9	70,5	16	31	6,8	29	16,5
33	Mn-V	35,4	56,1	28	52	15,4	18	6
		55,3	74,0	16	36	5,6	26	9

<sup>1)</sup> Nach Zahlentafel 1.

stück wird auf die Härtetemperatur gebracht, dann der Ofen ausgefahren, das Stück bis etwa 400 bis 500° erkalten gelassen und in einen Ofen, der auf Anlaßtemperatur steht, umgesetzt, oder in denselben Ofen, der inzwischen auf Anlaßtemperatur erkaltete, zurückgefahren. Hierauf erfolgt das Anlassen in gewohnter Weise. Wenn man nicht auf besonders hohe Zähigkeit hinarbeiten muß, so ist dieses Wärmebehandlungsverfahren nur zu empfehlen.

Eine von fast allen Stahlformgußverbrauchenden Firmen vorgeschriebene Wärmebehandlung ist das sogenannte Totglühen, wobei es sich um ein Spannungsfreiglühen des fertigbearbeiteten Gußteiles handelt. Die nach dem Bearbeiten in dem Gußstück vorhandenen Spannungen werden hierdurch beseitigt. Es sei darauf hingewiesen, daß bei der Bearbeitung die Gußhaut in vielen Fällen nur einseitig entfernt wird. Die Entspannungstemperatur muß natürlich über der Arbeitstemperatur liegen. Früher wurde für die Molybdän- und Chrom-Molybdän-Stahlgußsorten grundsätzlich als Totglühtemperatur 650° vorgeschrieben. Das war nicht nur falsch, sondern auch unnötig. Die heute verwendeten Austauschstähle können, da sie alle mehr oder weniger Vanadin enthalten, welches die Anlaßbeständigkeit heraufsetzt, zwischen 600 und 650° spannungsfrei geglüht werden. [Schluß folgt.]

## Friedrich Harkort.

### Zum Gedächtnis an seinen 150. Geburtstag.

Von Professor Dr. Walther Däbritz in Essen.

Friedrich Harkort wurde am 22. Februar 1793 geboren. So war er noch ein Sohn des 18. Jahrhunderts, und mit der Aufnahme des Baues von Dampfmaschinen, seinem Eintreten für die Dampfschiffe und die Dampfbahnen sowie seinem Wirken für den technischen Fortschritt auf vielen anderen Gebieten gehört er zu jener ersten Generation rheinisch-westfälischer Wirtschaftsführer, die als die Pfadfinder und Wegbereiter zu gelten haben. In dieser Hinsicht steht er in einer Reihe mit Männern wie dem Erfinder des Gußstahls Friedrich Krupp, dem Mechanikus Franz Dinnendahl, dem Mülheimer Kohlenhändler, Gewerken und Reeder Mathias Stinnes oder dem Erbauer der Hermannshütte Hermann Diedrich Piepenstock. Gestorben ist Friedrich Harkort am 6. März 1880, im Patriarchenalter von 87 Jahren. So ist er zugleich der Zeitgenosse einer zweiten Generation gewesen, die in der Mitte des 19. Jahrhunderts, in jener ersten großen Gründerzeit des Ruhrbezirks, der Zeit seiner eigentlichen Begründung, am Ruder war, und für die Alfred Krupp, Jacob Mayer, Ernst von Waldhausen, Robert Müser, Louis Baare, Fritz Funke, Friedrich Grillo u. a. repräsentativ sind. Darüber hinaus aber ragt dieses Leben noch bis in eine dritte Geschlechterfolge hinein, die die Geschehnisse im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts und darüber hinaus bis zum Ausbruch des letzten Weltkriegs

bestimmt hat; es wird vor nicht allzu langer Zeit noch Menschen gegeben haben, die den „alten Harkort“ persönlich gekannt haben.

Ein anderer Hinweis mag die weit gespannte Kurve dieses Lebens kennzeichnen. Als 1813 der Freiheitskrieg aufflammte, eilte der 20jährige zu den Fahnen; 1814 wurde er zweimal in Belgien verwundet, und geschmückt mit dem Eisernen Kreuz kehrte er heim. Dieses Kreuz trug er als Einziger unter den Reichsboten, als am 15. Juli 1870 mit der Mobilmachung des Heeres die Einberufung des Norddeutschen Reichstages erfolgte. So wurde er auch noch Zeuge der ersehnten Einigung Deutschlands. Bis 1873 gehörte er dem Deutschen Reichstag an, und bis an das Ende seiner Tage hat er die Entwicklung des jungen Reiches unter Bismarcks Führung mit stärkster Anteilnahme begleitet.

Aus der Jugendzeit.

Friedrich Harkort war ein Märker. Das Gut Harkorten, der Stammsitz der Familie, die nach ihm den Namen trug, war zwischen Hagen und Gevelsberg gelegen, an der Enneper Straße, an der noch manch andere in der Geschichte der märkischen Eisenindustrie bedeutende Familien beheimatet gewesen sind. Neun Kinder waren der Ehe von Johann Kasper Harkort und seiner Frau Henriette, geb. Elbers,

entsprossen, von denen zwei frühzeitig starben; Friedrich Harkort war unter den sieben übriggebliebenen das vierte. Da nach westfälischem Erbrecht das Stammgut seinem ältesten Bruder zufiel, entschloß er sich, der Schule entwachsen, zu einer kaufmännischen Lehre, die er im Geschäft des Kaufmanns Mohl in Wichlinghausen bei Barmen durchmachte. Dort gewann der strahlend schöne Jüngling das Herz der einzigen Tochter seines Lehrherrn; sie ist späterhin seine Gattin geworden. Aber am kaufmännischen Beruf und an der Arbeit im Kontor fand er keinen Gefallen, und ein guter Kaufmann ist er auch späterhin nicht geworden. Als er darum, aus dem Freiheitskrieg heimgekehrt, sich einen Lebensberuf suchte und einen eigenen Hausstand gründete, zog es seinen auf das Gegenständliche gerichteten Sinn zum produktiven Schaffen, und nach einigen tastenden Versuchen wandte er sich der jung aufstrebenden Eisenindustrie seiner Heimat zu.

#### Der Pionier des westfälischen Maschinenbaues und der Eisenindustrie.

Im 25. Jahr seines Lebens stehend verband er sich mit einem bedeutenden und kapitalkräftigen Elberfelder, Heinrich Daniel Kamp, und beide gründeten 1818 die „Mechanischen Werkstätten Harkort & Co.“, deren Leitung Friedrich Harkort übernahm. Die Anregung hatte er durch das Studium englischer Fachzeitschriften erhalten, das ihn mit den großen Fortschritten des englischen Maschinenbaues vertraut machte. Mit England auf diesem Gebiet in Wettbewerb zu treten war seine und Kamps Absicht, zumal da die Steinkohlenbergwerke im benachbarten Ruhrbezirk einen günstigen Absatz versprachen. Ihren Standort erhielt die Maschinenfabrik in der Alten Burg zu Wetter an der Ruhr, in der zuvor das Märkische Bergamt Platz gehabt hatte; inzwischen war es nach Bochum verlegt worden, und so hatte der Preußische Fiskus das Gebäude zum Verkauf gestellt. Aus England holte sich Friedrich Harkort zugleich Maschinen, Vorarbeiter und Arbeiter und nahm, freilich unter manchen Schwierigkeiten, den Betrieb auf. So entstand eine der frühesten Pflanzstätten des neuzeitlichen Maschinenbaues in Deutschland, und neben Dinnendahls Essener Fabrik und der Gutehoffnungshütte in Oberhausen hat sie dem Ruhrbergbau die ersten heimischen Förder- und Wasserhaltungsmaschinen geliefert, die ihm den Schritt vom Tag- und Stollenbetrieb zum Tiefbau ermöglichten. Bald dehnten sich Erzeugung und Absatz weiter aus. Im Jahre 1822 wurde die Fabrik in der amtlichen Staatszeitung „unter die merkwürdigsten und bewunderungswertesten Anstalten in Deutschland“ gerechnet und hinzugefügt: „Die Maschinen, welche sie liefert, gehören zu den vollkommensten und können den besten englischen an die Seite gesetzt werden.“

Auf seiner Reise nach England hatte Friedrich Harkort auch das neue Eisenfrischverfahren, das Puddeln, kennengelernt, das Henry Cort 1784 erfunden hatte, und wie das auch weiterhin seine Art geblieben ist, hatte er seine westfälischen Landsleute durch Zeitungsaufsätze auf die Vorteile dieser Erfindung aufmerksam gemacht. Als sein Aufruf keinen Widerhall fand, legte er kurz entschlossen 1826 im Graben der Alten Burg ein Puddel- und Walzwerk an. „Die Revolution in der Eisenfrischerei und Stabeisenstreckung war“, wie er rückschauend noch selbst feststellen konnte, „in wenigen Jahren eine vollendete Tatsache.“ Das Walzwerk brachte ihn wiederum beim Maschinen- und Kesselbau voran. Besonders der letzterwähnte gewann große Bedeutung. In der uneigennützigsten Weise stellte Harkort hierbei der Allgemeinheit seine Erfahrungen zur

Verfügung, und seine Kesselfabrik hat zahlreichen anderen Kesselbauanstalten des ganzen Reviers wie Stuckenholz, Moll, Berninghaus, Schäfer u. a. als Vorbild gedient.

Wie Harkort damit dem Maschinenbau und der Stahlgewinnung neue Wege zu weisen bestrebt war, so hat er sich auch darum bemüht, die Roheisenerzeugung zu verbessern und ihre Leistungen zu steigern. Er hat es abermals durch öffentliche Hinweise getan und sich seit 1826 persönlich an Versuchen beteiligt, im Hochofen die Holzkohle durch westfälischen Koks zu ersetzen.

In der späterhin, 1856 von ihm verfaßten „Geschichte des Dorfes, der Burg und der Freiheit Wetter“ hat Friedrich Harkort die besonderen Leistungen seiner Fabrik wie folgt gekennzeichnet:

„Größere Werke sind seit der Gründung des hiesigen durch Assoziation in der Mark entstanden, allein Wetter hat die Bahn gebrochen. In folgenden Dingen wird namentlich der Vortritt in Anspruch genommen:

In der Eisengießerei die Einführung von Kugelöfen mit Stichherd, die Formerei schwieriger Maschinenstücke in Sand und der Guß von Hartwalzen.

Die Anfertigung und Verwendung eiserner Getriebe, namentlich der konischen Räder und deren genaue Modellierung nach richtigen Grundsätzen.

Die verbesserte Konstruktion der Zylindergebläse und Wasserräder.

Die Herstellung der ersten doppelt wirkenden Dampfmaschinen bis 100 Pferdekraft.

Die Einrichtung einer Kesselschmiede nach englischer Methode und der dazu erforderlichen Maschinen und Gerätschaften.

Die Anfertigung der ersten Heizapparate mit warmer Luft.

Die Puddlingsfrischerei.

Die Einführung der feineren Schleiferei für Stahlwaren (mit Hilfe des Mechanikers Heinz aus Aachen) sowie die englische Rundsäge.“

Bis zum Jahre 1832 hat Harkort die Mechanischen Werkstätten in Wetter geleitet. Er sah auf große technische Erfolge zurück. Aber der finanzielle Ertrag war ausgeblieben, und bei der nach allen Seiten hin gewendeten Tätigkeit Harkorts, die die Gefahr der Zersplitterung in sich barg, sowie seiner Uneigennützigkeit konnte das nicht wundernehmen. So kam es zu Meinungsverschiedenheiten mit Heinrich Kamp und zu Harkorts Ausscheiden aus der Firma. Kamp hat die Fabrik alsdann allein weiterbetrieben, und nach wechselnden Schicksalen ist sie heute ein Bestandteil der Deutschen Maschinenfabrik AG. in Duisburg geworden.

Harkort selbst aber siedelte nach dem Hombruch bei Dortmund über und fing noch einmal von vorne an. Seine Aufmerksamkeit hatte sich inzwischen dem Bau von Schiffsdampfmaschinen zugewandt. Zu diesem Zweck wandelte er eine im Hombruch vorhandene Oelmühle in eine Eisengießerei und Kesselschmiede um und rief in Wetter eine neue kleinere Maschinenfabrik ins Leben, für die das Werk im Hombruch die Eisengußteile liefern sollte.

Damit wird ein weiteres Gebiet berührt, auf dem Friedrich Harkort bahnbrechend geworden ist: das neuzeitliche Verkehrswesen.

Wegbereiter des Eisenbahn-, Dampfschiff- und Kanalbaues.

Am 30. März 1825, als George Stephenson soeben die erste Bahn von Stockton nach Darlington vollendet hatte, erschien in der westfälischen Zeitschrift „Hermann“ aus

Harkorts Feder der berühmte Aufruf über „Eisenbahnen“. Er schloß mit den Worten: „Möge auch im Vaterlande bald die Zeit kommen, wo der Triumphwagen des Gewerbetleißes mit rauchenden Kolossen bespannt ist und dem Gemeinsinn die Wege bahnet.“ Von da an beginnt Harkorts Wirken für dieses Ziel. Wie nur wenige Männer seiner Zeit hat er die revolutionierende Wirkung des neuen Verkehrsmittels vorausgesehen, hat er seine Bedeutung für seine engere Heimat, für den Absatz der Ruhrkohle erkannt, aber auch für die Verflechtung der Menschen und Märkte im Sinn einer neuen volkswirtschaftlichen, weltwirtschaftlichen Arbeitsteilung. Und neben den wirtschaftlichen Vorteilen hat er zugleich die militärischen Gesichtspunkte betont: „150 Wagen schaffen eine ganze Brigade in einem Tag von Minden nach Köln.“ Das rheinisch-westfälische Eisenbahnnetz, die Köln-Mindener Bahn, die Bergisch-Märkische Bahn, neben den West-Ost-Verbindungen die Nord-Süd-Verbindungen, neben den Hauptlinien die Nebenlinien — dies alles ist in seiner heutigen Gestalt ohne Harkorts über ein halbes Jahrhundert erstrecktes Wirken nicht zu denken, und es wäre ein Jahrzehnt früher entstanden, wenn die Regierung seinem Drängen entschlußkräftig alsbald gefolgt wäre.

Begeistert hat Harkort aber auch als einer der ersten in Deutschland den Gedanken aufgenommen, die Dampfmaschinen in Schiffe einzubauen und im Dampfschiff dem Wasserverkehr ein neues leistungsfähiges Verkehrsmittel zu schaffen. Es wurde bereits erwähnt, daß ihn dieser Plan besonders nach 1832 beschäftigte, als er nach dem Hombruch übergesiedelt war. Der erste Auftrag, den er dort erhielt, war die Maschinenanlage für ein Dampfschiff auf der Weser. Um die Wirkung seiner Maschinen zu erproben und um Erkundungen über den alten Wasserweg der Hansa einzuziehen, entschloß er sich, am 24. Januar 1836 das Schiff selbst abzuliefern. Das von ihm verfaßte Reisetagebuch gibt ein anschauliches Bild davon, wie es damals auf deutschen Strömen aussah. Vier Wochen brauchte Harkort in den heftigen Februarstürmen, um von Duisburg, wo das Schiff gebaut worden war, rheinabwärts durch die Zuidersee und die Watten der west- und ostfriesischen Inseln bis Bremen zu gelangen. Nach mehr als fünf Wochen ward Minden, das ersehnte Ziel, erreicht. Kanonendonner und der Jubel einer begeisterten Volksmenge begrüßten den ersten Dampfer auf der Oberweser.

Aus Beobachtungen auf dieser Fahrt entstand bald darauf bei Harkort ein weiterer Plan: Rhein-Seeschiffe zu bauen, die von Köln aus in kürzester Fahrt, auf den Wegen der alten Hanse, die atlantischen Seehäfen erreichen konnten. So ward im Herbst 1836 in Duisburg der Kiel zum „Rhein“ gelegt, wie das erste Schiff dieser Art getauft wurde, und im folgenden Jahr 1837 trat Harkort wiederum selbst die erste Fahrt von Köln nach London an. In England erregte sein Eintreffen gewaltiges Aufsehen. Der kühne Mann ward mit hohen Ehren vom Lord-Mayor in London empfangen — aber im Gefolge des Ruhms traten abermals geldliche Fehlschläge auf. Harkort war durch seine Kölner Geldgeber in Verträge verstrickt worden, die über seine Kraft gingen. So wurden die Schiffe — es waren ihrer inzwischen drei geworden — zwangsweise versteigert. Harkort ward dadurch abermals wirtschaftlich fast zugrunde gerichtet — ihm blieb als einziges die Flagge des „Rheins“. Sie deckte nach seinem Wunsch den Toten, als er, 42 Jahre später, zur letzten Ruhe bestattet wurde.

Schließlich sei Harkorts Wirken für den Bau von Kanälen erwähnt. Es ist ein Zeichen seiner hohen Weitsicht, daß er, der sich am frühesten für den Bau von Eisenbahnen eingesetzt hatte, bereits 1840 den Satz niederschrieb: „Während

man von Eisenbahnen spricht, soll man die Wasserstraßen, so allein den Welthandel bilden, nicht blind vernachlässigen.“ Wie Harkort weiterhin zu einzelnen Kanalplänen Stellung genommen hat, sei mit einigen Tatsachen belegt. 1840 fordert er den Bau eines von Holland unabhängigen Wasserwegs aus Rheinland-Westfalen nach der Nordsee. 1850 macht er auf die Notwendigkeit eines Nordostsee-Kanals aufmerksam. 1859 setzt er sich für einen Rhein-Weser-Kanal von Mülheim an der Ruhr bis Minden an der Weser ein. 1863 beschäftigt ihn die Möglichkeit einer Kanalverbindung zwischen Ems und Weser. Als sich nach dem Krieg von 1864 in Berlin ein Ausschuß gebildet hatte, um den Plan des Nordostsee-Kanals zu verwirklichen, regte Harkort sogleich die Fortsetzung nach Westen mit den Abschnitten Unterelbe-Weser, Weser-Ems, Ems-Rhein an. Nachdem 1867 der Norddeutsche Bund errichtet war, schien Harkort der Zeitpunkt gekommen, aufs Ganze zu gehen und alle diese bisher zersplitterten Bestrebungen zu einer Einheit zu bringen. Aber der Norddeutsche Reichstag ging über seine Anträge zur Tagesordnung über, und so schritt Harkort zur Gründung des „Zentral-Vereins für deutsche Binnenschifffahrt“ als eines freien Vereins, der noch heute besteht.

#### Anregen, nicht ausbeuten.

„Wir sind nicht in der Welt, um stille zu stehen und zu genießen, sondern um fortzuschreiten.“ Das war die Antwort, die Harkort gab, wenn seine Mitarbeiter den Rastlosen zur Ruhe mahnten. Und mit seinem Wirken für Wasserstraßen, für Dampfschiff und Dampfschleppschiff, für Eisenbahnen und Dampfmaschinen, für neue Verfahren in Bergbau, Eisen- und Stahlgewinnung sind nur die wichtigsten Gebiete seiner wirtschaftlichen Betätigung bezeichnet. Aber ein anderes Wort Harkorts lautet: „Mich hat die Natur zum Anregen geschaffen, nicht zum Ausbeuten.“ Darin tritt ein weiterer entscheidender Grundzug seines Wesens hervor. Die treibende Kraft seines Schaffens war nicht der eigene Vorteil, sondern des Landes Bestes. „Ein allgemeines Fortschreiten tut not“, schrieb er gelegentlich. „Die Elemente liegen vor uns und es bedarf nur des Gemeinsinns, um sie zu ordnen.“ In solchem Gemeinsinn hat er gewirkt. Andere haben schon zu seiner Zeit anders gedacht, und die Generationen nach ihm haben einen Grundsatz daraus gemacht, das Verdienen über das Dienen zu stellen. Harkort selbst hat nie davon gewußt. Außerlichen Genüssen gegenüber ist er stets gleichgültig geblieben. In spartanischer Einfachheit hat er sein Leben geführt. Und wenn die geldlichen Fehlschläge ihm schwere Sorgen bereiteten, so war es nicht um seiner Person, sondern um seiner Werke willen. So ist Friedrich Harkort als Industrieführer in der Lauterkeit seiner Gesinnung, in der Selbstlosigkeit seines Schaffens, in der Hingabe an das Ganze für die eigene Zeit und die Nachfahren das leuchtende Vorbild geworden. So wird es aber auch begreiflich, daß er sich im ferneren Verlauf seines Lebens mehr und mehr von der Wirtschaft zur öffentlichen Tätigkeit hinwandte, weil sie ihm die größeren Möglichkeiten gab, seine gemeinnützigen Gedanken in die Tat umzusetzen und ins Weite und Breite zu wirken.

#### Der Politiker.

Es ist schlechterdings unmöglich, an dieser Stelle von Harkorts öffentlichem Wirken als Schriftsteller und als Parlamentarier eine erschöpfende Darstellung zu geben. Zahllos sind die Aufsätze in Zeitungen und Zeitschriften, die offenen Briefe, Flugblätter, Broschüren, in denen er zu den Fragen der eigenen Zeit Stellung genommen hat. Kraftvoll, klar und einfach in der Sprache, darin seinem

Landsmann Justus Möser vergleichbar, so hat er in ihnen vor allem zum Volke geredet. Furchtlos und mannhaft ist dieser freie Mann stets ein Verteidiger des Rechts gewesen, und in einer Zeit, in der der Polizeistaat die öffentliche Meinung gängelte und mit Gewalt unterdrückte, wo sie ihm nicht paßte, hat Harkort durch sein schriftstellerisches Wirken an der Bildung einer unabhängigen öffentlichen Meinung in Deutschland einen entscheidenden Anteil gehabt.

Seit 1830 hat Harkort dem Westfälischen Landtag in Münster angehört, bis er 1837 durch Machenschaften der Regierung aus ihm verdrängt wurde. Seit 1848 war er Mitglied der Preußischen Nationalversammlung und der Zweiten Kammer, seit 1867 Mitglied des Norddeutschen Reichstages, seit 1871 des Deutschen Reichstages. Fast 50 Jahre umfaßt mithin Harkorts parlamentarische Tätigkeit, und in der zweiten Hälfte seines Lebens hat sie ihn ganz überwiegend in Anspruch genommen. Es ist eine Zeitspanne, auf politischem Gebiet nicht weniger ereignisreich und bedeutsam als auf wirtschaftlichem. Alte Formen des Staats- und Verfassungslebens zerbrechen, neue entstehen. Große gesellschaftliche Umwälzungen spielen sich ab. Durch Kriege und wechselnde Machtkonstellationen hindurch geht die große europäische Politik ihren Gang. So ziehen mit den Stoffen, denen Harkort in Kommissionsberatungen und Plenarreden, in Berichten und abermals in Schriften seine Arbeit gewidmet hat, nahezu alle großen Fragen jener Jahrzehnte an uns vorüber: Die Verfassungsfrage in Preußen, ehe das königliche Versprechen von 1815 eingelöst war, und weiterhin die deutsche Frage, die Frage der nationalen Einigung, deren glorreiche Erfüllung der Greis noch erleben durfte, die mannigfachen gesetzgeberischen Maßnahmen, die sich aus der Abkehr von den Praktiken des aufgeklärten Absolutismus und aus der Ausrichtung des Wirtschafts- und Gesellschaftslebens nach den Grundsätzen des Liberalismus ergaben — im Bergbau z. B. die Befreiung von dem drückenden Bergzehnt und überhaupt der Uebergang vom Direktionssystem zur Bergbaufreiheit, oder im Bankwesen eine liberalistische Gestaltung, oder Pressefreiheit, oder Assoziationsfreiheit zur leichteren Assoziation des Kapitals. Dazu Fragen der Handelspolitik, des Verkehrswesens mit Weg-, Bahn- und Kanalbau, Fragen der Finanz- und Steuerpolitik, der Justizreform, der Heeresreform und viele andere. Diejenige aber, die Harkort am meisten ans Herz gewachsen war, war die Bildungsfrage, insbesondere die Frage der Volksbildung. Mit tiefem Ernst hat er sie aufgefaßt als einen wesentlichen Teil der sozialen Frage. „Jene gefürchtete Masse der unteren Stände verlangt nicht allein nach Brot und Schauspiel — nein, sie hat auch geistige Bedürfnisse, und indem man diese befriedigt, wird der Weg zum täglichen Brot sicherer gebahnt als durch Schranken, Gebet und Frohn.“ In welch

kläglicher Verfassung sich aber um die Mitte des Jahrhunderts die preußischen Volksschulen befanden, beleuchtet die Tatsache, daß der Futtermeister am Königlichen Hauptgestüt in Graditz 200 Tlr. Jahresgehalt, der Lehrer hingegen 68 Tlr. erhielt. Für Allgemeinheit und Unentgeltlichkeit des Volksschulbesuchs, für Verbesserung der äußeren Lage der Lehrerschaft, für Hebung des Unterrichtswesens und gegen den im Kultusministerium herrschenden reaktionären Geist zu kämpfen ist Harkort nicht müde geworden. Er hat auch hier erlebt, daß seine Forderungen verwirklicht wurden, und daß der preußische Schulmeister die Schlacht bei Königgrätz gewann.

#### Marschall Vorwärts.

Aber auch dies sind noch Einzelheiten, so sehr sie zum Bilde Harkorts gehören. Was dem Ganzen seines Wesens die einzigartige Bedeutung gibt, ist etwas anderes. Harkort rechnete sich, mit wechselnden Konstellationen, der altliberalen Partei in Preußen zu. Aber wenn es darauf ankam, wetterte er gegen diejenigen, die mit dem Partei-Katechismus in der Hand heruminquirierten, und im Grunde war er selbst in keinem Partei-Katechismus unterzubringen.

Aeltestes bewahrt mit Treue,  
Freundlich aufgefaßtes Neue —

dies Goethewort gibt die beiden Grundzüge seines Wesens aufs beste wieder. Er hat den Fortschritt gepredigt gegen alles, was alt, morsch und hohl war. „Marschall Vorwärts bleibe der deutsche Führer und belebe alle Stände zum Wettkampf in dem, was groß und edel ist.“ Als aber 1848 in Berlin die blutige Revolution ausbrach, rief er den Barrikadenkämpfern zornflammend zu: „Der Geist steht höher als die Gewalt“, und an den König richtete er jene Denkschrift, in der er ihn der unwandelbaren Liebe und Anhänglichkeit seiner getreuen Märker versicherte. Er fühlte sich als Liberaler und hat sich für die Befreiung der Einzelnen von der Bevormundung des absolutistischen Staates ein Leben lang eingesetzt. Aber sein scharfes Auge hat frühzeitig die Schäden des „Laissez faire“ besonders auf sozialem Gebiet gesehen und schon nahezu alle Mittel und Wege aufgezeigt, die später die Sozialpolitik als vorbeugende Maßnahmen einschlagen mußte: Verbot der Kinderarbeit, Einführung einer Höchstarbeitszeit für Schutzbedürftige, Kranken- und Invalidenversicherung, Sparkassen u. a.

So haben sich in der Gestalt Friedrich Harkorts konservativer Sinn und der Geist gesunden Fortschritts, private Unternehmerinitiative und Hingabe an das Ganze und manch andere scheinbaren Gegensätze zur Einheit vermählt. Dies gibt Friedrich Harkort nicht nur im rheinisch-westfälischen Industriebezirk und seiner Wirtschaft, sondern weit darüber hinaus im ganzen deutschen Vaterlande den besonderen Rang.

## Umschau.

### Meßtechnische Ueberwachung einer Druckwasserzentrale.

In den folgenden Ausführungen werden Arbeitsweise und wirtschaftliche Betriebsführung einer Preßwasserzentrale beschrieben. Die hierfür erforderlichen Ueberwachungsgeräte sind auf einer Tafel untergebracht, wie sie z. B. für den Kessel- und Turbinenbetrieb seit Jahren üblich ist.

*Bild 1* stellt eine Preßwasser-Erzeugungsanlage mit liegenden Dreiplunger-Preßpumpen und einem Druckluftakkumulator dar. Die Pumpen werden mit Hochspannungsmotoren über gekapselte und in Oel laufende Getriebe angetrieben. Alle Pumpen haben Aussetzerregelung, die über ein Steuergerät, das von dem Druckluftakkumulator beeinflusst wird, automatisch betätigt wird. Durch einen Lastverteiler wird die Schaltreihenfolge bestimmt.

Die Steuerung hat verschiedene Aufgaben:

1. Abschalten der Pumpen durch Oeffnen der Umlaufventile, wenn die Wasserflaschen voll sind.
2. Zuschalten der Pumpen in einer bestimmten Reihenfolge, wenn der Wasserstand in der Wasserflasche unter ein bestimmtes Maß sinkt.
3. Betätigung der Absperrvorrichtung, wenn die Wasserflaschen leer sind, um den Eintritt von Luft in das Netz zu verhindern.

Der Motor der Preßwasserpumpe läuft, solange die Pumpe in Betrieb ist. Die Preßwasserförderung wird ausgesetzt durch Oeffnen des Umlaufventils, das die Saugseite mit der Druckseite verbindet. Dieser Vorgang soll in Abhängigkeit von dem Wasserinhalt des Akkumulators erfolgen. Es gibt hierfür zahlreiche

Bauarten. Die hier beschriebene<sup>1)</sup> arbeitet wie folgt (Bild 2):

Der Raum A ist an den Luftraum, der Raum B an den Wasserraum der Wasserflasche angeschlossen. Steigt der Wasserspiegel in den Wasserflaschen, so steigt der Quecksilberspiegel im Raum A und berührt nacheinander die Kontaktstifte C. Wird der Kontaktstift 6 berührt, so entspricht diese Stellung dem höchsten zulässigen Wasserstand. Die Berührung des Quecksilbers mit diesem Kontaktstift schließt einen Schwachstromkreis (24 V), wodurch ein Schaltschütz betätigt wird, das den Erregerstromkreis für den Hubmagneten, der das Umlaufventil der Pumpe im Betriebszustand geschlossen hält, öffnet.

Quecksilbers), dann wird durch ein Kontaktmanometer die gesamte Anlage ausgeschaltet.

Durch Einschaltung von Meldelampen in den Stromkreis der Hubmagnete (oder Relais) wird der Wasserstand im Akkumulator optisch angezeigt. Störungen können u. a. durch Verschmutzen des Quecksilbers oder der Kontaktstifte im Raum A entstehen. Insbesondere kann hierdurch der Wasserstand so weit sinken, daß das Absperrventil zu spät schließt und Luft in das Netz einströmt. Es empfiehlt sich deshalb, eine von der oben erwähnten Anzeigevorrichtung unabhängige Ueberwachung des Wasserstandes vorzunehmen, zumal da die Schäden durch

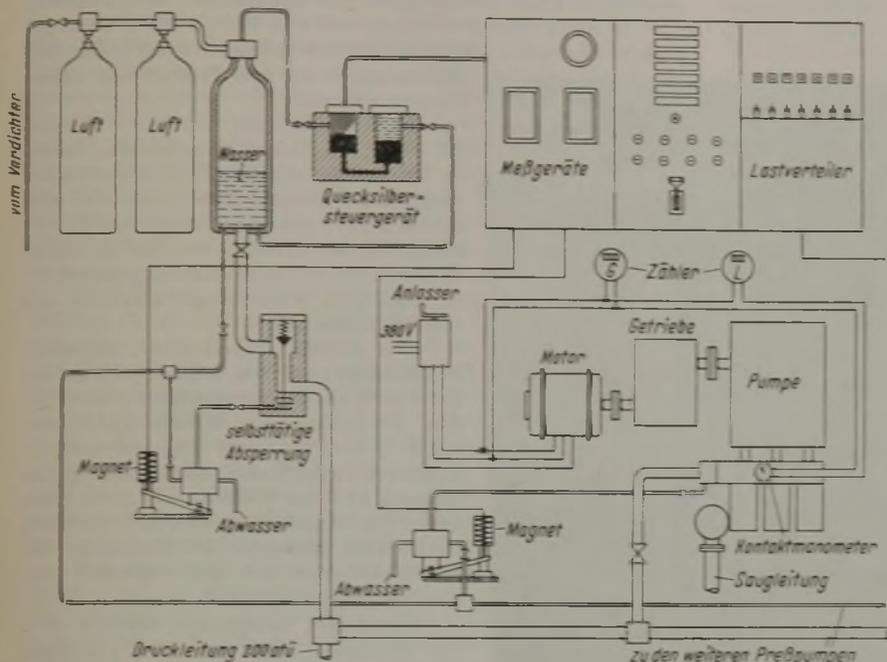


Bild 1. Preßwasser-Erzeugungsanlage.

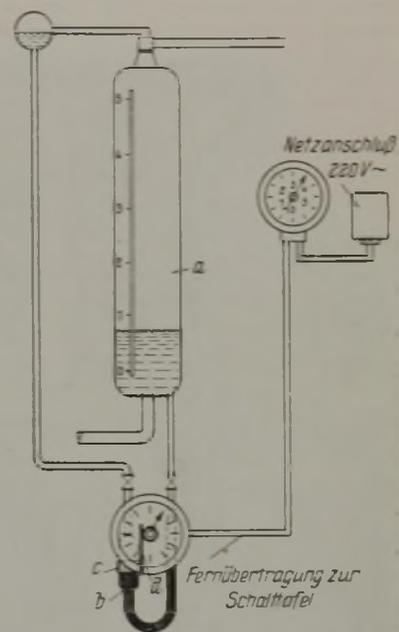


Bild 3. Wasserstandsanzeiger.

Dadurch fällt der Magnet ab und die Pumpe setzt mit der Förderung aus. Jedem Schaltschütz sind zwei Kontaktstifte zugeordnet, um durch das Schwanken des Wasserspiegels und des entsprechenden Quecksilberspiegels an einer Kontaktstelle eine unzulässige Schalthäufigkeit zu vermeiden. Nach der Oeffnung des Umlaufventils wird der Bedarf nur noch aus dem in der Flasche

den Eintritt von Luft in das Netz oder in die Pressen recht beachtlicher Natur sein können und dann die Mehrkosten für das Kontrollgerät um ein Vielfaches übersteigen.

Das Kontrollgerät wird ebenso wie das Steuergerät an die Luft- und Wasserseite der Wasserflaschen (a) des Akkumulators angeschlossen (Bild 3). Das Heben und Senken des Quecksilberspiegels (b) in diesem Gerät wird über eine magnetische Kupplung (c) auf eine Zahnstange (d) übertragen, die eine Anzeigevorrichtung betätigt. Diese Anzeige kann durch elektrische Ferngeber übertragen und außerdem für ein Schreibgerät benutzt werden, das den Wasserstand graphisch darstellt. Durch Anbringen eines Kontaktes kurz vor der Nullstellung kann auch ein Signal oder der Hubmagnet für die Absperrung betätigt werden. Bei einer Anlage mit fünf Pumpen, von denen jede eine Leistung von 1000 l/min hat, werden bei mittlerer Belastung der Station drei Pumpen in Betrieb sein, während eine zur Spitzendeckung und die letzte als Reserve dient. Pumpen 1 und 2 werden dauernd, Pumpe 3 zu 75 % der Betriebszeit auf Last fahren. Pumpe 4 schaltet sich nach Bedarf zu, muß aber während dieser Zeit zum großen Teil im Leerlauf arbeiten. Diese Fahrweise würde einen vorzeitigen Verschleiß der Pumpen 1 und 2 und eine kaum fühlbare Benutzung der Pumpen 4 und 5 mit sich bringen. Das aber soll vermieden werden. Aus diesem Grunde wurde vom Verfasser ein Lastverteiler vorgeschlagen und mit bestem Erfolg in Betrieb genommen. Die Arbeitsweise ist folgende:

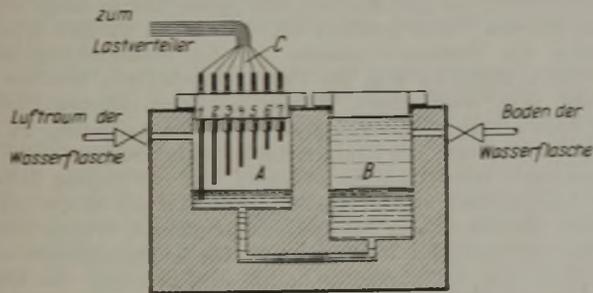


Bild 2. Quecksilber-Steuergerät.

gespeicherten Wasservorrat gedeckt, der Wasserspiegel sinkt und damit auch das Quecksilber im Raum A. Es tritt eine Unterbrechung zwischen dem Quecksilber und dem Kontaktstift 5 ein, wodurch der Hubmagnet für das Umlaufventil der Pumpe 2 angezogen wird und dieses schließt, so daß die Pumpe wieder auf das Netz arbeitet. Reicht die Wasserlieferung nicht aus, so sinkt der Quecksilberspiegel entsprechend dem fallenden Wasserspiegel weiter, und Stift 4 oder 3 werden ebenfalls frei. Damit arbeitet auch Pumpe 1 wieder unter Last. Ist der Bedarf noch größer, so sinkt der Quecksilberspiegel unter den Stift 1. Jetzt fällt der Hubmagnet für das Absperrventil ab, wodurch eine weitere Wasserentnahme und vor allem der schädliche Eintritt von hochgespannter Luft in das Netz vermieden wird. Erst bei Berührung des Quecksilberspiegels mit dem Stift 2 öffnet sich das Absperrventil wieder. Eine zusätzliche Sicherheit ist gegen das Ueberpumpen der Wasserflaschen geschaffen: Der letzte Stift 7 wird vom Quecksilber berührt, wodurch ein Relais betätigt wird, welches die Steuerschütze der ganzen Anlage ausschaltet und gleichzeitig ein optisches oder akustisches Signal auslöst. Versagt auch diese Vorrichtung (z. B. durch Verschmutzung des

Die Endpunkte von je zwei nebeneinanderliegenden Kontaktstiften des Quecksilber-Steuergerätes (Bild 2) werden statt über feste Verbindungen nunmehr über eine Schalttafel, wo wahlweise jede Maschine auf Grundlast, Mittellast oder Reserve geschaltet werden kann, mit den Schaltschützen verbunden.

Um die Arbeitszeiten der Pumpen zu überwachen, wird jede Maschine mit einem Stundenzähler versehen. Die Arbeitsweise der Pumpen mit Aussetzerregelung bedingt eine gewisse Aufmerksamkeit des Maschinisten, da z. B. Pumpe 4 nach Aufhören der Spitzenlast dauernd in Leerlauf fahren würde, wenn der Maschinist es versäumt, sie stillzusetzen.

Folgende Rechnung zeigt, daß es sich lohnt, auch hier eine Ueberwachung vorzunehmen. Die für die Erzeugung von 1 m<sup>3</sup> Druckwasser von 200 atü erforderliche Arbeit ergibt sich zu rd. 6,5 kWh/m<sup>3</sup>. Eine Pumpe für eine Leistung von 1000 l/min gebraucht demnach rd. 400 kWh/h bei Vollast. Im Leerlauf

<sup>1)</sup> Siehe Dittmar, H.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 287/93 (Masch.-Aussch. 92).

werden rd. 80 kWh benötigt. Läuft z. B. Pumpe 4 nur 3 h täglich im reinen Leerlauf, so ergibt das einen Leerlaufbedarf von ~ 80 000 kWh. Bei 0,05 *R.M.*/kWh ergibt das einen Betrag von 4000 *R.M.* Wird also durch die Ueberwachung nur die Hälfte eingespart, so sind hiermit schon bei weitem die Kosten für die Geräte gedeckt, da das vorgeschlagene Meßverfahren denkbar einfach und billig ist.

Es ist die Aufgabe zu lösen, die Betriebsstunden der einzelnen Pumpen unter Vollast und im Leerlauf zu erfassen. Verwendet werden elektrische Stundenzähler, wie sie schon für die Prüfung der Betriebsstunden vorgeschlagen wurden. Für Wechselstrom bestehen diese aus einem einfachen selbstanlaufenden Synchronmotor, der über eine entsprechende Uebersetzung die Zeit unmittelbar in Stunden angibt.

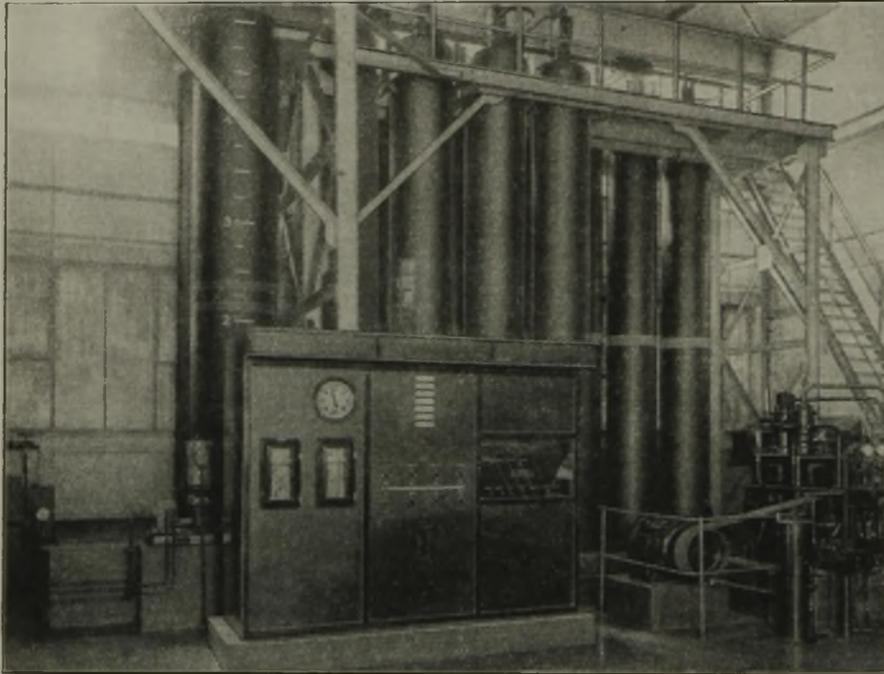


Bild 4. Gesamtansicht der Warteanlage.

Die Schaltung muß so vorgenommen werden, daß 1. die Gesamtlaufzeit der einzelnen Maschinen gemessen wird und 2. die Zeit, in welcher die Pumpen unter Last oder im Leerlauf arbeiten. Für die Messung der Gesamtlaufzeit wird der Stundenzähler bei Niederspannung an zwei Phasen der Zuleitung zum Antriebsmotor, und zwar hinter dem Hauptschalter angeschlossen. Bei Hochspannungsmotoren erfolgt der Antrieb des Stundenzählers über einen Spannungswandler.

Wie schon erläutert, werden die Preßwasserpumpen unabhängig vom Antrieb in der Regel durch Öffnen und Schließen eines Umlaufventils (Bild 1) zu- und abgeschaltet, das bei neueren Anlagen elektrisch, bei älteren Anlagen unmittelbar durch den Preßwasserdruck gesteuert wird. Der Laststundenzähler wird so geschaltet, daß er nur die Zeit zählt, in der die Pumpe auf Last arbeitet. Weitere Schaltungen sind bereits an anderer Stelle beschrieben worden<sup>1)</sup>.

In Bild 4 ist die Warte wiedergegeben, von der aus Steuerung, Ueberwachung und Einsatz der gesamten Preßwasserzentrale vorgenommen werden. Auf der Vorderseite befinden sich die Betätigungsschalter, der Lastverteiler und die schreibenden und anzeigenden Geräte; die Betriebs- oder Laststundenzähler befinden sich jeweils an den Schaltpulsten für die Antriebsmotoren. Um eine übersichtliche Anordnung zu gewährleisten, ist die Warte 1 m tief und mit Querwänden versehen, an welchen die Schaltschütze, Niederspannungs-Umformer und das Kontaktmanometer untergebracht sind.

Zu den einzelnen Geräten ist noch folgendes zu sagen:

Der Mengenschreiber arbeitet nach dem Differenzdruckprinzip und ist entsprechend dem hohen Druck sehr stabil ausgeführt. Die zugehörige Meßblende liegt in diesem Falle in der Drucksammelleitung aller Preßpumpen, da der Akkumulator noch von einer zweiten Zentrale — einer dampfgetriebenen Preßpumpe — gespeist wird. Die an sich auftretenden Stöße werden durch die Mehrzahl an Pumpen und den Luftakkumulator so gedämpft, daß die Meßgenauigkeit vollauf genügt. Das Gerät zeigt somit die Zahl und die Dauer der in Betrieb befindlichen

Pumpen an. Will man jedoch ein Schaubild der Preßwasserentnahme haben, so ist die Blende in der zu den Pressen führenden Druckleitung anzubringen. Auch dann ergibt sich eine hinreichende Meßgenauigkeit.

Das daneben befindliche Gerät zeichnet den Wasserstand in den Wasserflaschen auf. Dieser Ueberwachung wurde ganz besondere Sorgfalt gewidmet. Im ersten Abschnitt wurde gezeigt, daß beim Sinken des Wasserstandes in den Wasserflaschen verschiedene Melde- und Sicherheitsvorrichtungen ansprechen. Ein Versagen ist bei ordnungsgemäßer Pflege ausgeschlossen. Ist aber z. B. das Quecksilber verschmutzt oder das Absperrventil undicht, so kann hierdurch aus den Luftflaschen überströmende Luft in die Preßwasserleitung und von hier in die Pressen gelangen. Durch die erfolgende Expansion können dann bedeutende Zerstörungen an den Pressen und Steuerungen auftreten.

In der Mitte der Warte — oben — ist eine Leuchttafel angebracht, welche in Verbindung mit den Kontaktstiften des Quecksilber-Steuergerätes steht. Die einzelnen Felder geben die Höhe des Wasserstandes in den Flaschen an. Bei zu hohem Wasserstand ertönt ein Warnungssignal, bei zu niedrigem Wasserstand erscheint ein rotes Lichtzeichen.

Um die Richtigkeit dieser optischen Meldeanlage zu prüfen, befindet sich auf der Tafel noch ein anzeigendes Gerät, das durch den Ferngeber des Wasserstandmessers (Bild 3) betätigt wird. Um jederzeit die Arbeitsweise der Maschinisten feststellen zu können, wird der Wasserstand durch einen Schreiber festgehalten, während zusätzlich noch durch einen kleinen Hubzähler die Schalthäufigkeit des automatischen Absperrventils gezählt wird.

Unter der Leuchttafel befindet sich ein Blindschaltbild, das den jeweiligen Betriebszustand der Gesamtanlage anzeigt. Der mittlere Streifen stellt die Drucksammelleitung dar. Er leuchtet auf, sobald das automatische Absperrventil geöffnet ist. Die Inbetriebnahme dieses Ventils erfolgt durch den ersten Schalter

von links in der oberen Reihe. Hierbei leuchtet am Schalter das Schild „Ein“ auf, während der Verbindungssteg mit dem Mittelstreifen und der Mittelstreifen selbst nur so lange erhellt sind, wie das Ventil geöffnet ist. Durch die übrigen Schalter werden die Preßwasserpumpen an die Steuerschütze angeschlossen, wobei an dem der Pumpe zugehörigen Schalter das Schild „Ein“ aufleuchtet. Sobald die zugeschalteten Pumpen auf Last arbeiten, leuchten auch die Verbindungsstege zu den Mittelstreifen auf. Die Lampen des Schaltbildes werden von den zugehörigen Schaltschützen gesteuert. Auf der rechten Seite ist der Lastverteiler untergebracht, dessen Aufbau bereits erklärt wurde. Für die auf der Rückseite angeordneten Schütze wurden Luftschütze gewählt. Der Umspanner für die Signallampen sowie die Hilfs- und Steuerschütze haben eine Leistung von 500 W (380/24 V). Das Kontaktmanometer stellt eine normale Ausföhrung dar.

Erwähnt sei noch die Ueberwachung des Füllwasserbehälters. Die Pumpen werden aus einem etwa 20 m hohen offenen Wasserbehälter, aus dem auch das Füllwasser für die Pressen entnommen wird, versorgt. Im Wasserkreislauf treten durch Undichtigkeiten Wasserverluste auf. Das Zusatzwasser wird durch ein automatisch arbeitendes Schwimmerventil dem Füllwasserbehälter zugesetzt. Der Wasserstand wird durch einen ferngesteuerten Wasserstandsanzeiger und durch drei Lampen, die oberhalb der Warte sichtbar sind, optisch angezeigt.

Gegenüber den bisher üblichen Ueberwachungstafeln erscheint der hier wiedergegebene Aufwand zunächst etwas groß. Durch die Tatsache aber, daß nicht nur der Wirkungsgrad der Anlage wesentlich verbessert wird und Störungen fast gänzlich vermieden werden, machen sich die aufgewandten Kosten mehrfach bezahlt.

Wilhelm Mörs, Berlin-Tegel.

#### Entwurf und Berechnung von Walzenständern.

In einer zusammenfassenden Darstellung gibt A. Geleji<sup>1)</sup> einen Einblick in die Kraft- und Spannungsverhältnisse, die beim Entwurf der verschiedenen Walzenständerbauarten zu

<sup>1)</sup> Mitt. berg- u. hüttenmänn. Abt. Sopron 13 (1941) S. 224/42.

<sup>1)</sup> Mörs, W.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 972/73.

berücksichtigen sind. Da für den ordnungsgemäßen Entwurf die Kenntnis des Walzdruckes erforderlich ist, empfiehlt der Verfasser, die von ihm früher angegebene Walzdruckformel<sup>1)</sup> zu benutzen. Ein weiteres Maß für die zu erwartenden Belastungen ergibt sich aus der Forderung, daß der Ständer aber auch dann nicht brechen darf, wenn der Druck auf die Walzen derart ansteigt, daß der Walzenzapfen abbricht.

Zur einwandfreien Ermittlung der Ständerbeanspruchung unter einem vorgegebenen Druck genügt es keinesfalls, die Ständersäulen auf Zug und die Querträger auf reine Biegung nachzuprüfen, da hierbei die bei geschlossenen Ständerrahmen auftretenden, von der Einspannung herrührenden Biegespannungen, bei offenen Ständern von Dreiwälzengerüsten die von der Mittelwalze erzeugten zusätzlichen Spannungen außer acht gelassen werden. In ungünstigen Fällen können die Randspannungen hierdurch aber auf den dreifachen Betrag der gleichmäßig verteilten Spannung anwachsen. Unter der Annahme überall gleicher Ständerquerschnitte liefert ein Verfahren der Formänderungsarbeit mit Hilfe des Satzes von Castigliano schon bessere Ergebnisse. Weil aber die Querschnitte bei ausgeführten Walzenständern durchweg stark schwanken, ist auch dieses Verfahren nur als eine Näherungsrechnung zu betrachten.

Ein genaues Bild über den Spannungsverlauf erhält man dagegen auf graphischem Wege<sup>2)</sup>, dessen Verlauf der Verfasser eingehend darlegt. Bei diesem Verfahren werden bekanntlich die Momente über einer entsprechend den unterschiedlichen Trägheitsmomenten der jeweiligen Ständerquerschnitte reduzierten elastischen Linie aufgetragen. Geleji ermittelt auf diesem Wege auch die Spannungsverhältnisse für den Fall, daß der untere Querträger des Walzenständers in der Mitte gegen die Sohlplatte abgestützt ist, wie es bei Kaltwälzgerüsten vielfach vorkommt. Der Querträger kann sich dann nicht frei verformen, was in dem Ermittlungsgang berücksichtigt werden muß.

Während beim Entwurf von Walzenständern für Profilwälzgerüste im allgemeinen das Vermeiden des Bruches den Leitgedanken der Festigkeitsberechnung bildet, ist bei Blechwälzwerken die Größe der zulässigen elastischen Formänderung maßgebend. Diese setzt sich zusammen aus der Durchbiegung und Abplattung der Arbeitswalzen sowie der Dehnung der Ständersäulen und der Durchbiegung der Ständerquerträger. Im Hinblick auf einen kleinen Walzensprung sollen die Ständer möglichst steif ausgeführt werden. Die Abstützung des unteren Querträgers wirkt in diesem Sinne günstig. Da die Kenntnis des Walzensprungs für das Arbeiten mit Blech- und Bandwälzgerüsten besonders wichtig ist, werden sowohl für die Ermittlung der Walzenabplattung als auch für die elastischen Formänderungen der Walzenständer Berechnungsgrundlagen gegeben.

Die Größe des Walzensprungs zusammen mit den Abmessungen der Ständer sind außerdem maßgebend für die Wucht, mit der die Walzen beim Austreten des Walzgutes am Stiehende aufeinanderschlagen. Wegen der durch die Walzenschläge gegebenen Beschädigungs- und Bruchgefahr für die Walzen wird die unter dem Walzdruck in den Ständern aufgespeicherte Energie berechnet, wobei sich ergibt, daß die Schläge um so größer werden, je kleiner die Ständerquerschnitte und je länger die Ständersäulen sind. Auf die Größe der Schläge ist außerdem von Einfluß, ob die Oberwalze aufgehängt ist oder nicht.

Bei der Wahl der zulässigen Spannungen ist ferner zu beachten, daß es sich beim Walzen um wiederholte, plötzlich auftretende und ebenso rasch verschwindende Belastungen handelt, die zudem noch von Schwingungen überlagert sein können.

Nach Mitteilung einiger Werte für Walzdruck und Walzensprung bei ausgeführten Walzgerüsten wird abschließend der zu erwartende Walzdruck für eine Blockstraße, für ein Schienenprofil und für das Auswalzen eines Messingbleches bei Raumtemperatur mittels der eingangs erwähnten Formel berechnet.

Werner Lueg.

### Die Bedeutung der im Zugversuch ermittelten Festigkeitswerte.

C. W. MacGregor<sup>3)</sup> befaßt sich mit der Auswertung von Zugversuchen an Metallen. An Hand einer ausführlichen Beschreibung der einzelnen Beobachtungen beim Zugversuch an einem üblichen Prüfstab setzt er auseinander, daß die ge-

wöhnliche Auswertung, die sich auf die Bestimmung der Streckgrenze, der Zugfestigkeit, der Bruchdehnung über eine feste Meßlänge und der Einschnürung beschränkt, keine ausreichende Beschreibung der Festigkeitseigenschaften bedeutet, die bei anderen Beanspruchungen, zum Beispiel den technologischen Formgebungsverfahren, für das Verhalten des Werkstoffes maßgebend sind. Am wenigsten ist dabei für die Beurteilung der Werkstoffe die Bruchdehnung geeignet, da dieser Wert sich aus zwei Zahlen — der Gleichmaß- und der Einschnürdehnung — zusammensetzt, über deren Verhältnis zueinander die Bruchdehnung keinen Aufschluß gibt.

Die größte Schwierigkeit für die Ermittlung der physikalischen Eigenschaften aus dem Zugversuch entsteht dadurch, daß die Spannungen bei dem üblichen Zugversuch nicht auf den jeweiligen Querschnitt, sondern auf den Anfangsquerschnitt der Probe bezogen werden. Die so bestimmte Spannungs-Dehnungs-Linie gibt aber keine auf andere Verformungsvorgänge übertragbaren Werte. Erst mit der Ermittlung der wahren Spannungs-Dehnungs-Linie ist diese Möglichkeit gegeben. Für die Darstellung dieser wahren Spannungs-Dehnungs-Linie ist aber noch der Maßstab der Abszissenachse von Bedeutung. Die übliche Auftragung der Dehnung, d. h. der jeweiligen Verlängerung bezogen auf die Ausgangslänge, oder der Querschnittsabnahme bezogen auf den Querschnitt zu Beginn des Versuchs, gibt kein genügend klares Bild der Verformungsverhältnisse. Als zweckmäßiger Maßstab für die Verformungsachse wird die Größe  $q' = \ln \frac{F_0}{F}$  (F<sub>0</sub> = Querschnitt am Anfang des Versuchs, F = jeweiliger Querschnitt) gewählt.

Nach einigen Ausführungen über den Einfluß der Versuchsgeschwindigkeit auf die Streckgrenze von weichem Stahl und auf die Dehnung sowie über den Einfluß der mehrachsigen Beanspruchung an Hand des Schrittmass behandelt der Verfasser die Bedeutung der verschiedenen Maßstäbe für die Verformung. Die über eine bestimmte Meßlänge (über die Einschnürung hinweg) gemessene Dehnung ist für eine physikalische Betrachtung der Vorgänge beim Zugversuch nicht brauchbar. Die Verformung muß vielmehr örtlich gemessen werden, wobei die wahre Dehnung  $\epsilon$  und die wahre Querschnittsverformung  $q'$  gleich sind (L = jeweilige Länge, L<sub>0</sub> = Länge am Anfang des Versuchs):

$$\epsilon = \ln \frac{L}{L_0} = \ln \frac{F_0}{F} = q'$$

Bei den übrigen Größen für die Verformung lassen sich zwar ähnliche Beziehungen zwischen Dehnung und Querschnittsverminderung aufstellen, die aber nicht so einfach sind:

$$\epsilon_1 = \frac{L - L_0}{L} = \frac{F_0 - F}{F_0} = q_0$$

$$\epsilon_0 = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{F_0 - F}{F} = q_1$$

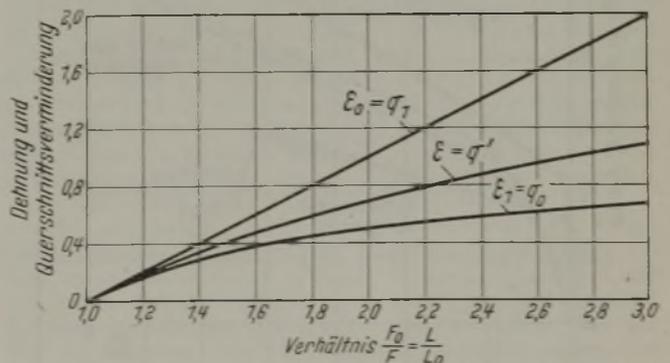


Bild 1. Vergleich von Dehnung und Querschnittsverminderung für verschiedene Verformungsbeträge.

Die wahre Verformung  $\epsilon$  liegt zwischen den Größen  $\epsilon_1 = q_0$  und  $\epsilon_0 = q_1$ , wie Bild 1 zeigt. Der in vielen Arbeiten gebrauchte Ausdrück  $\epsilon_1 = q_0 = \frac{F_0 - F}{F_0}$ , der Bruchquerschnittsverminderung nach DIN 1602 entsprechend, ergibt danach den kleinsten Wert; er hat den Vorteil, daß bei ihm die Verformung sich zwischen 0 und 1 ändert, während sie bei den anderen beiden Größen  $\epsilon = q'$  (der wahren Verformung) und  $\epsilon_0 = q_1$  (der Bruchdehnung nach DIN 1602) von 0 bis auf unendlich ansteigen kann. Für kleine Verformungen werden für die wahre Verformung noch

<sup>1)</sup> In der Originalarbeit ist statt ln die Bezeichnung log für den natürlichen Logarithmus gebraucht.

<sup>1)</sup> Geleji, A.: Mitt. berg- u. hüttenmänn. Abt. Sopron 12 (1940) S. 192/212.

<sup>2)</sup> Grüner, P.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 833/41 (Walzw.-Aussch. 153).

<sup>3)</sup> Sheet Metal Ind. 15 (1941) S. 610/15 u. 877/82.

Näherungsgleichungen abgeleitet ( $d$  = jeweilige Probendicke,  $d_0$  = Probendicke am Anfang des Versuchs):

$$q' \approx \frac{2 \Delta F_0}{F_0 + F}, \quad q' \approx \frac{4 \Delta d_0}{d_0 + d}$$

Wie an dem Beispiel der Gleichmaß- und Einschnürdehnung gezeigt wird, hat die wahre Dehnung den Vorteil, daß man die Dehnungsbeträge ohne weitere Umrechnung addieren kann, so daß sich für die Bruchdehnung  $q'_b$  und Bruchdehnung  $\epsilon_b$  ergibt:

$$q'_b = q'_g + q'_c \quad \text{und} \quad \epsilon_b = \epsilon_g + \epsilon_e$$

(Index  $g$  = Gleichmaßverformung an der Höchstlast, Index  $e$  = reine Einschnürung von der Höchstlast bis zum Bruch).

Diese beiden Größen — Gleichmaßverformung und Verformung der Einschnürung — werden zu einer neuen Bewertung der Werkstoffe von MacGregor herangezogen, was ja in der einen oder anderen Form schon von anderer Seite geschehen ist<sup>1)</sup>. Er berechnet für einige Werkstoffe die Verformungsgrößen an der Höchstlast und beim Bruch sowohl als wahre Verformung als auch auf die Ausgangsmaße bezogen. Bei Kupfer zeigt sich zum Beispiel, daß die Verformung bis zur Höchstlast sehr gering ist, bis zum Bruch dagegen eine sehr große Verformung eintritt. Bei Messing findet fast die ganze Verformung vor Erreichen der Höchstlast statt, und obwohl bei der üblichen Dehnungsmessung über 50 mm Meßlänge eine größere Dehnung gemessen wird als bei Kupfer, wird die Gesamtverformung des Kupfers nicht erreicht.

An weiteren Beispielen wird der Verlauf der Verformung über die Länge des Stabes für die wahre Verformung  $q'$  und für die Größen  $q_0$  und  $q_1$  gezeigt; hierbei wird die oben angegebene Gleichung  $\epsilon = q'$  bestätigt. Mit Ausnahme von Messing (diese Probe scheint einen Kopfbruch aufzuweisen) findet sich keine Probe, bei der die Verformung über einen so großen Abschnitt einheitlich ist, daß man die Gleichmaßdehnung nach dem Versuch noch hätte messen können. Die wenig verformten Abschnitte am Kopf des Zerreißstabes gehen unmittelbar in die Einschnürung über. Der Verfasser deutet den Vorteil an, in Zukunft auf Proben mit größeren Meßlängen als 50 mm ( $L = 4d$ ) überzugehen, was in anderen Ländern ja längst geschehen ist.

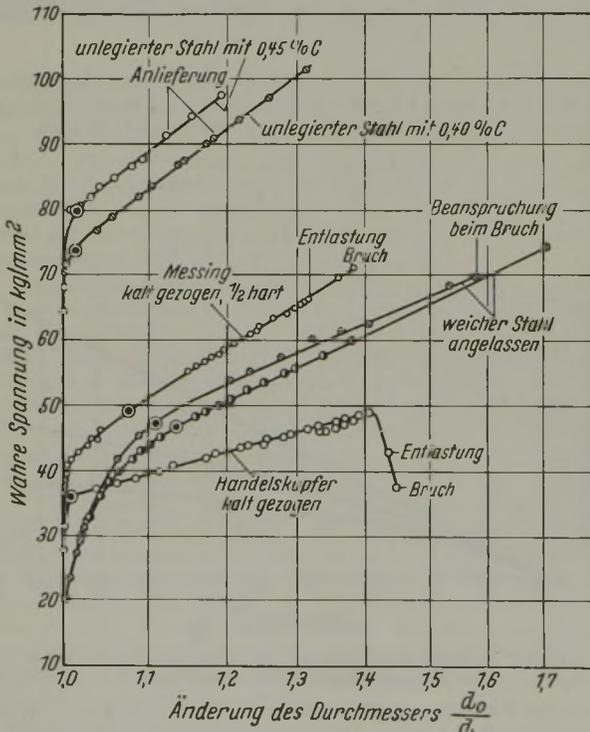


Bild 2. Mittlere wahre Spannung, aufgetragen über dem Logarithmus des reziproken Wertes des Durchmessers, bei Zugversuchen an mehreren Werkstoffen.

Bei der weiteren Untersuchung der Spannungs-Verformungs-Linie wurde für die wahre Spannung eine Gerade zwischen Höchstlast- und Bruchpunkt gefunden, wenn sie in Abhängigkeit von der wahren Dehnung aufgetragen wurde (Bild 2). Soweit Abweichungen bestanden, wie bei dem Handelskupfer, konnten sie durch das Auftreten innerer Risse

<sup>1)</sup> u. a. Ludwik, P.: Z. Metallkde. 16 (1924) S. 207; Kuntze, W.: Z. Metallkde. 22 (1930) S. 14.

erklärt werden. Infolge des anderen Verformungsmaßstabes weicht die Gleichung hierfür etwas von der von F. Körber<sup>1)</sup> angegebenen ab, der vielfach ein geringes Abbiegen der Spannungs-Dehnungs-Linie von der Geraden kurz vor dem Bruch gefunden hatte. Für die Zeichnung der Spannungs-Verformungs-Linie beschreibt der Verfasser das schon früher von ihm angegebene Zwei-Last-Verfahren<sup>2)</sup>, bei dem eine konische Probe zerrissen wird. Einfacher dürfte aber die zwei- bis dreimalige Ablesung von Last und Durchmesser an der Höchstlast und im Einschnürgebiet eines zylindrischen Zerreißstabes sein. Der geradlinige Verlauf der Spannungs-Verformungs-Linie bleibt auch bei gekerbten Proben erhalten.

Zum Schluß weist MacGregor darauf hin, daß für die Bewertung des Werkstoffes durch den Gestalter nach wie vor bei zähen Werkstoffen die Streckgrenze, bei spröden Werkstoffen die Zugfestigkeit maßgebend bleiben werden. Bruchdehnung und Einschnürung gehen zwar nicht in die Berechnungen ein, doch sollen sie einen Rückschluß auf die Fähigkeit des Werkstoffes gestatten, stoßweise Beanspruchungen noch zu ertragen. Diese Angabe von MacGregor kann wohl nicht ohne Widerspruch bleiben. Auch in der Werkstoffabnahme wird man sich mit diesen Werten begnügen, obwohl sie noch keine hinreichende Auskunft über den Werkstoff geben und meist durch Schlagversuche ergänzt werden. Will man jedoch den Zugversuch in Beziehung zu den Ergebnissen anderer Untersuchungen setzen, so wird man die wahre Spannungs-Dehnungs-Linie heranziehen müssen. Es ist freilich darauf hinzuweisen, daß die Ergebnisse des Zugversuchs stets auf die untersuchte Probenform zu beziehen sind, und daß bei anderen Beanspruchungsverhältnissen keine unmittelbaren Beziehungen zu bestehen brauchen.

Alfred Krusch.

### Temperatur- und Kraftverhältnisse beim Ziehen durch Mehrfachdüsen.

In der vorstehenden Arbeit von W. Lueg<sup>3)</sup> muß es auf S. 113, rechte Spalte, 40. Zeile von oben, richtig heißen: (vgl. Bild 2, S. 111).

### Archiv für das Eisenhüttenwesen.

#### Zur Entschwefelung des Roheisens mit sauren Schlacken.

Die versuchsmäßige Ergänzung und Nachprüfung der in jüngster Zeit zur Frage der Entschwefelung des Roheisens mit sauren Hochofenschlacken veröffentlichten Unterlagen und Anschauungen durch Willy Oelsen und Helmut Maetz<sup>4)</sup> führte zu dem Ergebnis, daß die starke entschwefelnde Wirkung, die saure Schlacken bei hohen Temperaturen (1700°) ausüben können, nur zu einem geringen Anteil über das gasförmig entweichende Siliziumsulfid erfolgt. Die anfangs sauren Schlacken bewirken erst dann eine weitgehende Entschwefelung des Roheisens, wenn dieses sehr hohe, technisch aber nicht tragbare Siliziumgehalte (> 4 % Si) aufgenommen hat und dementsprechend erheblich basischere Endschlacken entstanden sind. Die Hauptmenge des Schwefels, und zwar fast durchweg mehr als 70 % der insgesamt vorhandenen Schwefelmenge, verbleibt nach der Entschwefelung des Roheisens in diesen basischere Endschlacken. Eine Verlängerung der Reaktionsdauer hat eine Erhöhung der Siliziumgehalte des Roheisens, damit des Basengrades der Schlacke und dementsprechend sehr geringe Schwefelgehalte des Roheisens zur Folge. Die verflüchtigten Anteile des Schwefels, die bis etwa 30 % der insgesamt eingebrachten Schwefelmenge ausmachen können, sind gegenüber der durch die basischere Endschlacken bewirkten Entschwefelung des Roheisens nur geringfügig, da diese z. B. von 0,6 % S auf 0,01 % S führt, also die Spanne von 100 % auf rd. 2 % überbrückt. Auf Änderungen der Schlackenmenge spricht der Schwefelgehalt des Roheisens unter sauren Schlacken besonders stark an, derart, daß mit sinkender Schlackenmenge die Entschwefelung erheblich schlechter wird; jedoch ist zu beachten, daß die Siliziumreduktion den Basengrad einer in geringer Menge vorhandenen sauren Schlacke stärker erhöht als bei größerer Menge, so daß der Einfluß der Menge überdeckt werden kann. Zusätze von Titan-dioxyd zu den sauren Schlacken wirken sich bei hohen Temperaturen weniger als Flußmittel, sondern vor allem in einer erheblichen Steigerung der in das Roheisen reduzierten Siliziummenge und einer dementsprechend stärkeren Zunahme des Basengrades der Schlacke aus, die notwendig zu einer Verbesserung der Entschwefelung des Roheisens führt. Die zugesetzten

<sup>1)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 3 (1922) S. 1/15.

<sup>2)</sup> J. applied Mech. 6 (1939) Nr. 4, S. A 156/58.

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 113/14.

<sup>4)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 283/98.

Titanoxyde verbleiben bei den hohen Temperaturen nur zu einem geringen Anteil in der Schlacke; auch in das Roheisen geht nur ein kleiner Anteil als Titan über; die Hauptmenge setzt sich wahrscheinlich als Titankarbid an die Wand des Graphitiegels.

Aus den Versuchsergebnissen wurden die allgemeineren Gesetzmäßigkeiten der Entschwefelung des Roheisens durch Hochofenschlacken hergeleitet, vor allem der Einfluß des Basengrades der Schlacke, des Siliziumgehaltes des Roheisens und der Schlackenmenge. Der Vergleich der Ergebnisse der Laboratoriumsversuche mit Angaben über die Entschwefelung des Roheisens im Hochofen zeigt, daß nicht nur eine große Ähnlichkeit der Zusammenhänge, sondern sogar auch zahlenmäßig eine befriedigende Übereinstimmung besteht.

**Vorschläge für die zweckmäßige Einrichtung, Ausrüstung und Ueberwachung von Gaserzeugern, besonders für Siemens-Martin-Oefen und bei der Vergasung von rheinisch-westfälischen Kohlen.**

Im dritten Teil seiner Arbeit zeigt Gustav Neumann<sup>1)</sup>, wie wichtig es ist, den Vergasungsvorgang durch ausreichende und genaue Messungen, insbesondere der Gastemperatur, der Luft-Dampf-Gemischtemperatur, der Rostspitztemperatur, der Windmengen und der Luft- und Gasdrücke zu überwachen. Die Mängel und Fehler der üblichen Meßeinrichtungen werden ausführlich behandelt, desgleichen die Notwendigkeit und Möglichkeit einer von jedermann durchführbaren einfachen, regelmäßigen Prüfung der Genauigkeit der Temperaturmessungen. Einfache, selbst herzustellende Meßgeräte für die Windmengen und für die Luft- und Gasdrücke, die von den Stochern selbst instand gehalten werden können, werden angegeben. Ferner werden die praktischen Grundlagen und Verfahren für die Beurteilung des Vergasungsvorganges behandelt (Beurteilung nach dem Aussehen des Gases und der Kohlenoberfläche; Füllhöhen- und Zonenmessungen, Verfahren hierbei).

Des weiteren werden ausführliche Bedienungsvorschriften gegeben, und schließlich wird auch die Frage der Stocherprämien nach praktischen Gesichtspunkten eingehend behandelt.

**Kerbschlagproben für die Untersuchung von Stählen bei tiefen Temperaturen.**

Um die günstigste Probenform zur Feststellung der Kerbschlagzähigkeit von Stählen mittlerer und niedriger Zähigkeit bei tiefen Temperaturen zu ermitteln, wurden von Hubert Bennek<sup>2)</sup> an einem Stahl mit 0,2 % C, 0,22 % Si, 1,52 % Mn, 0,04 % P, < 0,01 % S, 1,40 % Cr bei Temperaturen von + 20 bis -180° Kerbschlagversuche durchgeführt. Aus dem 50-mm-Vierkantstahl, der von 850° in Wasser vergütet und bei 680° 2 h/Oel oder Luft angelassen wurde, wurden die Längsproben in gleichem Abstand vom Außenrand so entnommen, daß der Kerb immer senkrecht zur Oberfläche lag. Die Proben selbst wurden in Abweichung von der DVM-Probe mit Kerbdurchmessern von 2 bis 50 mm und verändertem Schlagquerschnitt hergestellt. Die im Zerreiβversuch ermittelten Festigkeitswerte bei verschiedenen Temperaturen werden einander gegenübergestellt. Zwischen der DVM-Probe, die die schärfste Prüfbedingung darstellt, und den ungekerbten Proben, die keine Unterscheidung mehr zwischen Stählen mittlerer und höherer Zähigkeit gestatten, liegen Proben mit verschiedener Kerbtiefe und Querschnitt, von denen wiederum die Probe mit 8 mm Kerbdurchmesser und 6 × 8 mm Schlagquerschnitt das beste Unterscheidungsvermögen aufweist.

**Zur Wechselfestigkeit von Gußeisen.**

Nach den Ermittlungen von August Thum und Cord Petersen<sup>3)</sup> verhält sich Gußeisen sowohl unter zügiger als auch unter wechselnder Beanspruchung ähnlich wie gekerbter Stahl,

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 299/306 (Wärme-stelle 312 u. Stahlw.-Aussch. 409).

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 307/08 (Werkstoff-aussch. 614).

<sup>3)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 309/12.

wenn sich auch seine Wechselfestigkeit nicht aus den Werten des Zerreiβversuchs allein errechnen läßt. Da das Verhalten gekerbten Stahles unter Wechsellast schon weitgehend geklärt ist, können diese Erkenntnisse auf das im wesentlichen gleichartige Gußeisengefüge übertragen werden. Diese Ueberlegungen führten zu einer Kurventafel, mit der die Zug-Druck-Wechselfestigkeit von Gußeisen aus seiner Zugfestigkeit und Brinellhärte bestimmt werden kann.

**Vorgabezeit, Geldfaktor, Leistung und Verdienst.**

1. Teil: Betriebswirtschaftliche Betrachtungen zur Frage der gerechten Entlohnung und zur Leistungssteigerung.
2. Teil: Prüfung vorhandener und Bereinigung falscher Vorgabezeiten und Akkorde.

Unter den verschiedenen wehrwirtschaftlichen Maßnahmen zur Leistungssteigerung und Mobilisierung aller Leistungsreserven ist die Festsetzung richtiger Vorgabezeiten als notwendiges Hilfsmittel einer gerechten Entlohnung besonders wichtig, zumal da diese in der Vergangenheit aus verschiedenen Gründen zum Teil überhöht wurden und daher falsch sind. Im ersten Teil ihrer Arbeit wird von Hans Euler und Hans Stevens<sup>1)</sup> bei der Untersuchung über Zweck, Wesen und Begriff des Akkordes und der Vorgabezeit vor allem eine Trennung in vom Gefolgschaftsmitglied beeinflussbare und unbeeinflussbare Zeiten gefordert und hieraus eine neue Begriffsbestimmung der Vorgabezeit entwickelt.

Die neue Fassung des Begriffs der Vorgabezeit führt zu entsprechenden Ueberlegungen über den konstanten, unveränderlichen Geldfaktor und den Verdienst. Aus dem Soll-Verdienst bei Soll-Leistung als Ausgangspunkt der lohnordnenden Maßnahmen wird der vom beeinflussbaren Zeitanteil abhängige Soll-Verdienst und hieraus der vom beeinflussbaren Zeitanteil und Leistungsgrad abhängige Ist-Verdienst entwickelt. Ueberlegungen über Form und Verlauf der Verdienstkurve schließen sich an. Aus den Darlegungen ergibt sich, daß Vollakkord und Zeitlohn als oberer und unterer Grenzfall der für die Praxis bedeutsamsten Lohnform des Mischakkordes anzusehen sind. Dieser umfaßt also alle praktisch brauchbaren Lohnformen und Lohnkurven einschließlich der verschiedenen Formen des ebenfalls behandelten Mischlohns. Im Gegensatz hierzu stehen Zeitlohn und Anwesenheitslohn, die nicht leistungsproportional sind, denen jedoch u. U. leistungsbedingte Leistungszulagen hinzugefügt werden können.

Die geschilderten grundsätzlichen Erwägungen werden zur Erleichterung der praktischen Handhabung in einem Diagramm und einem Nomogramm dargestellt und an Beispielen für Vollakkord und verschiedene Arten des Mischakkordes durchgerechnet. Aus der weiteren Auswertung der Beispiele ergeben sich wichtige Folgerungen für die Leistungssteigerung, die persönliche Beanspruchung, den Geldfaktor und den Verdienst.

Im zweiten Teil der Arbeit werden unter Verwendung der im ersten Teil entwickelten Gedankengänge Vorschläge für die Prüfung vorhandener und die Bereinigung falscher Vorgabezeiten und Akkorde gemacht. Auch diese Vorschläge werden an Hand von Zahlenbeispielen für die verschiedenen praktischen Betriebsfälle erläutert. Es wird geschildert, wie man die neue Vorgabezeit beim Vorhandensein und beim Fehlen einwandfreier Zeiten aus der wirklich in Anspruch genommenen, benötigten Zeit durch Kürzung von beeinflussbaren und unbeeinflussbaren Zeiten errechnen kann.

Die geschilderten Verfahren zur Ermittlung der richtigen Vorgabezeit und des Verdienstes erscheinen in Verbindung mit einer sorgsamsten Arbeits- (Platz-) Bewertung geeignet, die angestrebte Lohngerechtigkeit und Leistungssteigerung durch Mobilisierung der Leistungsreserven herbeizuführen. Die mit dem verfeinerten Verfahren notwendigerweise verbundene geringe Mehrarbeit muß im Hinblick auf das höher gestellte Ziel der verbesserten Leistungslohnermittlung in Kauf genommen werden.

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 313/27.

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen.

(Patentblatt Nr. 6 vom 11. Februar 1943.)

Kl. 7 a, Gr. 9/01, K 153 397. Feinblechwalzwerk. Otto Kaltschmidt, Duisburg.

Kl. 7 a, Gr. 23, D 81 993. Anstellvorrichtung für Walzwerke. Erf.: Ernst Mallinckrodt, Duisburg. Anm.: Demag AG., Duisburg.

Kl. 7 a, Gr. 23, Sch 121 016. Keilgetriebe zum Heben und Senken der Oberwalze von Walzwerken. Erf.: Eugen Kreutz, Düsseldorf. Anm.: Schloemann AG., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 26/02, S 133 713. Auflaufrollgang für Kühlbetten von Walzwerken. Erf.: Friedrich Klein, Lohe über Soest. Anm.: Siemag, Siegener Maschinenbau-AG., Siegen.

Kl. 7 a, Gr. 27/04, D 81 824. Hebetischanlage für Walz-

werke. Erf.: Karl Hermann Werning, Berlin-Dahlem. Anm.: Dürener Metallwerke AG., Berlin-Borsigwalde.

Kl. 12 g, Gr. 1/01, K 158 863. Verfahren zur Verwertung von Sodaschlacke. Erf.: Dr. phil. Kurt Möhl, Rheinhausen, und Dipl.-Ing. Heinz Hagedorn, Duisburg. Anm.: Fried. Krupp AG., Essen.

Kl. 18 c, Gr. 2/20, P 81 831. Verfahren und Vorrichtung zum autogenen Härten von Kettengliedern für Zugkraftwagen. Erf.: Dipl.-Ing. Hans Wilhelm Grönegreß, Gevelsberg, und Dipl.-Ing. Franz Steinbauer, Wetter (Ruhr). Anm.: Firma Paul Ferd. Peddinghaus, Gevelsberg.

Kl. 18 c, Gr. 3/15, Sch 116 801. Oberflächenhärtung von Eisen und Stahl mittels Gase. Erf.: Roysel I. Cowan, Toledo (Ohio). Anm.: Benno Schilde, Maschinenbau-AG., Hersfeld.

Kl. 18 c, Gr. 3/15, Sch 122 575. Aufkohlen von Eisen und Stahl mit gasförmigen Einsatzmitteln. Erf.: Willy Hilgers, Bebra, und Dipl.-Ing. Ernst Schmidt, Hersfeld. Anm.: Benno Schilde, Maschinenbau-AG., Hersfeld.

Kl. 18 c, Gr. 7/10, M 152 417. Normalisieren von Bandblechen. Erf.: Dr. Werner Busson, Düsseldorf. Anm.: Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 18 c, Gr. 8/40, B 191 801. Verfahren zur Verhinderung des Kornzerfalls bei Chrom-Mangan-Stählen. Erf.: Dr. Leopold Wettchnik, Kapfenberg. Anm.: Gebr. Böhler & Co., AG., Wien.

Kl. 18 c, Gr. 8/90, S 136 380. Rohrglühofen. Erf.: Torsten Holm, Djursholm (Schweden). Anm.: Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 18 c, Gr. 9/01, B 195 971. Vorrichtung zum Erhitzen und Richtungsmagnetisieren von Dauermagneten. Erf.: Dr.-Ing. Helmut Krainer, Kapfenberg. Anm.: Gebr. Böhler & Co., AG., Wien.

Kl. 18 c, Gr. 11/20, V 36 975. Vorrichtung zum Einbringen von Werkstücken in ein Härtebad. Erf.: Emanuel Dlugai, Gleiwitz. Anm.: Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke AG., Gleiwitz.

Kl. 18 d, Gr. 2/30, St 57 739. Stahllegierung für Warmverarbeitungswerkzeuge. Erf.: Dipl.-Ing. Max Heuser, Buderich bei Düsseldorf. Anm.: Stahlschmidt & Co., KG., Düsseldorf.

Kl. 18 d, Gr. 2/70, M 153 058. Lötbruchbeständige Stähle. Erf.: Dr.-Ing. Richard Pusch, Duisburg-Huckingen, und Dipl.-Ing. Fritz Schmitz, Düsseldorf. Anm.: Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 26 a, Gr. 18/11, G 104 208. Verfahren zum Rückkühlen von Gas-Dampf-Gemischen, z. B. Koksogasen, in Verdichtungsanlagen. Erf.: Dipl.-Ing. August König, Oberhausen-Sterkrade. Anm.: Gutchoffnungshütte Oberhausen AG., Oberhausen (Rhld.).

Kl. 40 a, Gr. 46/40, C 55 922. Verfahren zur thermischen Behandlung von vanadinhaltigen Erzen und Schlacken. Christiania Spigerverk, Nydalen bei Oslo.

Kl. 42 f, Gr. 31/50, B 194 177. Verfahren zum Bestimmen von Lackauflagen bei der Lackierung von Bändern oder Blechen durch Ermittlung des Gewichtes der Lackauflage. Erf.: Dr.-Ing. Georg Weddige, Dinslaken (Niederrhein). Anm.: Bändeisenwalzwerke AG., Dinslaken (Niederrhein).

Kl. 46 f, Gr. 3, M 152 795. Gasturbinenanlage für die Erzeugung von Hochofendruckluft. Erf.: Dr.-Ing. Alfred Schütte, Augsburg. Anm.: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG., Augsburg.

## Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 6 vom 11. Februar 1943.)

Kl. 7 c, Nr. 1 528 484. Plattierte Werkstoffbahn oder -platte für durch Ziehen oder Pressen herzustellende plattierte Gegenstände. Deutsche Röhrenwerke AG., Düsseldorf.

## Deutsche Reichspatente.

Kl. 7 a, Gr. 17<sub>03</sub>, Nr. 725 839, vom 8. Januar 1939; ausgegeben am 1. Oktober 1942. Wilhelm H. Engelbertz in Ratingen-Tiefenbroich. *Vorrichtung zum Ein- und Ausbauen sowie zum Kühlen und Einsetzen der für Rohrwälzwerke bestimmten Dorne.*

Ein gebrauchter Dorn 1 wird durch den im Grundrahmen 2 geführten Tisch 3 (Bild 1) in die Ablaufstellung (Bild 2) gehoben, wobei die an dem Tisch auf der Welle 4 eingebauten Hebel 5 durch den Ansschalter 6, Zugstange 7 und Hebel 8 gedreht werden und den Dorn so weit anheben, daß er auf der Bahn 9 abrollen

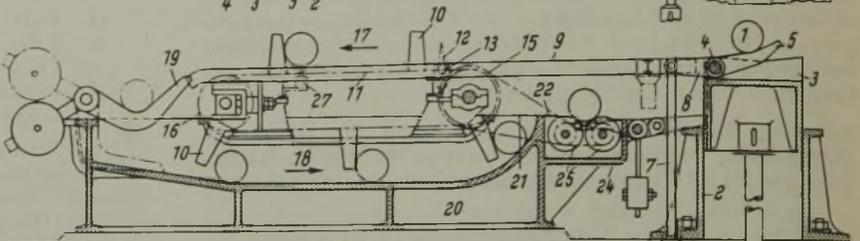
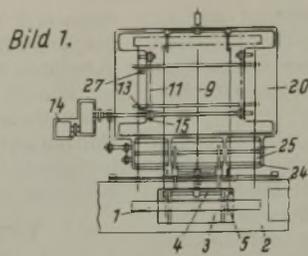
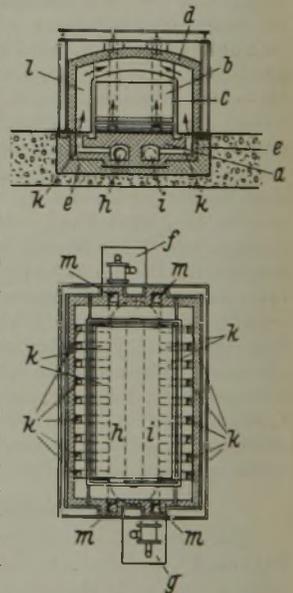


Bild 2.

kann. Der abrollende Dorn wird durch Mitnehmer 10 der endlosen Ketten 11 zum Halten gebracht, legt aber ungefähr gleichzeitig den Hebel 12 des elektrischen Schalters 13 um, wodurch der Motor 14 unter Strom gesetzt und die Ketten über die Kettenräder 15, 16 in Pfeilrichtung 17 in der Luft und in Pfeilrichtung 18 über die gekröpften unter der Last des Dornes nachgebenden Hebel 19 im Wasserbehälter 20 vorbewegt werden. Der gekühlte Dorn gelangt an der Austrittsstelle 21 über ein Gefälle 22 in die Mulde 23 des Behälters 24, wo er von dem Bürstenwalzenpaar 25 eingefettet wird. Durch das von der Senkbewegung des Tisches abgeleitete Schwenken des Doppelhebels 26 wird der Dorn so weit gehoben, daß er auf den oben muldenförmigen Tisch 3 abrollen kann (Bild 3). Die von den Dornen gesteuerten Schalter 13 und 27 bewegen wechselweise die Förderketten und setzen sie still, wodurch die Dorne schrittweise weitergefördert werden.

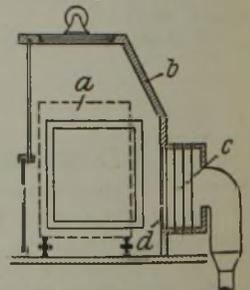
Kl. 18 c, Gr. 9<sub>01</sub>, Nr. 726 137, vom 11. November 1939; ausgegeben am 7. Oktober 1942. Friedrich Siemens KG. in Berlin. (Erfinder: Arthur Sprenger in Berlin-Halensee.) *Haubenglühofen.*

Der Teil a des Ofensockels trägt das Glühgut b mit dem Blechschutzmantel c; der Ofenmantel d ruht auf dem äußeren Teil e des Sockels. Die Heizvorrichtung f, g an den Querseiten des Ofensockels führt die Brenngase in die beiden Schenkel der eine Schleife bildenden Kanäle h, i, und zwar gehen die Brenngase der Vorrichtung f in den Schenkel h und die der Vorrichtung g in den Schenkel i, so daß die bei der Verbrennung entstehenden Heizgase in der Schleife umgewälzt werden. Aus dieser treten sie durch die an zwei gegenüberliegenden Ofenseiten angeordneten Kanäle k in den Glühraum l, den sie gleichmäßig beaufschlagen, ebenso wie die Oberseite des Mantels c. Schließlich verlassen sie den Ofen durch die Abzugskanäle m.



Kl. 42 f, Gr. 22, Nr. 726 360, vom 6. März 1941; ausgegeben am 12. Oktober 1942. August-Thyssen-Hütte AG. in Duisburg-Hamborn. (Erfinder: Dr. Hubert Kempf in Duisburg-Hamborn.) *Vorrichtung zum Schutze von Analysenwaagen gegen korrosionserzeugende Gase und Dämpfe.*

Die Waage a wird von dem mit Zug versehenen Schutzkasten b mit seiner angefügten Einrichtung zum Erzeugen eines gleichmäßigen Luftstromes umgeben. Die vorher durch Filter gereinigte und entspannte Luft wird durch Trennwände c mit Schlitzen zum mehrmaligen Ablenken des Luftstromes geführt, und mündet dann durch ein enges Gitter d mit Stäben von rhombenförmigem Querschnitt in die Rückwand des Kastens b, wobei die eingeleitete Luft einen geringen Ueberdruck im Kasten b erzeugt.

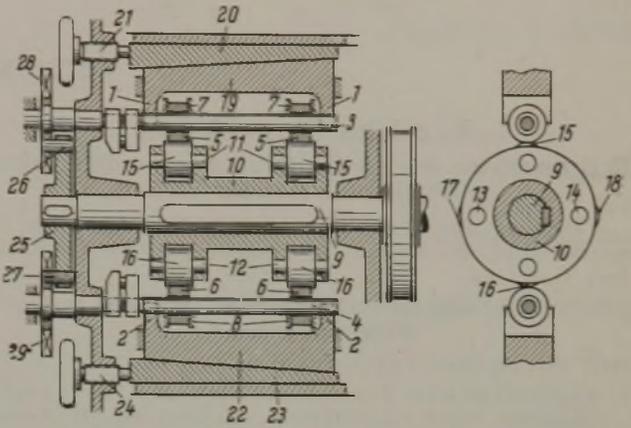
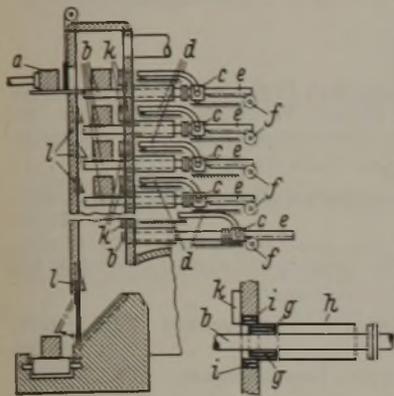


**Kl. 18 c, Gr. 9<sub>50</sub>, Nr. 726 138**, vom 23. April 1940; ausgegeben am 7. Oktober 1942. Zusatz zum Patent 689 350 [vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 916]. Dipl.-Ing. Georg Moll in Essen. (Erfinder: Konstantin Moll in Düsseldorf.) *Turmföfen mit stufenweise übereinander angeordneten Tragarmen zur Abwärtsförderung des Gutes.*

Das bei a eingesetzte Wärmgut, z. B. Eisenblöcke, ruht auf den aus- und einfahrbaren, in Stufen übereinander gelagerten, gekühlten und auswechselbaren Tragarmen b; diese sind mit dem auf Rollen gelagerten Verbindungsstück c verbunden, an dessen Ende ein auf Rollen laufender Entlastungsarm d angeordnet ist. Die Arme b werden z. B. durch Zahnstange e und Zahnrad f von einem Motor aus hin- und herbewegt. Jeder Tragarm ist durch eine Dichtungshülse g in einer Führungshülse h gleitend gelagert, die in einen die Ofenwanddurchbrechung einfassenden Rahmen i eingesetzt ist. Beim Ausfahren der Arme b aus dem Ofen wird das Gut abgestreift und gelangt auf die nächst tiefer gelegene Stufe, wobei die Mauerleisten k, l zum Schutze der Ofenwände und zum Lenken des Gutes dienen.

**Kl. 42 k, Gr. 20<sub>02</sub>, Nr. 726 234**, vom 11. April 1940; ausgegeben am 9. Oktober 1942. Maybach-Motorenbau, G. m. b. H., in Friedrichshafen. (Erfinder: Otto Dietrich in Friedrichshafen.) *Dauerschlagmaschine zur gleichzeitigen Bestimmung der Biegeschwingungsfestigkeit mehrerer Probestäbe.*

Zum Erzeugen von Biegeschwingungen an den in die einander gegenüberliegenden festen Lager 1, 2 eingelegten Probestäben 3, 4, die mit ihren Stoßringen 5, 6 in etwas nachgiebigen Führungen 7, 8 seitlich geführt werden, wird der auf der Achse 9 aufgekeilte Umlaufkörper 10 mit den auf den Achsen 11, 12, 13, 14 sitzenden Schlagkörpern 15, 16, 17, 18 gedreht und die Probestäbe durch



die Vorrichtungen 19, 20, 21 und 22, 23, 24 so weit gegen die Schlagkörper 15, 16, 17, 18 verschoben, daß die Probestäbe beim Anschlag in einem bestimmten Maße durchschwingen. Durch die Scheibe 25 werden die Mitnehmer 26, 27 dauernd, die Malteserkreuze 28, 29 und die Probestäbe 3, 4 periodisch gedreht, und zwar so, daß die beiden Probestäbe gleichzeitig immer dann angeschlagen werden, wenn sie nicht verdreht werden. Das Maß der Durchbiegung kann durch Meßvorrichtungen festgestellt werden, bei denen zwischen den Stoßringen 5, 6 Fühlhebel an die Probestäbe angesetzt werden, deren Ausschlag von einer Meßuhr angezeigt wird.

## Wirtschaftliche Rundschau.

### Zusammenschluß der Bergbauberechtigten in Luxemburg.

Durch eine Anordnung des Chefs der Zivilverwaltung in Luxemburg über den Zusammenschluß von Bergbauberechtigten wird eine planmäßige und einheitliche Ausbeutung der Eisenerzfelder durchgeführt. Gleichzeitig werden unter Ausschluß privater Spekulationen die Belange aller Teilnehmer gewahrt. Alle nachstehend aufgezählten Bergbauberechtigten werden zu einer Gesellschaft zusammengeschlossen, die die Form einer Gewerkschaft deutschen Rechts hat:

a) der kommissarisch verwaltete luxemburgische Besitz der Gesellschaften: Société anonyme d'Angleur-Athus, Tilleur (Belgien), Société anonyme des Forges de la Providence, Marchienne-au-Pont (Belgien), Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Chateau und Marcinelle, S. A., Marcinelle (Belgien), Usines Métallurgiques de Hainaut, Couillet (Belgien), Société anonyme des Hauts-Fourneaux de la Chiers, Paris, Société des Hauts-Fourneaux de Saulnes — Jean Raty & Cie., Paris, Société anonyme, John Cockerill, Seraing (Belgien), Société Métallurgique de Gorcy, Paris;

b) die Gerechtsame der Steinforter Hochofen- und Stahlwerke AG., Steinfort, und der Société anonyme Minière et Métallurgique Alliance-Monceau, vormalis Soc. Ance. Minière et Métallurgique de Monceau-Saint-Fiacre, Monceau-sur-Sambre (Belgien);

c) der Besitz der reichsdeutschen Gesellschaften: Grube Steinberg, Rümelingen, Grube Halberg AG., Differdingen, AG. der Dillinger Hüttenwerke, Oberkorn;

d) 21 namentlich aufgezählte Grubenbesitzer des Erzbeckens sowie die nicht im Abbau befindlichen erzführenden Grundstücke und Gerechtsame, deren Eigentümer keinen Bergbau betreiben;

e) die Konzession Gilzenberg.

Die neue Gewerkschaft erhält neben den gesetzlich vorgeschriebenen Einrichtungen einen Beirat. Der Beirat und sein Vorsitzter werden erstmalig durch den Chef der Zivilverwaltung als oberste Bergbehörde ernannt. Die Höhe der Anteile der Mitbeteiligten wird durch einen Ausschuß bestimmt. Andere Bergbaubetriebe können ihren Grubenbesitz oder Teile davon freiwillig in die Gesellschaft einbringen. Der Zusammenschluß der Bergbauberechtigten wird am 1. April 1943 rechtswirksam. Die bisherigen Gesellschaften haben eine Abschlußbilanz vorzulegen.

### Errichtung einer Auftragslenkungsstelle Blankstahl.

Da die Sicherstellung der wirtschaftlichen Fertigung von Blankstahl eine einheitliche Steuerung aller Aufträge erfordert, ist nach Anweisung 63 vom 5. Februar 1943 der Wirtschaftsgruppe Werkstoffverfeinerung und verwandte Eisenindustriezweige (Reichsanzeiger Nr. 30 vom 6. Februar 1943) eine Auftragslenkungsstelle Blankstahl, Düsseldorf, Kasernenstraße 61—67, errichtet worden. Die Hersteller von Blankstahl sind verpflichtet, sämtliche bei ihnen eingehenden Inlandsaufträge der Auftragslenkungsstelle nach Aufforderung einzureichen. Die Auftragslenkungsstelle ist berechtigt, Aufträge zu verteilen oder umzulegen und bestimmten Herstellern zuzuweisen. Die Auftragslenkungsstelle ist berechtigt, von den Herstellern Angaben über Lagervorräte, Auftragsbestände, Arbeits-einsatzlage und Energieversorgung zu fordern. Diese Anordnung tritt acht Tage nach ihrer Verkündung in Kraft. Sie gilt auch für die eingegliederten Ostgebiete und die Gebiete von Eupen, Malmedy und Moresnet. Als Blankstahl im Sinne dieser Anweisung gilt: Stahl gezogen, geschält und geschliffen, in allen Abmessungen, Qualitäten und Endzuständen (ausgenommen Sonderprofile).

### Die Stahlerzeugung der Vereinigten Staaten von Amerika im September und Oktober 1942.

Die Erzeugung an Stahlblöcken und Stahlguß entwickelte sich bis August 1942 wie folgt:

	1942	1941	1940
		(in 1000 t)	
Januar . . . . .	6 464	6 285	5 230
Februar . . . . .	5 916	5 659	4 106
März . . . . .	6 706	6 470	3 982
insgesamt 1. Vierteljahr . . .	19 086	18 414	13 318
April . . . . .	6 461	6 130	3 720
Mai . . . . .	6 701	6 399	4 507
Juni . . . . .	6 371	6 169	5 132
insgesamt 2. Vierteljahr . . .	19 533	18 698	13 359
insgesamt 1. Halbjahr . . . .	38 619	37 112	26 677
Juli . . . . .	6 485	6 188	5 193
August . . . . .	6 562	6 351	5 612
September . . . . .	6 411	6 187	5 494
insgesamt 3. Vierteljahr . . .	19 458	18 726	16 299
insgesamt 1. bis 3. Vierteljahr	58 077	55 838	42 976
Oktober . . . . .	6 881	6 570	6 028

Die Flußstahlerzeugung, die im September einen geringfügigen Rückgang aufgewiesen hatte, erzielte im Oktober das bisher höchste Ergebnis des vergangenen Jahres. Im September waren die Stahlwerke zu 96,5 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt, im Oktober zu rd. 100 %. Das dritte Vierteljahr hatte gegenüber dem zweiten Vierteljahr einen leichten Rückgang zu

verzeichnen; gegenüber dem dritten Vierteljahr 1941 lag die Flußstahlerzeugung jedoch um 733 000 t oder 4 % höher. In den ersten neun Monaten betrug sie rd. 5 % mehr als im gleichen Zeitraum des Vorjahres. Von Januar bis Oktober 1942 wurden 64 958 000 t Stahl erzeugt gegen 62 408 000 t in der entsprechenden Zeit 1941 oder 5 % mehr.

## Vereinsnachrichten.

### Eisenhütte Oberschlesien,

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

Dienstag, den 23. Februar 1943, 16 Uhr, findet im Bismarckzimmer des Kasinos der Donnersmarckhütte, Hindenburg O.-S., die

#### 50. Sitzung des Fachausschusses „Walzwerk und Weiterverarbeitung“

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Aussprache über den neuen Walzwerks-Fragebogen, eingeleitet durch einen Bericht von Dipl.-Ing. G. Leder, Laband.
2. Die Verwendung von Preßholz, insbesondere für Walzwerkslager und andere Zwecke. Berichterstatte: Dr.-Ing. E. Rohde, Düsseldorf.
3. Verschiedenes.

### Eisenhütte Südost,

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

Samstag, den 27. Februar 1943, findet im Eisenhütteninstitut der Montanistischen Hochschule zu Leoben eine

#### Sitzung des Fachausschusses für zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

statt, bei der u. a. Dr. H. Krainer, Kapfenberg, einen Bericht über praktische Erfahrungen bei der Feststellung von Fehlern mit Hilfe des Zählrohres erstatten wird.

### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Duckwitz, Carl A.*, Dr.-Ing., Oberingenieur u. Leiter der Versuchsanstalt der Stahlwerk Ergste AG., Ergste über Schwerte (Ruhr). 29 042
- Ganster, Franz*, Dr.-Ing., Oberregierungsrat im Reichswirtschaftsministerium, Berlin W 8, Behrenstr. 43; Wohnung: Berlin NW 87, Elberfelder Str. 14. 28 211
- Garski, Walter*, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Kraftzentralen des Bochumer Vereins für Gußstahlfabrikation AG., Bochum; Wohnung: Baarest. 41. 22 051
- Höpker, Carl*, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Betriebschef, August-Thyssen-Hütte AG., Werk Thyssenhütte, Duisburg-Hamborn; Wohnung: Kronstr. 13. 25 049
- Kahlhöfer, Heinrich*, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Hermann-Rinne-Str. 5. 27 123
- Lechner, Franz*, Ingenieur, Vorstandsmitglied der Wessel-Werk AG., Bonn, Dransdorfer Weg 62. 32 044
- Lissner, Anton*, Dr.-Ing., o. Professor, Institut für allg. u. anorg. chemische Technik der Deutschen Hochschule, Prag-Dewitz XIX, Bei der neuen Technik 4. 11 091
- Lohr, Anton*, Dipl.-Ing., Abteilungsvorstand, Witkowitz Bergbau- u. Eisenhütten-Gewerkschaft, Techn. Direktion, Technolog. Abt., Mähr. Ostrau 10; Wohnung: Mähr. Ostrau 9, Hermann-Göring-Str. 74a. 34 133
- Lukaszcyk, Franz*, Werkstoffingenieur, 1. Sachbearbeiter in der Zentrale der VDM-Luftfahrtwerke GmbH., Frankfurt (Main) 17, Hohenzollernanlage 15; Wohnung: Frankfurt (Main) 1, Fichtestr. 7. 11 093
- Meixner, Hermann*, Hüttenleiter a. D., Hannover, Gellertstraße 11. 14 059
- Pohl, Ernst*, Dr.-Ing., Oberdirektor, AG. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag II, Jungmannstr. 29; Wohnung: Prag XV, Blöß 4. 24 078
- Schauff, Erich*, Dipl.-Ing., Werksleiter, Hüttenwerke Siegerland AG., Werk Hüsten, Neheim-Hüsten 2; Wohnung: Mühlberg 1. 24 086
- Schüll, Wilhelm*, Dipl.-Ing., Direktor, Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen AG., Werk Dommeldingen, Luxemburg-Dommeldingen; Wohnung: Hochofenstr. 80. 21 131

*Triebeler, Hermann*, Oberingenieur, Prokurist, Stahlwerk Milspe Dr.-Ing. Carl Weicken, Milspe; Wohnung: Kölner Str. 82. 13 141

Den Tod für das Vaterland fanden:

- Herz, Hans*, Dipl.-Ing., Hochofeachef, Hattingen. \* 23. 3. 1901, † 24. 1. 1943. 35 213
- Wulf, Karl Friedrich*, cand. rer. met., Dortmund. \* 29. 8. 1915, † 14. 1. 1943. 38 203

Gestorben:

- Blumberg, Fritz*, Fabrikdirektor a. D., Düsseldorf. \* 10. 8. 1871, † 5. 2. 1943. 00 007
- Casper, Otto*, Betriebsdirektor, Lauchhammer. \* 8. 7. 1895, † 30. 1. 1943. 35 080
- Fromm, Hans*, Dr.-Ing., München. \* 30. 4. 1887, † 4. 2. 1943. 12 028
- Knapmann, Paul*, Fabrikant, Witten-Annen. \* 8. 6. 1876, † 5. 2. 1943. 10 065
- Rüggeberg, Gustav*, Fabrikdirektor a. D., Berlin-Zehlendorf. \* 9. 4. 1876, † 7. 2. 1943. 14 080
- Sperber, Georg*, Ing., Direktor, St. Pölten. \* 1. 1. 1882, † 14. 1. 1943. 27 269
- Stein, Gustav*, Fabrikdirektor a. D., Dortmund. \* 6. 7. 1856, † 25. 1. 1943. 88 007
- Steinrücke, Kurt*, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Mövern. \* 25. 12. 1901, † 20. 1. 1943. 37 427

### Neue Mitglieder.

- Auwers, Otto v.*, Dr. phil. habil., Univ.-Dozent, Leiter der magn. Laboratorien des WW-Elektrochemie der Siemens & Halske AG., Berlin-Siemensstadt; Wohnung: Schuckertdamm 334. 43 062
- Beck, Anton*, Dipl.-Ing., Gebr. Böhler & Co. AG., Edelstahlwerke, Kapfenberg (Steiermark); Wohnung: Wiener Str. 36. 43 063
- Dinter, Rotraut*, cand. rer. met., Berlin-Charlottenburg 1, Cauersstraße 3. 43 064
- Göbbels, Peter*, technischer Assistent, Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf 1, August-Thyssen-Str. 1. 43 065
- Harke, Paul*, Dipl.-Ing., Direktor, Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Essen; Wohnung: Semperstr. 14. 43 066
- Häyrynen, Matti*, Ing., Helsinki-Munkkiniemi (Finnland), Iso Puistotie 1 A 6. 43 067
- Kroner, Walter*, Dipl.-Ing., Leiter der Versuchsanlage Prasnchkau der Oberhütten, Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke AG., Prasnchkau (Kr. Welun, Wartheland); Wohnung: Ring 6. 43 068
- Martin, Wilhelm*, Dipl.-Ing., stellv. Abteilungsvorsteher, Fried. Krupp AG., Essen; Wohnung: Hans-Niemeyer-Str. 4. 43 069
- Strauß, Konrad*, Dipl.-Ing., Direktor, A/S Nordag Oslo, Övre Aardal i Sogn (Norwegen); Wohnung: Berlin-Grünwald, Plöner Str. 28. 43 070
- Uhlenbruch, Heinz*, Direktor, Hüttenverwaltung Westmark G. m. b. H. der Reichswerke „Hermann Göring“, Hauptverwaltung, Hayngen (Westm.); Wohnung: Diedenhofen (Westmark), Dr.-Roos-Str. 17. 43 071
- Warnke, Franz*, Oberingenieur, „Osmag“ Oberschlesische Maschinen- und Waggonfabrik AG., Werk Eintrachthütte; Wohnung: Trzynietz (Oberschles.), Werkstr. 337. 43 072
- Wesenberg, Rolf*, Hütteningenieur, Alfred Teves Maschinen- u. Armaturenfabrik KG., Frankfurt (Main) 17, Gustavsburgstr.; Wohnung: Frankfurt (Main) 1, Hammanstr. 5. 43 073
- Winkler, Josef*, Dipl.-Ing., Prokurist, Siemens EAG., Prag II, Wassergasse 18; Wohnung: Prag XI, Sudomierschitzer Str. 2. 43 074
- Wischeropp, Otto*, Ingenieur, Mansfeldscher Kupferschieferbergbau AG., Abt. Hütten, Eisleben. 43 075
- Witzel, Peter Paul*, Ingenieur, Konstrukteur, Deutsche Magnesit AG., München 2; Wohnung: München 9, Eschenbachstr. 21/r. 43 076