

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

unter verantwortlicher Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. M. Schlenker für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 34

24. AUGUST 1933

53. JAHRGANG

### Ueber Stahl- und Schlackentemperaturen bei basischen Siemens-Martin-Schmelzungen.

Von Dipl.-Ing. Ernst Schröder in Duisburg-Hamborn.

[Bericht Nr. 258 des Stahlwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute\*].

*(Wärmeinhalt von Stahl und Schlacke nach verschiedenen Beobachtern. Optische und thermoelektrische Temperaturmessung. Ueber die Größe des Emissionsfaktors bei optischer Messung. Vergleich von optisch und thermoelektrisch gemessenen Temperaturen. Temperatur des Gewölbes und der Badoberfläche, der Schlackenoberfläche und des Stahlbades in verschiedenen Tiefen. Temperatur am Ende der Abstichrinne und Gießtemperatur.)*

Im Schrifttum findet man über die Größe des Wärmeinhaltes von Stahl und Schlacke auf Grund kalorimetrischer Untersuchungen bei den basischen Stahlerzeugungsverfahren, besonders für höhere Temperaturgebiete, nur verhältnismäßig wenige brauchbare Zahlen. Hier sind hauptsächlich die von C. Dichmann<sup>1)</sup> und F. Springorum<sup>2)</sup> beim basischen Siemens-Martin-Verfahren sowie die von F. Wüst und L. Laval<sup>3)</sup> beim Thomasverfahren erhaltenen Untersuchungsreihen zu nennen, bei denen jedoch fortlaufende und genaue Temperaturmessungen ganz oder zum Teil fehlen. Verwendet wurden hierbei behelfsmäßige Kalorimeter. Obwohl sich die Ergebnisse auf Schmelzungen annähernd gleichen Kohlenstoffgehaltes in der Endprobe beziehen, zeigen sie doch starke Abweichungen voneinander (vgl. Zahlentafel 1).

möglich. Auch bei diesen Forschungsarbeiten zeigen sich im Gebiete der Umwandlungs- und Schmelzwärmen, sowie für den Schmelzpunkt des Werkstoffes selbst, zum Teil erhebliche Abweichungen, die ihrerseits Lage und Richtung der Q—t-Kurven beeinträchtigen. Diese große Unsicherheit der Wärmeinhaltswerte bei hohen Temperaturen gab Veranlassung zur Durchführung planmäßig angelegter Forschungsarbeiten, in denen die für die metallurgische und chemische Industrie wichtigsten Elemente und Verbindungen untersucht werden. Hier sind u. a. die zahlreichen Arbeiten von W. A. Roth und seinen Schülern, vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung sowie vom Bureau of Standards und Bureau of Mines hervorzuheben. Inzwischen sind auch die Hilfsmittel für diese Unter-

Zahlentafel 1. Wärmeinhalt von Stahl und Schlacke nach Angaben verschiedener Beobachter.

Beobachter	Werkstoff	Wärmeinhalt kcal/kg	Gemessene Temperatur °C	Bemerkungen
Dichmann . .	Siemens-Martin-Stahl mit 0,08% C	292	—	vor Abstich
Dichmann . .	Siemens-Martin-Stahl mit 0,08% C	315 (299)	1465° (unberichtigt)	beim Abgießen in die Kokillen
Springorum .	Siemens-Martin-Stahl mit 0,08 bis 0,10% C	354 bis 360	1580° (unberichtigt)	vor Abstich
Wüst u. Laval	Thomasstahl mit 0,2% C	336	1552° (unberichtigt)	beim Abstich
Dichmann . .	Siemens-Martin-Schlacke	450 bis 475	—	—
Springorum .	Siemens-Martin-Schlacke	595 bis 601	—	vor Abstich
Wüst u. Laval	Thomasschlacke	536	1577° (unberichtigt)	beim Abstich

Ein Vergleich mit den Ergebnissen exakter Laboratoriumsarbeiten der letzten Jahre, von denen hier nur die Untersuchungen von F. Wüst und Mitarbeitern<sup>4)</sup>, P. Oberhoffer<sup>5)</sup>, P. Oberhoffer und A. Meuthen<sup>6)</sup>, P. Oberhoffer und W. Grosse<sup>7)</sup>, R. Durrer<sup>8)</sup>, A. Meuthen<sup>9)</sup>, M. Levin und H. Schottky<sup>10)</sup>, G. Naeser<sup>11)</sup> und S. Umino<sup>12—16)</sup> genannt seien, ist daher nur unvollkommen

suchungen, Temperaturmeßgeräte und Kalorimeter, weitgehend vervollkommen worden.

Im Rahmen der hier geplanten Arbeiten sollte versucht werden, durch betriebsmäßige Untersuchungen die Fortsetzungen der Q—t-Kurven für Stahl und Schlacke als Anschluß an die Ergebnisse der Laboratoriumsversuche oberhalb rd. 1500° zu finden. Hierbei war die chemische Zu-

\* Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für den Siemens-Martin-Betrieb am 12. Mai 1933. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 684, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Der basische Herdofenprozeß, 2. Aufl. (Berlin: Julius Springer 1920).

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 30 (1910) S. 408.

<sup>3)</sup> Metallurgie 5 (1908) S. 431/62 u. 471/89; s. a. Stahl u. Eisen 29 (1909) S. 121/33.

<sup>4)</sup> Forschg. Ing.-Wes. Nr. 204 (1918).

<sup>5)</sup> Dr.-Ing.-Dissertation, Aachen 1907.

<sup>6)</sup> Metallurgie 5 (1908) S. 173.

<sup>7)</sup> P. Oberhoffer und W. Grosse: Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 576/82.

<sup>8)</sup> W. Grosse: Dr.-Ing.-Dissertation, Aachen 1927.

<sup>9)</sup> Stahl u. Eisen 38 (1918); S. 777; ferner Dr.-Ing.-Dissertation, Aachen 1915.

<sup>10)</sup> Ferrum 10 (1912/13) S. 1.

<sup>11)</sup> Ferrum 10 (1912/13) S. 193.

<sup>12)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforschg., Düsseld., 12 (1930) Lfg. 2, Abh. 143.

<sup>13)</sup> Sci. Rep. Tōhoku Univ. 18 (1929) S. 91.

<sup>14)</sup> Sci. Rep. Tōhoku Univ. 15 (1926) S. 331.

<sup>15)</sup> Sci. Rep. Tōhoku Univ. 15 (1926) S. 597.

<sup>16)</sup> Sci. Rep. Tōhoku Univ. 17 (1928) S. 985.

Zahlentafel 2. Emissionsfaktoren für Eisen und Schlacke bei Wellenlänge  $\lambda = 0,65 \mu$  nach verschiedenen Beobachtern.

Werkstoff	Aggregatzustand	Temperaturbereich °C	Oberflächenbeschaffenheit	Emission $\epsilon$ ( $\lambda = 0,65 \mu$ )	Schriftumsnachweis
Eisen u. Eisenlegierungen mit 0,66 bis 3,49 % C . . . . .	flüssig	1350 bis 1550	blank	0,35 bis 0,38	G. Naeser <sup>19)</sup>
Eisen . . . . .	flüssig	—	blank	0,35 bis 0,37	H. Le Chatelier <sup>21)</sup>
Eisen . . . . .	flüssig	—	blank	0,40	G. H. Burgess u. H. Le Chatelier <sup>22)</sup>
Stahl . . . . .	flüssig	—	—	0,40	J. N. Greenwood <sup>23)</sup>
Eisen . . . . .	flüssig	—	blank	0,37	P. D. Foote, C. O. Fairchild, T. R. Harrison <sup>24)</sup>
Badoberfläche . . . . .	—	—	—	0,50	C. H. Hertig <sup>25)</sup>
Eisen . . . . .	flüssig	—	blank	0,40	H. T. Wensel u. W. F. Roeser <sup>26)</sup>
Gußeisen . . . . .	flüssig	unterhalb 1375	oxydiert	0,70	H. T. Wensel u. W. F. Roeser <sup>26)</sup>
Gußeisen . . . . .	flüssig	oberhalb 1375	blank	0,40 bis 0,45	H. T. Wensel u. W. F. Roeser <sup>26)</sup>
Gußeisen . . . . .	flüssig	1270 bis 1370	oxydiert	0,90 bis 0,95	M. Wenzl u. F. Morawe <sup>27)</sup>
Gußeisen . . . . .	flüssig	1100 bis 1600	blank	0,45	A. Fry <sup>28)</sup>
Gußeisen . . . . .	flüssig	1270 bis 1280	helle Stellen (oxydiertes Häutchen)	0,90 bis 0,95	A. Fry <sup>28)</sup>
Eisen . . . . .	fest	700 bis 1000	blank	0,435	M. Moeller, H. Miething, H. Schmick <sup>29)</sup>
Eisen . . . . .	fest	700 bis 1000	oxydiert	0,80	M. Moeller, H. Miething, H. Schmick <sup>29)</sup>
Eisen . . . . .	fest	700 bis 1100	oxydiert	0,80 bis 0,87	H. Schmidt u. W. Liesegang <sup>20)</sup>
Cr- und Cr-Ni-Stähle	fest u. flüssig	700 bis 1400	oxydiert	0,70 bis 0,75	A. Fry <sup>28)</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	fest	800 bis 1200	—	0,98 bis 0,92	G. K. Burgess u. P. D. Foote <sup>30)</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	flüssig	—	—	0,53	G. K. Burgess <sup>31)</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	fest	—	—	0,63	G. K. Burgess <sup>31)</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	fest	—	—	0,90 bis 0,92	G. K. Burgess: Bureau of Standards <sup>32)</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	fest	—	—	0,90	H. T. Wensel u. W. F. Roeser <sup>26)</sup>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	fest	800 bis 1200	—	0,98 bis 0,92	P. D. Foote <sup>24)</sup>
Dünne Eisenoxydhaut	—	—	—	0,45	H. Le Chatelier <sup>18)</sup>
Dicke Eisenoxydhaut	—	—	—	0,55	H. Le Chatelier <sup>18)</sup>
Eisen mit 3,1 % C . . . . .	flüssig	1250 bis 1600	blank	0,43 bis 0,45	R. Hase <sup>34)</sup>
Eisen mit 3,1 % C . . . . .	flüssig	1250 bis 1580	oxydiert	0,90 bis 0,95	R. Hase <sup>34)</sup>
Siemens-Martin-Schlacke	flüssig	—	—	0,55 bis 0,75	G. K. Burgess <sup>30)</sup> 32)
Siemens-Martin-Schlacke	flüssig	—	—	0,56	J. N. Greenwood <sup>23)</sup>
Siemens-Martin-Schlacke	flüssig	—	—	0,65	P. D. Foote <sup>24)</sup>
Siemens-Martin-Schlacke	flüssig	—	—	0,63 bis 0,67	H. Le Chatelier <sup>21)</sup>
Siemens-Martin-Schlacke	flüssig	—	—	0,65	Wärmestelle (als Richtwert) <sup>33)</sup>
Siemens-Martin-Schlacke	flüssig	—	—	0,612	G. Naeser <sup>19)</sup>
Siemens-Martin-Schlacke	flüssig	—	—	0,90	A. Fry <sup>28)</sup>
Siemens-Martin-Schlacke	flüssig	—	—	0,90	M. Wenzl <sup>27)</sup>

sammensetzung der Werkstoffe zu berücksichtigen sowie das Verhältnis des Wärmeinhaltes von Stahl und Schlacke im Verlauf der Schmelzung, und weiter war der Einfluß von Zusätzen zu klären.

Die Grundlage für die gesamten Untersuchungen bildet dabei vor allem eine genaue Temperaturmessung, auf der aufbauend sich die in den Kalorimeterversuchen ermittelten Werte zu Wärmeinhalts-Temperaturschaubildern aufzeichnen lassen.

Es war von vornherein klar, daß die im praktischen Betriebsversuch erzielten Ergebnisse nicht die Genauigkeit exakter Laboratoriumsarbeit erreichen können, wofür neben anderen, später genannten Ursachen hauptsächlich ein Umstand maßgebend ist, auf den u. a. F. Sauerwald<sup>17)</sup> hinweist. Beim exakten Versuch werden üblicherweise Stahl- und Schlackenphase getrennt untersucht, im Siemens-Martin-Ofen dagegen stehen beide Phasen dauernd in Berührung unter gleichzeitiger Einwirkung der Ofenzustellung und der Gasphase der Beheizung. Schon hierdurch dürften sich Unterschiede ergeben.

<sup>17)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 361/66 (Stahlw.-Aussch. 201).

<sup>18)</sup> Elektrische Temperaturmeßgeräte (München u. Berlin: Verlag R. Oldenbourg 1923).

<sup>19)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 12 (1930) Abh. 168.

<sup>20)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 677/85 (Stahlw.-Aussch. 140); ferner Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 10 (1928) S. 82.

<sup>21)</sup> C. R. Acad. Sci., Paris, 114 (1892) S. 214.

### I. Temperaturmessung.

Die Temperaturmessung kann optisch oder thermoelektrisch ausgeführt werden, während das photometrische Verfahren für höhere Temperaturen noch zu unsicher und nur unter bestimmten Verhältnissen ausführbar erscheint. Um ganz sichere Meßergebnisse zu erhalten, wurden die beiden ersten Wege beschritten. Die Vor- und Nachteile beider Meßverfahren sind aus dem einschlägigen Schrifttum hinreichend bekannt, so daß sich hier eine eingehende Erörterung erübrigt. Für die optischen Messungen wurde in den meisten Fällen das Strahlungs-pyrometer „Optix“ von Dr. Hase benutzt, weil das Anvisieren des sehr dünnen, kurzfließenden Gießstrahles aus dem Probelöffel mit Hilfe der kleinen punktförmigen Leuchtmarke leichter und schneller möglich ist als mit dem bügelförmigen Glühdraht des Holborn-Kurlbaum-Gerätes. Das „Optix“ wurde wiederholt mit Wolframbandlampe und Holborn-Kurlbaum-Pyrometer geeicht und verglichen. Wird während der Messungen die Null-Einstellung und Lampenkonstanz sorgfältig nachgeprüft, so ergeben sich nur sehr geringe Ab-

<sup>22)</sup> Die Messung hoher Temperaturen (Berlin: J. Springer 1913).

<sup>23)</sup> Carnegie Scholarship Mem. 12 (1923) S. 27/74; s. a. Stahl u. Eisen 44 (1924) S. 500.

<sup>24)</sup> Technol. Pap. Bur. Stand. Nr. 170 (1921) S. 114.

<sup>25)</sup> Bull. Carnegie Inst. Technology 34 (1927) S. 52.

<sup>26)</sup> Trans. Amer. Foundrym. Ass. 36 (1928) S. 191/212 u. 837/38; s. a. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1203.

<sup>27)</sup> Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 867.

<sup>28)</sup> Stahl u. Eisen 44 (1924) S. 1403.

<sup>29)</sup> Z. techn. Physik 6 (1925) S. 644/50.

weichungen im Vergleich mit dem genaueren Holborn-Kurlbaum-Gerät.

Nach Untersuchungen von G. Keinath<sup>18)</sup> nehmen die subjektiven Meßfehler zudem bei höheren Temperaturen ab und betragen bei 1500° nur ungefähr  $\pm 5^\circ$ . Die Gesamtfehler dürften sich bei 1500 bis 1600° auf  $\pm 10$  bis  $15^\circ$  belaufen. Der Gebrauch des Strahlungs-pyrometers erfordert, sofern es sich wie in unserm Fall nicht um Messung absolut schwarzer Körper handelt, eine Temperaturberichtigung, deren Größe von der Emission der Eigenstrahlung des glühenden Körpers abhängt. Die Unsicherheit über den zu wählenden Berichtigungswert gab bisher häufig Veranlassung, im Schrifttum die gemessenen Werte unberichtigt oder mit fehlerhafter Berichtigung anzugeben. Erst eingehende Untersuchungen in neuerer Zeit haben hier Klarheit gebracht. Die wichtigsten Ergebnisse sind in *Zahlentafel 2*, zum Teil zitiert nach G. Naeser<sup>19)</sup> und H. Schmidt und W. Liesegang<sup>20)</sup>, zusammengefaßt. Die Größe der Emission von Eisen und Eisenlegierungen im festen oder flüssigen Zustand scheint durch zwei Umstände weitgehend beeinflusst zu werden: die Oberflächenbeschaffenheit und die Temperatur des untersuchten Werkstoffes. Die Zusammensetzung des Werkstoffes hingegen, besonders der Kohlenstoffgehalt, spielt hierbei eine geringere Rolle; G. Naeser fand bei einem Kohlenstoffgehalt von 0 bis 1,6%, der auch für unsere Untersuchungen in Betracht kommt, im Temperaturbereich 1300 bis 1500° bei der üblichen Wellenlänge 0,65  $\mu$  (Rotlicht) nur ein Anwachsen der Emission von 0,247 auf 0,360. Hierdurch wird die Temperaturberichtigung kaum beeinflusst.

Infolge der großen Verwandtschaft des Eisens zum Sauerstoff bedeckt sich die Oberfläche des erhitzten Werkstoffes, sofern dies nicht künstlich unterbunden wird, mit Eisenoxiden verschiedener Zusammensetzung, deren Beständigkeitsbereich in Abhängigkeit von der Temperaturhöhe steht. Die Bildung und Löslichkeitsänderung der Eisenoxyde ist u. a. von O. C. Ralston<sup>35)</sup> eingehend beschrieben sowie durch Veruche von H. T. Wensel und W. F. Roeser<sup>26)</sup> bestätigt. Die in Betracht kommenden Eisen-Sauerstoff-Verbindungen weisen starke Uebergänge ineinander auf; ihre bisher bekannten Schmelzpunkte und Beständigkeitsgebiete sind in *Zahlentafel 3* zusammengestellt.

Die oberhalb des Eisen-Schmelzpunktes bestehenden Eisen-Sauerstoff-Verbindungen wären also zu berücksichtigen. Da sich bei der Durchführung praktischer Betriebsversuche eine Oxydation beim Schöpfen und Ausgießen des

Zahlentafel 3. Schmelzpunkt und Beständigkeitsbereich verschiedener Stoffe.

Werkstoff	Schmelzpunkt in °C	Beobachter	Bemerkungen
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1565	S. Hilpert u. E. J. Kohlmeier <sup>36)</sup>	abhängig von Verunreinigung durch Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1550	R. Ruer u. M. Nakamoto <sup>37)</sup>	bei 10 at Sauerstoffdruck
FeO . . . . .	1370	Hanson u. Tritton <sup>38)</sup>	
FeO . . . . .	1380	K. Schönert <sup>38)</sup>	
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	1580 bis 1600	A. Ralston <sup>35)</sup>	in reinem Zustand
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	über 1500	R. B. Sosman <sup>39)</sup>	unrein
Beständigkeitsbereich			
Zerfallbeginn von Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	bei 1370	E. J. Kohlmeier <sup>40)</sup>	abhängig von Temperatur und Erhitzungszeit
x Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> y Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .	I. Schmelzbereich: 1430 bis 1470	E. J. Kohlmeier <sup>40)</sup>	
x Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> y Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .	II. Schmelzbereich: 1525 bis 1575	E. J. Kohlmeier <sup>40)</sup>	
2 FeO · 3 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	bei 1100 bis 1200	nach Ralston <sup>35)</sup>	
FeO · 3 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	bei 1370	nach Kohlmeier <sup>40)</sup>	
3 FeO · 5 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	bei 1470	nach Kohlmeier <sup>40)</sup>	
3 FeO · 4 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	bei 1525 bis 1580	nach Kohlmeier <sup>40)</sup>	

flüssigen Metalles nicht vermeiden läßt, kommt für unsere Untersuchungen nur der Emissionsfaktor für oxydierte Oberfläche in Betracht. Die Stärke dieser Oxydschicht wird in Abhängigkeit von der Zeit verschieden groß sein. Le Chatelier<sup>21)</sup> rechnet für dünnes Oxydhäutchen mit  $\epsilon = 0,45$ , für dickere Schichten mit 0,55. Die Messungen von Wensel und Roeser<sup>26)</sup> oberhalb des Schmelzpunktes für reines Eisen ergaben  $\epsilon = 0,40$  bis 0,45. Bei vergleichenden Eichversuchen von optischen Pyrometern und Thermoelmenten fand der Verfasser  $\epsilon = 0,50$  oberhalb des Eisen-Schmelzpunktes.

Die Emissionskoeffizienten für geschmolzene Siemens-Martin-Schlacke (s. *Zahlentafel 2*) weichen bei den meisten Beobachtern, abgesehen von Fry<sup>28)</sup> und Wenzl<sup>27)</sup>, nicht wesentlich voneinander ab. Als Berichtigungswert für Schlacke wurde gewählt  $\epsilon = 0,60$ .

Für die vergleichende Messung mit Thermoelment, mit dem die Temperatur des Metallbades bestimmt wurde, wurde ein Wolfram-Molybdän-Element<sup>41)</sup> gewählt, dessen Schenkel aus fast reinem Metall (99,1% W und 99,9 Mo) bestanden. Von dem bisher üblicherweise für hohe Temperaturen benutzten Platin-Platinrhodium-Element wurde Abstand genommen, weil bei längeren Meßversuchen schon weit unterhalb des Platin-Schmelzpunktes (1770°) Sprödigkeit und Zerstäubung eintritt, wodurch die Thermokraft des Elementes stark verändert und die Messung ungenau wird. Die Eichkurve des Elementes wurde bis 1860° im Tammann-Ofen durchgeführt und optisch nachgeprüft. Als Festpunkt wurde u. a. der Platin-Schmelzpunkt, nach der Drahtmethode gemessen, beobachtet. Für die Messung im Bad machte sich die Umhüllung des Elementes mit gasdichten, gegen Schlackenangriff beständigen Schutzrohren nötig. Es wurden dafür als Außenrohre Silit oder Sinterkorund, als Innenrohr Sillimanit nach den Angaben von A. Schack<sup>42)</sup> benutzt. Diese Anordnung überstand im allgemeinen zwei

<sup>18)</sup> G. K. Burgess und P. D. Foote: Bur. Stand. Sci. Pap. 12 (1915/16) S. 83/89.

<sup>19)</sup> G. K. Burgess und R. G. Waltenberg: Bull. Bur. Stand. 11 (1915) S. 591/605.

<sup>20)</sup> Technol. Pap. Bur. Stand. Nr. 91 (1917); Iron Trade Rev. 60 (1917) S. 675/77; vgl. Stahl u. Eisen 39 (1919) S. 96.

<sup>21)</sup> Mitt. Wärmestelle V. d. Eisenh. Nr. 37 (1922) S. 21.

<sup>22)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 261; s. a. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1813.

<sup>23)</sup> Bull. Bur. Mines Nr. 296 (1929).

<sup>36)</sup> Ber. dtsh. chem. Ges. 42 (1909) S. 458.

<sup>37)</sup> Rec. trav. chim. (1923) S. 675.

<sup>38)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 154 (1926) S. 220/25.

<sup>39)</sup> J. Washington Acad. Sci. 7 (1917) S. 55.

<sup>40)</sup> Met. u. Erz 10 (1913) S. 447; ferner Metallurgie 6 (1909) S. 328.

<sup>41)</sup> B. Osann jun. und E. Schröder: Temperaturmessungen mit Wolfram-Molybdän-Thermoelmenten. Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) S. 89/94 (Stahlw.-Aussch. 257).

<sup>42)</sup> Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1196 (Stahlw.-Aussch. 169).

bis drei Messungen von je 1,5 bis 2 min im Bad. Nach 1 min Eintauchzeit wurde in den meisten Fällen bereits Temperaturkonstanz erreicht. Die Eintauchtiefe im Bad betrug 400 bis 600 mm bei einer größten Badtiefe von 800 mm beim 100-t-Ofen; es wurde also mit Sicherheit in der Zone des flüssigen Stahles gemessen, was auch durch anhaftende Stahltröpfchen beim Herausziehen des Rohres bestätigt wurde. Die Stärke der über dem Stahl befindlichen Schlackenschicht betrug an der Meßstelle im 100-t-Ofen im Mittel 80 bis 100 mm gegen Ende der Schmelzung. Bei einigen Versuchen wurde das Schutzrohr mit indifferentem Gas gefüllt zur Verhütung von Oxydation der Elementschenkel. Diese Vorsichtsmaßnahme erwies sich jedoch später bei verbesserter Anordnung als unnötig. Die außerhalb des Ofens liegende Kaltlötstelle des Elementes wurde mit Preßluft gekühlt, deren Temperatur zum Anbringen einer geringfügigen Berichtigung der Thermokraft überwacht wurde.

Versuche, die Stahltemperatur mittels Thermoelements im Probelöffel zu messen, führten nicht zum Ziel, da die Abkühlung des Löffelinhaltes schneller fortschreitet, als das (bereits vorgewärmte) Element den Höchstwert der Temperatur erreicht hat; ein Extrapolieren der so erhaltenen Werte unter Berücksichtigung des Zeitfaktors erscheint für einwandfreie Messungen zu unsicher. Auch das Eintauchen eines Graphitstabes in das Bad und die optische Messung des herausgezogenen Stabes nach den Angaben von G. Keinath<sup>18)</sup> und J. N. Greenwood<sup>23)</sup> führte nicht zu brauchbaren Ergebnissen.

Während die thermoelektrische Messung die Temperatur des Bades ergab, wurde bei der optischen Messung die Temperatur des Gießstrahles aus dem Probelöffel beobachtet. Der hierbei entstehende Temperaturabfall des Löffelinhaltes beim Herausziehen und Ausgießen der Probe muß natürlich berücksichtigt werden, um beide Ergebnisse vergleichen zu können. Rechnungsmäßig läßt sich der Abkühlungsverlust der Probe angenähert nach dem Gesetz von Stefan-Boltzmann ermitteln.

Ohne hier näher auf den Rechnungsgang und die Voraussetzungen eingehen zu können, sei hier nur gesagt, daß sich bei einem Gewicht des Probelöffels von 3 kg und einem Löffelinhalt von 1,5 kg Stahl bzw. 0,8 kg Schlacke eine Temperaturerniedrigung für Stahl und Schlackenprobe von 12° errechnen läßt, wenn die absolute Temperatur des strahlenden Körpers zu 1200° angenommen wird. Rechnet man mit einer Temperatur von 1500°, so ergibt sich ein Temperaturabfall von 31 bzw. 29°.

Diese rechnerisch gefundenen Werte sind voraussichtlich zu hoch gegriffen. Da jedoch auch schon während des Türöffnens beim Probenahmen eine geringe Abkühlung des Bades eintritt, wurde sowohl für Stahl als auch für Schlacke ein Abkühlungsverlust von je 25° in Rechnung gestellt. Besonders bestätigt wurde diese Annahme durch Vergleiche gleichzeitiger thermischer und optischer Messungen, die im Durchschnitt rd. 20° höhere Badtemperatur ergaben. Die hier gefundenen Werte stimmen im übrigen auch mit den von H. Schenck<sup>43)</sup> berechneten überein.

Als Bezeichnung der Temperaturen verschiedener Meßstellen und -arten sind in den folgenden Zahlentafeln die nachstehenden Benennungen eingesetzt worden.

Für Stahl:

- $t_1$  = optische Temperaturmessung, unberichtigt,
- $t_2$  = optische Temperaturmessung, berichtigt ( $\epsilon = 0,50$ ), Löffelprobe,
- $t_3$  = thermoelektrische Temperaturmessung; ferner  $t_3 = t_2 + 25^\circ$  = Badtemperatur,

<sup>43)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 505/30 (Stahlw.-Aussch. 179).

$t_4$  = optische Temperaturmessung am Ende der Abstichrinne, berichtigt ( $\epsilon = 0,50$ ),

$t_5$  = optische Temperaturmessung beim Gießen, berichtigt ( $\epsilon = 0,50$ ).

Für Schlacke:

$t_6$  = optische Temperaturmessung, unberichtigt,

$t_7$  = optische Temperaturmessung, berichtigt ( $\epsilon = 0,60$ ), Löffelprobe,

$t_8 = t_7 + 25^\circ$  (wahre Schlackentemperatur im Ofen),

$t_9$  = optische Temperaturmessung der Badoberfläche ( $\epsilon = 1,0$ ).

## II. Ergebnisse der Temperaturmessung.

Um das Bild zu vervollständigen, seien aus der großen Zahl der Temperaturmessungen einige kennzeichnende herausgegriffen, bei denen besonders die Temperaturunterschiede an verschiedenen Meßstellen des Oberofens sowie das Temperaturgefälle des flüssigen Stahles von der letzten Probe vor dem Abstich bis zum Abgießen deutlich zum Ausdruck kommt. Eine größere Anzahl Veröffentlichungen im Schrifttum sind hierüber bekannt; die hierin angegebenen Zahlen lassen sich jedoch schon aus dem Grunde nicht verallgemeinern, weil die Höhe der Arbeitstemperatur von Werk zu Werk verschieden ist. Außerdem haben auch die Ofenbauweise (Gas- und Luftzuganordnung), die Art der Beheizung, das Ofenalter sowie die erzeugte Stahlsorte hierbei weitgehenden Einfluß. So gelten die hier veröffentlichten Angaben für den untersuchten 100-t-Kippofen mit Mischgasbeheizung und wassergekühlten Köpfen, der sich ungefähr im mittleren Teil der Ofenreise befand. Die erzeugte Stahlgüte ist aus den Zahlentafeln ersichtlich.

### 1. Temperatur des Gewölbes und der Badoberfläche.

Die Anwendung sehr hoher Ofentemperaturen hat sich in den letzten Jahren zur Erzeugung besonders weicher Stahlsorten als notwendig erwiesen, ganz abgesehen davon, daß in metallurgischer Hinsicht Vorteile hierfür bestehen, weil hohe Temperaturen die Abscheidung der Desoxydationsprodukte fördern, und weil ferner in gießtechnischer Hinsicht das Abgießen schwerer Gespanne oder kleiner Blockabmessungen im Gespann leichter zu handhaben ist. Die untere Temperaturgrenze zum einwandfreien Vergießen einer Schmelzung ist theoretisch gegeben durch den Schmelz-

bzw. Erstarrungspunkt der betreffenden Eisen-Kohlenstoff-Legierung, wie sie in Abb. 1 nach Versuchen von C. Benedicks

von E. Widawski und F. Sauerwald für reine Kohlenstoffstähle und Kohlenstoffstähle mit Siliziumgehalten, sowie vom Forschungsinstitut in Dortmund für technische Stähle angegeben sind. Es ist daher möglich, vom Schmelzpunkt ausgehend, eine überschlägliche Rechnung für die erforderliche Abstichtemperatur anzustellen, wenn man die Temperaturverluste vom Abstich bis zum Abgießen verfolgt. Hierzu kommt außerdem noch eine Ueber-

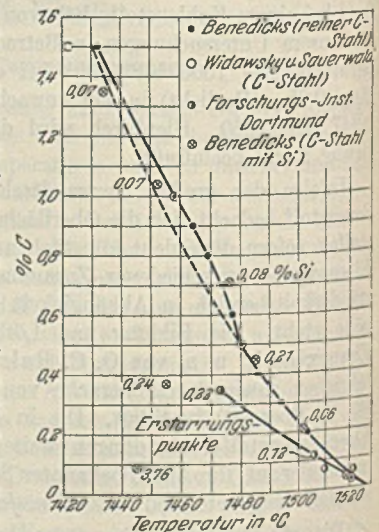


Abbildung 1.  
Schmelzpunktserniedrigung des Eisens bei veränderlichem Kohlenstoffgehalt.

hitzung zur Durchführung des Schmelzverfahrens und der Schlackenbildung. Die obere Temperaturgrenze ist gegeben durch die Haltbarkeit der feuerfesten Stoffe. Hier spielen außerdem die Flammenführung, Gewölbebauart sowie Güte und Alter der Gewölbesteine eine Rolle. Mit zunehmendem Alter des Gewölbes nimmt die Erweichungstemperatur der Silikasteine infolge Einwanderung von Metalloxyden ab. Für neue Silikasteine sind die kritischen Temperaturen aus den Veröffentlichungen des Schrifttums ziemlich eindeutig bekannt<sup>44)</sup>.

Die von G. K. Burgess<sup>30)</sup> angegebene höchste Gewölbetemperatur von 1745° dürfte vielleicht auf Meßfehlern beruhen. Den Temperaturverlauf zwischen Gewölbe und Badoberfläche zeigt nach eigenen Messungen als Beispiel Abb. 2. Die optische Messung wurde stets nur an einer Ofenseite, während des Umstellens des Gasventiles, vorgenommen. Nach Untersuchungen von Schmidt und Liesegang<sup>20)</sup> kann in diesem Zeitpunkt, besonders gegen Ende der Schmelzung, der Ofenraum als beinahe schwarzer Körper angesprochen werden, wodurch sich eine Berichtigung der gemessenen Temperatur erübrigt. Bemerkt sei jedoch, daß auch bei abgestellter Flamme über dem Bade bis zum Wiedereintritt des Gases noch Metalldämpfe lagern, wodurch die Messung der Badoberfläche unberichtigt etwas zu niedrig erscheint. Bei dem angeführten Beispiel handelt es sich um eine ziemlich weitgehend entkohlte Schmelzung, die bis zum Abstich kochte. Man erkennt deutlich, wie wichtig der Kochzustand für die Wärmeübertragung ist. Vor dem Einsetzen des Kochens und bei dicker Schlacke liegt im allgemeinen die Gewölbetemperatur höher als die der Badoberfläche; sie sinkt jedoch mit zunehmender Entkohlung und stärkerer Kochbewegung unter die Temperatur der Badoberfläche. Beide Temperaturen gleichen sich kurz vor dem Abstich stark aneinander an. Die Gewölbetemperatur nähert sich kurz vor dem Abstich dem kritischen Erweichungspunkt. Die Abkühlung, die durch Zusätze zum Bad und durch Türöffnen entsteht, sowie die etwas höher liegende Temperatur am abziehenden

Strahlung der Badoberfläche an das Gewölbe ein; die Wärmeübertragung an das Stahlbad läßt dabei nach, und das Gewölbe wird gefährdet, wie das folgende Beispiel einer sehr weit entkohlten Schmelzung in *Zahlentafel 4* zeigt.

Zahlentafel 4. Temperaturverlauf bei einer sehr weit entkohlten Schmelzung.

Zeit	Stahltemperatur		Schlackentemperatur		Bemerkungen
	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	
12.20	1657	1682	—	—	Bad kocht wenig (0,05% C)
12.25	—	—	1647	1672	Bad kocht wenig
12.30	—	—	—	—	Gewölbetemperatur 1675°; Bad kocht sehr schwach
12.35	—	—	—	—	Gewölbe zieht Fäden; 0,04% C
12.36	—	—	1696	1721	keine Kochbewegung
12.40	1623	1648	—	—	—
12.45	—	—	—	—	Erz- und Kalkzusatz
12.58	1623	1648	—	—	Bad kocht wenig (0,03% C)
13.15	1635	1660	—	—	Bad kocht wenig (0,03% C)
13.35	—	—	1674	1699	0,025% C
13.50	1629	1654	—	—	Bad kocht sehr schwach
14.00	—	—	—	—	Abstich. 0,03% C 0,04% Mn

2. Die Temperatur der Schlackenoberfläche und des Stahlbades.

Ganz allgemein muß nach physikalischen Gesetzen angenommen werden, daß die Badoberfläche, die bei richtiger Brenneinstellung unter Einwirkung der darüber hinreichenden Flamme liegt, eine höhere oder mindestens die gleich hohe Temperatur wie das tiefer liegende Stahlbad

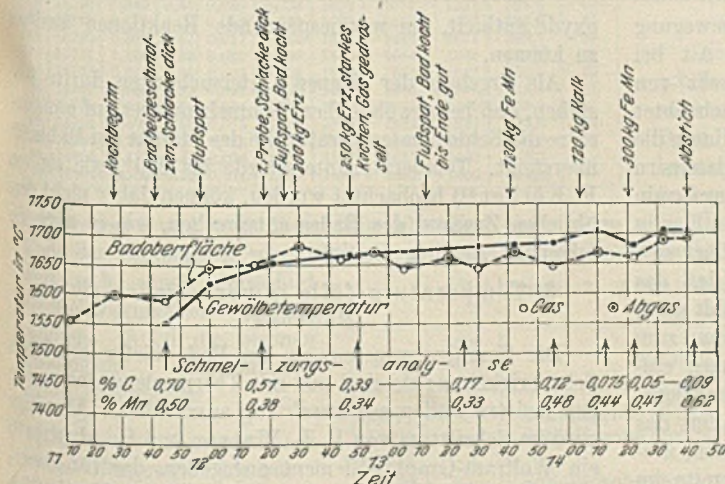


Abbildung 2. Optisch gemessene Gewölbetemperatur an der linken Gewölbesteite.

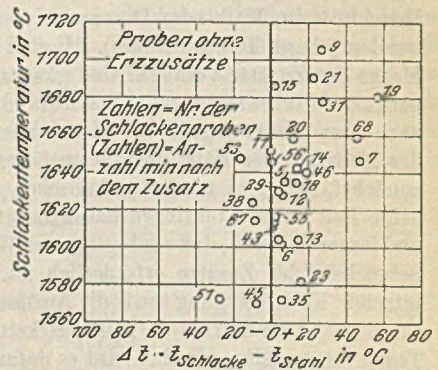
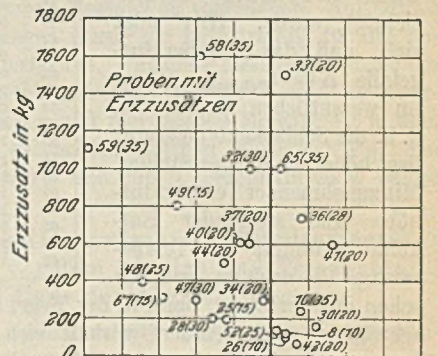


Abbildung 3. Einfluß von Erzzusätzen auf das Temperaturverhältnis Schlacke/Stahl.

Kopf entspricht den Beobachtungen von Schmidt<sup>20)</sup>, H. Wilhelm<sup>45)</sup> sowie A. Rotter und E. Matejka<sup>46)</sup>. Läßt die Kochbewegung sehr stark nach oder erlischt sie überhaupt vollständig, so tritt eine stärker reflektierende

<sup>44)</sup> Vgl. z. B. K. Endell: Stahl u. Eisen 41 (1921) S. 367; Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 79 u. 91; Ber. Stahlw.-Ansch. V. d. Eisenh. Nr. 79; ferner E. H. Schulz: Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 1733; Ber. Werkstoffaussch. Nr. 54.

<sup>45)</sup> Ber. Stahlw.-Ansch. V. d. Eisenh. Nr. 106 (1926).

<sup>46)</sup> Ber. Stahlw.-Ansch. V. d. Eisenh. Nr. 93 (1925).

haben muß. Zwar findet durch den Herdkörper ständig ein Wärmeverlust statt, besonders bei dem frei stehenden Mittelteil des Kippofens, der jedoch durch die Beheizung wieder ausgeglichen wird; auch die übrigen Wärmeverluste an den Türen, Seitenwänden, Gewölbe und durch Kühlwasser werden hierdurch dauernd ersetzt. In *Zahlentafel 5 und 6* sind die Temperaturen von Schlacke und Stahl gegenübergestellt. Das Temperaturverhältnis von Schlacke zu Stahl wird weitgehend durch den zeitlich fortschreitenden Schmel-

Zahlentafel 5. Schlackenzusammensetzung und -temperatur.

Pro- be Nr.	Schmel- zung Nr.	Schlackenanalyse in %										Temperatur in °C			Wärme- inhalt in Kcal/kg Q <sub>20</sub> <sup>0</sup>
		FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	ge- mes- sen t <sub>6</sub>	berich- tigt ε = 0,60 t <sub>7</sub>	der Schlacke im Ofen t <sub>8</sub>		
1	0468	14,45	1,20	19,20	17,30	37,22	5,85	1,28	1,95	0,21	1610	1701	1726	461,8	
2	0403	12,21	1,25	15,51	18,70	39,81	7,40	1,80	2,06	0,23	1585	1674	1699	461,4	
4	0514	11,47	1,67	15,92	17,90	42,90	5,06	1,63	2,41	0,32	1545	1631	1656	491,8	
5	0517	8,15	1,40	14,52	19,05	43,76	8,68	1,16	2,24	0,29	1560	1636	1661	491,8	
6	0522	9,24	0,64	14,90	20,70	42,34	7,13	1,44	2,46	0,31	1520	1604	1629	486,2	
7	0540	12,31	2,47	14,85	18,15	40,45	8,66	0,61	1,75	0,31	1560	1647	1672	490,0	
8	0546	9,55	1,45	18,97	23,08	35,95	7,24	1,14	1,52	0,24	1535	1620	1645	516,3	
9	0546	10,71	2,63	15,51	23,00	41,30	7,60	1,05	1,21	0,23	1615	1706	1731	535,2	
10	0636	9,14	2,92	18,92	23,79	33,07	8,46	1,67	1,97	0,09	1565	1652	1677	509,2	
11	0636	10,18	3,00	15,60	20,73	37,73	9,47	1,54	1,77	0,07	1567	1651	1676	485,5	
12	0658	9,22	2,75	14,62	16,44	47,16	8,34	0,62	2,66	0,22	1543	1629	1654	485,7	
13	0661	9,30	2,53	13,45	19,05	44,89	7,75	0,50	2,57	0,15	1590	1604	1629	460,1	
14	0661	10,00	1,88	12,10	16,79	46,21	7,69	0,45	2,24	0,22	1565	1642	1667	508,0	
15	0661	10,68	3,12	11,62	16,00	46,91	8,14	0,46	1,98	0,21	1598	1687	1712	488,5	
18	01684	9,38	3,02	14,91	17,05	44,88	7,28	1,28	1,97	0,37	1590	1636	1661	488,0	
19	01699	11,95	2,87	18,88	14,32	44,07	5,29	0,88	1,56	0,39	1591	1680	1705	475,5	
20	01699	12,46	3,02	18,30	13,83	43,68	6,24	0,58	1,55	0,37	1570	1658	1683	488,0	
21	01699	11,82	5,60	17,00	13,32	42,07	7,20	0,90	1,56	0,33	1600	1690	1715	479,6	
23	02064	10,83	4,38	22,18	20,04	33,20	5,79	1,16	1,84	0,18	1501	1582	1607	441,2	
25	02064	12,08	0,56	17,17	19,74	38,26	8,01	1,61	1,58	0,14	1570	1658	1683	476,6	
26	02064	12,39	1,26	16,58	18,32	38,98	8,78	1,12	1,79	0,15	1600	1690	1715	484,3	
28	02178	13,67	3,37	23,24	20,06	31,20	5,00	1,62	2,08	0,21	1530	1614	1639	452,5	
29	02178	12,90	2,45	21,06	20,01	35,00	4,64	1,51	2,22	0,23	1526	1610	1635	437,1	
30	02178	12,65	1,73	15,99	17,24	41,03	7,65	1,46	2,04	0,24	1555	1642	1667	456,7	
31	02178	13,29	3,37	13,42	16,21	41,27	8,86	1,28	1,92	0,28	1590	1679	1704	480,0	
32	02903	11,99	1,32	19,11	19,34	38,00	5,70	2,13	2,38	0,23	1501	1582	1607	433,8	
33	02903	13,67	0,62	15,76	17,99	41,83	5,15	2,26	2,27	0,28	1530	1614	1639	516,4	
34	02903	14,58	4,29	14,75	14,40	41,33	6,08	2,09	2,01	0,29	1560	1647	1672	508,6	
35	02307	11,96	3,12	21,87	18,03	35,80	5,79	0,71	2,09	0,22	1492	1572	1597	491,8	
36	02307	10,68	2,80	19,49	18,20	39,31	5,57	0,98	2,11	0,24	1501	1582	1607	469,3	
37	02307	11,34	2,52	18,05	15,80	41,15	7,52	1,03	1,79	0,26	1512	1593	1618	456,0	
38	02307	10,87	4,53	16,14	13,78	41,15	9,62	1,51	1,66	0,19	1540	1625	1650	451,4	
40	02955	14,76	3,59	28,53	14,75	31,50	3,65	0,36	1,69	0,78	1462	1540	1565	355,5	
41	02955	11,68	2,73	23,99	17,35	36,40	4,51	0,36	1,70	0,80	1513	1594	1619	424,6	
42	02955	11,17	2,73	21,69	16,04	39,50	6,01	0,22	1,48	0,89	1530	1614	1639	420,5	
43	02955	11,69	3,01	19,27	13,25	43,45	6,29	0,20	1,73	0,86	1530	1614	1639	448,3	
44	03117	17,22	4,44	19,90	11,10	38,00	5,40	0,24	2,42	0,85	1485	1565	1590	488,0	
45	03117	16,96	4,16	19,30	11,02	39,35	5,33	0,23	2,53	0,89	1490	1570	1595	469,4	
46	03117	15,27	4,16	19,79	11,09	41,00	4,51	0,21	2,58	0,92	1554	1641	1666	465,3	
47	03117	15,01	4,02	19,53	11,00	40,04	6,47	0,21	2,44	0,92	1514	1595	1620	444,6	
48	09342	10,98	1,73	16,38	19,60	38,06	8,66	2,72	1,68	0,21	1501	1582	1607	471,0	
49	09342	16,98	2,03	14,01	18,10	41,96	8,68	2,69	1,61	0,24	1520	1604	1629	455,8	
51	09450	11,96	1,43	26,30	19,82	29,81	7,02	1,25	1,69	0,20	1492	1572	1597	448,6	
52	09450	10,85	1,02	17,94	15,13	31,12	9,63	1,14	1,77	0,18	1535	1620	1645	428,0	
53	09450	12,31	2,04	14,92	13,17	39,14	10,98	1,13	2,03	0,28	1560	1647	1672	471,0	
55	16720	9,64	1,82	14,47	16,81	48,49	5,36	1,21	1,91	0,37	1530	1614	1639	502,0	
56	16720	10,02	2,33	13,88	15,59	49,80	5,32	1,17	1,70	0,36	1559	1646	1671	502,1	
58	16767	12,54	2,88	22,28	21,80	33,01	4,20	1,02	1,83	0,18	1431	1506	1531	492,5	
59	16767	11,29	2,77	19,97	20,46	35,65	5,95	1,42	1,68	0,16	1446	1523	1548	480,5	
61	16767	8,77	1,28	19,58	21,66	39,73	5,43	1,35	1,32	0,22	1428	1503	1528	465,8	
65	16792	11,44	3,18	11,04	17,70	44,75	7,71	1,80	1,64	0,23	1480	1560	1585	493,4	
67	16792	10,15	2,28	8,96	18,36	48,00	8,55	1,99	1,66	0,37	1530	1614	1639	500,0	
68	16792	9,25	2,28	8,41	18,61	47,80	10,11	1,82	1,45	0,36	1570	1658	1683	506,3	

zungsvorgang des metallischen Einsatzes, durch die Verbrennung des Kohlenstoffes sowie die Entfernung der übrigen Eisenbegleiter bei vermehrter Schlackenbildung geregelt. Hierbei werden zwischen Stahl und Schlacke einerseits und Schlacke und Gasatmosphäre andererseits wärmespendende und wärmeverzehrende Reaktionen ausgelöst, deren Auswirkung sich nach den augenblicklich vorhandenen Konzentrationsverhältnissen einstellt. Im Endergebnis wird das Temperaturgefälle zwischen Schlacke und Stahl durch die Kochbewegung des Bades, wie schon erwähnt, sowie den Flüssigkeitsgrad der Schlacke beeinflusst. In Abb. 3 ist versucht worden, diese Vorgänge weiter zu klären, indem zunächst (im Unterteil der Abbildung) der Temperaturunterschied von Proben ohne Erzzusätze berücksichtigt wurde. Hier zeigt sich, daß das Temperaturgefälle  $\Delta t = t_{\text{Schlacke}} - t_{\text{Stahl}}$  im wesentlichen positiv ist, d. h. die Schlackentemperatur liegt höher als die des Stahles. Mit zunehmender Temperaturhöhe und steigender Entkohlung nimmt das Temperaturgefälle noch zu, weil, wie schon oben erwähnt, dann in der Regel die Kochbewegung schwächer wird. Anders verhält sich dagegen  $\Delta t$  bei Proben, die in gewissem Zeitabstand nach Zusatz von Frischmitteln, Kalk oder Desoxydationsmitteln beobachtet wurden (oberer Teil des Bildes). Hierbei ist als Ordinate die Menge der Zusätze vermerkt und gleichzeitig in Klammern neben der Probennummer der Zeitabstand der Messung in min nach dem Zusatz angegeben. Man erkennt, daß  $\Delta t$  hier in der Mehrzahl der Fälle negativ ausfällt. Dies erklärt sich zunächst aus dem rein physikalischen Vorgang, daß das heiße Bad durch Einbringen kalter Zusätze abgekühlt wird, und ferner dadurch, daß ein bestimmter Wärmeaufwand zum Schmelzen der Zusätze erforderlich ist. Die danach einsetzende Kochbewegung sowie die Auslösung von Reaktionswärme regelt weiterhin in Abhängigkeit von der Zeit das Temperaturgefälle. Hierbei wird es darauf ankommen, wie weit es gelingt, das entstehende Kohlenoxyd bereits im Oberofen zu Kohlensäure zu verbrennen. Aus Abb. 3 ist ferner ersichtlich, daß in Abhängigkeit von der Zeit und Menge der Zusätze, sowie natürlich von der Ofentemperatur überhaupt,  $\Delta t$  wiederum positiv werden kann. Andererseits sind jedem Stahlwerker Fälle aus dem Betriebe bekannt, bei denen durch zu frühzeitiges Erzerfen weder eine starke Kochbewegung und Entkohlung des Bades, noch eine Temperaturzunahme des Stahles eintritt; es dürfte sich hierbei um Fälle handeln, bei denen entweder der metallische Einsatz noch weitgehend ungelöst oder siliziumarm war, oder bei denen die Schlacke zu wenig Metall-

oxyde enthält, um wärmespendende Reaktionen auslösen zu können.

Als Ergebnis der eigenen Untersuchungen dürfte feststehen, daß bei gewöhnlichem Schmelzungsverlauf ohne Zusätze die Schlackentemperatur die des Stahles um 10 bis 60° übersteigt. Temperaturunterschiede bis 200°, wie sie von F. Körber<sup>47)</sup> beobachtet wurden, können daher nicht dem üblichen Zustand des Bades entsprechen, wie es auch die folgenden Messungen zeigen.

### 3. Temperaturgefälle in verschiedenen tiefen Badzonen.

Die Temperaturmessungen im Bade bieten erhebliche Schwierigkeiten; sie sind nur mit Thermoelmenten und in den meisten Fällen nur kurzfristig auszuführen. Allerdings wird im Schrifttum von H. L. Watson und H. Abrams<sup>48)</sup> ein Wolfram-Graphit-Element angegeben, das für Dauer-messungen bei einem amerikanischen Siemens-Martin-Ofen eingebaut wurde und 200 h einer Temperatur von 1450 bis 1650° standhielt. Leider ließ sich ein gleichartiger Versuch nicht durchführen, da beim Roheisen-Schrott-Verfahren sich eine Beschädigung des auf der Herdsohle eingebauten Elementes nicht vermeiden läßt. Bei Versuchen von Schack<sup>42)</sup> wurden Temperaturunterschiede zwischen Badoberfläche und Herdsohle bis rd. 100° gefunden. Ein so großes Temperaturgefälle kann jedoch bei Bädern, die gut

<sup>47)</sup> Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 329.

<sup>48)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 196.

Zahlentafel 6. Stahlzusammensetzung und -temperatur.

Probes Nr.	Schmelzung Nr.	Stahlanalyse in %				Temperatur °C			Wärmeinhalt in kcal/kg Q <sub>20</sub> <sup>0</sup>	Dara Schlackeprobe Nr.
		C	Mn	P	S	gemessen t <sub>1</sub>	berichtigt = 0,50 t <sub>2</sub>	Endtemperatur t <sub>3</sub>		
1	088	0,065	0,37	0,020	0,027	1510	1657	1682	349,2	—
3	0152	0,460	0,63	0,039	0,036	1620	1635	1660	355,5	—
4	0183	0,570	0,58	0,040	0,031	1485	1595	1620	323,3	—
6	0333	0,120	0,41	0,012	0,030	1520	1635	1660	354,8	—
9	0517	0,360	0,72	0,048	0,028	1515	1629	1654	352,2	5
10	0522	0,685	0,47	0,025	0,032	1490	1600	1625	313,2	6
11	0540	0,105	0,39	0,031	0,034	1490	1600	1625	335,3	7
12	0546	0,470	0,39	0,028	0,035	1500	1612	1637	329,5	8
13	0546	0,190	0,55	0,039	0,033	1560	1679	1704	346,8	9
14	0636	0,240	0,36	0,019	0,027	1520	1635	1660	347,9	10
15	0636	0,140	0,38	0,014	0,025	1535	1651	1676	349,8	11
16	0658	0,345	0,62	0,034	0,030	1510	1623	1648	343,2	12
17	0661	0,275	0,41	0,030	0,047	1480	1590	1615	329,5	13
18	0661	0,185	0,45	0,022	0,034	1515	1628	1653	340,2	14
19	0661	0,150	0,46	0,019	0,032	1570	1685	1710	361,9	15
22	01518	0,085	0,42	0,014	0,024	1555	1674	1699	348,5	—
23	01583	0,290	0,34	0,019	0,029	1500	1612	1637	330,2	—
25	01583	0,115	0,41	0,020	0,027	1560	1679	1704	374,4	—
26	01684	0,510	0,41	0,025	0,028	1510	1623	1648	354,0	—
27	01699	0,225	0,50	0,018	0,024	1510	1623	1648	328,0	19
28	01699	0,180	0,52	0,020	0,027	1530	1646	1671	337,6	20
29	01699	0,105	0,51	0,020	0,027	1560	1668	1693	349,2	21
30	02064	0,615	0,34	0,020	0,026	1460	1560	1591	318,7	23
34	02178	0,750	0,30	0,040	0,032	1500	1612	1637	321,0	—
40	02203	0,210	0,35	0,019	0,029	1495	1606	1631	319,5	33
43	02307	1,700	0,58	0,019	0,023	1460	1566	1591	326,0	35
44	02307	1,420	0,61	0,018	0,024	1460	1566	1591	314,2	36
45	02307	1,000	0,50	0,016	0,021	1495	1606	1631	317,4	37
46	02307	0,690	0,50	0,012	0,020	1520	1635	1660	323,0	38
47	02955	0,770	0,47	0,033	0,024	1455	1562	1587	320,0	39
48	02955	0,605	0,52	0,031	0,025	1450	1555	1580	326,4	40
50	02955	0,240	0,58	0,035	0,027	1490	1601	1626	320,0	42
51	02955	0,140	0,54	0,025	0,025	1500	1612	1637	339,9	43
53	03117	0,400	0,34	0,014	0,020	1480	1590	1615	322,0	44
53	03117	0,300	0,34	0,015	0,018	1470	1578	1603	324,6	45
54	03117	0,260	0,34	0,017	0,027	1510	1623	1648	335,2	46
55	03117	0,175	0,42	0,017	0,026	1520	1635	1660	332,5	47
58	09342	0,100	0,46	0,031	0,029	1570	1691	1716	348,4	—
59	09450	0,470	0,47	0,047	0,028	1490	1600	1625	335,2	51
60	09450	0,320	0,52	0,037	0,025	1505	1617	1642	337,9	52
61	09450	0,155	0,53	0,023	0,027	1555	1674	1699	341,5	53
62	16380	0,145	0,55	0,026	0,020	1560	1679	1704	368,6	—
63	16389	0,145	0,42	0,016	0,023	1560	1679	1704	373,2	—
64	16409	0,515	0,37	0,025	0,024	1480	1590	1615	335,1	—
65	16429	0,185	0,43	0,012	0,020	1510	1623	1648	340,2	—
69	16492	0,350	0,35	0,029	0,028	1530	1645	1670	333,1	—
71	16522	0,080	0,39	0,018	0,022	1515	1629	1654	341,2	—
72	16522	0,075	0,37	0,018	0,021	1520	1635	1660	341,6	—
73	16535	0,095	0,31	0,010	0,022	1545	1662	1687	348,2	—
75	16635	0,055	0,33	0,010	0,021	1545	1662	1687	337,5	—
76	16702	0,400	0,53	0,040	0,032	1480	1590	1615	321,2	—
77	16702	0,300	0,56	0,038	0,030	1540	1657	1682	352,4	—
78	16702	0,070	0,51	0,020	0,028	1560	1679	1704	348,4	—
79	16720	0,545	0,53	0,030	0,034	1500	1612	1637	325,5	—
80	16720	0,375	0,56	0,022	0,029	1500	1612	1637	336,6	55
81	16720	0,305	0,57	0,017	0,023	1530	1646	1671	340,1	56
83	16767	1,150	0,39	0,030	0,026	1440	1544	1569	322,8	58
84	16767	0,870	0,49	0,028	0,026	1510	1622	1647	339,0	59
85	16767	0,860	0,92	0,027	0,025	1455	1561	1586	312,8	61
89	16792	0,540	0,26	0,014	0,039	1450	1555	1580	335,2	65
91	16792	0,400	0,33	0,015	0,037	1510	1622	1647	332,8	67
92	16792	0,245	0,38	0,015	0,032	1500	1612	1637	335,9	68
93	16804	0,110	0,41	0,014	0,029	1540	1657	1682	348,7	—
94	16804	0,105	0,42	0,014	0,027	1520	1635	1660	346,1	—

Schlacke handelte. Die Badhöhe an der Beobachtungsstelle betrug nach der Kontrollmessung etwa 100 mm für die Schlackendecke und rd. 1000 mm für das Stahlbad. Das Bad kochte während der Messung normal; der Kohlenstoffgehalt betrug 0,38%. Das Eintauchen des Elementes erfolgte in drei Tiefen: 120 mm tief (Berührungszone Schlacke-Stahl), sodann 600 mm tief (Stahlbad) und endlich 770 mm tief (Stahlbad), so daß die tiefste Messung ungefähr 330 mm von der Herdsohle entfernt war (Zahlentafel 7). Ein tieferes Eintauchen ließ leider die Länge des verwendeten Sinterkorundrohres nicht zu. Das Temperaturgefälle zwischen der beobachteten höchsten und tiefsten Meßstelle betrug 17°, so daß sich rechnerisch von der Badoberfläche bis zur Herdsohle ein größter Temperaturabfall von 25 bis 30° ergeben würde. Zu berücksichtigen ist hierbei noch, daß die Schmelzung in diesem Zeitpunkt noch nicht abstichfähig war. Die Anzeige des vorher im Ofenraum sehr sorgfältig vorgewärmten Thermoelementes erfolgte sehr rasch und sicher in den drei Meßzonen, da das Sinterkorundrohr infolge geringer Masse schneller ansprach als die bei anderen Versuchen benutzte Schutzrohrkombination. Die gleichzeitig vorgenommene optische Temperaturbeobachtung zeigte gute Übereinstimmung mit der thermischen Messung.

b) Thermische Messung des Bades durch die Ofentür.

Eine größere Anzahl Messungen diente, wie oben erwähnt, dazu, die gefundenen Werte der optischen Messung einschließlich Zuschlag für Abkühlungsverlust mit den Ergebnissen der thermischen Messung zu vergleichen. Auf Grund dieser Untersuchungen wurde die Berichtigung für das optische Verfahren festgelegt. Für diese Messungen wurde die Silit-Schutzrohrkombination benutzt. Der Verlauf einer vergleichenden optischen und thermischen Messung ist in dem in Zahlentafel 8 gebrachten Beispiel wiedergegeben. Bei allen Versuchen zeigte sich gute Übereinstimmung beider Meßverfahren.

4. Temperaturgefälle zwischen der Badtemperatur unmittelbar vor dem Abstich und Temperatur am Ende der Abstichrinne.

Dieses als „Auslaufverlust“ bezeichnete Temperaturgefälle wird im wesentlichen von der Temperatur der Abstichrinne und von der Auslaufgeschwindigkeit abhängen. Beim Kippfen läßt sich die letztgenannte durch Handhabung der Kippgeschwindigkeit des Ofens weitgehend verändern. Einen gewissen Einfluß hat hierbei auch die Größe und Lage des Stichloches. Bei den eigenen Versuchen wurde nach den Angaben von R. Hase<sup>34)</sup> an der Unterseite des

durchgekocht und vollständig beigeschmolzen sind, gegen Ende der Schmelzung schon deshalb nicht die Regel sein, weil sich sonst unbedingt Gießschwierigkeiten ergeben müßten. Auch die eigenen Messungen widersprechen diesen Ergebnissen.

a) Thermische Messung durch das Ofengewölbe bis zur Herdsohle.

Bei der nachstehend beschriebenen Untersuchung betrug die Badtiefe an der im Mittelpunkt des Ofenraumes liegenden Meßstelle nach einer kurz vor dem Versuch vorgenommenen Peilung 1100mm, da es sich in diesem Fall um eine besonders schwere Schmelzung von 154 t Stahl und rd. 15 t

Zahlentafel 7. Stahlbadtemperatur in verschiedenen Tiefen (vom Ofengewölbe aus gemessen).

Zeit	Meßdauer in sek	Meßstelle	Temperatur °C	Bemerkungen
13.00	—	Schöpfprobe (Stahl) optisch	1625 t <sub>2</sub>	0,550% C
13.01	—	Schöpfprobe (Schlacke) optisch	1660 t <sub>3</sub>	—
13.12	—	—	—	800 kg Erz
13.35	—	Schöpfprobe (Stahl) optisch	1660 t <sub>3</sub>	Bad kocht
13.40	—	—	—	400 kg Kalk
13.54 bis 13.56	—	—	—	Thermoclement langsam in den Ofenraum gesenkt und angewärmt
13.56	—	thermisch (Badoberfläche)	1627	beim Eintauchen
13.56	15	thermisch (Schlacke/Stahl)	1625 t <sub>2</sub>	120 mm eingetaucht
13.56	15	thermisch (Schlacke/Stahl)	1625 t <sub>3</sub>	120 mm eingetaucht
13.56	15	thermisch (Stahlbad)	1615 bis 1612 t <sub>3</sub>	600 mm eingetaucht
13.57	30	thermisch (Stahlbad)	1612 bis 1610 t <sub>3</sub>	770 mm eingetaucht
13.58	—	Schöpfprobe (Stahl) optisch	1630 t <sub>3</sub>	—
13.59	—	Schöpfprobe (Schlacke) optisch	1655 bis 1660 t <sub>3</sub>	—
15.45	—	—	—	Abstich, 0,105% C

Zahlentafel 8. Vergleich thermoelektrisch und optisch gemessener Stahltemperatur.

Zeit	Optische Messung		Thermoelektrische Messung	Stahlanalyse	Bemerkungen
	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C			
15.55	1560	1585	—	0,740 C	Löffelprobe
16.05	—	—	1597	—	—
16.08	1566	1591	—	0,740 C	Löffelprobe
16.15	—	—	—	—	815 kg Erz
16.35	1602	1627	—	0,560 C	Löffelprobe
16.46	—	—	1646	—	—
17.00	—	—	—	0,500 C	—
17.10	—	—	1633	0,440 C, 0,53 Mn	—
17.13	1597	1622	—	0,400 C, 0,52 Mn	Löffelprobe
17.40	—	—	1654	0,315 C, 0,58 Mn	—
17.40	1625	1650	—	—	Löffelprobe
17.49	1637	1662	—	—	Löffelprobe, 17.50 h: 120 kg Flußspat
18.00	—	—	1630	0,270 C, 0,55 Mn	—
18.05	—	—	1635 bis 1650 t <sub>4</sub>	0,290 C, 0,57 Mn	Abstich
bis	—	—	1640 bis 1650 t <sub>4</sub>	0,270 C, 0,50 Mn	—
18.13	—	—	—	—	—

Strahles am Ende der Rinne optisch gemessen. Es ergab sich aus einer größeren Anzahl Messungen ein Auslaufverlust im Bereich von 10 bis 40°. Innerhalb der Auslaufzeit einer Schmelze schwankte die Temperatur kaum um 20°, wodurch die in verschiedenen Badtiefen gemessenen Werte bestätigt werden dürften. Dies wird weiter durch folgende Ueberlegung erhärtet. Bei dem untersuchten 100-t-Kippofen mit 140 bis 150 t Ausbringen wird normal in zwei bis drei Pfannen abgestochen. Hierbei gelingt es stets, einen ordnungsmäßigen Abstich vorausgesetzt, die erste Pfanne vollständig ohne Schlacke abzustechen. Dies bedeutet, daß bei richtiger Kippeinstellung zuerst die Metallmenge aus dem unteren Teil des Herdes ausläuft. Wie vergleichende Messungen der Temperaturen der ersten und zweiten Pfanne zeigen, bestehen hierbei jedoch nur Unterschiede von 10 bis 20°, die durch den Wärmeverlust der zuerst noch kälteren Rinne erklärlich sind. Einige Zahlen hierüber vermittelt nachfolgende Zusammenstellung:

	Zeit	Temperatur °C
Letzte Probe vor Abstich . .	17.10	1693 t <sub>2</sub>
1. Pfanne . . . . .	17.12	1657 t <sub>4</sub>
	17.14	1668 t <sub>4</sub>
	17.15	1670 t <sub>4</sub>
2. Pfanne . . . . .	17.17	1650 t <sub>4</sub>
	17.19	1665 t <sub>4</sub>
	17.21	1675 t <sub>4</sub>
Letzte Probe vor Abstich . .	10.57	1660 t <sub>2</sub>
1. Pfanne . . . . .	11.00	1612 t <sub>4</sub>
	11.02	1625 t <sub>4</sub>
2. Pfanne . . . . .	11.05	1612 t <sub>4</sub>
	11.06	1635 t <sub>4</sub>
	11.08	1646 t <sub>4</sub>

Als nächstes Beispiel seien die gemessenen Temperaturen bei gleichzeitigem Abstich in zwei Pfannen, Pfanne a und b, durch Doppelpfanne angegeben.

	Zeit	Temperatur °C
Letzte Probe vor Abstich . .	18.00	1680 t <sub>2</sub>
Pfanne a . . . . .	18.02 bis 18.06	1635 bis 1655 t <sub>4</sub>
Pfanne b . . . . .	18.02 bis 18.06	1640 bis 1655 t <sub>4</sub>
Pfanne c . . . . .	18.10	1650 bis 1665 t <sub>4</sub>

Bemerkte sei noch, daß die Pfanne c hierbei die Hauptschlackenmenge enthielt.

5. Temperaturgefälle zwischen Auslauf- und Gießtemperatur.

Für das zwischen Auslauf- und Gießtemperatur auftretende Temperaturgefälle scheint nicht vor allem die Förderzeit der Pfanne maßgebend zu sein, sondern, worauf auch C. Schwarz<sup>49)</sup> hinweist, die Vorwär-

mung der Pfanne. Außerdem kommt noch der stärker oder schwächer isolierende Schutz der die Pfannenoberfläche bedeckenden Schlacke hinzu. Berücksichtigt werden müssen auch Zusätze, besonders von Ferrosilizium, die beim Abstich in die Pfanne zugesetzt werden. Bei den hier untersuchten Schmelzen handelt es sich hauptsächlich um weiche Stahlsorten; die beruhigten Stähle, etwa von 0,28% C an, erhielten den üblichen Ferrosiliziumzusatz in der Pfanne, während Schmelzen mit hohem Siliziumzusatz (Dynamoqualität und ähnliche) nicht untersucht wurden.

Die optische Messung beim Gießen ist verhältnismäßig unsicher, da sie durch Metall- und Teerdämpfe aus Kokillen und Gießtrichter erheblich gestört werden kann. Die gemessenen Temperaturen sind daher größeren Schwankungen unterworfen als an den vorhergehenden Meßstellen. Ein Versuch, die Temperaturen beim Gießen thermoelektrisch zu messen, führte gleichfalls nicht zu einwandfreien Ergebnissen. Als mittleres Temperaturgefälle zwischen Ablauf- und Gießtemperatur wurde 20 bis 60° gefunden. Immerhin ließ sich aus einer großen Anzahl Gießtemperaturen für Schmelzen, die im Gespannguß störungslos vergossen wurden, eine Temperaturskala aufstellen, wobei berücksichtigt werden muß, daß hierin eine gewisse „Arbeitskonstante“ enthalten ist, die, wie schon erwähnt, durch die Höhe der Arbeitstemperaturen im Schmelzbetrieb von Werk zu Werk verschieden sein kann. Die in *Zahlentafel 9* zusammengestellten Gießtemperaturen sind nach Kohlenstoffgehalt geordnet.

Zahlentafel 9. Gießtemperaturen von Stahl mit verschiedenen Kohlenstoffgehalten.

Kohlenstoffgehalt %	Gießtemperatur <sup>1)</sup> °C	
0,75 bis 0,85	1560 bis 1570	in der Pfanne beruhigt
0,55 „ 0,70	1565 „ 1575	
0,45 „ 0,55	1560 „ 1580	
0,40 „ 0,45	1570 „ 1590	
0,35 „ 0,40	1580 „ 1600	
0,28 „ 0,35	1590 „ 1610	unberuhigt
0,15 „ 0,25	1600 „ 1615	
0,10 „ 0,15	1600 „ 1620	
0,05 „ 0,10	1610 „ 1625	
< 0,04	1600 „ 1630	

<sup>1)</sup> Berichtigt mit Emissionsfaktor ε = 0,50.

Ueberblickt man die Gesamt-Temperaturverluste von der Endtemperatur im Ofen bis zum Abgießen, so ergibt sich ein Gefälle von rd. 50 bis 90°. Um gießfähig zu bleiben, muß der Schmelzpunkt je nach Gespann- und Blockgröße noch um weitere 50 bis 80° überschritten werden; insgesamt ist also eine Ueberhitzung von 100 bis 170° nötig, soweit nicht die Durchführung des Schmelzverfahrens zur Ermöglichung gewisser Reaktionen höhere Temperaturen verlangt. Diese Werte stimmen gut überein mit dem rein rechnerisch gefundenen Ergebnis von C. Schwarz<sup>49)</sup> sowie einigen Angaben im neueren Schrifttum<sup>49)</sup>.

<sup>49)</sup> Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 931.

<sup>50)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 139/48 (Stahlw.-Aussch. 216).



Zusammenfassung.

Die bisher im Schrifttum veröffentlichten Angaben über Wärmeinhalt von Stahl und Schlacke beim basischen Siemens-Martin-Verfahren sowie aus Laboratoriumsversuchen weisen starke Abweichungen und für höhere Temperaturgebiete Lücken auf. Zur Klärung dieser Unstimmigkeiten wurden eingehende Untersuchungen durchgeführt. Zunächst wurden die Verfahren der optischen und thermischen Temperaturmessung eingehend geprüft, um genaue Temperaturbeobachtung zu gewährleisten. Durch Vergleich der optischen Messung (mit Optix) und der thermoelektrischen (mit Wolfram-Molybdän-Element) gelang es, für die optische Beobachtung als Berichtigungsfaktor  $\epsilon = 0,50$  für Stahl und  $\epsilon = 0,60$  für Schlacke als gesicherten Wert für die Berechnungen einzuführen. Auf Grund dieser Meßergebnisse konnte das Temperaturgefälle vom Verlauf der Schmelzung bis zum Abgießen verfolgt und für die verschie-

denen Zeitabschnitte durch zahlreiche Beispiele belegt werden. Besonders wurden die Temperaturen des Gewölbes, der Badoberfläche, des Stahlbades (zum Teil in verschiedenen tiefen Zonen), Abstich- und Gießtemperaturen beobachtet. Ferner wurde der Einfluß von Zusätzen (Erz, Kalk, Mangan) und die Auswirkung von Reaktionswärme auf das Temperaturgefälle Schlacke—Stahl nachgeprüft und deren Deutung versucht.

Für die untersuchten Betriebsverhältnisse wurde eine Skala für Gießtemperaturen in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt der Schmelzung aufgestellt. Aus den Beobachtungen kann geschlossen werden, daß die Gießtemperatur die Schmelztemperatur um 100 bis 150° übersteigen muß, weil die gesamten Temperaturverluste, vom Abstich an gerechnet, 50 bis 90° betragen. Die Temperaturmessungen bilden den Ausgangspunkt für die in einer weiteren Veröffentlichung kalorimetrisch untersuchten Wärmeinhaltswerte von Stahl und Schlacke.

An den vorliegenden Bericht sowie den auf der gleichen Sitzung erstatteten Bericht von B. Osann jun. und E. Schröder<sup>51)</sup> schloß sich folgende Erörterung an.

H. Schenck, Essen: Jeder, der sich mit Temperaturfragen bei der Stahlerzeugung befaßt hat, muß diese Arbeiten, die sicher große Mühe gekostet haben, außerordentlich begrüßen. Wir rechnen zwar im Betriebe gewöhnlich mit unberichtigten Temperaturen, weil diese als Erfahrungswerte meist genügen. Sobald aber chemische Vorgänge betrachtet oder Wärmerechnungen durchgeführt werden sollen, ist die Kenntnis der wahren Temperaturen unerlässlich. Es freut mich besonders, daß der Zuschlag von 25° für die Abkühlung im Löffel und der Emissionskoeffizient 0,5, die ich seinerzeit auf Grund roher Schätzungen, ohne wirkliche Beweismittel angewandt hatte, nun durch diese Arbeiten gesichert sind. Soweit ist alles klar; die am Löffel gemessenen Temperaturen erhalten einen Zuschlag, der z. B. bei einer Messung von 1500° unberichtigt 105 + 25° beträgt.

Wenn wir so vorgehen, dann fällt mir auf, daß besonders die von Herrn Schwarz angegebenen Stahltemperaturen, die sich bis zu 1700° (berichtigt) hinauf bewegen, außerordentlich hoch sind. Ich kann mir derart hohe Temperaturen nicht erklären und möchte sie auf Abweichungen bei der optischen Messung zurückführen. Um eine Vergleichsgrundlage zu finden, habe ich die von Herrn Schwarz mitgeteilten Temperaturen auf den unberichtigten Zustand zurückgerechnet, damit die anwesenden Herren in der Lage sind, die ihnen sicher mehr geläufigen unberichtigten Temperaturen ihrer Betriebe damit zu vergleichen.

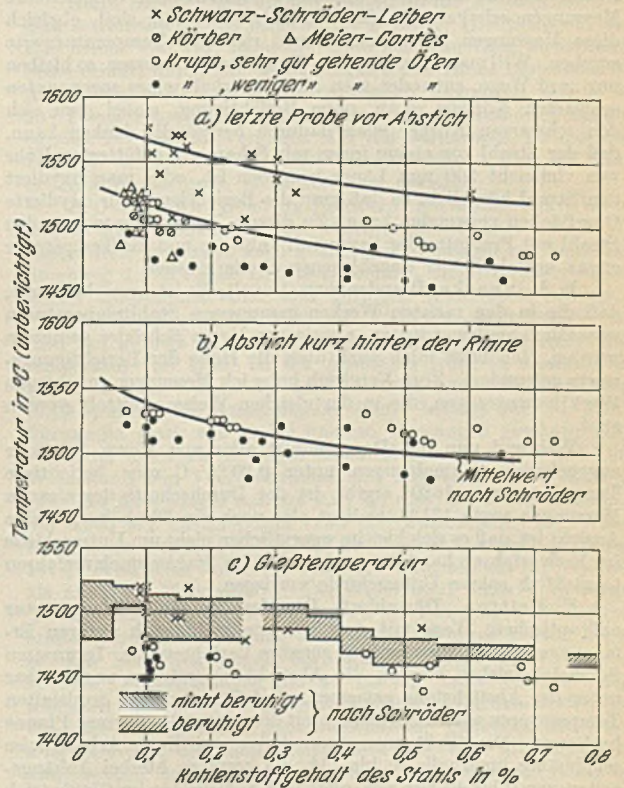
In Abb. 4a habe ich neben den Temperaturangaben der Herren Schwarz, Schröder und Leiber eine Reihe von Messungen aus dem Schrifttum eingetragen; es sind dies Messungen von Meier-Cortés, die mir Herr Professor Paschke freundlichst zur Verfügung gestellt hatte, von P. Oberhoffer und F. Körber sowie Messungen aus Betrieben der Firma Fried. Krupp A.-G. Im Teilbild 1a handelt es sich durchweg um Löffelproben. Die obere Kurve entspricht dem Mittelwert der von Herrn Schwarz angegebenen Temperaturen, die untere Kurve dem Mittelwert der übrigen Messungen. Die Kurven liegen um etwa 50° auseinander.

Herr Schröder gab an, daß die Abstichtemperaturen 10 bis 40°, im Mittel also 25° unter der Temperatur der letzten Ofenprobe gelegen seien; dies entspricht dem Kurvenzug in Abb. 4b. Hier herrscht gute Übereinstimmung mit den bei uns gemessenen Temperaturen.

Dagegen liegen die Gießtemperaturen von Herrn Schröder wieder höher als die Angaben des Schrifttums und unsere Messungen (Abb. 4c). Ich kann mir nicht denken, daß auf den verschiedenen Werken derartig verschiedene Temperaturen, besonders im Ofen, herrschen sollen, und wäre daher dankbar, wenn zum Vergleich auch von anderen Werken einige Zahlen mitgeteilt würden.

G. Leiber, Duisburg-Hamborn: Ich kann dazu folgendes mitteilen. Wir haben letzthin die Temperatur des Stahlbades thermoelektrisch gemessen, und zwar ziemlich in der Ofenmitte. Wir haben dabei schon etwa 1½ h vor dem Abstich bei einem

Kohlenstoffgehalt von 0,42% im Abstand von 15 min 1618 und dann 1622° gemessen. Das würde unsere bisherigen Messungen bestätigen. Durch thermoelektrische Messung der Kalttötstelle wird die Genauigkeit des Verfahrens außerdem bedeutend erhöht, so daß wir wenigstens an der Meßstelle auf  $\pm 2^\circ$  genau messen. Die Temperaturschwankungen im Stahlbad sind ja wesentlich größer. Zur Kostenfrage der Thermolemente kann ich noch folgendes mitteilen: Es ist uns gelungen, auf Thermolemente von 300 mm und Silitschutzrohre von 250 mm Länge zurückzugehen. Ein 1,5 m langes Schutzrohr kostet 17 R.M. Daraus lassen sich sechs Schutzrohre zu etwa je 3 R.M. herstellen.



Abbildungen 4a bis c. Vergleich der optischen Temperaturmessungen verschiedener Beobachter.

E. Killing, Bobrek, O.-S.: Ich muß mich auch der Ansicht von Herrn Schenck anschließen. Auch wir haben bedeutend niedrigere unberichtigte Temperaturen gemessen. Schon in einer früheren Arbeit<sup>52)</sup> haben wir folgende Temperaturen, die auch heute noch gelten, für das Gießen von schweren Schmiedeblocken mit etwa 0,30 bis 0,40% C angegeben:

- unter der Zwischenwanne . . . . rd. 1380°
- über der Zwischenwanne . . . . 1425 bis 1445°.

<sup>51)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) S. 89/94 (Stahlw.-Aussch. 257).

<sup>52)</sup> Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 313/26 (Stahlw.-Aussch. 248).

Bei im Gesspann gegossenen Blöcken sind unsere (unberichtigten) Normaltemperaturen

bei Stahl mit 0,7 % C . . . . .	etwa 1415°,
bei Stahl mit 0,40 bis 0,45 % C . . . . .	etwa 1430°,
bei Stahl mit 0,28 bis 0,35 % C . . . . .	bis 1445°,
bei besonders heißem, unsiliziertem, weichem Flußstahl . . . . .	bis 1460°.

Diese Temperaturen liegen mit dem angegebenen Berichtigungsfaktor ( $\epsilon = 0,5$ ) beträchtlich unter den Messungen, die wir hier gehört haben. Es wird die Frage sein, ob tatsächlich die Art der Messung gleichmäßig gewesen ist.

Wir halten bei unserer Art des Anvisierens (dunkelste Stellen des Strahles) einen Berichtigungsfaktor von  $\epsilon = 0,40$  für angemessener. Bei Anwendung dieser Berichtigung für unsere Messungen liegen die berichtigten Temperaturen nur mehr um 10 bis 15° auseinander.

Dafür spricht auch, daß bei unsiliziertem, weichem Flußstahl bei einer auf unsere Art gemessenen Temperatur von 1480° auch der beste Stopfen und Ausguß nicht mehr halten kann.

C. H. Pottgießer, Bochum: Unsere Erfahrungen decken sich ebenfalls mit denen von Herrn Schenck. Die von uns mit Pyropto gemessenen Temperaturen beim Abstich liegen bei Stahl mit 0,30 % C zwischen 1460 und 1490° (unberichtigt), während beruhigter Stahl mit rd. 0,10 % C Temperaturen von 1500 bis 1530° (unberichtigt) aufweist. 1530° ist allerdings schon als reichlich hoch zu bezeichnen. Die Temperaturen werden gemessen, indem die Unterseite des aus der Ofenrinne ausfließenden Stahles von rückwärts mit einem Pyropto anvisiert wird.

K. Rummel, Düsseldorf: Messungen durch Anvisieren des fließenden Strahles sind nach den Erfahrungen der Wärместelle bei hoher Temperatur vollkommen unzuverlässig, da man nie sagen kann, wieweit die Oxydation vorgeschritten ist, ja nicht einmal, wann sie beendet ist. Daher weiß man auch nicht, welche Berichtigung man anwenden soll. Mißt man immer an derselben Stelle des Strahles, z. B. beim Gießen 10 cm unterhalb der Ausflußöffnung, so kann man allerdings untereinander vergleichbare Messungen erhalten, die für den Betrieb wichtig sind, obgleich diese Messungen keine vollkommen richtigen Temperaturwerte ergeben. Will man die wirklichen Temperaturen messen, so bleiben nur zwei Wege, entweder man mißt innerhalb eines sogenannten schwarzen Körpers, d. h. ohne Berichtigung, wobei man sich den schwarzen Körper etwa dadurch hergestellt denken kann, daß der Strahl von einem innen mit Schamotte gefütterten Rohr von vielleicht 300 mm Länge umgeben ist, oder man oxydiert den Strahl künstlich, so daß man die Berichtigung für oxydierte Oberflächen verwenden kann. Zu diesem Zweck könnte man den Strahl mit Profluß und Sauerstoff anblasen und die Temperatur etwas unterhalb der angeblasenen Stelle messen.

R. Hennecke, Brandenburg (Havel): Es ist bemerkenswert, daß die in den meisten Werken gemessenen Stahltemperaturen wesentlich niedriger liegen, als sie von Herrn Schröder gemessen wurden. Ich habe mich auch über die Höhe der Berichtigungswerte gewundert. Zum Vergleich habe ich Messungen im eigenen Werk herangezogen, die in der gleichen Weise ermittelt worden sind.

Während nun der Durchschnitt aller von Herrn Schröder angegebenen Schmelzungen unter 0,20 % C eine berichtigte Temperatur von 1680° ergibt, ist der Durchschnitt der eigenen Messungen sogar 1712°, er liegt also noch um 32° höher. Meine Ansicht ist, daß es sich hier im wesentlichen nicht um Unterschiede im Meßverfahren handelt, sondern daß im Stahlschmelzverfahren tatsächlich solche Unterschiede vorliegen.

F. Beitter, Düsseldorf: Die Messung der Gießtemperatur auf optischem Wege mit dem Pyropto stellt nach unseren Erfahrungen ein außerordentlich genaues Verfahren dar. In unseren Schmelzbetrieben werden die Abstichtemperaturen unmittelbar unter der Abstichrinne gemessen. Auf Grund der so ermittelten Temperaturen wird die Abhängezeit der nur mäßig warmen Pfanne bestimmt. Die Gießtemperaturen liegen bei dieser Arbeitsweise regelmäßig innerhalb 10 bis 15°. Es kommen hierbei Abhängezeiten von 0 bis 40 min vor, ohne daß Fehlschläge im Gießbetrieb zu verzeichnen sind.

Die in der Stahlerzeugung bei uns auftretenden Temperaturen bewegen sich etwa in folgenden Grenzen (Messungen mittels Pyropto, berichtigt):

Rückwand im Oberofen bei abgestelltem Gas . . . . .	1660 bis 1680°
Unter der Abstichrinne Stahltemperatur . . . . .	1500 bis 1520°
Temperatur am Gießstrahl gemessen . . . . .	1420 bis 1430°

Die von Herrn Killing angegebenen Gießtemperaturen stimmen mit unseren überein.

Die Ermittlung der Gießtemperatur mit optischen Pyrometern liefert erfahrungsgemäß sehr verschiedene Werte, je nach-

dem, ob man den frei aus der Pfanne austretenden oder den gedrosselten Strahl anmißt. Einwandfrei dürfte nur die Messung am ungedrosselten Strahl sein.

R. Back, Witten a. d. Ruhr: Die Temperaturen, bei denen wir die verschiedenen Stahlsorten vergießen, schwanken im allgemeinen zwischen 1400 und 1500°. Unter 1400° gießen wir auch harte Stähle mit etwa 1 % C nicht. Annähernd 1500° kommen nur für ganz weiche Flußstahlsorten im äußersten Fall in Frage, doch trachten wir im allgemeinen danach, 1480° nicht zu überschreiten. Wir stellen die Temperaturen nicht nur nach den verschiedenen Stahlsorten, sondern auch nach der Größe der zu vergießenden Blockformate ein. Auf Gesspannen gegossene 2500-kg-Blöcke gießen wir 15 bis 20° wärmer als schwere Schmiedeböcke, und kleine 100-kg-Blöcke, bei denen 400 bis 500 Stück mit einer Schmelzung gegossen werden, gießen wir wieder 15 bis 20° höher als die 2500-kg-Blöcke. Vielleicht erklären sich die verschiedentlich beobachteten erheblichen Temperaturunterschiede zum Teil wenigstens aus der Verschiedenheit der jeweils in Frage kommenden Blockformate und Stahlsorten.

Was die mangelnde Genauigkeit bei der Messung von Temperaturen anlangt, auf die ja schon des öfteren und so auch heute wieder hingewiesen worden ist, so kann wohl gesagt werden, daß — rein aus dem Betrieb heraus gesprochen — es vielleicht nicht so sehr auf die absolute Höhe bei den gemessenen Temperaturen ankommt, als vielmehr darauf, daß die gefundenen Zahlen als Vergleichswerte sich in der richtigen Weise gegeneinander abtufen müssen. Wenn wir die gemessenen Temperaturen lediglich als relative Werte betrachteten, so waren wir mit unseren Meßgeräten in der Regel ganz zufrieden und beobachteten zwischen den gemessenen und den von unseren Ingenieuren und Arbeitern geschätzten Temperaturen erfreulicherweise fast durchweg eine weitgehende Übereinstimmung, woraus wir wieder auf ein einigermaßen gutes Arbeiten der Meßgeräte schlossen.

G. Naeser, Düsseldorf: Der von Herrn Schröder mitgeteilte Befund, daß der Siemens-Martin-Ofen nicht als schwarzer Körper angesehen werden kann, steht im Einklang mit der Untersuchung von H. Schmidt und W. Liesegang, die ein „Ofenabsorptionsvermögen“ von 0,85 bis 0,90 im roten Licht fanden. Ich möchte anfragen, ob Messungen vorliegen, die gleichzeitig mit dem Thermoelement und dem optischen Pyrometer am Siemens-Martin-Ofen, also nicht im Schöpflöffel, durchgeführt wurden, aus denen man berechnen könnte, ob auch Übereinstimmung in der Größe der Emissionskonstanten herrscht.

Das Strahlungsvermögen von Schlacke wurde von uns zu 0,61 ermittelt, die Übereinstimmung mit den von Ihnen angegebenen Emissionskoeffizienten 0,60 ist demnach sehr gut. Die kleine Abweichung ist durch die Meßweise erklärlich. Die in den Zahlentafeln angegebenen Wärmeinhalte von Schlacken bei hohen Temperaturen passen ebenfalls zu den aus unseren Versuchsreihen extrapolierten Werten.

Die Aussprache hat wiederum gezeigt, welche grundlegende Bedeutung der optischen Temperaturmessung für eine erfolgreiche Betriebsüberwachung zugesprochen werden muß; sie hat aber auch ergeben, welche Unsicherheiten der Helligkeitspyrometrie anhaften, da die zur Umrechnung auf die wahre Temperatur anzubringenden Berichtigungen von Zufälligkeiten abhängen. Es wäre deshalb ein wesentlicher Fortschritt, wenn man diese Abweichungen von der wahren Temperatur verkleinern oder annähernd messen könnte. Es ist von uns schon mehrfach darauf hingewiesen worden, daß der Unterschied zwischen gemessener und wahrer Temperatur wesentlich kleiner wird, wenn man anstatt wie bisher im Rot, im Blau messen würde. Es ist aber auch möglich, die Berichtigungsgröße auf einfache Weise zu ermitteln. Die optischen Pyrometer müßten im Okular eine Vorrichtung haben, die es gestattet, einmal im Rot und anschließend im Blau zu messen. Das Anzeigergerät hat dann zwei Temperaturskalen, die mittels der roten und blauen Strahlung des schwarzen Körpers geeicht sind. Findet man in zwei aufeinanderfolgenden Messungen im Rot und im Blau dieselben Temperaturen, so liegt schwarze Strahlung vor, und es braucht keine Berichtigung angebracht zu werden. Findet man aber eine Abweichung, so kann man aus dieser und einer der abgelesenen Temperaturen die Größe der Berichtigung aus einer beigegebenen Zahlentafel ablesen. Das Glühfadenpyrometer würde durch diese leicht anzubringende Vorrichtung wesentlich an Zuverlässigkeit gewinnen und in dieser Form allen technischen Anforderungen gerecht werden können.

H. Schenck: Ich darf feststellen, daß tatsächlich die Angaben der meisten Herren über die Gießtemperaturen tiefer liegen, als sie von Herrn Schröder ermittelt wurden. Wenn ich nicht wüßte, daß die Hamborner Messungen mit Thermoelemente nachgeprüft wurden, möchte ich die höheren Meßergebnisse

darauf zurückführen, daß sich bei dem dort benutzten optischen Gerät die dunkleren und helleren Stellen des flüssigen Stahles vielleicht nicht streng auseinanderhalten ließen, so daß im Mittel zu hell gemessen wurde. Wir haben ähnliche Erfahrungen gemacht und beobachtet, daß bei den Glühfadenpyrometern das Bild des Strahles schärfer hervortritt.

In diesem Zusammenhange fällt mir eine Erscheinung auf, die wir nie beobachtet haben, nämlich der Temperaturabfall zwischen der letzten Ofenprobe und dem Abstich. Wir finden immer eine Zunahme der Abstichtemperatur gegenüber der letzten Löffelprobe (etwa 25°), die auf der Löffelabkühlung beruht. Ich kann mir auch nicht denken, daß die Abkühlung in der Rinne so groß sein soll. Aus der Tatsache heraus, daß die hellen und dunkleren Stellen des flüssigen Stahles bei dem dicken Abstichstrahl leichter auseinandergehalten werden können als bei der Löffelprobe und beim Gießen, wäre es vielleicht erklärlich, daß die Abstichtemperaturen (Abb. 4 b) im Gegensatz zu den anderen Messungen keine ausgesprochenen Unterschiede aufweisen.

A. Ristow, Düsseldorf: Von Herrn Killing wird als untere Temperaturgrenze 1380° genannt, bei deren Unterschreitung der Ausschub stark stieg. Rechnet man zu dieser Temperatur als Berichtigung 120° hinzu, so kommt man zu 1500°. Der Schmelzpunkt der technischen Stahlsorten mit rd. 0,30 % C liegt nach Abb. 1 bei etwa 1475°; zwischen Schmelzpunkt und zweckmäßigster Gießtemperatur läge also nur eine Spanne von 25°, die wohl als ziemlich gering anzusprechen ist.

Im übrigen sind, wie die Erörterung heute zeigt, die Unterschiede in der Auffassung über die zweckmäßigste Gießtemperatur bei schweren Schmiedeblocken gar nicht so groß, wie es seinerzeit bei der ersten Erörterung der Vorträge der Herren Killing und Daeves den Anschein hatte. Unser Häufigkeitsmaximum haben wir damals zu 1457° (unter der Pfanne gemessen) festgestellt; das ist praktisch dasselbe, was Herr Back soeben angegeben hat. Ein Werk fällt bei uns allerdings völlig aus dem Rahmen der übrigen Werke der Vereinigten Stahlwerke heraus, das ist Hörde. Wir haben uns das damit erklärt, daß man in Hörde durch die Wanne gießt, während bei unseren anderen Werken unmittelbar durch Unterhängetrichter gegossen wird. Es wäre möglich oder denkbar, daß durch dieses Gießen durch die Wanne außer der größeren Temperaturniedrigung eine stärkere Oxydhaut als beim unmittelbaren Gießen durch Trichter entsteht, wo der Stahl weniger Gelegenheit hat, eine Oxydhaut zu bilden. Diese Oxydhaut schien uns der Grund, warum Hörde 40° tiefer mißt als die anderen Werke und trotzdem in der Qualität zum gleichen Ergebnis kommt.

C. Schwarz, Duisburg-Hamborn: Der Kritik des Herrn Schenck möchte ich zunächst entgegenhalten, daß die Ergebnisse der Messungen der Herren Osann und Schröder durch drei verschiedene Meßverfahren belegt wurden; neben der optischen Messung ergaben sich thermoelektrisch und kalorimetrisch vollständig übereinstimmende Werte, so daß nach wissenschaftlichen Grundsätzen das Gewicht derartiger Messungen auch dann die Ergebnisse anderer Messungen aufwiegt, wenn sie trotz ihrer großen Anzahl nach ein und demselben Verfahren erfolgten, um so mehr, als die diesem Verfahren anhaftenden Unsicherheiten bekannt sind. Diese Unsicherheiten bestehen weniger in der Handhabung des optischen Meßgerätes selbst als in der Beurteilung des anvisierten Stahles. Daß z. B. Herr Beitter, der unmittelbar nach dem Losziehen des Stopfens mißt, Temperaturen erhält, die etwa 20 bis 30° tiefer liegen, als dem Pfanneninhalt entspricht, ist aus der Temperaturverteilung in der Pfanne selbst ohne weiteres klar. Ebenso bekannt ist, daß man zu niedrige Temperaturen erhält, wenn man den gedrosselten Strahl der Gießpfanne anvisiert. Ich erinnere in diesem Zusammenhang noch an die Angaben im vierten Bericht über die Ungleichmäßigkeiten von Stahlblöcken<sup>53</sup>, die sich weitgehend mit den Angaben von Osann und Schröder decken.

F. Wever, Düsseldorf: Bei der technischen Temperaturmessung mit Thermoelementen wird stets mit stromverbrauchenden Geräten gearbeitet. Darum geht der Widerstand des Thermoelementes in das Ergebnis ein, und ich schätze, daß bei den hier verwandten Elementen von hohem Widerstand der Spannungsabfall die Größenordnung von vielleicht 30 bis 40° erreichen kann. Das würde an sich nichts ausmachen, da dieser Spannungsabfall bei der Eichung herausfällt. Aber die Temperatur des Elementes und damit sein Widerstand ändern sich bei der Messung außerordentlich stark, so daß ganz beträchtliche Fehler in der Temperaturmessung entstehen können. Ich halte es für notwendig, einmal darauf hinzuweisen, daß unter diesen Umständen Genauigkeiten von einigen wenigen Grad unmöglich

sind. Diese Genauigkeiten können bei thermoelektrischen Messungen nur dann erreicht werden, wenn man mit nichtstromverbrauchenden Schaltungen mißt und dafür sorgt, daß zwischen Messung und Eichung keinerlei Veränderungen im Meßkreis vorgenommen werden.

Im übrigen möchte ich hier nachdrücklichst eine Lanze für die optische Temperaturmessung brechen. Durch die zahlreichen Arbeiten der letzten Jahre sind wir auf diesem Gebiete ein gutes Stück weitergekommen. Wir verfügen heute über Meßverfahren und -geräte, die in den ihnen von Natur gesetzten Grenzen ausgezeichnetes zu leisten vermögen.

E. Schröder, Duisburg-Hamborn: Herr Naeser möchte ich erwidern, daß die in Abb. 2 angegebene Messung optisch an der linken Ofenseite vorgenommen wurde, und zwar durch das kleine Schauloch in der Ofentür. Beim Umstellen des Gasventiles hat man genügend Zeit, sowohl die Gewölbtemperatur als auch die der Badoberfläche zu messen. Ich stehe übereinstimmend mit Herrn Naeser auf dem Standpunkt, daß der Siemens-Martin-Ofen gegen Ende der Schmelzung als fast schwarzer Körper anzusprechen ist. Allerdings sei nochmals darauf hingewiesen, daß auch während der Umstellzeit des Gasventiles noch etwas Metaldampf über dem Bad lagert, der eine sehr geringe Temperaturberichtigung von etwa 10° nötig machen dürfte. Zu den Temperaturmessungen im allgemeinen ist noch zu sagen, daß das nächste wichtige Ziel die thermoelektrische Messung der Gießtemperatur sein muß, um die hier noch bestehenden Unklarheiten zu beseitigen. Den von Herrn Osann in dieser Richtung ausgeführten zahlreichen Versuchen war bisher leider kein Erfolg beschieden. Für die im Ofen gemessenen Temperaturen dagegen bürgen im Gegensatz zu den Angaben der Herren Schenck, Killing und Beitter drei verschiedene Meßverfahren, so daß im Zweifelsfall unsere Messungen als die besser nachgeprüften gelten müssen. Etwas anderes ist es mit der Meßgenauigkeit beim Gießen, weil dabei Nebenumstände (Drosselung des Gießstrahles, Rauch usw.) eine Erniedrigung der Temperatur vortäuschen.

Herrn Schenck möchte ich fragen, ob die Abstichrinnen bei dem betreffenden Ofen vorgewärmt werden. (Dr. Schenck: Ja.) Das macht viel aus; denn der erste aus dem Ofen auslaufende Stahl erfährt durch eine nicht vorgewärmte Rinne bestimmt eine Abkühlung, so daß man, wie bei unseren Messungen, mit 20 bis 30° Temperaturabfall rechnen kann. Selbstverständlich handelt es sich bei diesem Vergleich um die berichtigte Temperatur. Deshalb ist hier eine Temperaturzunahme, wie sie Herr Schenck beobachtet, nicht recht zu erklären.

B. Osann jun., Duisburg-Hamborn: Ich möchte Herrn Wever wegen des Widerstandes der Thermolemente antworten. Wir haben diese Bedenken auch gehabt und deswegen zur Sicherheit durchweg 2 mm starke Drähte verwendet, deren verhältnismäßig großer Querschnitt einen sehr geringen Widerstand bedingt.

Aus der Eigentümlichkeit der Eichkurve geht hervor, daß man nur geringe Millivoltanschläge bekommt. Bei einer Meßtemperatur von 1250° ist der Ausschlag Null; in diesem Falle würde also der Widerstand des Thermolementes überhaupt keine Rolle spielen. Der Ausschlag bei 1600° beträgt nur rd. 2 mV. Verwendet man, wie es bei unseren Messungen geschah, Millivoltmeter mit etwa 400 Ohm Eigenwiderstand, so würde 1 Ohm Widerstand von Thermolement und Zuleitung eine Verminderung des Ausschlages um nur 0,25 %, also bei 2 mV Ausschlag um 0,005 mV entsprechend etwa 0,8° ausmachen. Der Widerstand eines 1 m langen Drahtes von 1 mm<sup>2</sup> Querschnitt beträgt bei 0° etwa 0,05, bei 1600° etwa 0,4 Ohm sowohl für Wolfram als auch für Molybdän<sup>54</sup>). Der Widerstand eines 4 m langen Thermolementes, von dem nur etwa ein 1 m langes Stück hocherhitzt wird, mit Zuleitung wird also weit unter 1 Ohm liegen, so daß Bedenken wegen der Meßgenauigkeit nicht bestehen können. Fehlmessungen um 30 bis 50° halte ich für ausgeschlossen. Die Anwendung der Kompensationsmethode würde theoretisch diese Frage ganz ausschalten. Praktisch steht dem aber entgegen, daß man entsprechend der vom Thermolement ausgehenden Spannung die Gegenspannung einregeln muß, was bei der geringen Meßdauer nicht durchführbar sein wird.

H. Bansen, Essen: Während des Vortrages und während der Aussprache bin ich mir darüber klar geworden, daß Sie sich deswegen nicht verstehen, weil Sie nur von der Qualität der Wärme, der Temperatur, sprechen. Sie würden eher übereinkommen, wenn Sie von der quantitativen Wirkung der Temperatur, der Wärmemenge, sprechen würden.

Wir haben keinen Anlaß, diese mit großer Mühe angestellten Untersuchungen zu bezweifeln, und können nur daraus lernen. Im übrigen scheint es, daß die bisherigen Messungen im Streu-

<sup>53</sup> Frühjahrsversammlung des Iron and Steel Institute am 5. und 6. Mai 1932; s. a. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 934.

<sup>54</sup> Ullmann: Enzyklopädie der technischen Chemie.

bereich der verschiedenen Verfahren liegen. Stahlschmelzen und Stahlvergießen sind eben wegen der örtlichen und zeitlichen Unterschiede keine Verfahren, die man nach Einheitsbegriffen vergleichen kann. In der Erörterung hörten wir heute Begriffe wie „kalte Rinne“, „Abstehtlassen in der Pfanne“, „kalte und heiße Pfannen“, „Dicke des Gießstrahles“. Das alles sind Vorgänge, die wir in Wärmeeinheiten umsetzen können. Würde man den ganzen Verlauf der Schmelze und des Gießens in einem Wärmemengen-Zeitschaubild darstellen, dann hätte man sofort die Erklärung, warum von einem Werk zum andern, von einem Verfahren zum andern ganz andere Temperaturerhöhungen über der Gießtemperatur notwendig sind. Ganz klar zeigt sich das in Abb. 2 des Berichtes von Herrn Schröder bei den Kurven der Badtemperatur und Gewölbetemperatur. Die Ergänzung des Bildes durch die Wärmemenge, die je Minute dem Bade zuzuführen ist, und die Kohlenstoffabbrandkurve würden ohne weiteres die Erklärung der Ueberschneidung der Temperaturkurven ergeben. Solange das Bad kocht, ist die Temperatur der Badoberfläche höher als die Gewölbetemperatur. Infolge der starken Bewegung des Bades ist es in der Lage, Wärme aufzunehmen und verbraucht sie auch für die endothermen Reaktionen. Mit sinkendem Kohlenstoffgehalt hört die Badbewegung und infolgedessen auch die Wärmeaufnahme auf. Daher steigt, worauf auch Herr Schröder hinwies, die Gewölbetemperatur. Dasselbe tritt ein, wenn bei starken endothermen Reaktionen im Bade die Wärmezufuhr aus der Flamme unzulänglich ist und die unterkühlte Schlackendecke schäumt. Deshalb erzielt man auch bei den großen Glaswannenöfen trotz der thermischen Strömung nur Wärmeleistungen von etwa ein Fünftel unserer Badflächen, weil das fast ruhende Bad keine größeren Wärmemengen aufzunehmen in der Lage ist.

Wollen wir noch weiter in unsere metallurgischen Verfahren eindringen, so müssen wir uns über den ganzen Arbeitsverlauf hin ein Bild von dem Wärmebedarf und der Wärmezufuhrmöglichkeit machen.

G. Leibor: Ich möchte Herrn Wever erwidern, daß bei neueren Messungen die Thermodrähte nur 300 mm lang gewesen sind. Diese werden natürlich stark erwärmt, die Temperatur der übrigen Leitung bleibt aber ungefähr dieselbe, weil die Leitungen in der Wasserzuführung des wassergekühlten Rohres liegen. Nennenswerte Meßfehler dürften also nicht vorliegen, zumal da die Temperatur der Kaltlötstelle gemessen und berücksichtigt wird.

B. Matschka, Ternitz: Ich möchte meine Ansicht dahingehend zusammenfassen, daß man trotz der verschiedenen Fehlerquellen und Störungsmöglichkeiten in der optischen Temperaturmessung im praktischen Betriebe vollkommen brauchbare Temperaturkontrollen einführen kann. D. h. man kann die Gießtemperaturen dem Betriebe für alle verschiedenen Stahlorten vorschreiben, und es ist möglich, dabei eine Temperaturgrenze von 10°, höchstens 20° einzuhalten. Die Erfahrung lehrt, daß auch die Temperaturmessung am Ofen an der Löffelprobe, die während des Schmelzens und vor dem Abstich gemacht werden kann, sehr brauchbare Werte ergibt, wenn sie richtig gehandhabt wird. Man muß genau beobachten, ob man mit oder ohne Haut mißt. Wenn die Temperatur so gemessen wird, daß der aus dem Löffel auslaufende Strahl zu Beginn des Probegießens rasch beobachtet wird, dann erhält man Werte, an die man sich bezüglich der Gießtemperatur ohne weiteres halten kann. Allerdings muß das Temperaturmessen an der Löffelprobe gut eingeübt sein.

Bei legiertem Stahl gelingt es nicht immer, diese Bedingungen einzuhalten, daß man ohne Haut mißt. In diesem Falle muß eine Berichtigung angebracht werden. Wir haben das so eingeführt, daß jedesmal vermerkt wird, ob mit oder ohne Haut gemessen wurde. Die mit Haut gemessenen Temperaturen geben rd. 40 bis 50° höhere Werte, so daß sie mit einer um diesen Betrag geringeren Temperaturberichtigung versehen werden müssen.

Es ist von Bedeutung, daß die nunmehr genau ermittelten Emissionswerte bei 0,5 liegen, die niedrige Berichtigungswerte von 110 bis 120° ergeben. Wendet man diese Berichtigung auf Temperaturen an, bei denen man im Betriebe noch gießen kann, so ergibt sich z. B. bei einem Kohlenstoffgehalt von 1% 1340°,

Zahlentafel 10. Vergleich der bei der Hoersch-Köln-Neuesson A.-G. gemessenen Stahltemperaturen mit den von E. Schröder in Duisburg-Hamborn gemessenen.

		$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4^5)$	$t_5$
S.-M.-Stahl, unberuhigt, max. 0,11 % C	eigene Messungen . .	1530	1646	1671	1646	1556
	Schröder-Messungen . .	{ 1538 <sup>1)</sup> — 1629 <sup>2)</sup>	{ 1654 <sup>1)</sup> — 1629 <sup>2)</sup>	{ 1679 <sup>1)</sup> — 1654 <sup>2)</sup>	{ 1630 — —	{ 1615 <sup>3)</sup> — —
S.-M.-Stahl, beruhigt, 0,20 bis 0,30 % C	eigene Messungen . .	1520	1632	1657	1632	1557
	Schröder-Messungen . .	{ 1502 <sup>1)</sup> — —	{ 1614 <sup>1)</sup> — —	{ 1639 <sup>1)</sup> — 1645 <sup>4)</sup>	{ — — —	{ 1600 <sup>3)</sup> — —

<sup>1)</sup> Aus Zahlentafel 6, Mittelwerte. — <sup>2)</sup> Aus Zahlentafel 4. — <sup>3)</sup> Aus Zahlentafel 9, Mittelwerte. — <sup>4)</sup> Aus Zahlentafel 8. — <sup>5)</sup>  $t_1$  = optische Temperaturmessung am Ende der Abstichrinne, berichtigt ( $\epsilon = 0,50$ ).

berichtigt 1450°. Nimmt man nun die Erstarrungstemperatur aus dem Schaubild, so ergibt sich 1460°, d. h. die Gießtemperatur würde unter der Erstarrungstemperatur liegen. Desgleichen bei rd. 0,7 % C, gegossen 1360°, berichtigt 1470°, laut Abb. 1 1475°; bei 0,4 % C gegossen 1380°, berichtigt 1490°. Dies ist zumindest merkwürdig, da doch die Gießtemperatur über der Erstarrungstemperatur liegt. Wenn man nach einer Erklärung dafür sucht, daß die Temperatur so niedrig liegt, so kann man als Möglichkeiten anführen, daß die Erstarrungstemperaturen überhaupt niedriger liegen, als sie in Abb. 1 angegeben sind. Versuche, die in dem Technical College in Sheffield von Professor Andrew mit technischen Handelsorten durchgeführt wurden, zeigten, daß die Erstarrungstemperaturen bei den üblichen Stählen ungefähr 20 bis 25° unter der theoretischen Temperatur, die auch hier angegeben ist, liegen. Würde diese Annahme nicht zutreffen, dann würde man beim Gießen in den Erstarrungsbereich hineinkommen, und zwar um so tiefer, je größer der Erstarrungsbereich ist. In den Erstarrungsbereich könnte man nur durch Unterkühlung hineinkommen, was nach den bisherigen Annahmen nicht wahrscheinlich ist. Ob dies praktisch der Fall sein kann, müßte näher untersucht werden.

A. Wimmer, Dortmund<sup>55)</sup>: In unseren Stahlwerken werden laufend optische Temperaturmessungen vorgenommen, die einen Vergleich der unberichtigten und berichtigten Werte an den verschiedenen Meßstellen mit den von Herrn Schröder ermittelten Werten gestatten. Wie aus Zahlentafel 10 zu ersehen, stimmen die Zahlenwerte für die Vergleichsstellen:

$$t_1 = \text{optische Temperaturmessung, unberichtigt,}$$

$$t_2 = \text{optische Temperaturmessung, berichtigt } (\epsilon = 0,50),$$

Löffelprobe,

$$t_3 = \text{Badtemperatur} = t_2 + 25^\circ,$$

praktisch gut überein. Lediglich bei der Gießtemperatur  $t_5$  (berichtigt,  $\epsilon = 0,50$ ) ergeben sich die auch von anderer Seite festgestellten Unterschiede. Gegenüber den von Schröder ermittelten Zahlen liegen unsere Temperaturen um etwa 40 bis 60° niedriger. Dasselbe scheint auch beim Kruppschen Stahlwerk der Fall zu sein. Da die vorausgehenden Messungen gut übereinstimmen, darf aus dieser Tatsache nicht geschlossen werden, daß die Messungen bei Schröder zu hoch sind. Die bestehenden Unterschiede an der Meßstelle  $t_5$  sind zweifellos auf die bei den verschiedenen Werken besonders vorliegenden betrieblichen Verhältnisse und auf meßtechnische Umstände zurückzuführen.

H. Schenck<sup>55)</sup>: Die Grundlage der vorstehenden Erörterung hat sich inzwischen verschoben, indem Herr Schröder gelegentlich einer Besprechung im kleinen Kreise bekannt gab, daß seine Messungen der Metalltemperaturen (optisch) an den hellen Stellen der Metalloberfläche vorgenommen worden sind, während sich die von mir angeführten Ergebnisse auf die dunkle Metalloberfläche beziehen. Die auf diese verschiedenen Weisen zu erzielenden Meßergebnisse zeigen in der Tat Unterschiede von 50 bis 60°, so daß die in der Erörterung zutage getretenen Unterschiede sich nunmehr erklären lassen.

E. Schröder<sup>55)</sup>: Die von Herrn Schenck erwähnte Messung heller Stellen der Metalloberfläche bezieht sich bei der optisch gemessenen Gießlöffelprobe auf den Punkt, an dem sich Gießstrahl und flüssiger Metallspiegel in der Probekokille berühren; diese Stelle ist am leichtesten meßbar. Inwieweit hierbei eine mehr oder weniger oxydierte Metalloberfläche vorliegt, läßt sich nicht entscheiden. Jedenfalls erforderten die so erzielten Meßwerte eine Berichtigung von  $\epsilon = 0,50$ , um in Uebereinstimmung mit gleichzeitig ausgeführten thermoelektrischen Messungen zu kommen.

<sup>55)</sup> Nachträgliche schriftliche Äußerung.

# Einfluß von Wasserstoff auf die $A_3$ - und $A_1$ -Umwandlung des Eisens.

Von Hans Esser und Heinz Cornelius in Aachen.

Mitteilung aus dem Institut für Eisenhüttenkunde der Technischen Hochschule in Aachen.

[Bericht Nr. 226 des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute\*].

(Verdoppelung des  $A_3$ - und  $A_1$ -Umwandlungspunktes von Stahl durch Wasserstoffaufnahme.)

Bei thermischen Untersuchungen an 32 Eisen-Kohlenstoff-Legierungen stellten R. H. Harrington und W. P. Wood<sup>1)</sup> fest, daß die  $\alpha/\gamma$ - und die  $A_1$ -Umwandlung in je zwei Stufen ablaufen (vgl. Abb. 1 und 2), und leiteten daraus das Zustandsschaubild nach Abb. 3 ab. Die Tatsache, daß derartige Doppelpunkte nicht früher beobachtet wurden, führen Harrington und Wood darauf zurück, daß bei den älteren Untersuchungen Stähle geringeren Reinheitsgrades als bei ihren eigenen Untersuchungen verwendet wurden. Die Herstellung ihrer Proben beruht auf der Tatsache, daß

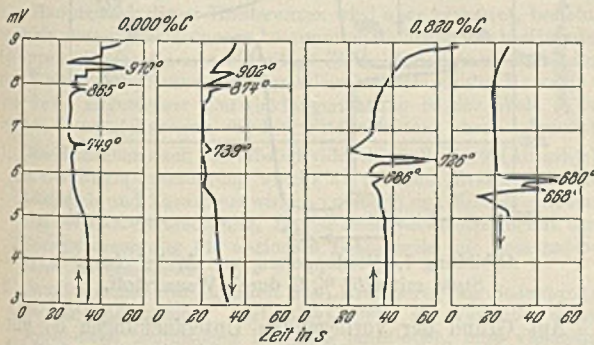


Abbildung 1 und 2. Doppelte Wärmetönungen für den  $A_1$ - und  $A_3$ -Punkt nach Harrington und Wood.

sich in einem System mit trockenem Wasserstoff und kohlenstoffhaltigen Eisenproben bei  $960^\circ$  nach sechs Tagen ein vollständiges Gleichgewicht zwischen dem Eisen und dem Kohlenstoff einstellt; aus einer Stahlprobe mit  $0,6\% C$

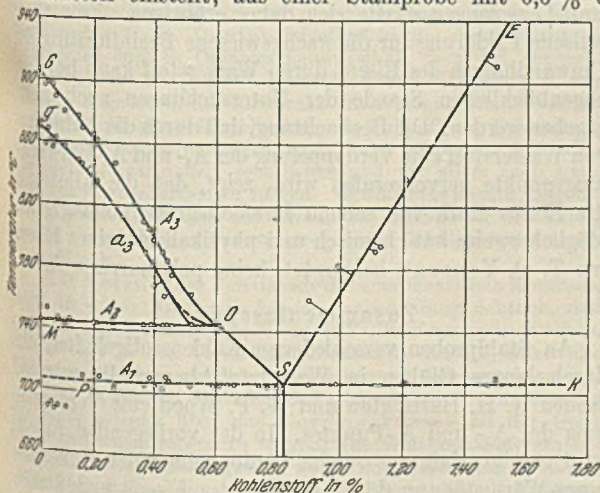


Abbildung 3. Teilschaubild des Systems Eisen-Kohlenstoff nach Harrington und Wood.

und zwei weiteren gleich großen Proben aus reinem Eisen erhält man so z. B. drei Proben mit je  $0,2\% C$ . Bei dieser Herstellungsart läßt sich aber eine starke Wasserstoffaufnahme durch das Eisen nicht vermeiden, und darauf ist, wie die folgenden Versuche zeigen, die Verdoppelung des  $A_3$ - und  $A_1$ -Punktes zurückzuführen. Eine Anzahl Punkte, in

denen Abb. 3 von den bisher üblichen Anschauungen über das System Eisen-Kohlenstoff abweicht, sind im Zusammenhang mit der hier behandelten Frage von untergeordneter Bedeutung und werden daher nicht besprochen. Erwähnt sei nur noch die auffällige Tatsache, daß Harrington und Wood für die  $A_1$ -Umwandlung, für die sie ebenfalls zwei Stufen fanden, nur einen Linienzug in Abb. 3 aufzeichneten.

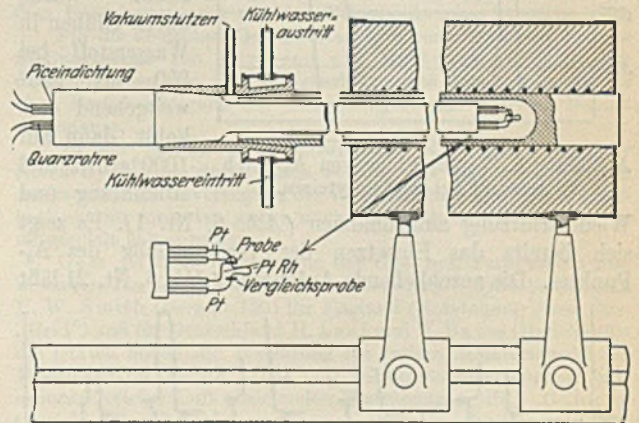


Abbildung 4. Erhitzungsvorrichtung für die Aufnahme von thermischen Differentialkurven.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit Hilfe der thermischen Differentialanalyse durchgeführt. Als Proben dienten Plättchen von  $0,5\text{ mm}$  Dicke und  $4\text{ mm}$  Dmr. (Vergleichsprobe aus Chronin), an denen die Thermoelementdrähte durch elektrische Preßschweißung befestigt wurden. Die Schweißvorrichtung besteht aus einem kleinen Schraubstock, in den die Probe eingespannt wird und so den einen Pol des Schweißstromkreises bildet. Den anderen Pol stellt eine durch Federdruck auf die Probe aufsetzbare Kupferspitze dar. Zur Anschweißung wird ein Ende des Thermoelementdrahtes mit der Kupferspitze an die Probe ange-drückt und für etwa  $\frac{1}{10}\text{ s}$  durch einen Druckknopfschalter der Schweißstrom von  $3$  bis  $6\text{ V}$  und etwa  $100\text{ A}$  eingeschaltet. Durch die kurze Dauer der Schweißung und die Kühlung der Probe durch den Schraubstock bleibt eine Oxydation auf die unmittelbare Umgebung der Schweißstellen beschränkt. Die Kleinheit der Proben ermöglicht ihre vollständig gleichmäßige Erwärmung und eine übereinstimmende Temperatur zwischen ihnen und den Vergleichsproben, die aus Chronin bestehen. Die Ausbildung der Probe als Lötstelle des Thermo- und Differentialelementes bringt die scharfe Erfassung von Wärmetönungen mit sich. Bei der Untersuchung des Einflusses von Gasen bieten die kleinen Plättchen den Vorteil schneller Diffusion der Gase bis in die Probenmitte. Die einfache Erhitzungsvorrichtung für die Aufnahme von Differentialkurven zeigt Abb. 4.

Die Proben wurden zunächst im Anlieferungszustand untersucht, dann, ohne daß sie wieder aus der Saladin-apparatur ausgebaut wurden, bei hohen Temperaturen verschieden lange in elektrolytisch hergestelltem, gereinigtem und getrocknetem Wasserstoff von  $0,5$  bis  $1\text{ at}$  Druck geglüht und darauf bei der Erhitzung und Abkühlung unter Wasserstoff beobachtet.

\*) Sonderabdrucke dieses Berichts sind vom Verlag Stahl-eisen m. b. H., Düsseldorf, Schließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 18 (1930) S. 632/58; 20 (1932) S. 528/44.

Abb. 5 zeigt die thermischen Differentialkurven von Elektrolyteisen im Anlieferungszustand und nach einstündigem Glühen in Wasserstoff bei 1200°. Der Einfluß der Glühbehandlung in Wasserstoff zeigt sich in einer ausgesprochenen Verdoppelung von  $A_3$  und  $A_2$ .

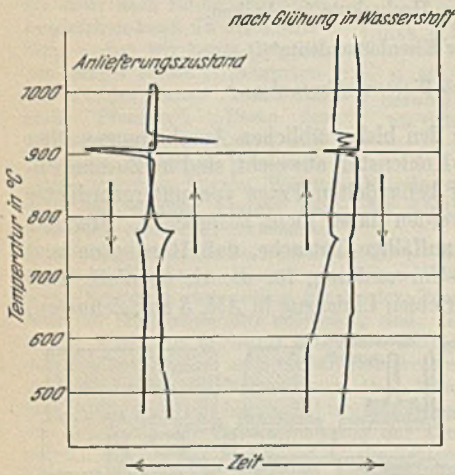


Abbildung 5. Verdoppelung von  $A_3$  durch Wasserstoff bei Elektrolyteisen.

Bei einem der weiteren Versuche wurde ausgegangen von einem Stahl mit 0,75% C, 0,10% Si, 0,12% Mn, 0,01% P und 0,021% S. Die Probe wurde durch Glühen in Wasserstoff bei 850 bis 950° weitgehend entkohlt, dann auf 1000° erhitzt und Abkühlung und Wiedererhitzung aufgenommen (Abb. 6, Nr. 1). Es zeigt sich bereits das Einsetzen der Verdoppelung des  $A_3$ -Punktes. Die anschließende Aufnahme (Abb. 6, Nr. 2) läßt

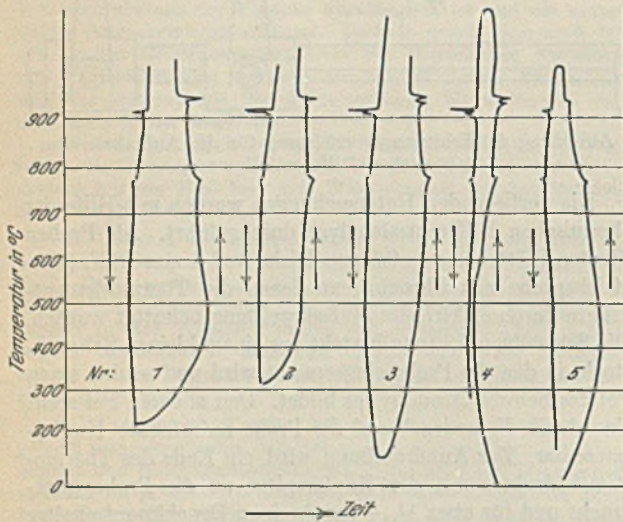


Abbildung 6. Einfluß von Wasserstoff auf die  $A_3$ -Umwandlung eines durch Glühen in Wasserstoff entkohlten Stahles.

bei  $A_2$  ein deutlicheres Hervortreten der Verdoppelung erkennen; sehr scharf wird sie nach dreiminütiger Glühung im Wasserstoff bei 1200° (Abb. 6, Nr. 3). Nach Abkühlung in Wasserstoff wurde die gleiche Probe einen Tag in Berührung mit Luft gehalten und dann neu untersucht (Abb. 6, Nr. 4); die Verdoppelung tritt mit unveränderter Stärke auf. Sie verschwindet dagegen völlig nach Erhitzung der Probe auf 1300 bis 1400° im Hochvakuum und anschließender Abkühlung im Hochvakuum auf Raumtemperatur. Die nach dieser Behandlung aufgenommene Saladincurve (Abb. 6, Nr. 5) zeigt nur eine (schwache) Wärmetönung für die  $\alpha \rightleftharpoons \gamma$ -Umwandlung. Diese Versuchsreihe an dem Stahl mit 0,75% C läßt erkennen, daß die Aufspaltung von  $A_3$  nach Glühen von Eisenproben in Wasserstoff

auf die Aufnahme dieses Gases durch die Eisenproben zurückzuführen ist. Hierfür spricht vor allem die wiederholt gemachte Beobachtung, daß die Verdoppelung der Wärmetönungen durch entgasende Glühbehandlung wieder rückgängig gemacht werden kann. Die beschriebenen Versuche über den Einfluß des Wasserstoffs auf die  $A_3$ -Umwandlung des reinen Eisens wurden, ausgehend von verschiedenen Elektrolyteisen- und Stahlsorten, wiederholt bestätigt. Der fragliche Einfluß konnte auch auf dilatometrischem Wege nachgewiesen werden.

Eine Verdoppelung des  $A_1$ -Punktes konnte an einem Stahl mit 0,57% C nach Glühen für wenige Minuten in Wasserstoff oberhalb  $A_1$  ebenfalls festgestellt werden (Abb. 7).

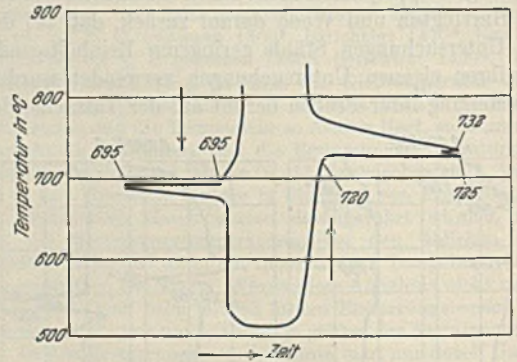


Abbildung 7. Verdoppelung von  $A_1$  bei einem Stahl mit 0,57% C durch Wasserstoff.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen ist mit Sicherheit anzunehmen, daß die von Harrington und Wood beobachteten Doppelpunkte für die  $A_1$ - und  $A_3$ -Umwandlung im System Eisen-Kohlenstoff auf die durch die Herstellungsart bedingte Wasserstoffaufnahme der Versuchsproben zurückzuführen sind. Die Erörterung einer Zweistufenumwandlung als einer Eigentümlichkeit reiner Eisen-Kohlenstoff-Legierungen dürfte sich daher erübrigen. Eine theoretische Erklärung für die nachgewiesene Beeinflussung der Umwandlungen des Eisens durch Wasserstoff kann bei dem augenblicklichen Stande der Untersuchungen noch nicht gegeben werden. Die Beobachtung, daß durch die Aufnahme von Wasserstoff eine Verdoppelung der  $A_1$ - und  $A_3$ -Umwandlungspunkte hervorgerufen wird, zeigt, daß die Allotropie des Eisens stark von seinem Reinheitsgrade abhängig ist. Möglicherweise hat chemisch und physikalisch reines Eisen, wie T. D. Yensen<sup>2)</sup> behauptet, keine polymorphen Arten.

Zusammenfassung.

An Stahlproben verschiedenen Kohlenstoffgehaltes, die durch langes Glühen in Wasserstoff hergestellt wurden, fanden R. H. Harrington und W. P. Wood eine Verdoppelung des  $A_3$ - und  $A_1$ -Punktes. In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, daß eine solche Verdoppelung der Umwandlungs-Wärmetönung durch Glühen des Eisens und Stahls in Wasserstoff herbeizuführen ist, während bei Glühung im Hochvakuum nur jeweils eine Wärmetönung für den  $A_3$ - und  $A_1$ -Punkt zu beobachten ist. Es wird daher angenommen, daß die Feststellungen Harringtons und Woods auf den Wasserstoffgehalt ihrer Proben zurückzuführen sind.

<sup>2)</sup> Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 1929, S. 320/49; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 675/76.

## Umschau.

### Skandinavische Weltkraftkonferenz 1933.

Für die Nordländer ist Sommersonnenwende die natürliche Zeit der Feste, hellsten Wachseins und kurzen Schlags. So gelang es denn aufs beste, in der Teilkonferenz, die in Kopenhagen, Stockholm und Oslo in den Tagen vom 26. Juni bis 8. Juli 1933 stattfand, die Arbeit der Fach-, Ausschuß- und Vollsitzungen mit den üppigen Bezeigungen der Gastfreundschaft der skandinavischen Komitees zu verbinden, die so viel zu dem Haupterfolg beitrug, daß viele Hunderte bedeutender Fachleute und Persönlichkeiten aus 39 Ländern aller fünf Erdteile in enge menschliche Berührung und in lebhaften Austausch von Erfahrungen traten. Die unprotokollierten Aussprachen pflegen die wertvollsten zu sein.

Die deutsche Vertretung, allen voran in erstaunlicher Frische Oskar v. Miller als Präsident der Weltkraftkonferenz von 1930 bis 1936, stand in höchsten Ehren. Dankbar tragen die deutschen Teilnehmer die Erinnerung an die warme und freundschaftliche Aufnahme in den drei nordischen Ländern im Herzen.

„Und welches ist nun der Erfolg der Konferenz?“ — Die so fragen, lassen meist unbewußt die Wörtchen „für mich“ aus. Ein Hauptzweck dieser Konferenzen wird aber verkannt, bezieht man sie nur auf den Nutzen in bestimmter Richtung, für bestimmte Gruppen, für bestimmte einseitige Ziele. Die Zusammenkünfte der Weltkraftkonferenz sind vor allem Marksteine des Bewußtwerdens allgemeiner Entwicklungsrichtung in der Welt. Die beiden Hauptrichtungen, die hier zutage traten, waren folgende:

1. Das Bestreben nach betriebsindividueller Selbsthilfe (Autarkie) in der Energieversorgung weicht überall dem Bestreben nach Ausgleich und Zusammenwirken zwischen den Einzelbetrieben und der Landesversorgung. Immer mehr verwächst auch in der Energieversorgung die nationale Lebenszelle mit dem nationalen Lebensganzen.
2. Damit gewinnt die Tätigkeit des „Kraftwirts“ an Bedeutung; der Energieingenieur darf nicht mehr als Vertreter einer bestimmten technischen Richtung empfinden, muß vielmehr seinen Blick bewußt ausweiten auf die nationalen Gesamtauswirkungen seiner Maßnahmen, z. B. auf die Vorteile verbesserter Energieverteilung und Verkehrsmittel für das Siedlungswesen, für die Eröffnung neuer Arbeitsmöglichkeiten, für die Verminderung der Nachteile des Großbetriebes, das Zusammenwirken verschiedener Kraftquellen usw.

Hieraus zog denn auch der Internationale Hauptausschuß unter starker deutscher Einwirkung die Folgerung, daß er seinen Vorsitzenden D. N. Dunlop bevollmächtigte, unter Beratung durch einen engsten Organisationsausschuß, dem von Deutschland Professor Dr.-Ing. C. Matschoß und Dipl.-Ing. F. zur Nedden angehören, die Konferenz unter möglicher Beschränkung der technischen Einzelbeiträge in Zukunft zur Behandlung der Energieversorgungsfragen nach ihren allgemein volkswirtschaftlichen, finanziellen, rechtlichen und vor allem auch erzieherischen Auswirkungen zu führen. Gewiß keine leichte Aufgabe, aber in ihrer Zielsetzung ein erfreuliches Zeichen für den Erfolg unserer Delegierten im Vorwärtstragen der Geistigkeit des neuen Deutschlands.

O. C. Merrill, der Vorsitzende des amerikanischen Komitees, zeigte in seiner Ansprache in der Schlußsitzung deutlich, daß auch ihm diese Leitlinien für die dritte Vollkonferenz vorschweben, die für 1936 in den Vereinigten Staaten bevorsteht, sofern die Weltwirtschaftslage sich bis dahin genügend gebessert hat.

Auch in der von deutscher Seite angeregten Beschlußfassung der Schlußsitzung über das Normungswesen ist der Geist neuen Ordnungsstrebens zu spüren: Die Weltkraftkonferenz betont, daß sie nie selber normen wolle; ihre Nationalen Komitees sollen aber dafür sorgen, daß in jedem Lande alle mit Normung sich befassenden Körperschaften, wie dies in Deutschland bereits der Fall ist, in einer gemeinsamen Spitze zusammenwirken und nur durch diese an einem organisch aufgebauten internationalen Normungswerk mitarbeiten. Ein „Führer durch die Normungsorganisationen der Welt“ wird von der Weltkraftkonferenz vorbereitet.

Der Hauptausschuß beschloß ferner nach langjährigen mühevollen Vorarbeiten, für 1934 erstmalig die Sammlung und Herausgabe einer Weltstatistik aller Kraftquellen und ihrer Jahreserzeugung mit Hilfe vorbildlich klarer statistischer Begriffsbestimmungen.

Mögen diese Arbeiten der Konferenzzentrale auch dem Betriebspraktiker weniger zu bieten scheinen, so bergen dafür die mehr als 170 Berichte (darunter 27 aus Deutschland), die in 11 Generalberichte zusammengefaßt die Fachsitzungen beschäftig-

ten<sup>1)</sup>, eine Fülle von Wertvollem auch für ihn. Einige ganz kurze Auszüge aus den Generalberichten können hier in der räumlichen Beschränkung nur Andeutungen geben.

Stromversorgung: „Neue örtliche Spitzenkraftwerke sind in der Regel nicht mehr wirtschaftlich berechtigt.“ Bestehende, ganz oder teilweise abgeschriebene Zentralen sind die billigsten Spitzenkraftwerke. Die Stromfernleitungen sind meist für kurze Spitzen ohne Gefahr überlastungsfähig. Die Einordnung von Industriezentralen in die Landesversorgung wird erleichtert durch die von Hobson, dem Direktor des englischen „Grid“ (Verteilungsnetz), in Bericht 72 erwähnte Vertragsform, wonach das Landesversorgungsunternehmen Privatzentralen gegen die restierenden Abschreibungsquoten pachtet oder erwirbt und nur aus hilfweise mit einschaltet. Sogar die nach dem Herkommen autarken schwedischen „Bruk“-Eisenwerksgruppen öffnen sich dem Energieaustausch mit den Ueberlandwerken (Bericht 100).

Für die deutschen Gegenwartsfragen bemerkenswert war die Stellungnahme von Børresen und Bostwick (Berichte 108 und 85) gegen die Durchführbarkeit eines Stromeinheitstarifs ohne Berücksichtigung des Anwendungszwecks oder der Nutzungsdauer.

In der Schlußsitzung überraschte Kloumann von der Norsk Hydro-Ges. durch einen Vortrag, der den beschleunigten Ausbau und die Bevorzugung der Wasserkräfte gegenüber Wärmekraftwerken forderte, wobei norwegische Stromausfuhrwünsche mitgespielt haben mögen.

Gas: „Weitere Ausdehnung des Gas- und Ferngasabsatzes, besonders für Wärmezwecke, ist zu erwarten.“ Dies bestätigten E. W. Smith (Bericht 139) für England (Entstehung eines Gas-„Grid“) und für Deutschland H. Lent und K. Baum (Bericht 45); die letzten hoben die Bedeutung für freiere Standortwahl der Eisenindustrie hervor. Die auf Generatorerzeugung mit sauerstoffreicher Luft abzielenden Bestrebungen, die v. Galoczy (Bericht 97) mit leider nur theoretischen Berechnungen vertrat, begegneten noch Zweifeln.

Kraft-Wärme-Verbundwirtschaft: Außer Einzelbeispielen war von allgemeinem Wert vor allem der Bericht von Wuolle (Nr. 63), der vereinfachte Verfahren angibt, um die Wirtschaftlichkeit der Kraft-Wärme-Kupplung im Einzelfall zu überblicken. Viel beachtet wurde ein Hinweis von Dr. Hencky (Bericht 36) auf die gesteigerte Fernverteilungsmöglichkeit von Hochstdruckdampf und ihre Auswirkungen auf Werksgruppenenergiewirtschaft.

Die Gebiete des Verkehrswesens zu Land und Wasser, der Anpassung der Triebkraft an Arbeits- und Werkzeugmaschinen, u. a. m. sind im Rahmen dieser Zeitschrift von untergeordneter Bedeutung. Dagegen soll auf die Arbeiten, die sich mit der Eisen- und Stahlindustrie und der Elektrowärme befassen, im folgenden noch etwas näher eingegangen werden.

An zusammenfassenden Arbeiten über die Energieversorgung von Hüttenwerken ist leider in den Konferenzberichten nur wenig vorhanden. Die wichtigste Arbeit dürfte der Bericht

#### Eigenerzeugung, Werkskupplung, Fremdbezug und Abgabe von Strom innerhalb der Energieversorgung rheinisch-westfälischer Hüttenwerke

von W. Martini, Dortmund, sein. Dieser Aufsatz ist unter der Patenschaft des Vereins deutscher Eisenhüttenleute eingereicht und bereits in dieser Zeitschrift veröffentlicht<sup>2)</sup> worden. Es ist nicht ohne Reiz, diese Arbeit mit einem andern Bericht von A. Scheffel, Moskau:

#### Energieversorgung der Eisenhüttenwerke in der U. d. S. S. R.

zu vergleichen. Während Martini neben den Vorzügen einer Kupplung auch die Schwierigkeiten schildert, unter denen die Kupplung in Deutschland angesichts der Machtstellung der Ueberlandwerke und des Wegerechts der Gemeinden leidet — ein Gedanke, der auch in anderen Arbeiten der Konferenz anklingt —, zeigt das russische Beispiel, wie alle solche Schwierigkeiten durch einen Machtstreich des Staates überwunden werden können. In dieser Arbeit fällt auf, wie beim Entwurf der Hüttenzentralen mit Tatkraft für die Parallelarbeit zwischen Industriekraftwerken mit dem Ueberland-Hochspannungsnetz gesorgt wird und wie, wenn Städte in der Nähe des Hüttenwerkes liegen, die Abwärme des Hüttenwerkes für die Fernheizung verwandt

<sup>1)</sup> Das Druckwerk der Konferenz ist durch den Verlag Stahl-eisen m. b. H., Düsseldorf, zu beziehen.

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 701/05.

wird. Daß selbstverständlich die Heizung der Werkstätten und Schreibräume organisch in die Energiewirtschaft der neuen Werke eingebaut wird, erscheint, namentlich bei dem russischen Winter, selbstverständlich. Auf einem Werk wird der Dampfbedarf der Nebenerzeugnisanlage der großen Kokerei durch Anzapfung eines Turbogenerators von 6000 kW bei 6 at gedeckt. Auffällig ist auch, daß bei den neuen Werken nur wenig Gasmotoren verwendet oder geplant werden. Die Energieversorgung geschieht in der Hauptsache durch Kessel mit Dampfturbinen, nötigenfalls wird Steinkohle zugesetzt. Die Versorgung der Hochöfen mit Wind geschieht ziemlich allgemein durch Dampfturbogebläse.

In dem dritten zusammenfassenden Bericht behandelt in klarer Uebersicht Z. Warzewski, Nowy Bytom:

**Die Energiewirtschaft polnischer Eisenhüttenwerke.**

Aus der bemerkenswerten Arbeit sei hier nur hervorgehoben, daß bei einem gemischten größeren Hüttenwerk, vermutlich der Friedenshütte, der Kraftverbrauch einschließlich aller Verluste des Dampf- und Stromnetzes für die Jahre 1929/30 2,6 bis 4,4 t Dampf je t Rohstahl zuzüglich 155 bis 300 kWh je t Rohstahl geschwankt hat. Der Wert von 4,4 t Dampf je t Rohstahl ist allerdings ein Ausnahmewert, der Durchschnitt liegt bei etwas über 3 t, der Durchschnitt des Stromverbrauches bei etwa 200 kWh. Der Dampfverbrauch erscheint etwas hoch, aber es ist zu berücksichtigen, daß die Dampfspannung nur 8 bis 9 at beträgt und es sich meist um Satteldampf handelt.

Mit Einzelheiten aus dem Gebiet des Eisenhüttenwesens befaßt sich eine ganze Reihe von Konferenzberichten, meist verstreut zwischen andern Angaben. Aus dem Bericht

**Neuerungen auf dem Gebiete der Elektrowärme,**

gezeichnet von C. T. Buff und Mitarbeitern (Siemens-Schuckert), sei wiedergegeben, daß bei den neueren Lichtbogenöfen die früher vorherrschenden Stahlgußteile durch Schweißteile ersetzt sind. Die Beschickungszeit wird verringert durch besonders ausgebildete, der Form des Einsatzes angepaßte Beschickungskörbe, wodurch die gerade bei elektrischen Öfen besonders großen Stillstandsverluste verringert werden. Die größten in Deutschland gebauten Ofeneinheiten haben ein Fassungsvermögen von 30 t, wobei man gerade noch mit drei Elektroden auskommt.

Bei Reduktionsöfen (Ferromangan, Ferrosilizium) hat man durch Verwendung von Elektroden aus amorpher Kohle und besondere Anpressungsvorrichtungen der Elektrodenfassungen die Leistungen bis zu 7500 kW Energieaufnahme und darüber steigern können.

Bei kernlosen Induktionsöfen wird auf die jetzt beliebten Mittelfrequenzen, die je nach Größe des Ofens 2000 bis 500 Hertz, mitunter auch noch weniger betragen, verwiesen. (Eine andere Konferenzarbeit tritt für Frequenzen bis zu 150 Hertz herunter ein, jedoch stehen diese Ausführungen eines russischen Verfassers vorläufig nur auf dem Papier.) Neue Wicklungsanordnungen haben es ermöglicht, die Verluste in den Spulen, die früher bei ungefähr 20 % lagen, auf etwa 5 % zu ermäßigen. Das Fassungsvermögen der neuen Ausführungen für kalten Einsatz wird wesentlich durch die Lebensdauer der Tiegel begrenzt und geht heute bis zu etwa 4 t. Damit wird der Mittelfrequenzofen ein erster Wettbewerber für die Lichtbogenöfen.

Auf dem Gebiete der Widerstandsöfen hat man versucht, die erreichbaren Temperaturen durch neue Bauarten von Heizwiderständen zu steigern. Bei Chrom-Nickel-Legierungen lag die Temperaturgrenze bisher bei etwa 1050°. Neuartige Eisen-Chrom-Aluminium-Legierungen haben diese Grenze bis auf rd. 1250° vorgeschoben. Diese Legierungen haben Beständigkeit gegen Schwefel, jedoch eine nicht sehr günstige Temperaturfestigkeit. Heizwiderstände aus Molybdän gestatten sogar die Innehaltung von Temperaturen von 1400° und mehr, wenn man die Oxydation durch geeignete Rohrhüllungen mit Schutzgasfüllung verhindert. Heizelemente aus keramischen Massen, mit in diesen fest eingebetteten metallischen Widerständen, haben den Vorteil gleichmäßiger Wärmeabgabe, guten Berührungsschutz der stromführenden Teile und gestatten unter Umständen Verringerung der Ofenabmessungen. Die Temperaturgrenze reicht hierbei bis an 1000°. Heizkörper aus Siliziumkarbid sind bei Fehlen nachteiliger chemischer Einflüsse bis 1400° und darüber brauchbar. Ihre Haltbarkeit ist bekanntlich beschränkt.

Bemerkenswert sind die Ausführungen über die Isolierung der Ofenwände. Pulverförmige Wärmeschutzmittel von sehr geringem Leitvermögen, niedrigem spezifischem Gewicht und kleiner Speicherfähigkeit werden bei Öfen für abwechselnden Betrieb und Stillstand verwendet. Als keramischer Baustoff von guten Festigkeitseigenschaften bei Temperaturen bis 1600° wird möglicherweise Sinterkorund Bedeutung erlangen. Immer mehr bürgern sich bei Niedertemperaturöfen Luftumwälzvorrichtungen

ein zur Erhöhung des Wärmeübergangs beim Heizen und Kühlen. Auch größere Ventilatoren werden zu diesem Zweck für Höchsttemperaturen von 600° aus warmfesten Stählen hergestellt.

Für die selbsttätige Regelung elektrischer Widerstandsöfen erhofft man erhöhte Schnelligkeit und Genauigkeit von gittergesteuerten Gleichrichtern, bei denen die Gitterspannung durch Widerstandsthermometer oder Thermolemente gesteuert wird (eine Einrichtung, die auch auf der Elektrowärmeausstellung in Essen vorgeführt wird).

Muffelöfen für Schmiedezwecke mit Guttemperaturen von 1200° und mehr können heute mit metallischen Heizkörpern gebaut worden, deren Lebensdauer die der nichtmetallischen übersteigt.

Weitere Berichte auf diesem Gebiete von R. M. Cherry, Schenectady (N. Y.), und J. C. Woodson, Mansfield (Ohio), sowie von A. Glynn, Lobley (England), geben einen Ueberblick über die vielseitige Verwendung des elektrischen Stromes zur Erzeugung von Wärme in Öfen, bei metallurgischen Vorgängen, bei der Wärmebehandlung von Werkstoffen, beim Glühen und Trocknen usw. Dabei werden die verschiedensten Bauarten der in der Stahl- und Metallindustrie verwendeten elektrischen Öfen eingehend behandelt und an Abbildungen erläutert, z. B. Widerstands-, kernlose Induktions-, Lichtbogen-Schmelzöfen, dann Trockenöfen für satzweisen und durchlaufenden Einsatz, Öfen mit und ohne Schutzgasverwendung, Glühöfen für Bleche, Streifenbunde, Drahtlinge, Stangen, Röhren, Gußstücke usw., Verzinkungsöfen, Öfen für die Wärmebehandlung von Maschinenteilen, Trockenöfen für lackierte Teile. Ebenso wird die Wirtschaftlichkeit bei der Verwendung der Elektrowärme untersucht, und es werden alle die Bedingungen erwähnt, die hierbei berücksichtigt werden müssen.

Nils Elfström, Fagersta, berichtete über das Glühen in Schutzgas in elektrischen Öfen. Er geht dabei davon aus, daß beim Glühen ohne Luftzutritt wohl eine Oxydation, nicht immer aber einwandfrei eine Entkohlung verhindert werden kann, und hält auf Grund seiner Untersuchungen die Anwesenheit eines Schutzgases zur Verhinderung der Entkohlung für notwendig. Der Verfasser entwickelt die theoretischen Unterlagen für die Erforschung dieser Verhältnisse und zeigt die große Gefahr der Oberflächenentkohlung, die entsteht, wenn diese Punkte nicht berücksichtigt werden. Schließlich wird über einige Ofenbauarten berichtet, die für das Glühen in einer Schutzgasatmosphäre besonders geeignet sind.

**Professor L. Kuchel, Braunschweig, berichtete über den Stand der Elektroschweißung in Deutschland.**

Der Verfasser gibt einen Ueberblick über die Entwicklung der Elektroschweißung in Deutschland während der Jahre 1930/32. Er behandelt die verschiedenen Schweißverfahren, wie Lichtbogenschweißung und Widerstandsschweißung sowie das Kohlelichtbogen-Schweißverfahren. Kurz werden die Zusatzwerkstoffe behandelt. Sodann geht der Verfasser auf die Anwendung des Schweißens in den verschiedenen Gebieten der weiterverarbeitenden Industrie ein, um schließlich noch kurz die Frage des Energieverbrauchs zu behandeln.

V. Harbord legte im Auftrage des englischen Nationalkomitees einen Bericht über

**Kernlose Induktionsöfen**

vor, in dem ein Ueberblick über die geschichtliche Entwicklung sowie die elektrische Ausrüstung und Betriebsgrundlagen gegeben wird, ohne wesentlich Neues zu bringen. Bemerkenswert ist darin eine Statistik über die Verteilung der zur Zeit in den Hauptländern Europas bestehenden Anlagen, soweit sie nach den Ajax-Northrup-Schutzrechten von der Ajax Electrothermic Corporation, Electrical Furnace Co. Ltd., Metropolitan-Vickers Electrical Co Ltd., sowie von den Hirsch Kupfer- und Messingwerken und Siemens-Schuckert gebaut worden sind:

	Anzahl der Anlagen	Generatorleistung kW
Großbritannien . . . . .	26	5 750
Frankreich . . . . .	17	4 750
Deutschland . . . . .	22	4 665
Schweden . . . . .	8	3 200
Dänemark . . . . .	2	190
Belgien . . . . .	1	500
Polen . . . . .	1	210
Tschechoslowakei . . . . .	1	380
Oesterreich . . . . .	3	885
Ungarn . . . . .	1	180
Rußland . . . . .	20	2 890
Spanien . . . . .	1	180
Schweiz . . . . .	1	100
Japan . . . . .	6	1 300
Vereinigte Staaten von Nordamerika . . . . .	44	11 170
Kanada . . . . .	2	550
Zusammen	156	36 900



Leider ist bei diesen Angaben keine Unterteilung zwischen Oefen, die Stahl oder Nichteisenmetalle erschmelzen, erfolgt. Einige dieser Anlagen bestehen aus zwei oder drei Oefen von verschiedener Größe, die von dem gleichen Motorgeneratorsatz betrieben werden, sind aber in der obigen Statistik nur als eine Anlage aufgeführt. Die Oefen werden bedient mit Motorgeneratoren, deren Leistung zwischen 30 und 1250 kW und deren Frequenz zwischen 500 und 10000 liegt. Zu den aufgeführten Oefenanlagen kommen noch weit mehr als 100 Oefen hinzu, die mit Funkenstrecke, im Durchschnitt über 35 kVA, betrieben werden, von denen sich eine größere Anzahl in England befinden.

Aus dem Bericht von E. G. de Coriolis, Ohio (Surface Combustion Corporation) über

#### Neuere Entwicklungslinien über Gasverwendung in den Vereinigten Staaten

sei eine eigenartige Regelung des Mischungsverhältnisses von Hochofen- und Koksofengas entnommen, die namentlich für Siemens-Martin-Oefen und andere hüttenmännische Oefen Verwendung zu finden scheint. Ein Teilstrom des gemischten Gases verbrennt in einem kleinen Oefchen, und dessen Abgase gehen durch einen elektrischen Gasanalysator, etwa in der Form der Meßkammer von Siemens & Halske. Die Aenderungen der Analyse werden als Impuls für die Herstellung eines gleichbleibenden Gemisches verwendet. Erreicht wird dadurch ein Gas von gleichbleibenden Brenneigenschaften, unabhängig von Aenderungen im spezifischen Gewicht der Zusammensetzung und dem Heizwert der zu mischenden Gase.

In einem Fall der Anwendung der Mischungsregelung für Siemens-Martin-Oefen wird das Mischungsverhältnis vor dem Ofen konstant gehalten, ohne Rücksicht auf die wirklichen Verbrenungsverhältnisse im Ofen, so daß eine zweite Regelung notwendig ist, um den Druck im Ofenraum auf gleichbleibender Höhe zu halten. In einem andern Anwendungsfall wird die Luftzufuhr zum Ofen so geregelt, daß die den Ofen verlassenden Abgase eine gleichbleibende Analyse ergeben. Die gleiche Abhandlung bringt auch eine Reihe von Lichtbildern kontinuierlicher Oefen; die Schrittmacherbewegung des Vorschubes überwiegt. Darunter befindet sich auch ein in dieser Weise arbeitender Platinofen, bei dem also die Platinen flachliegend durch den Ofen wandern.

H. Kind (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft) berichtete über

#### Weiterentwicklung der elektrischen Antriebe

für ihre Anpassung an die Anforderungen industrieller Arbeitsmaschinen. Es sei lediglich herausgegriffen, was für das Eisenhüttenwesen von besonderer Bedeutung ist: Für Schwungradwalzenstraßen kommen als Antriebsmotoren solche mit sehr hoher Drehzahl und zeitgemäßen Zahnradgetrieben sowie Stahlgußschwungradern für hohe Umfangsgeschwindigkeit auf der schnelllaufenden Motor- oder Ritzelwelle zur Anwendung. Soll eine nicht regelbare Vorstraße mit einer regelbaren gestaffelten Fertigstraße zusammenarbeiten, so wird folgende Lösung empfohlen: Die Vorstraße erhält einen schnelllaufenden Drehstrommotor mit Zahnradvorgelege und Schwungrad. Mit diesem Antrieb wird eine Leonard-Dynamo gekuppelt, und diese speist den Gleichstrommotor, der die schwungradlose Fertigstraße antreibt. Durch die schnelllaufenden Schwungradmassen erzielt man einen guten Netzausgleich und eine günstige Steuerungsmöglichkeit für die Fertigstraße.

Auch elektrisch-hydraulische Pressenantriebe arbeiten zur Erzielung eines guten Belastungsausgleichs des Netzes mit Leonard-Ilgner-Schaltungen. Der Tauchkolben des Treibapparates für das Hochdruckwasser wird durch eine Zahnstange bewegt, die über eine Ritzel von einem Gleichstrom-Umkehrmotor mit oder ohne ein Zahnradvorgelege angetrieben wird. Der Gleichstrom-Umkehrmotor wird durch ein Leonard-Ilgner-Aggregat gespeist. Dabei paßt sich der jeweilige Flüssigkeitsdruck dem Widerstand gegen die Kolbenbewegung an, so daß keine unnütze Preßwasserenergie aufgewandt zu werden braucht. Der Umkehrmotor muß 80- bis 100mal je min seine Drehrichtung wechseln. Es ist möglich, einen solchen Motor von 450 kW Spitzenleistung bei 150 U/min von vollvorwärts auf vollrückwärts in 0,8 s umzusteuern.

Wichtig ist auch die Drehzahlregelung bei Pumpen mit verschiedener Förderhöhe oder Fördermenge. Für solche Zwecke hat sich in letzter Zeit die Verwendung von Regelsätzen mit Hintermaschinen durchgesetzt, allerdings wohl weniger auf Hüttenwerken. Da die erforderlichen Regelbereiche meist klein sind, erhält man sehr wirtschaftlich arbeitende Betriebe.

Eine Anhaltzahl für den Wirtschaftlichkeitsvergleich von Strom und Gas gibt u. a. die Arbeit von H. Müller (Gaswerk Hamburg) über

#### Die Bedeutung des Gases als Energieträger für die Industrie.

Es heißt dort: „Bei 80 % Wirkungsgrad gewinnt man aus 1 kWh 700 WE, bei Preisgleichheit zwischen 1 kWh und 1 m<sup>3</sup> Gas von 4000 WE braucht daher der Wirkungsgrad der Gasfeuerung nur rd. 18 % bei gleicher Wärmelieferung zu sein.“ Mit Recht weist der Verfasser des Berichtes u. a. auch darauf hin, daß die Verbrennung von Gas-Luft-Gemischen äußerst verwickelte Vorgänge darstellt, die uns heute in ihrem Wesen noch kaum bekannt sind. (Untersuchungen der Wärmestelle Düsseldorf hierüber sind im Gange.) Bei den Gaskraftmaschinen weist der Bericht noch darauf hin, daß eine Ueberlegenheit der Gasmaschine mitunter dort gegeben ist, wo die Kühlwasserbeschaffung Schwierigkeiten macht, da die Dampfturbinen für die Rückkühlung vier- bis fünfmal soviel Zusatzwasser wie Gasmaschinen gleicher Leistung gebrauchen.

Erwähnt wird auch noch die neue schnelllaufende stehende Zweitakt-Gasmaschine der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, die bei niedrigen Anschaffungskosten und geringem Platzbedarf gleich günstigen Wärmeverbrauch wie die neueren liegenden Viertaktmaschinen aufweist und die daher mitunter eine geeignete Kraftmaschine bei Ferngasversorgung in mittleren und kleinen Betrieben ist. Der Berichterstatter rechnet damit, daß die Maschinen in Zukunft auch für große Leistung gebaut werden.

Mit den

#### Allgemeinen Gesichtspunkten für Abgaskessel in schwedischen Eisenwerken

beschäftigt sich ferner ein Bericht von Professor B. Afzelius, Stockholm. Er erwähnt, daß die im Querschnitt großen Rauchgaswege der älteren Abgaskessel neuerdings durch kleine mit hohen Gasgeschwindigkeiten und Ventilatoren für die Ueberwindung der Widerstände der Gasströmung ersetzt worden sind. Wichtig erscheint auch, daß nach seinen Untersuchungen die erzeugbare Dampfmenge von Abhitzekesteln sich durch Falschluftritt außerordentlich vermindert, ganz abgesehen davon, daß im letzten Fall auch eine größere Heizfläche und ein größerer Rauchgasventilator erforderlich ist. Vom Luftüberschuß 0,0 bis 2,0 (200 %) erhöht sich die Rauchgasmenge fast auf das Dreifache, die Dampferzeugung fällt auf 60 %. Bei Anwendung eines Ventilators kann man die Schaltung der Gasströmung so einrichten, daß nur ein (allerdings großer) Teil des Gasstromes durch den Abhitzekestel gesaugt wird. Bei wechselnder Gasmenge geht dann der Ueberschuß unmittelbar in den Kamin. Die Zugverhältnisse bleiben günstig und die Leistung des Kessels ist gleichmäßiger. Diese Kupplung benutzt man in Schweden sogar, wenn die Gasmenge durch Kessel und Ventilator gelegentlich größer wird als die ganze Gasmenge aus dem Ofen; hierbei läuft ein Teil der Rauchgasmenge durch Kessel, Ventilator, Schornstein und wieder zum Kessel um. In Schweden werden sehr viele stehende Abhitzekestel benutzt. Bei Siemens-Martin-Oefen beträgt die für Dampferzeugung verfügbare Abwärme häufig 25 bis 40 % (?). „Verwertet man 50 bis 60 % hiervon, dann erhält man 1,5 bis 2,5 kg Dampf je kg dem Ofen zugeführte Steinkohle von 7000 kcal unterem Heizwert. Bei Stoßöfen ist der Wert etwas niedriger, bei Schmiedöfen kann er eine Kleinigkeit höher sein, und bei Glühöfen ist er ungefähr der gleiche wie bei Siemens-Martin-Oefen.“

Ein Bericht von A. Schack, Düsseldorf, über den

#### Einfluß der Art des Brennstoffes auf die Wärmersparnis durch Luftvorwärmung

bringt ähnliche Angaben über die Wirtschaftlichkeit wie die letzt- hin veröffentlichte Arbeit von G. Neumann<sup>3)</sup>. Schack weist darauf hin, daß die durch Vorwärmung der Luft oder des Gases einem Ofen zugeführte Wärme vollständig ausgenutzt wird. Er macht ferner den Vorschlag, bei Generatorgas- oder Halbgasfeuerungen den Unterwind der Generatoren- oder Halbgasfeuerungen vorzuwärmen. Dies ist namentlich bei Gaserzeugern wichtig, da bei Generatorgas die Ersparnis durch Luftvorwärmung der dem Gase zugeführten Luft verhältnismäßig gering ist, weil ein Teil der zur Verbrennung der Kohle notwendigen Luft ja bereits im Generator verwendet worden ist.

M. Schleicher und Mitarbeiter (Siemens & Halske) haben einen Bericht verfaßt über

#### Die Nachrichtentechnik in Industriebetrieben und ihr Einfluß auf die Betriebsgestaltung.

Erwähnt wird die steigende Anwendung von Lichtzellen als Sender. Wichtig für Hüttenwerke erscheint auch der Grundsatz der selbsttätigen Entlastung von Maschinen. Diese Entlastung kann sowohl aus Sicherheitsgründen angewendet werden als auch, wenn es sich darum handelt, einen Stromlieferungsvertrag so

<sup>3)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) S. 37/39.

Zahlentafel 1. Energieverbrauch der deutschen Industrie (1929).

Industriezweig	Kraftverbrauch						Wärmeverbrauch	
	absolute Werte			spezifische Werte			absolut	spezifisch
	elektrisch	mechanisch	gesamt	je t Produktion	je 1000 t <sub>RM</sub> Produktionswert kWh	je geleistete Arbeitsstunde		
10 <sup>9</sup> kWh	10 <sup>8</sup> kWh	10 <sup>9</sup> kWh	kWh	je 1000 t <sub>RM</sub> Produktionswert kWh	kWh	10 <sup>9</sup> kcal	10 <sup>2</sup> kcal je kWh	
I. a) Bergbau . . . . .	3,820	4,810	8,630	24,70	2610	5,66	—	—
1. Steinkohlen . . . . .	2,330	4,610	6,940	42,50	2790	5,80	—	—
2. Braunkohlen . . . . .	0,820	0,100	0,920	5,25	1840	5,38	—	—
3. Uebiger Bergbau . . . . .	0,670	0,100	0,770	28,70	2320	4,72	—	—
b) Kohlenindustrie . . . . .	1,363	1,118	2,481	—	1400	18,30	—	—
1. Kokereien . . . . .	0,450	0,050	0,500	12,00	457	9,10	3 500	100,000
2. Steinkohlebrikettwerke . . . . .	0,100	0,150	0,250	41,50	1950	41,70	—	—
3. Braunkohlebrikettwerke . . . . .	0,805	0,915	1,720	41,00	3100	24,20	53 000	30,800
4. Sonstige Betriebe . . . . .	0,008	0,003	0,011	1,15	27	2,20	—	—
II. Eisen- und Stahlgewinnung . . . . .	3,178	1,797	4,975	—	—	7,45	84 100	—
1. Hochofenwerke . . . . .	0,915	1,000	1,915	145,00	1908	37,50	53 000	27,700
2. Stahlwerke . . . . .	0,843	0,587	1,430	89,00	904	19,90	22 000	15,400
3. Walzwerke . . . . .	1,350	0,200	1,550	125,00	716	7,30	5 000	3,220
4. Eisen- und Stahlgießereien . . . . .	0,070	0,010	0,080	26,60	78	0,30	4 100	51,200
III. Chemisch-metallurgische Industrie . . . . .	6,400	0,130	6,590	—	—	11,20	—	—
1. Aluminium, Nickel . . . . .	0,082	—	0,082	2500,00	1195	—	—	—
2. Kupferraffination . . . . .	0,014	—	0,014	455,00	293	—	—	—
3. Elektrolytkupfer . . . . .	0,037	—	0,037	400,00	240	—	—	—
4. Chemische Großindustrie (Wasserstoff, Kalkstickstoff, Luftsalpeter usw.) . . . . .	6,327	0,130	6,457	—	—	—	—	—
IV. Metallverarbeitende Industrie . . . . .	2,870	0,130	3,000	—	—	0,76	—	—
V. Industrie der Steine und Erden . . . . .	0,650	0,440	1,090	—	—	—	—	—
1. Zement . . . . .	0,520	0,220	0,740	103,50	2000	18,70	17 100	23,200
2. Ziegel . . . . .	0,050	0,190	0,240	21,8 kWh	533	—	9 620	40,000
3. Kalk-, keramische und Glasindustrie . . . . .	0,080	0,030	0,110	1000 NSt	—	—	—	—

Zum Schluß erwähnt die Arbeit das selbsttätige Anlaufen und Einschalten schnell zur Verfügung stehender Stromquellen, z. B. von Diesel-Aggregaten. Um allen Zwecken der Nachrichtentechnik genügen zu können, sollten bei Neuanlagen reichliche Schwachstromleitungen vorgesehen und schon beim Bau der Gebäude Rücksicht auf diese Leitungen genommen werden.

Ein Vortrag von H. Lent, Bochum, schildert in bemerkenswerter Art die

Deutsche Ferngasversorgung.

Es kann jedoch hier nicht näher auf diesen Vortrag eingegangen werden, zumal da der gleiche Stoff mehrfach in dieser Zeitschrift behandelt worden ist.

Eine große Anzahl weiterer Vorträge behandelt, dem allgemeinen Rahmen, der der Konferenz gestellt ist, entsprechend, Fragen, die nicht mittelbar oder unmittelbar die Hüttenwerke betreffen, sondern ganz allgemein die Großkraftversorgung sowie rein elektrotechnische Belange. In ihnen ist vieles Wichtige enthalten, doch kann aus Raum-mangel nicht breit auf diese Berichte eingegangen werden. Es möge nur noch kurz aus dem Inhalt der folgenden Berichte einiges Wenige wiedergegeben werden.

Ein Bericht von R. Balmer und Mitarbeitern, Winterthur (Gebrüder Pelzer), behandelt

Rationelle Stromerzeugung durch Wärmekraftmaschinen und Speicherpumpenanlagen

und bringt Wesentliches über das Zusammenarbeiten von Flußkraftwerken, Talsperrenwerken und Speicherpumpenanlagen und Dieselkraftwerken, auch über die Anlage- und Betriebskosten.

Ein Bericht von W. Kieser, Berlin, über

Technische Regelprobleme bei Industriekraftanlagen mit besonderer Berücksichtigung des Energiefremdbezuges

dürfte auch für die elektrotechnischen Abteilungen der Hüttenwerke von Belang sein.

Ein Bericht von T. N. Schulz über

Die Verwendung elektrischer Kraft in der norwegischen Industrie bringt u. a. folgende Angaben: Von den verfügbaren 10 Mill. kW norwegischer Wasserkraften waren Ende 1931 etwa 1,76 Millionen ausgebaut, davon 1,06 für die Versorgung von Industrie und Hand-

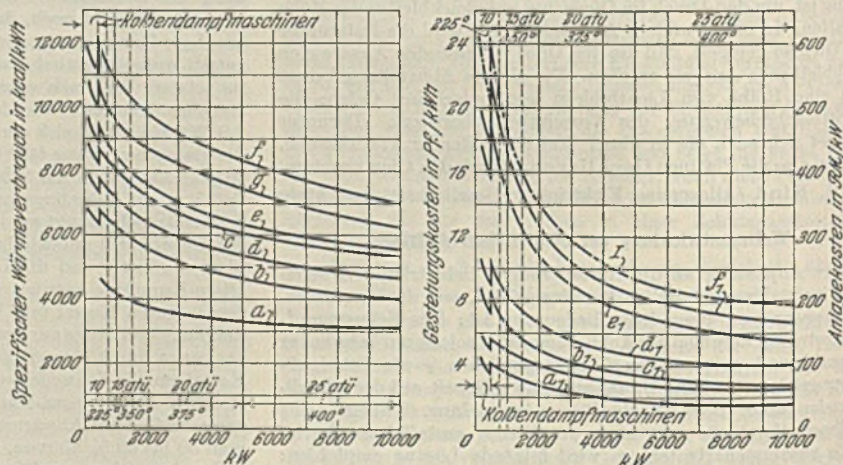


Abbildung 1. Wärmeverbrauch, Anlage- und Gestehungskosten von industriellen Kondensationsanlagen.

Höchste Dauerleistung der Maschineneinheit.

- a. Gewährleisteter Wärmeverbrauch im Dampf einschl. Kondensation.
- b. Gewährleisteter Wärmeverbrauch im Brennstoff.
- c. Praktischer Wärmeverbrauch bei Vollast und einschichtigem Betrieb.
- d. Praktischer Wärmeverbrauch bei Vollast und Dauerbetrieb.
- e. Gewährleisteter Wärmeverbrauch bei einem Belastungsgrad von 50 %.
- f. Praktischer Wärmeverbrauch bei einem Belastungsgrad von 50 % und einschichtigem Betrieb.
- g. Praktischer Wärmeverbrauch bei einem Belastungsgrad von 50 % und Dauerbetrieb.

Höchste Dauerleistung der Maschineneinheit.

- I. Anlagekosten je kW (heutiger Preisstand etwa 70 % des Preisstandes von 1929).
  - a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub> Kraftgestehungskosten bei einem Belastungsgrad von 100 % und Dauerbetrieb, Wärmepreis 0,175 bzw. 0,35 Pf./1000 kcal.
  - c<sub>1</sub>, d<sub>1</sub> Kraftgestehungskosten bei einem Belastungsgrad von 50 % und Dauerbetrieb, Wärmepreis 0,175 bzw. 0,35 Pf./1000 kcal.
  - e<sub>1</sub>, f<sub>1</sub> Kraftgestehungskosten bei einem Belastungsgrad von 50 % und einschichtigem Betrieb, Wärmepreis 0,175 bzw. 0,35 Pf./1000 kcal.
- Bei kleinen Anlagen 100 % Kessel- und Maschinenreserven.  
Bei großen Anlagen 50 % Kessel- und Maschinenreserven.

Betriebszuschläge zur Gewährleistung:

Turbine		Kessel	
1. Alter . . . . .	1 bis 1,5 %/Jahr	4. Höhere Kühlwassertemperatur . . . . .	1 %
2. Drosselverluste . . . . .	1 %	5. Anwürmlverluste für einschichtigen Betrieb . . . . .	2 %
3. Niedrigere Dampftemperatur . . . . .	1 %	6. Belastungsschwankungen . . . . .	5 %
		7. Verschmutzung der Heizfläche . . . . .	3 %
		8. Anheizverluste(einschicht.) . . . . .	10 %

werk. Die gesamten Wasserkraftwerke lieferten um diese Zeit rd. 6 Milliarden kWh jährlich, von denen 70 % von der elektrotechnischen und elektrochemischen Industrie verwandt wurden.

Professor Arvid Johansson vom Jernkontoret, Stockholm, legte einen Bericht vor über

Brennstofffragen der schwedischen Eisen- und Stahlindustrie.

Für die Erzeugung des schwedischen Qualitätsroheisens wird größtenteils Holzkohle verwendet. Der Durchschnittsverbrauch an Holzkohle in den Jahren 1926/30 betrug hierbei für

Hochöfen 1,5 Mill. m<sup>3</sup> und für elektrische Hochöfen, die nur 40 bis 45 % der für gewöhnliche Hochöfen erforderlichen Kohlenmenge verbrauchen, 0,18 Mill. m<sup>3</sup>. Die für die entsprechende Holzkohlenherstellung erforderlichen Waldvorräte sind gesichert. Ungefähr 15 % der Holzkohle werden in Oefen mit Gewinnung der Nebenerzeugnisse hergestellt.

Der Holzkohlenbedarf vermindert sich in dem Maße, wie das Roheisen bei der Stahlerzeugung durch den auf direktem Wege hergestellten Eisenschwamm in größerem Umfang ersetzt werden kann. Der seit 1911 in Höganäs aus Gellivara-Konzentrat hergestellte Eisenschwamm enthält etwa 95 % Fe, 0,01 % P und höchstens 0,02 % S. In den letzten Jahren sind verschiedene neue Verfahren zur direkten Stahlerzeugung erprobt worden, ohne daß sie aber bisher in den Großbetrieb eingeführt werden konnten. Bei den Verfahren von Wiberg und von Ekelund wird das Erz mit Gas, bei dem Kalling-Verfahren mit festem Kohlenstoff reduziert. Bei dem Wiberg-Verfahren wird hierbei ein bestimmter Teil des Reduktionsgases in einem elektrisch betriebenen Holzkohlengaserzeuger regeneriert, während bei dem Ekelund-Verfahren das Gas in einem mit Kohle und Koks betriebenen Gaserzeuger gewonnen wird. Bei dem Kalling-Verfahren wird das pulverförmige Gemisch von Erz und Kohle auf elektrischem Wege zur Reaktionstemperatur erhitzt. Auf Grund der Berechnungen und halbbetriebsmäßigen Versuche wird angenommen, daß man nach diesen Verfahren einen billigen Eisenschwamm als Einsatz für Elektrostrahlöfen wird erzeugen können.

Für die Erzeugung von höchstwertigem Stahl im Siemens-Martin-Ofen wird Holzgas benutzt; das getrocknete Holz wird hierzu in kleinen Stücken in einfachen Gaserzeugern, die unmittelbar an die Oefen angeschlossen sind, vergast. Als Hilfsbrennstoff verwendet man an mehreren Stellen Gichtgas, das auch vorteilhaft für Glühöfen benutzt wird.

Die Anwendung der elektrischen Energie als Wärmequelle für metallurgische Verfahren ist in Schweden im ständigen Wachsen begriffen. So wurden in den Jahren 1926 bis 1930 207,3 · 10<sup>6</sup> kWh für die Roheisenerzeugung verbraucht. Der Verbrauch für Elektrostrahlöfen stieg in derselben Zeit von 34,9 · 10<sup>6</sup> auf 84,4 · 10<sup>6</sup> kWh. Für die Herstellung von Ferrolegierungen wurden in derselben Zeit 285 · 10<sup>6</sup> kWh verbraucht.

Aus einer Arbeit von G. Warrelmann, Berlin:

**Stand und Entwicklungsaussichten der Energieversorgung der deutschen Großindustrie**

sei *Zahlentafel 1* über den Kraftverbrauch der deutschen Industrie wiedergegeben, die eine Reihe von sonst nur schwer zu erhaltenden statistischen Zahlen zusammenstellt. Wichtig sind auch die sorgfältig zusammengestellten Angaben über Wärmeverbrauch, Anlage- und Gestehungskosten von Kraftwerken (vgl. *Abb. 1*). Erwähnt sei noch, daß der Fremdstromverbrauch Deutschlands im Jahre 1929 bereits 46,4 % des Gesamtstromverbrauchs erreichte.

In einem

**Gekuppelte Erzeugung von Dampf für Industriebedarf und öffentliche Stromversorgung**

betitelt Bericht beschreibt A. R. Smith (General Electric Company) die in Ausführung befindliche Quecksilberdampf-Turbinenanlage in Schenectady. Die Turbinenleistung beträgt 20 000 kW mit 8,5 atü Quecksilberdampf, dessen Kondensation Wasserdampf von 28 atü ergibt; dieser wird in einer Vorschalt-turbine von 6000 kW auf 14 at entspannt. Die Wasserdampfmenge beträgt etwa 150 t/h. Außerdem wird noch einmal die gleiche Dampfmenge in einem Dampfkessel für 28 atü erzeugt, so daß insgesamt 26 000 kW Stromleistung und 300 t Dampf von 14 atü stündlich abgegeben werden können.

**Wärmeübergang zwischen Gasen und Schüttstoffen.**

In einem ausführlichen Bericht<sup>1)</sup> stellt C. C. Furnas eine große Reihe von Versuchen zusammen, die er zur Bestimmung des Wärmeüberganges in Schüttungen von Erz, Sinter, Koks, Kohle, Kalk, Schlackenstücken und feuerfestem Bruch durchführte.

Die Versuchseinrichtung bestand aus gut isolierten Zylindern mit teils 150 mm Dmr. und 500 mm Höhe, teils 230 mm Dmr. und 1000 mm Länge, in die das zu untersuchende Gut eingeschüttet wurde. Die Temperatur des Gases, das von unten in die Zylinder eintrat, wurde unterhalb und oberhalb der Schüttung mit Durchflußpyrometer gemessen, seine Menge mit Staurand festgestellt.

Aus den Messungen wurde die Wärmeübergangszahl wie folgt bestimmt: Die an das Schüttgut übergegangene und damit auch die vom Heizgas abgegebene Wärmemenge wurde für eine Reihe von Wärmeübergangszahlen und für verschiedene spezifische Wärmen des Schüttgutes in Abhängigkeit von der Heizrund nach den Formeln von T. E. W. Schumann<sup>2)</sup> errechnet. Mit den danach gezeichneten Kurven vergleicht Furnas die beim Versuch festgestellte Temperaturkurve, woraus sich die zutreffende Wärmeübergangszahl ergibt. Die Genauigkeit der Feststellung leidet allerdings darunter, daß der Rechnungsgang von Schumann die Wärmeleitfähigkeit des Stoffes nicht berücksichtigt, vielmehr eine unendlich große

Wärmeleitfähigkeit voraussetzt. Diese Abweichung von den tatsächlichen Verhältnissen kann man auch so beschreiben, daß Furnas die Oberflächentemperatur des einzelnen Schüttteilchens

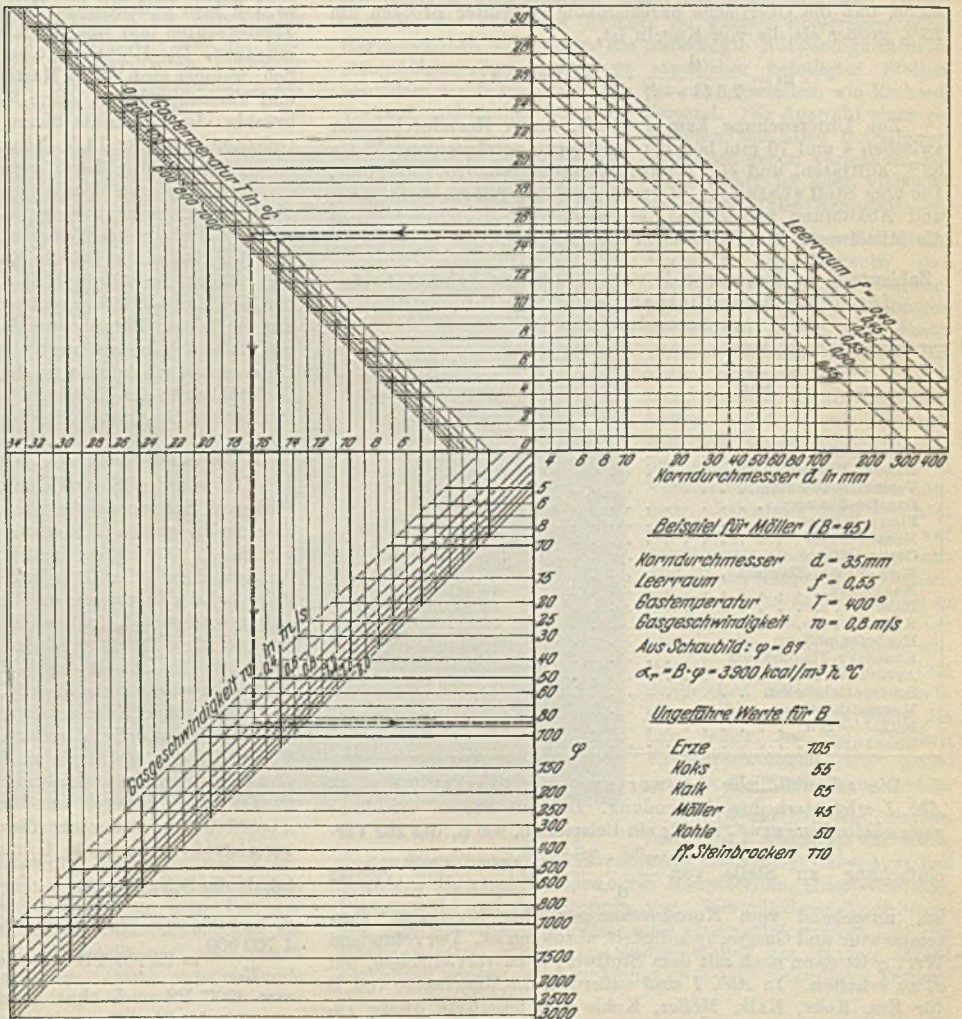


Abbildung 1. Fluchtlinientafel zur Bestimmung der Wärmeübergangszahl  $\alpha_r$  für Schüttungen.

<sup>1)</sup> Bur. Mines Bull. 361 (1932) S. 188.  
<sup>2)</sup> J. Franklin Inst. 208 (1929) S. 405.

gleich der mittleren Temperatur setzt. Dies bedeutet, daß die Wärmeübergangszahlen im allgemeinen zu gering angegeben sind, und zwar um so mehr, je größer der Korndurchmesser ist. Andererseits erleichtert aber die Gleichsetzung der Oberflächentemperatur mit der durchschnittlichen Stofftemperatur die Anwendung der Wärmeübergangszahl bei der Rechnung, da diese ja zumeist darauf ausgehen wird, den Wärmeinhalt des erhitzten Stoffes zu bestimmen. Bei Anwendung der Wärmeübergangszahlen von Furnas ist man dann nicht gezwungen, die verwickelten Formeln über die Wärmebewegung bei endlicher Wärmeleitzahl einzuführen. Die Fehlergrenzen der angegebenen Wärmeübergangszahl ermittelt Furnas zu höchstens  $\pm 20\%$ .

Die Wärmeübergangszahl  $\alpha_r$  wird in  $\text{kcal/m}^2 \text{h}^\circ \text{C}$  angegeben. Der Bezug der Wärmeübergangszahl auf die Raumeinheit der Schüttung empfiehlt sich schon deshalb, weil es sonst schwer fallen würde, die Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit der einzelnen Stoffe zu berücksichtigen. In besonderen Untersuchungen stellte Furnas fest, daß die Oberfläche der verwendeten Stoffe etwa  $25\%$  größer ist als die Oberfläche von Kugeln gleichen Korndurchmessers; allerdings schwanken die angegebenen Werte zwischen  $10$  und  $50\%$ .

Die Formel, in der Furnas seine Untersuchungsergebnisse zusammenfaßt, lautet nach der Einführung der gebräuchlichen Maßgrößen

$$\alpha_r = B \frac{w^{0,7} \cdot T^{0,3}}{d^{0,9}} \cdot 10^{1,68 f} - 3,56 f^2 \text{ kcal/m}^2 \text{h}^\circ \text{C},$$

wobei bedeutet:  
 w die auf den Gesamtquerschnitt der Schüttung bezogene Gasgeschwindigkeit bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ mm QS}$  in  $\text{m/s}$ ,  
 T die absolute Temperatur in  $^\circ \text{K}$ ,  
 d den Korndurchmesser in  $\text{m}$ ,  
 f den Leerraum in  $\%$ ,  
 B einen vom betrachteten Stoff abhängigen Wert.

Will man die Wärmeübergangszahl auf die Flächeneinheit beziehen ( $\alpha_f$ ), so ist sie unter Berücksichtigung der erwähnten Tatsache, daß die Oberfläche unregelmäßig geformter Brocken um  $25\%$  größer als die von Kugeln ist,

$$\alpha_f = \frac{d}{7,5(1-f)} \cdot \alpha_r \text{ kcal/m}^2 \text{h}^\circ \text{C}.$$

Zur Untersuchung kamen Stoffe, deren Korndurchmesser zwischen  $4$  und  $70 \text{ mm}$  lag und bei denen Leerräume von  $52$  bis  $62\%$  auftraten, und ein Temperaturbereich von  $100$  bis  $1100^\circ$ . Die vom Stoff abhängigen Werte B sind zum Teil für Aufheizung und Abkühlung verschieden; einen Ueberblick darüber geben die Mittelwerte der Versuche in *Zahlentafel 1*.

Zahlentafel 1. Beiwerte B verschiedener Schüttstoffe für den Wärmeübergang zwischen ihnen und strömenden Gasen.

Stoff	Belwert bei	
	Aufheizung	Abkühlung
	des Schüttstoffs	
Korsika-Eisenerz . . . . .	115	135
Danube-Eisenerz . . . . .	95	95
Vermilion-Eisenerz . . . . .	160	160
Sunilse-Eisenerz . . . . .	100	125
Fierro-Eisenerz . . . . .	60	125
Mesabl-Sinter . . . . .	85	—
Cuyuna-Sinter . . . . .	170	200
West-Mesabl-Eisenerz . . . . .	70	100
Manganerz . . . . .	70	115
Kalk . . . . .	65	75
Koks . . . . .	55	—
Hochofenmöller . . . . .	45	55
Kentucky-Flammkohle . . . . .	50	65
Anthrazit . . . . .	50	70
Schamottebrocken . . . . .	85	135
Magnesitbrocken . . . . .	135	200
Silikabrocken . . . . .	115	—
Eisenkugeln . . . . .	70	70

Die schaubildliche Auswertung der Formel für  $\alpha_r$  in *Abb. 1* erleichtert ihre Anwendung. Der mit Pfeilen versehene gestrichelte Linienzug gibt für ein Beispiel an, wie  $\varphi$ , das zur Vereinfachung an Stelle von

$$\frac{w^{0,7} \cdot T^{0,3}}{d^{0,9}} \cdot 10^{1,68 f} - 3,56 f^2$$

gesetzt ist, ausgehend vom Korndurchmesser über Leerraum, Gas-temperatur und Gasgeschwindigkeit, abzulesen ist. Der gefundene Wert  $\varphi$  ist dann noch mit dem Stoffwert B zu vervielfachen, um  $\alpha_r$  zu erhalten. In *Abb. 1* sind außerdem die Mittelwerte von B für Erz, Koks, Kalk, Möller, Kohle und feuerfeste Steine zusammengestellt. Bei Schüttungen mit verschiedenem Korndurchmesser ist der mittlere Durchmesser als Mittelwert des reziproken Korndurchmessers zu bestimmen. *Werner Heiligenstadt.*

### Festigkeitseigenschaften von Stahl, Stahlguß und Gußeisen in der Kälte.

Ueber das Verhalten der wichtigsten Werkstoffe bei tiefen Temperaturen fand man bisher nur lückenhafte Angaben im Schrifttum. Richard Walle<sup>1)</sup> berichtet zusammenfassend über die Festigkeitseigenschaften von unlegierten und legierten Stählen, von Stahlguß und Gußeisen in der Kälte.

Unlegierter Stahl mit  $0,1\% \text{ C}$  zeigt mit sinkender Temperatur ein Ansteigen der Zugfestigkeit und Streckgrenze bei gleichzeitigem Abfall der Dehnung. Der Stahl wird also in der Kälte spröde und verliert seine Bildsamkeit. Bei der Temperatur der flüssigen Luft hat weicher Stahl keine Dehnung mehr. Dagegen steigt die Härte gegenüber Raumtemperatur um ungefähr den dreifachen Betrag.

Ueber die Aenderung dieses Verhaltens mit steigendem Kohlenstoffgehalt schwanken die Schrifttumsangaben. Meist nehmen die Dehnungswerte bis zu Temperaturen von  $-50$  bis  $-80^\circ$  zu und fallen dann mit weiter sinkender Temperatur ab; die Lage des Höchstpunktes der Dehnung ist besonders stark von der Zusammensetzung der Werkstoffe abhängig. Die Abnahme der Formänderungsfähigkeit liegt für härtere Stähle höher als für weiche. Ein vollkommen körniger Trennungsbruch, der in der Kälte entsteht und als Gegenstück den schnellen Verschiebungs-, Verformungs- oder Verfestigungsbruch bei höheren Temperaturen hat, tritt für alle Stähle erst bei  $-95^\circ$  und darunter auf. Im allgemeinen erfolgt der Bruch in der Kälte interkristallin. Unterhalb  $-60^\circ$  steigen Zugfestigkeit und Streckgrenze sehr rasch an. Die Härtesteigerung einer Reihe von untersuchten Kohlenstoffstählen ist bis  $-20^\circ$  nur gering, unterhalb  $-80^\circ$  erheblich. Ferner wird nachgewiesen, daß sich der Elastizitätsmodul bei tiefen Temperaturen bis  $-80^\circ$  gar nicht oder nur sehr wenig ändert.

Anschließend werden die legierten Stähle behandelt. Durch Zusätze von Nickel und Chrom erhöht sich bekanntlich die Festigkeit von Stählen. Für die Eigenschaften der Edelstähle in der Kälte ist die Gefügeausbildung von besonderer Bedeutung, so daß kein einheitliches Verhalten festzustellen ist. Bei tiefen Temperaturen läßt sich meist eine Verbesserung der Bildsamkeit erkennen. Die Härte steigt bei Nickel- und Chromstählen erheblich; weniger groß ist die Härtezunahme bei Wolfram-, Molybdän- und Vanadinstählen. Reine Manganstähle sind bei  $-180^\circ$  sehr brüchig. Im Gegensatz hierzu weisen Nickel-Mangan-Stähle bei Gehalten von über  $14\% \text{ Ni}$  und  $5\% \text{ Mn}$  sehr hohe Dehnungen in der Temperatur der flüssigen Luft auf.

Versuche von Walle an Stahlguß verschiedener Zusammensetzung ergaben steigende Zugfestigkeit, Streckgrenze und Härte mit sinkender Temperatur.

Auf Gußeisen hat die Kälte wenig Einfluß. Die Zugfestigkeit wächst verhältnismäßig der sinkenden Temperatur um  $14$  bis  $16\%$  bei  $-100^\circ$  gegenüber  $+20^\circ$ . Die Biegefestigkeit wird nur bei hohem Phosphorgehalt merklich herabgesetzt, und zwar um etwa  $8\%$  in dem angegebenen Temperaturbereich. Aus den Untersuchungen konnte geschlossen werden, daß der Bruch von Gußstücken in der Kälte nicht auf ein Nachlassen der Festigkeit, sondern auf Spannungen infolge Schrumpfung zurückzuführen ist.

### Bemerkenswertes Walzwerk-Sondergetriebe.

Das von der Firma Demag, Akt.-Ges., Duisburg, hergestellte Walzwerk Sondergetriebe nach *Abb. 1* und *2* ist bemerkenswert durch seine großen Abmessungen und sein hohes Gesamtgewicht von rd.  $150\,000 \text{ kg}$ ; es dient zum wahlweisen oder gleichzeitigen Antrieb einer  $600\text{er Trio-Universalstraße}$  und einer  $700\text{er Duo-Feinblechstraße}$  von einer Ritzelwelle aus. Die allgemeine Anordnung zeigt *Abb. 1*. Der Motor mit einer Leerlaufdrehzahl von  $375$  und einer Belastungsdrehzahl von  $366 \text{ U/min}$  leistet  $2000$  bis  $4000 \text{ PS}$ . Er ist mit der Ritzelwelle des Getriebes durch eine Bibby-Kupplung verbunden. Dabei ist die getriebeseitige Kupplungshälfte ohne Nabe unmittelbar mit einem der beiden fliegend auf der Ritzelwelle sitzenden Schwungräder verbunden. Der Vorteil ist eine Ersparnis an Baulänge für Motor und Getriebe. Das Schwungmoment der beiden Schwungräder beträgt zusammen  $92\,000 \text{ kgm}^2$ ; bezogen auf die Welle der Feinblechstraße mit  $n = 45 \text{ U/min}$  entspricht dies  $6\,100\,000 \text{ kgm}^2$  und an der Universalstraße bei  $n = 60 \text{ U/min}$   $3\,400\,000 \text{ kgm}^2$ . Der Energieinhalt der Schwungräder  $= \frac{J \cdot \omega^2}{2}$  ist danach etwa  $1700\,000 \text{ mkg}$ .

d. h. bei einem plötzlichen Stillstand der Anlage in  $1 \text{ s}$  würden  $1700\,000$   
 $\frac{75}{75} = 22\,700 \text{ PS}$  frei, die das Getriebe zu der Motorspitze von  $4000 \text{ PS}$  noch ohne Schaden aushalten muß.

Die kräftige Bauweise des Getriebes ist in *Abb. 2* deutlich zu erkennen. Die sechs schweren Weißmetallager sind in einem

<sup>1)</sup> Chem. Fabr. 6 (1933) S. 207/11 u. 220/22.

doppelwandigen Gußeisenrahmen eingegliedert, an den gleichzeitig der Oelammelbehälter angegossen ist. Die Lagerdeckel sind, der leichteren Zugänglichkeit der einzelnen Lager wegen, am eigentlichen Getriebeoberteil angeflanscht. Bei einer Gesamtachsenerntfernung von 6000 mm ist der Gehäusekasten rd. 10 m lang.

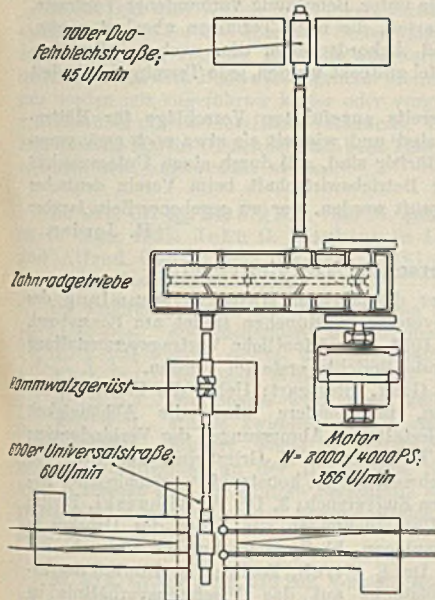


Abbildung 1. Gemeinsames Zahnradgetriebe für zwei Walzenstraßen.

An Werkstoffen wurde für die Ritzelwelle ein vergüteter Silizium-Mangan-Stahl mit 75 bis 85 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit bei 50 kg/cm<sup>2</sup> Mindeststreckgrenze und hoher Dehnung und Kerbzähigkeit verwendet; auch die Radreifen, für die entsprechend der geringen Beanspruchung eine etwa 10 kg/cm<sup>2</sup> niedrigere Festigkeit gewählt werden konnte, sind aus Silizium-Mangan-Stahl geschmiedet. Die Reifen sind auf kräftige gußeiserne Radsterne aufgeschumpft und gegen Verdrehen überdies noch besonders gesichert. Die Radsterne sind

am äußeren Umfang in einer Form, die sich auf Grund langjähriger Erfahrungen an schweren Getrieben als zweckmäßig herausgestellt hat, geschlitzt. Für die Lager wurde ein bleifreies Zinnweißmetall entsprechend der genormten Legierung WM 80 F verwendet, das aus neuen reinen Bestandteilen in der eigenen Metallgießerei der Demag erschmolzen wird.

sämtlichen Lagern Oelstromanzeiger in Verbindung mit Thermometern und an den Pumpen Manometer zur Erleichterung der Betriebsüberwachung angebracht.

Die Verzahnung ist eine Genauigkeits-Pfeilverzahnung und wurde auf neuesten Sondermaschinen hergestellt. Die Zahnteilung beträgt 14 π, die Zahnschräge etwa 32°. Die Verzahnungsgenauigkeit ist außerordentlich hoch; trotz der großen Radabmessungen sind die größten Teilungsfehler von Zahn zu Zahn nicht größer als  $\frac{1}{1000}$  mm.

Da das Getriebe in den Abmessungen und Gewichten zu den größten bisher überhaupt ausgeführten gehört, so mußte die Möglichkeit, alle Einzelteile auf Güter- und Sondertiefenladewagen zu versenden, schon vor Beginn der eigentlichen Konstruktionsarbeiten sorgfältig geprüft werden.

**Die Festsetzung und Ueberwachung von Terminen.**

Der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung hat vor kurzem gemeinsam mit dem Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit eine Schrift<sup>1)</sup> herausgegeben, die auch für die Betriebe der Hüttenindustrie von Belang ist.

Die grundsätzliche Bedeutung von Terminfragen für jeden technischen, kaufmännischen und Verwaltungsbetrieb steht außer Frage, besonders in der heutigen Zeit, wo man bemüht ist, die Fertiglager möglichst klein zu halten, und wo infolgedessen häufig stoßweise Beanspruchungen des Betriebes durch kurzfristige Lieferungen auftreten. Wenn nun auch jeder Industriezweig und jeder Einzelbetrieb eine seiner Eigenart entsprechende Sonderlösung dieser Fragen erfordert, so lassen sich doch bestimmte, allgemeingültige Richtlinien aufstellen.

Für die allgemeine Organisation des Terminwesens empfiehlt der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung grundsätzlich die Schaffung einer besonderen unabhängigen Stelle, eines sogenannten Arbeitsbüros, Arbeitsvorbereitungsbüros oder Betriebsbüros, das der Werksleitung unmittelbar untersteht, und dem die Erfassung des Umfangs der Aufträge und deren Zusammenhang untereinander sowie die Steuerung und Ueberwachung des zeitlichen Ablaufs im ganzen übertragen wird. Hervorgehoben wird ferner die unbedingte Notwendigkeit einer planmäßigen Zusammenarbeit sämtlicher beteiligter Stellen, besonders der Betriebe und der Verwaltungsstellen, wie Einkauf, Verkauf, technisches Büro und Versand. Die Auswahl einer geeigneten, mit allen Betriebsverhältnissen genau vertrauten Beamtenschaft ist hier vielleicht wichtiger als alle Organisationen.

Von praktischer Bedeutung erscheint der Hinweis, daß Betriebe, die häufig mit dem Eingang kurzfristiger Bestellungen zu rechnen haben, ihre Fertigung zweckmäßig nicht auf ihre volle Leistungsfähigkeit abstimmen, sondern derart beweglich halten, daß sie durch Einschleiben einer weiteren Schicht oder der gleichen nötigenfalls noch Verschiebungen vornehmen können. Jedenfalls muß beachtet werden, daß jedes Drängen auf Ausführung eines Auftrages außerhalb der festgesetzten Reihenfolge, wie man es gerade jetzt so häufig in den Walzwerken, aber auch in den Bearbeitungswerkstätten, Schmiedebetrieben und dergleichen erlebt, stets erhebliche Mehrkosten verursacht, die nur leider in den üblichen Kostenrechnungen nicht genügend in die Erscheinung treten.

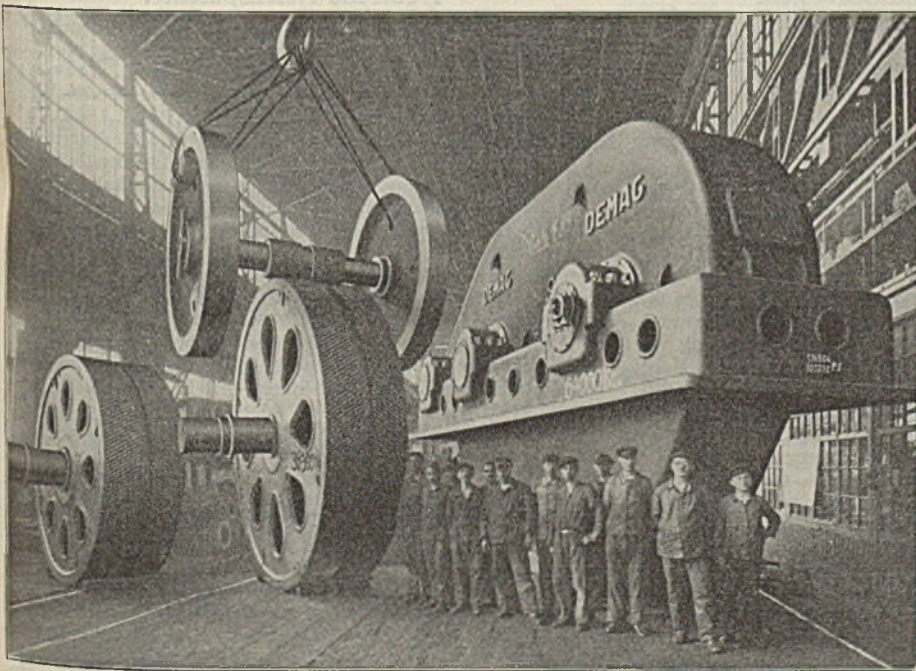


Abbildung 2. Walzwerk-Sondergetriebe.

Der Druckömlauf für Schmierung der Lager und Zahnengriffe wird durch zwei Zahnradpumpen aufrechterhalten, um auch bei Ausfall einer Pumpe noch gesichert zu sein. Die eine Pumpe wird unmittelbar von der letzten Getriebewelle an angetrieben, die andere ist getrennt aufgestellt und wird durch einen Elektromotor in Betrieb gehalten. Durch entsprechende elektrische Schaltung wird dafür gesorgt, daß der Walzmotor nicht angelassen werden kann oder sich stillsetzt, wenn der Pumpemotor nicht läuft. Selbstverständlich befindet sich im Oelkreislauf des Getriebes ein Oelkühler mit Filter, ebenso sind an

Die Druckschrift legt in einem besonderen Abschnitt die wichtigsten Begriffe des Terminwesens fest und schlägt dabei zum Teil neuartige Unterscheidungen, wie Haupttermin, Gruppentermin, Einzeltermin und Grundtermin, vor. Wieweit diese Bezeichnungen sich einbürgern werden, muß abgewartet werden. In der Hüttenindustrie wird man wahrscheinlich um so eher darauf verzichten können, als hier häufig zwei oder mehr dieser Terminstufen zusammenfallen.

<sup>1)</sup> RKW-Veröffentlichungen Nr. 70 (Berlin: Beuth-Verlag, G. m. b. H., 1932).

Die Arbeiten der Terminstelle oder des Arbeitsbüros lassen sich in drei Teilgebiete zerlegen:

1. Die eigentliche Fertigungsplanung. Sie erfordert die Kenntnis der in Frage kommenden Arbeitsverfahren und Maschinen und umfaßt die Festlegung der Einzelzeiten.
2. Das Ausschreiben der Arbeitsunterlagen, wie Material- und Lohnscheine, Arbeitsbegleitkarten usw.
3. Die Ueberwachung und zeitliche Steuerung des Fertigungsablaufs.

Die Festlegung der Zeiten und Maschinen ist in den Bearbeitungswerkstätten, Schmiede- und Gießereibetrieben der Hüttenwerke im allgemeinen Sache der Vorrechnung. Die Aufstellung besonderer Arbeitspläne, Unterweisungskarten oder Arbeitsstammkarten, wie der Ausschub für wirtschaftliche Fertigung sie für häufig wiederkehrende Teile vorsieht, ist dabei im allgemeinen nicht üblich. Allenfalls könnte man etwa bestehende besondere Glüh- oder Vergütévorschriften oder auch die im Betrieb befindlichen Nomogramme zur Ermittlung der geeigneten Schnittgeschwindigkeiten hierher rechnen.

Die Arbeiten der zweiten Gruppe, das Ausschreiben der Arbeitsunterlagen, sind wesentlich abhängig von der zweckmäßigen Ausgestaltung der hierzu erforderlichen Vordrucke. Hier lassen sich durch geeignete Hilfsmittel, z. B. Schuppenformulare, häufig Vereinfachungen erzielen, so daß Stücklisten, Akkordscheine, Materialzettel, Arbeitsbegleitkarten usw. in einem Arbeitsgang ausgeschrieben werden können.

Die Hauptaufgabe der Terminstelle besteht aber darin, den einzelnen Auftrag so in den Bestand der sich bereits abwickelnden Aufträge einzugliedern, daß die verlangte Lieferfrist eingehalten wird. Hierfür ist zweierlei notwendig:

1. Die Kenntnis der Leistungsfähigkeit des Betriebes und seiner einzelnen Teile, Maschinen usw.
2. Eine Uebersicht über die Besetzung der Arbeitsplätze.

Der erste Punkt stellt im allgemeinen eine einmalige Arbeit dar (Aufstellung von Maschinenkarten und dergleichen), der zweite erfordert dagegen eine fortlaufende Arbeit, die, wenn sie regelmäßig und pünktlich erledigt werden soll, von vornherein so eingeteilt sein muß, daß möglichst wenig zusätzliche Schreib- und Denkarbeit notwendig wird. Dies gilt auch für das von der

Terminstelle einzurichtende Meldewesen, das die Terminstelle zwangsläufig über den Fortschritt der verschiedenen Teilarbeiten, aber auch über alle etwa auftretenden Schwierigkeiten und Verzögerungen unterrichtet.

Von den in der Druckschrift angeführten verschiedenen Vorschlägen verdienen deshalb vor allem diejenigen für Hüttenwerke Beachtung, die unter Benutzung vorhandener Vordrucke, z. B. der Auftragskarten, die nach Terminen abgelegt werden, oder der Lohn- und Akkordscheine, die, nach Arbeitsplätzen geordnet, an eine Tafel gesteckt werden, jede Terminschreibarbeit überflüssig machen.

Wieweit die bereits angeführten Vorschläge für Hüttenbetriebe brauchbar sind und wieweit sie etwa noch ergänzungs- oder abänderungsbedürftig sind, soll durch einen Unterausschuß des Ausschusses für Betriebswirtschaft beim Verein deutscher Eisenhüttenleute geprüft werden, der zu gegebener Zeit darüber berichten wird.

H. Jordan.

### Deutscher Azetylenverein.

Im Rahmen der diesjährigen Hauptversammlung des Deutschen Azetylenvereins in München findet am Sonnabend, dem 16. September 1933, eine öffentliche Vortragsveranstaltung statt, auf folgende Berichte erstattet werden.

1. Professor O. Graf, Stuttgart: Ueber die Festigkeit der Schweißverbindungen, insbesondere über die Abhängigkeit der Festigkeit von Gestalt und Abmessungen der Verbindungen; 2. Dr. H. Holler, Frankfurt a. M.-Griesheim: Verhalten von gekerbten Autogenschweißnähten konstruktiv verschiedener Anordnung im statischen Zugversuch; 3. Dr. W. Rimarski, Berlin: a) Experimentelle Untersuchungen zur Frage des Druckes in Hochdruck-Azetylenanlagen, b) Sprengtechnische Versuche mit festem Azetylen; 4. Dr. E. Streb, Berlin: Der Einfluß der Erwärmung des Mundstücks auf das Mischungsverhältnis im Azetylen-Sauerstoff-Brenner; 5. G. Lottner, Berlin: Das Leistungsschaubild von Azetylenherzeugungsanlagen; 6. Dipl.-Ing. E. Sauerbrei, Berlin: Mischungsverhältnis und Flammenform des Saugbrenners bei Druckschwankungen in der Azetylenleitung. Fachgenossen sind zur Teilnahme an der Hauptversammlung herzlich eingeladen.

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen.

(Patentblatt Nr. 33 vom 17. August 1933.)

Kl. 7 a, Gr. 5/01, Sch 97 097. Kontinuierliche Drahtstraße mit elektromotorischen Antrieb. Schloemann A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 15, B 153 719. Verfahren zur Herstellung von Rohren. Josef Beeck, Keyenberg.

Kl. 7 a, Gr. 26/01, K 124 405. Rollenkühlbett. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 b, Gr. 8/01, M 117 109. Vorrichtung zum gleichzeitigen Rundbiegen der beiden geraden Blechstoßkanten von auf Drei- oder Vierwalzenbiegemaschinen gebogenen Rohrschüssen. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 7 b, Gr. 8/01, R 86 383. Verfahren zur absatzweisen Herstellung von Rohren, Hohlkörpern, Rinnen od. dgl. in großen Längen aus Blechstreifen. Ewald Röber, Düsseldorf-Kaiserswerth.

Kl. 18 b, Gr. 4, J 40 839. Verfahren zur Herstellung von Schweißstahl. I.-G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 18 c, Gr. 6/70, B 156 052; Zus. z. Pat. 556 059. Vorrichtung zum Aufrollen von Blechstreifen. Louis Emil Broemel, Völklingen a. d. Saar.

Kl. 18 c, Gr. 8/50, K 98 662. Die Verwendung einer vergüteten Nickel-Chrom-Stahllegierung. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 24 e, Gr. 9, D 64 630. Beschickungsvorrichtung für Gaserzeuger. Demag A.-G., Duisburg.

Kl. 49 c, Gr. 13/01, M 29.30. Antriebsmechanismus für eine fliegende Schere. Morgan Construction Company, Worcester, Mass. (V. St. A.).

Kl. 49 c, Gr. 13/02, D 60 132. Schere zum Schneiden von laufendem Walzgut. Demag A.-G., Duisburg.

Kl. 49 h, Gr. 34/02, K 126 020. Verfahren zur Beseitigung von Lunkern, Riefen, Rissen u. dgl. in Eisen-, Stahl- und Temperguß durch Ausfüllen mit einem leicht schmelzenden Gußeisenstab. Dr.-Ing. Hans Klopstock, Berlin.

Kl. 49 h, Gr. 36/01, T 40 927. Werkstoff zur Herstellung von Schweißstäben für Gußeisen, Temperguß und Stahlguß. Wolf Tischbein, Berlin.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 33 vom 17. August 1933.)

Kl. 84 c, Nr. 1 271 556. Halbwelliges, leichtes Spundwand-eisen. Fried. Krupp A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen a. Niederrhein.

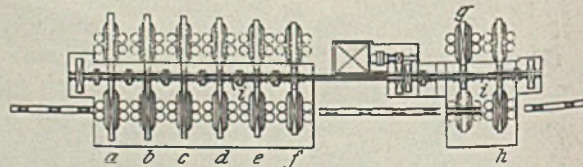
### Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 d, Gr. 2<sub>00</sub>, Nr. 571 882, vom 23. Juli 1926; ausgegeben am 7. März 1933. Schwedische Priorität vom 26. September 1925. Dr. Arved von Vegesack in Munkfors Bruk, Schweden. *Herstellung von Schneidwerkzeugen mit erhöhter Schnitthaltigkeit.*

Hierfür wird ein rostsicherer Stahl mit 0,7 bis 1,1% C, 10 bis 16% Cr und 0,75 bis 2% Mn im gehärteten Zustand verwendet, d. h. man setzt ihn eine bestimmte Zeit einer Härtungstemperatur von etwa 1050° aus und läßt ihn frei an der Luft erkalten; hierauf wird der Stahl angelassen, wobei für viele Zwecke bei verhältnismäßig hohen Temperaturen, wie 400 bis 500°, ein längeres Anlassen zulässig ist.

Kl. 7 a, Gr. 14<sub>03</sub>, Nr. 571 967, vom 28. Juli 1931; ausgegeben am 8. März 1933. Maschinenfabrik Sack G. m. b. H. in Düsseldorf-Rath. *Reduzierwalzwerk.*

Bei dem Walzwerk, besonders für das Reduzieren von Rohren wahlweise auf ein bestimmtes Mindestmaß oder eine beliebige Zwischenstufe, sind hinter einer Reihe ausschaltbarer



Walzgerüste a bis f mit festgelegten Walzensätzen für das Vorwalzen und in einer die Rohrlänge überschreitenden Entfernung zwei seitlich versetzbare Walzgerüste g, h für das Fertigwalzen hintereinander angeordnet, deren Walzensätze auswechselbar eingerichtet sind. Die Walzensätze können um eine seitliche Achse i ausgeschwenkt werden.

Kl. 42 k, Gr. 23<sub>01</sub>, Nr. 572 671, vom 7. Januar 1932; ausgegeben am 20. März 1933. Dr.-Ing. Otto Nieberding in Berlin-Schlachtensee. *Verfahren zur Bestimmung der Härte, besonders an größeren ortsfesten und sperrigen Werkstücken.*

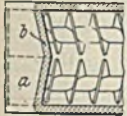
Die sich aus der Einwirkung einer Vor- und Hauptlast ergebende Differenz Eindringtiefe eines kugel- oder kegelförmigen Eindringkörpers wird als Maßwert benutzt; hierbei wird die Vorlast durch das Eigengewicht des Prüfgerätes selbst und die Hauptlast auf dynamischem Wege, z. B. durch das Aufprallen eines Fallhammers, erzeugt.

Kl. 18 b, Gr. 8, Nr. 572 115, vom 15. August 1928; ausgegeben am 10. März 1933. Fried. Krupp Akt.-Ges. Friedrich-Alfred-Hütte in Rheinhausen, Niederrhein (Erfinder: Dr. Hugo Bansen in Rheinhausen [Niederrhein]-Friedersheim und Dr. Karl Löbbecke in Iserlohn, Westf.). *Verfahren zur Behandlung von Eisenbädern in Stahlerzeugungsöfen.*

In das Bad wird Wasser in flüssigem Zustand durch die Badoberfläche vom Gewölbe oder den Seitenwänden her oder auch durch den Boden von der Badsohle aus durch ein Rohr eingespritzt. Die aus dem Bade aufsteigenden brennbaren Zersetzungsgase werden mit zugeführter kalter oder vorgewärmter Luft unmittelbar über der Badoberfläche verbrannt. Das Verfahren kann beim Siemens-Martin-Ofen, aber auch beim Thomas- oder Bessemerverfahren usw. angewendet werden.

Kl. 18 a, Gr. 4<sub>03</sub>, Nr. 572 208, vom 26. Juni 1929; ausgegeben am 13. März 1933. John C. Hopkins in Lakewood (Ohio) und Alfred Osolin in Cleveland (Ohio), V. St. A. *Stichlochstopfmaschine für Hochöfen.*

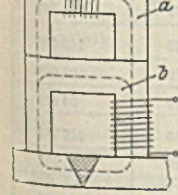
Die Stopfmasse wird mit zwei in einem Gehäuse nebeneinanderliegenden Förderschnecken, und zwar einer rechts- und einer linksgängigen, in das Stichloch gedrückt. Ein Zurücktreiben der Stopfmasse wird durch keilförmige Abschlußstücke zwischen den beiden Schnecken verhindert, wobei die hintere Seite der Abschlußstücke a unmittelbar an der Innenfläche der Trichtervorderwand b ansetzt und die hintere Seitenlinie der Abschlußstücke gleichgerichtet mit den oberen Steigungslinien der gegenläufigen Schnecken verläuft.



Kl. 40 a, Gr. 15<sub>01</sub>, Nr. 572 252, vom 13. Mai 1930; ausgegeben am 13. März 1933. Heraeus-Vacuumschmelze A.-G. und Dr. Wilhelm Rohn in Hanau a. M. *Verfahren zur Entfernung von Verunreinigungen, wie Schwefel, Sauerstoff u. dgl., aus Metallen und Legierungen durch Behandeln mit Wasserstoff in geschmolzenem Zustand.*

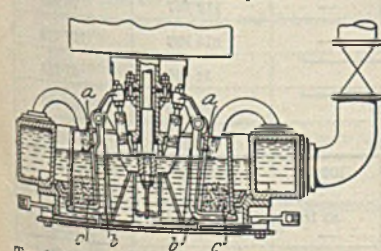
Die flüssigen Metalle und Legierungen läßt man während des Behandeln im Wasserstoffstrom einfrieren und wieder aufschmelzen und wiederholt dieses Verfahren gegebenenfalls mehrfach. Ein Uberschuß an Wasserstoff kann durch eine Nachbehandlung des flüssigen Metalls im Vakuum oder Auswaschen mit einem chemisch trägen Gas, z. B. Stickstoff, beseitigt werden. Zur Vermeidung des Gießens im Vakuum oder in einer Schutzatmosphäre wird das Metall am Ort der Schmelzung erstarren gelassen.

Kl. 42 k, Gr. 20<sub>03</sub>, Nr. 572 288, vom 3. Mai 1930; ausgegeben am 14. März 1933. Siemens-Schuckertwerke A.-G. in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Karl Meller in Berlin-Siemensstadt.) *Materialprüfungsgerät, besonders zur Prüfung von Schweißnähten.*



Die Prüfung geschieht mit einem Magnet, dessen Kraftflußänderungen auf ein Meßgerät übertragen werden. Vor und hinter dem Meßmagnet a sind von diesem isolierte Zusatzmagnete b angeordnet, die ein Ausweichen der Kraftlinien des Meßmagnets in dem zu prüfenden Stoff, z. B. bei einer fehlerhaften Stelle, verhindern, indem sie das Feld des Meßmagnets einengen.

Kl. 7 b, Gr. 5<sub>20</sub>, Nr. 572 352, vom 18. Juni 1932; ausgegeben am 15. März 1933. J. Banning A.-G. und Robert Feldmann in Hamm i. W. *Drahthaspel.*

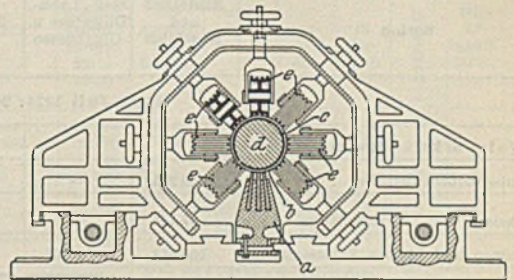


Der Draht wird zu einem Bund zwischen zwei ineinander angeordneten senkrechten Trommeln aufgewickelt, von denen die innere, mit der Antriebswelle verbundene Trommel a mehrere in senkrechten Ebenen schwenkbare

Tragbettel b für den Drahtbund c enthält. Die abwärts gerichteten Schenkel der Tragbettel stehen während des Wickelvorganges mit ihren äußeren verbreiterten Flächen über den äußeren Umfang der inneren Trommel annähernd auf der ganzen Länge der inneren Trommel a um ein solches Maß vor, daß sie eine Berührung des Drahtbundes mit der inneren Trommel verhindern.

Kl. 49 h, Gr. 24, Nr. 572 398, vom 11. Oktober 1930; ausgegeben am 17. März 1933. Karl Breitenbach in Düsseldorf. *Verfahren und Vorrichtung zum Richten und Strecken von Rohren oder ähnlichen hohlen Werkstücken.*

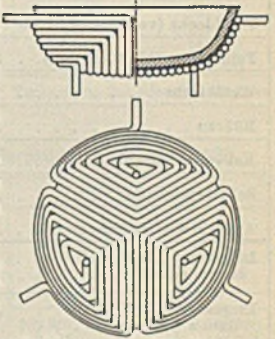
In das auf seiner ganzen Länge auf dem Unterwerkzeug a aufliegende Werkstück b wird ein Innenwerkzeug, bestehend



aus längsgeteiltem Mantel c und diesen auseinanderpressendem kegeligem Dorn d, so eingeführt, daß es aus beiden Werkstückenden herausragt, worauf das Werkstück mit einstellbaren Außenwerkzeugen e gleichzeitig gerichtet und gestreckt wird, die es umfassen und im Verhältnis zu ihm in seiner Längsrichtung beweglich sind.

Kl. 21 h, Gr. 18<sub>03</sub>, Nr. 572 445, vom 29. August 1930; ausgegeben am 15. März 1933. Heraeus-Vacuumschmelze A.-G. und Dr. Wilhelm Rohn in Hanau a. M. *Kernloser Induktionsofen zum Betrieb mit Drehstrom.*

Der Primärstrom durchfließt drei um 120° gegeneinander versetzte, gewölbte Tellerspulen, die der Form des vorzugsweise einen Kugelabschnitt bildenden Schmelzraumes angepaßt sind, und von denen jede symmetrisch zu den beiden anderen angeordnet ist.

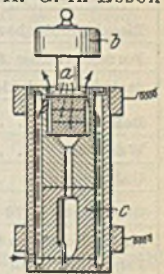


Kl. 48 a, Gr. 1<sub>01</sub>, [Nr. 572 453, vom 9. Februar 1930; ausgegeben am 16. März 1933. Ferdinand Artur Herrmann in Leipzig. *Verfahren zur anodischen Reinigung von Drähten und Bändern aus Eisen oder Stahl in schwefelsauren Elektrolyten.*

Die zu verzinkenden Drähte oder Bänder werden vorher ununterbrochen in einer kalten Schwefelsäurelösung von 35 bis höchstens 250 g/l bei hohen Stromdichten über 20 A/m<sup>2</sup> im Durchzugsbad behandelt.

Kl. 31 c, Gr. 23<sub>03</sub>, Nr. 572 622, vom 9. September 1924; ausgegeben am 20. März 1933. Fried. Krupp A.-G. in Essen (Ruhr). *Einrichtung zum Herstellen von Gußstücken aus Karbiden schwer schmelzbarer Metalle oder Metalloide (z. B. Wolframkarbid) mit beliebigem Kohlenstoffgehalt.*

In dem Schmelzofen ist unmittelbar über dem Schmelzgut a eine Druckvorrichtung b angeordnet, die das flüssige Schmelzgut dem Schmelzvorgang entsprechend selbsttätig in die Gießform c drückt. Zum Ausschalten des Heizstromes sowie gegebenenfalls zum Einschalten eines die Gießform kühlenden Stromes kann die Druckvorrichtung mit einer selbsttätigen Ausschaltvorrichtung versehen werden.



Kl. 31 c, Gr. 18<sub>01</sub>, Nr. 573 023, vom 18. Juni 1930; ausgegeben am 27. März 1933. Vereinigte Stahlwerke A.-G. in Düsseldorf. *Verfahren zum Herstellen von Rohren durch Schleuderguß in Grünsandformen.*

Das Metall wird in die Grünsandform zonenweise, z. B. mit einer axial zur Form bewegten Gießbrinne, eingebracht, nachdem die Form die zur Rohrbildung erforderliche Drehzahl angenommen hat.

Kl. 18 c, Gr. 3<sub>30</sub>, Nr. 573 039, vom 21. April 1928; ausgegeben am 27. März 1933. I.-G. Farbenindustrie A.-G. in Frankfurt a. M. (Erfinder: Dr. Alfred Curs und Dr. Georg Pfeiderer in Ludwigshafen a. Rh.) *Verfahren zur Herstellung von Gegenständen aus Legierungen.*

Die aus Legierungen herzustellenden Gegenstände, besonders dünnwandige, z. B. ein Eisenrohr, werden bis zu einer geringsten Wandstärke durch Hineindiffundieren anderer Metalle, z. B. Chrom, Nickel, Kobalt usw., veredelt, und der unveredelt gebliebene Teil wird auf chemischem Wege, z. B. durch Auflösung mit Salpetersäure, vollständig entfernt.

## Statistisches.

Die Leistung der Walzwerke einschließlich der mit ihnen verbundenen Schmiede- und Preßwerke im Deutschen Reich  
im Juli 1933<sup>1)</sup>. — In Tonnen zu 1000 kg.

Sorten	Rheinland und Westfalen	Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	Schlesien	Nord-, Ost- und Mittel- deutschland	Land Sachsen	Süd- deutschland	Deutsches Reich insgesamt	
	t	t	t	t	t	t	1933 t	1932 t
Monat Juli 1933: 26 Arbeitstage, 1932: 26 Arbeitstage								
A. Walzwerksfertigerzeugnisse								
Eisenbahnoberbaustoffe . . . . .	40 236	—	2 437		6 448		49 121	14 240
Formeisen über 80 mm Höhe . . . . .	17 145	—	7 504		3 700		28 349	19 610
Stabeisen und kleines Formeisen . . . . .	100 563	3 151	5 028	8 125	10 253	6 143	133 263	81 280
Band Eisen . . . . .	30 424	2 496		709			33 629	22 877
Walzdraht . . . . .	51 135	4 735 <sup>2)</sup>		—	— <sup>3)</sup>		55 870	45 502
Universaleisen . . . . .	8 084 <sup>4)</sup>	—	—	—	—	—	8 084	5 877
Grobbleche (4,76 mm und darüber)	22 439	1 748	5 559		22		29 768	17 875
Mittelleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	6 311	811	1 978		261		9 361	13 134
Feinbleche (von über 1 bis unter 3 mm) . . . . .	7 472	5 529	3 608		1 885		18 494	13 567
Feinbleche (von über 0,32 bis 1 mm)	10 401	10 028	5 257			—	25 686	15 959
Feinbleche (bis 0,32 mm) . . . . .	2 302	107		4)	—	—	2 409	1 726
Weißbleche . . . . .	19 404		—	—	—	—	19 404	12 429
Röhren . . . . .	24 262	—	2 454		—		26 716	29 817
Rollendes Eisenbahnzeug . . . . .	6 681	—	311	557			7 549	6 157
Schmiedestücke . . . . .	9 478	922		473	602		11 475	9 062
Andere Fertigerzeugnisse . . . . .	8 521	658			157		9 336	4 539
Insgesamt: Juli 1933 . . . . .	356 648	29 608	14 395	32 848	17 261	17 754	408 514	—
davon geschätzt . . . . .	390	—	—	75	—	750	1 215	—
Insgesamt: Juli 1932 . . . . .	236 196	22 006	10 770	21 210	13 475	10 024	—	313 681
davon geschätzt . . . . .	1 800	—	—	—	—	—	—	1 800
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							18 020	12 065
B. Halbzeug zum Absatz bestimmt . . . . . Juli 1933	34 710	2 010	1 074	1 252	644		39 690	—
Juli 1932	17 386	2 421	2 411	30	140		—	22 388
Januar bis Juli 1933: 175 Arbeitstage, 1932: 176 Arbeitstage								
A. Walzwerksfertigerzeugnisse								
Eisenbahnoberbaustoffe . . . . .	280 779	—	22 382		45 576		348 737	270 940
Formeisen über 80 mm Höhe . . . . .	92 818	—	59 438		20 465		172 721	180 091
Stabeisen und kleines Formeisen . . . . .	515 242	19 652	29 585	61 239	53 138	35 623	714 479	650 091
Band Eisen . . . . .	187 098	12 910		4 425			204 433	143 108
Walzdraht . . . . .	347 717	28 559 <sup>2)</sup>		—	— <sup>3)</sup>		376 276	340 669
Universaleisen . . . . .	39 769 <sup>4)</sup>	—	—	—	—	—	39 769	54 229
Grobbleche (4,76 mm und darüber)	137 313	8 544	28 959		220		175 036	215 234
Mittelleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	43 542	5 726	14 406		1 044		64 718	80 374
Feinbleche (von über 1 bis unter 3 mm) . . . . .	58 998	33 879	18 791		8 023		119 691	96 697
Feinbleche (von über 0,32 bis 1 mm)	67 469	54 944	29 001			—	151 414	103 101
Feinbleche (bis 0,32 mm) . . . . .	13 490	3 895		4)	—	—	17 385	15 109
Weißbleche . . . . .	112 757		—	—	—	—	112 757	78 243
Röhren . . . . .	196 182	—	19 810		—		215 992	157 639
Rollendes Eisenbahnzeug . . . . .	35 216	—	2 269	4 980			42 465	47 519
Schmiedestücke . . . . .	61 047	5 459		3 156	3 857		73 519	60 557
Andere Fertigerzeugnisse . . . . .	51 727	3 908			759		56 392	45 137
Insgesamt: Januar/Juli 1933 . . . . .	2 191 639	176 775	88 130	222 710	103 904	102 626	2 885 784	—
davon geschätzt . . . . .	390	—	—	75	—	750	1 215	—
Insgesamt: Januar/Juli 1932 . . . . .	1 919 796	141 445	93 976	203 033	99 103	82 105	—	2 539 465
davon geschätzt . . . . .	10 400	—	—	—	—	—	—	10 400
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							16 490	14 429
B. Halbzeug zum Absatz bestimmt . . . . . Januar/Juli 1933	261 640	16 073	5 720	9 859	3 099		296 391	—
Januar/Juli 1932	163 444	12 868	5 428	4 076	772		—	186 588

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. — <sup>2)</sup> Einschließlich Süddeutschland und Sachsen. — <sup>3)</sup> Siehe Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen. — <sup>4)</sup> Ohne Schlesien. — <sup>5)</sup> Einschließlich Schlesien und Sachsen.



Die Kohlenförderung im Ruhrgebiet im Juli 1933.

Im Monat Juli wurden insgesamt in 26 Arbeitstagen 6 439 085 t verwertbare Kohle gefördert gegen 6 116 445 t in 24 Arbeitstagen im Juni 1933 und 5 795 567 t in 26 Arbeitstagen im Juli 1932. Arbeitstäglich betrug die Kohlenförderung im Juli 1933 247 657 t gegen 250 469 t im Juni 1933 und 222 906 t im Juli 1932.

Die Kokerzeugung des Ruhrgebietes stellte sich im Juli 1933 auf 1 439 836 t (täglich 46 446 t), im Juni 1933 auf 1 382 118 t (46 071 t) und 1 254 415 t (40 465 t) im Juli 1932. Die Kokereien sind auch Sonntags in Betrieb.

Die Briquettherstellung hat im Juli 1933 insgesamt 230 458 t betragen (arbeitstäglich 8804 t) gegen 206 713 t (8465 t) im Juni 1933 und 228 040 t (8771 t) im Juli 1932.

Die Bestände der Zechen an Kohle, Koks und Preßkohle (das sind Haldenbestände, ferner die in Wagen, Türmen und Kähnen befindlichen, noch nicht versandten Mengen einschließlich Koks und Preßkohle, letzte beiden auf Kohle zurückgerechnet) stellten sich Ende Juli 1933 auf 10,61 Mill. t gegen 10,66 Mill. t Ende Juni 1933. Hierzu kommen noch die Syndikatslager in Höhe von 987 000 t.

Die Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter stellte sich Ende Juli 1933 auf 207 731 gegen 206 765 Ende Juni 1933. Die Zahl der Feierschichten wegen Absatzmangels belief sich im Juli 1933 nach vorläufiger Ermittlung auf rd. 783 000. Das entspricht etwa 3,79 Feierschichten auf 1 Mann der Gesamtbelegschaft.

Die Leistung der Walzwerke im Saargebiet im Juli 1933<sup>1)</sup>.

	Juni 1933	Juli 1933
	t	t
<b>A. Walzwerks-Fertigerzeugnisse:</b>		
Eisenbahnoberbaustoffe . . . . .	10 402	9 180
Formeln (über 80 mm Höhe) . . . . .	15 287	16 152
Stabeisen und kleines Formeln unter 80 mm Höhe . . . . .	38 718	40 986
Bandelsen . . . . .	9 770	10 738
Walzdraht . . . . .	12 770	15 106
Grobbleche und Universaleisen . . . . .	7 440	6 465
Mittel-, Fein- und Weißbleche . . . . .	8 803	8 514
Röhren (gewalzt, nahtlose und geschweißte)	4 760 <sup>2)</sup>	3 617 <sup>2)</sup>
Rollendes Eisenbahnzeug . . . . .	—	—
Schmiedestücke . . . . .	638	583
Anderer Fertigerzeugnisse . . . . .	32	180
<b>Insgesamt</b>	<b>108 320</b>	<b>111 521</b>
<b>B. Halbzeug zum Absatz bestimmt . . . . .</b>	<b>8 326</b>	<b>11 225</b>

<sup>1)</sup> Nach den statistischen Erhebungen der Fachgruppe der Eisen schaffenden Industrie im Saargebiet. — <sup>2)</sup> Zum Teil geschätzt.

Die Rohelsen- und Flußstahlgewinnung des Saargebietes im Juli 1933<sup>1)</sup>.

Rohelisen-gewinnung.

1933	Gießereirohelsen, Gußwaren 1. Schmelzung u. Stahleisen t	Thomasrohelsen (bassisches Verfahren) t	Rohelisen insgesamt t	Hochofen				
				vorhanden	in Betrieb	gedämpft	zum Anblasen fertig	in Ausbesserung
Januar . . . . .	11 000	109 499	121 399	30	18	3	4	5
Februar . . . . .	9 720	91 530	101 250	30	18	3	5	4
März . . . . .	7 810	120 773	128 583	30	18	3	4	5
April . . . . .	12 605	109 694	122 199	30	19	2	4	5
Mal . . . . .	11 260	134 797	146 057	30	19	2	4	5
Juni . . . . .	15 839	111 470	127 309	30	18	2	4	6
Juli . . . . .	9 720	128 071	137 791	30	19	2	4	5

Flußstahlgewinnung.

1933	Rohblöcke			Stahlguß		Flußstahl insgesamt t
	Thomasstahl t	basische Siemens-Martin-Stahl t	Elektrostahl t	basischer und Elektro t	saure t	
Januar . . . . .	89 310	34 100	—	1192	—	124 602
Februar . . . . .	73 293	26 600	—	1061	—	100 954
März . . . . .	105 097	39 466	—	1343	—	145 006
April . . . . .	93 190	29 180	—	1093	—	123 463
Mal . . . . .	118 925	38 689	—	1267	—	158 781
Juni . . . . .	99 720	40 737	—	1041	—	141 498
Juli . . . . .	112 353	40 010	—	1293	—	153 656

<sup>1)</sup> Nach den statistischen Erhebungen der Fachgruppe der Eisen schaffenden Industrie im Saargebiet.

Luxemburgs Rohelsen- und Stahlerzeugung im Juli 1933.

1933	Rohelisenzeugung				Stahlerzeugung			
	Thomas t	Gießerei t	Puddel t	zusammen t	Thomas t	Siemens-Martin t	Elektro t	zusammen t
Januar . . . . .	166 368	—	—	166 368	162 223	—	467	162 690
Februar . . . . .	167 112	—	—	167 112	165 748	—	570	166 318
März . . . . .	177 430	—	—	177 430	175 361	189	555	176 105
April . . . . .	170 253	—	—	170 253	167 509	430	371	168 310
Mal . . . . .	172 285	—	—	172 285	174 020	—	477	174 497
Juni . . . . .	155 697	682	—	156 379	153 486	—	527	154 013
Juli . . . . .	153 039	1250	—	154 289	147 023	—	726	147 729

Frankreichs Rohelsen- und Flußstahlerzeugung im Juni 1933.

	Bessemer- und Puddel-	Gießerei-	Thomas-	Verschiedenes	Insgesamt	Hochofen am 1. des Monats			Bessemer-	Thomas-	Siemens-Martin	Tiegelguß-	Elektro-	Insgesamt	Davon Flußstahl					
						im Feuer	außer Betrieb, im Bau oder in Ausbesserung	Insgesamt								1000 t zu 1000 kg				
																t				
Januar 1933 . . . . .	19	57	390	22	488	82	129	211	5	339	146	—	15	605	12					
Februar . . . . .	11	55	368	13	462	82	129	211	4	330	146	—	15	495	12					
März . . . . .	9	67	422	27	525	85	126	211	5	388	177	—	16	586	14					
April . . . . .	15	76	402	23	516	87	124	211	5	373	161	—	15	554	12					
Mal . . . . .	12	75	444 <sup>1)</sup>	24	555 <sup>1)</sup>	91	120	211	4	411	162 <sup>1)</sup>	—	15	592 <sup>1)</sup>	13					
Juni . . . . .	19	58	446	28	531	92	119	211	4	416	151	—	15	586	13					

<sup>1)</sup> Beachtigte Zahl.

Die Leistung der französischen Walzwerke im Juni 1933<sup>1)</sup>.

	Mal 1933 <sup>2)</sup>	Juni 1933
	in 1000 t	
Halbzeug zum Verkauf . . . . .	112	105
Fertigerzeugnisse aus Fluß- und Schweißstahl . . . . .	426	418
davon:		
Radreifen . . . . .	2	3
Schmiedestücke . . . . .	4	4
Schienen . . . . .	30	29
Schwellen . . . . .	9	8
Laschen und Unterlagsplatten . . . . .	2	2
Träger- und U-Eisen von 80 mm und mehr, Zores- und Spundwandelsen . . . . .	53	55
Walzdraht . . . . .	24	19
Gezogener Draht . . . . .	12	11
Warmgewalztes Bandelsen und Röhrenstreifen . . . . .	20	23
Halbzeug zur Röhrenherstellung . . . . .	6	4
Röhren . . . . .	17	15
Sonderstahl . . . . .	11	10
Handelsstabeisen . . . . .	142	147
Weißbleche . . . . .	10	10
Anderer Bleche unter 5 mm . . . . .	58	56
Bleche von 5 mm und mehr . . . . .	22	20
Universaleisen . . . . .	4	2

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Comité des Forges de France. — <sup>2)</sup> Teilweise beachtigte Zahlen.

Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im Mai 1933<sup>1)</sup>.

	April 1933 <sup>2)</sup>	Mal 1933
	1000 t zu 1000 kg	
<b>Flußstahl:</b>		
Schmiedestücke . . . . .	11,4	12,3
Kesselbleche . . . . .	6,5	6,5
Grobbleche, 3,2 mm und darüber . . . . .	42,8	51,5
Feinbleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt . . . . .	31,0	40,4
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche . . . . .	56,5	71,3
Verzinkte Bleche . . . . .	22,7	29,1
Schienen von 24,8 kg je lfd. m und darüber	29,9	28,4
Schienen unter 24,8 kg je lfd. m . . . . .	6,0	3,8
Rillenschienen für Straßenbahnen . . . . .	3,5	4,7
Schwellen und Laschen . . . . .	3,0	1,9
Formeln, Träger, Stabeisen usw. . . . .	113,1	132,1
Walzdraht . . . . .	26,0	32,2
Bandelsen und Röhrenstreifen, warmgewalzt	22,3	29,2
Blankgewalzte Stahlstreifen . . . . .	5,5	7,4
Federstahl . . . . .	4,9	5,6
<b>Schweißstahl:</b>		
Stabeisen, Formeln usw. . . . .	7,4	9,5
Bandelsen und Streifen für Röhren . . . . .	1,9	2,8
Grob- und Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl . . . . .	—	—

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen der National Federation of Iron and Steel Manufacturers. — <sup>2)</sup> Teilweise beachtigte Zahlen.

**Großbritanniens Rohelsen- und Rohstahlerzeugung im Juli 1933.**

1933	Rohelsen 1000 t zu 1000 kg					Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen
	Hiema- tit-	ba- sisches	Gießerei-	Puddel-	zusammen einschl. sonstiges	
Januar .	75,8	128,0	78,0	8,4	291,2	62
Februar .	72,9	127,6	62,3	10,4	275,1	63
März . .	93,1	151,4	79,3	7,9	337,5	70
April . .	88,7	151,9	71,0	9,8	329,9	69
Mai . . .	86,3	152,0	84,2	11,8	345,3	72
Juni . . .	89,2	161,1	84,1	6,8	351,1	72
Juli . . .	91,2	162,0	74,1	13,4	349,4	69

1933	Rohblöcke und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg				Herstellung an Schweißstahl 1000 t	
	Siemens-Martin-		sonstiges	zu- sammen		
	sauer	basisch				
Januar .	109,3	319,7	22,5	451,5	9,0	12,1
Februar .	115,4	348,6	26,4	490,4	8,9	11,7
März . .	131,2	423,1	32,6	586,9	11,1	15,3
April . .	118,3	376,0	22,6	517,8	8,9	11,4
Mai . . .	139,9	437,9	31,4	609,2	11,7	14,8
Juni . . .	126,2	422,9	28,8	577,9	10,6	14,8
Juli . . .				676,6		

**Spaniens Außenhandel im Jahre 1932<sup>1)</sup>.**

Gegenstand	Einfuhr		Ausfuhr	
	1931 t	1932 t	1931 t	1932 t
Mineralsche Brennstoffe . . . . .	1 032 438	820 069	55	1 098
Koks . . . . .	150 279	81 362	143	104
Briketts . . . . .	16 926	16 187	10	—
Eisenerz . . . . .	2 562	3 302	1 872 877	1 309 726
Manganerz . . . . .	9 469	5 141	5 159	—
Eisen und Eisenwaren aller Art . .	196 194	146 177	2 700	9 678
darunter:				
Rohelsen und Eisenlegierungen . . .	2 995	1 320	—	1 206
Altelsen . . . . .	161 640	127 193	21	2
Rohstahl und Halbzeug . . . . .	10	5	—	—
Stablen . . . . .	5 402	3 847	86	47
Schienen . . . . .	1 425	838	59	7 513
Bleche . . . . .	7 716	3 236	17	7
Weißblech . . . . .	6 209	4 806	112	67
Draht . . . . .	719	565	4	72
Röhren . . . . .	5 087	2 087	93	51
Bandelsen . . . . .	1 192	669	4	11
Achsen und Räder . . . . .	493	122	1 901	621

Von der Eisenerzausfuhr gingen u. a. nach: den Niederlanden 233 485 t, die höchstwahrscheinlich zum großen Teil für Deutschland bestimmt sind, Großbritannien 848 467 t, Deutschland 97 280 t, Frankreich 105 363 t, Italien 1845 t, den Vereinigten Staaten 2475 t und Belgien 19 345 t.

<sup>1)</sup> Nach Comité des Forges de France, Bull. 4226 (1933).

**Wirtschaftliche Rundschau.**

**Rheinisches Braunkohlen-Syndikat, G. m. b. H., Köln.** — Die Verschlechterung der deutschen Wirtschaft setzte sich im abgelaufenen Geschäftsjahr 1932/33 zunächst in unvermindertem Umfang fort. Der Absatz an rheinischen Braunkohlenbriketts erlitt dadurch in den Sommermonaten einen empfindlichen Rückgang; es kann jedoch festgestellt werden, daß ein Stillstand im Absatzrückgang seit dem Herbst 1932 unverkennbar ist. Besonders der Absatz an die Industrie erfuhr gegenüber den gleichen Monaten des Vorjahres seit Oktober 1932 keine Verminderung mehr, vielmehr konnte in einzelnen Monaten ein wenn auch geringes Ansteigen der Absatzzahlen verzeichnet werden. Die sehr erheblichen Ausfälle in der ersten Hälfte des Geschäftsjahres konnten aber im Winterhalbjahr bei weitem nicht ausgeglichen werden. Gemessen an der Schrumpfung der deutschen Wirtschaft in ihrer Gesamtheit, konnte indes der Absatzausfall gegenüber dem Vorjahre auf nur 5,63% beschränkt werden.

Die Kohlenförderung und Brikettherstellung sowie der Absatz an Rohbraunkohle und Briketts entwickelten sich in den beiden letzten Jahren wie folgt:

	1931/32		1932/33	
	t	% ± gegen das Vorjahr	t	% ± gegen das Vorjahr
<b>Rohbraunkohle:</b>				
Förderung . . . . .	41 468 849	— 6,14	39 260 856	— 5,32
Absatz . . . . .	9 620 398	— 14,24	9 573 624	— 0,49
<b>Briketts:</b>				
Herstellung . . . . .	9 756 120	— 3,37	9 112 681	— 6,60
Absatz . . . . .	9 430 615	— 3,91	8 899 308	— 5,63

Die Kohlenförderung des Berichtsjahres hat mithin gegenüber dem Jahre 1931/32 einen weiteren Rückgang um 5,32% erfahren. Gegenüber dem Geschäftsjahre 1929/30, das die höchsten Förderzahlen, die je erreicht wurden, aufweist, beträgt der Rückgang 24,98%. Die Brikettherstellung sank im abgelaufenen Geschäftsjahre gegenüber dem Vorjahre um 6,6%, gegenüber dem Jahre 1929/30, das auch für die Brikettherstellung das beste war, um 24,15%. Auf die Leistungsfähigkeit der Werke des rheinischen Braunkohlenbergbaues bezogen, betrug die Erzeugung im Geschäftsjahr 1932/33 75,85%. Die Werke waren daher auch im Berichtsjahre in erhöhtem Maße zur Einlegung von Feierschichten gezwungen. Der Absatz an Rohbraunkohle ging im Geschäftsjahre 1932/33 um 0,43% zurück. An blasfertigem Braunkohlenstaub wurden 120 228 t abgesetzt. Der Absatz dieses ausschließlich an die Industrie gelieferten Erzeugnisses hat nur einen Rückgang von 6151 t = 4,87% gegenüber dem Vorjahre erfahren. Der Brikettsabsatz sank um 5,63%. Gegenüber dem Höchstabsatz des Jahres 1929/30 betrug der Rückgang 20,34%.

Die Entwicklung des Brikettsabsatzes zeigt **Zahlentafel 1.**

Sowohl beim Hausbrandabsatz als auch beim Absatz an die Industrie sind die Ausfälle nur in der ersten Hälfte des Berichtsjahres eingetreten, während die zweite Hälfte gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres keinen Rückgang mehr brachte. Der

**Zahlentafel 1. Brikettabsatz.**

Briketts	1931/32		1932/33	
	t	% d. Ges.-Abs.	t	% d. Ges.-Abs.
Landabsatz . . . . .	279 854	2,97	269 803	3,03
Eisenbahnabsatz . . . . .	7 004 657	74,27	6 520 551	73,27
Schiffsversand . . . . .	2 146 104	22,76	2 108 954	23,70
<b>Gesamtabsatz . . . . .</b>	<b>9 430 615</b>	<b>100,—</b>	<b>8 899 308</b>	<b>100,—</b>
Davon:				
Industrie . . . . .	1 405 462	14,90	1 263 485	14,20
Hausbrand . . . . .	8 025 153	85,10	7 635 823	85,80

Brikettsabsatz nach dem Auslande, von dem in den früheren Jahren nur Günstiges zu berichten war, wurde im Berichtsjahre von der ganzen Schwere der Maßnahmen des Auslandes gegen die Einfuhr deutscher Erzeugnisse betroffen. Wenn es auch gelungen ist, in einzelnen Ländern den Absatz zu halten, in einem Falle erfreulicherweise sogar zu erhöhen, so wirkten sich doch die Kontingentierung der Briketteinfuhr nach Frankreich, besonders aber die Devisenbestimmungen, die Dänemark und Oesterreich gegen das deutsche Braunkohlenbrikett einfuhrten, in empfindlicher Weise auf die Gesamtausfuhr aus.

Die Verkaufspreise erfuhren im Berichtsjahre keinerlei Veränderung. Auf die Hausbrandpreise wurden wiederum Sommermäßigungen gewährt. Die Sondervergütung auf die geringste Monatsabnahme des Jahres (Gleichmäßigkeitsprämie) betrug wie im Vorjahre 2,50 *ℛℳ* je t. Auch im Berichtsjahre hat sich das Syndikat, und zwar in erhöhtem Umfange, an dem Hilfswerk zur Verbilligung von Brennstoffen für bedürftige Volkskreise beteiligt. Die Verbilligung betrug in Verbindung mit dem Großhandel und der Reichsbahn wiederum 2,60 *ℛℳ* je t. Fernerhin haben die Werke im Landabsatz sowie der Platzhandel zur Verbilligung dieser Lieferungen beigetragen.

Der Versand auf der Eisenbahn wickelte sich ohne nennenswerte Störungen ab. Eine wesentliche Erleichterung ist in der Abfertigung der Kohlensendungen dadurch eingetreten, daß die Reichsbahn seit dem 1. Mai 1932 auf Ausnutzung des vollen Ladegewichtes der Wagen von mehr als 15 t Ladefähigkeit bei Brennstoffen und anderen Massengütern verzichtet. Die Erleichterung gilt einstweilen bis zum 31. Dezember 1933. Die Beförderung der Briketts auf dem Wasserwege wurde im Berichtsjahre durch Eisgang, Kleinwasser und Nebel in erheblichem Umfange gestört. Die in Wesseling umgeschlagenen und auf dem Wasserwege beförderten Mengen an Braunkohlenbriketts erfuhren einen Rückgang von 2 146 104 t auf 2 108 954 t. Hier von wurden zu Berg 1 946 602 t und zu Tal 162 352 t befördert.

**Die Lage des deutschen Maschinenbaues im Juli 1933.** — Eine leichte Geschäftsbelebung bahnt sich jetzt endlich auch im Maschinenbau an. Im Juli hatten die Maschinenfabriken verstärkten Eingang von Anfragen ihrer Inlandskundschaft zu verzeichnen. Zwar litt die Auftragserteilung noch immer stark unter der Unentschlossenheit der Abnehmer und war in den einzelnen

Zweigen der Maschinenindustrie sehr wenig einheitlich. Immerhin aber ist ein Ansteigen der Inlandsbestellungen nicht nur durch unmittelbare Aufträge auf Grund des Arbeitsbeschaffungsplanes der Reichsregierung, sondern auch von privaten Bestellern zu bemerken. Nicht unerheblich wirkten dabei auch Saisoneinflüsse mit, so im Landmaschinengeschäft und bei Nahrungs- und Genußmittelmotoren. Lebhafter war das Geschäft ferner in Maschinen und Apparaten für die chemische Industrie und in Verbrennungsmotoren. Auftragsrückgänge waren dagegen z. B. in mechanischen Fördermitteln zu verzeichnen. Das Auslands-geschäft ist aus den bekannten Gründen noch immer sehr schlecht. Nur vereinzelt sind größere Abschlüsse gemeldet worden.

Infolge der langsam fortschreitenden Geschäftsbelebung im Inland konnten neue Einstellungen von Arbeitskräften vorgenommen werden, die sich in den letzten Monaten durchschnittlich auf je 2 bis 3% der Belegschaft beliefen. Trotz alledem betrug der Beschäftigungsgrad der Maschinenindustrie Ende Juli noch immer erst knapp 35%.

**United States Steel Corporation.** — Der Abschluß der United States Steel Corporation weist für das zweite Vierteljahr 1933 einen Gewinn von 4 881 554 \$ gegenüber einem Verlust von 3 795 473 \$ im ersten Vierteljahr 1933 auf. Nach Verrechnung der Zuweisungen an den Erneuerungs- und Tilgungsbestand, der Abschreibungen sowie der Vierteljahreszinsen für die eigenen Schuldverschreibungen einschließlich der Aufwendungen für die Eisenerzgruben und Versandanlagen an den Großen Seen sowie sonstiger Sonderausgaben ergibt sich ein Verlust von 8 627 367 \$ gegen 16 730 271 \$ im ersten Vierteljahr 1933. Auf die Vorzugsaktien wird wie im Vorvierteljahr wieder  $\frac{1}{2}$  % = 1 801 405 \$ verteilt, so daß der Gesamtverlust 10 428 772 \$ beträgt.

\* \* \*

Der Auftragsbestand des Stahltrustes nahm im Juni gegenüber dem Vormonat um 179 686 t zu. Am Monatschlusse standen 2 140 378 t unerledigte Aufträge zu Buch gegen 1 960 692 t Ende Mai und 2 067 324 t Ende Juni 1932.

**Iseder Hütte, Groß-Ilse.** — Im Geschäftsjahr 1932 setzte sich der Rückgang des Eisenverbrauchs fort. Hatte schon das Jahr 1931 in den Werkerzeugnissen einen Rückgang von beinahe 60% gegenüber dem Vorjahre gebracht, so betrug im Jahre 1932 der Rückgang gegenüber dem Jahre 1931 weitere etwa 30%. Die Beschäftigung ist damit auf ein Fünftel der Leistung im Jahre 1928 herabgedrückt worden. In den letzten 45 Jahren waren so geringe Erzeugungszahlen wie 1932 nicht zu verzeichnen. Die Maßnahmen, die getroffen wurden, um der Krise zu begegnen, haben sich im Berichtsjahre weitgehend ausgewirkt. Dies ergibt sich schon daraus, daß der Betriebsverlust (ohne Abschreibungen) im Jahre 1932 trotz des starken weiteren Erzeugungsrückganges von rd. 30% nur einen Bruchteil des vorjährigen Betriebsverlustes ausmacht. Als mit dem Herbstbeginn die Aufträge auf Walzeisen wieder auf ein Mindestmaß zurückgingen, richtete die Werksleitung einen unterbrochenen Betrieb ein, so daß Wochen stärkerer Erzeugung mit einigen Wochen Betriebsstillstand abwechselten. Dieses Verfahren hat sich als wirtschaftlich vorteilhaft für Werk und Belegschaft erwiesen. Der bisherige Verlauf des Geschäftsjahres 1933 brachte im Vergleich zum Vorjahre eine leichte Besserung des Absatzes.

Es wurden in Bülten 140 100 t, in Lengede 142 190 t und in Dörnten und Kniestedt 52 284 t Erze gewonnen.

In Groß-Ilse standen im Jahre 1932 zwei Oefen zehn Monate im Feuer. Zwei Monate lang war das Hochofenwerk infolge der im Herbst eingeführten unterbrochenen Betriebsweise stillgelegt. Es wurden 111 679 t Roheisen gegen 167 990 t im Jahre 1931 erzeugt, je Tag und Hochofen 186,1 t gegen 250,4 t im Jahre 1931. Die Walzwerke hatten eine Erzeugung von 97 689 t gegen 136 638 t im Vorjahre. Einschließlich des eigenen Verbranches gelangten zur Versendung an Walzwerkserzeugnissen 107 982 t gegen 165 586 t im Vorjahre, an Phosphatmehl 43 073 t gegen 46 854 t im Vorjahre. Von den Walzwerkserzeugnissen gingen 7735 t ins Ausland gegen 49 516 t im Jahre 1931. Unsere Kohlenzeche „Friedrich der Große“ förderte im Jahre 1932 553 076 t Kohle gegen 636 984 t im Vorjahre. Die Erzeugung an Koks betrug 50 790 t gegen 74 296 t im Vorjahre.

Die steuerlichen und sozialen Lasten betrug im ganzen 4 003 167,27 *RM.*, das sind 9,40% des Aktienkapitals und 37,39 *RM.* je t versandter Walzwerkserzeugnisse.

Die Zahl der in sämtlichen Werken beschäftigten Angestellten und Arbeiter betrug im Jahre 1932 durchschnittlich 4366 gegen 5516 im Vorjahre, am Ende des Jahres nur 3962.

Im Jahre 1933 konnten wir Neueinstellungen wieder vornehmen, so daß sich die Zahl auf 4669 erhöht hat.

Die Gewinn- und Verlustrechnung für 1932 schließt mit einem Verlust von 4 511 942,60 *RM.* ab (nach Abschreibungen in Höhe von 3 336 699,47 *RM.*). Der Verlust wird getilgt durch Heranziehung des Gewinnvortrages aus 1931 in Höhe von 4996,67 *RM.*, ferner durch Heranziehung der durch Einziehung der Vorzugsaktien freiwerdenden 50 000 *RM.* aus der gesetzlichen Rücklage, die nach dieser Kürzung immer noch 10% des Grundkapitals ausmacht, und durch Entnahme aus der Krisenrücklage von 4 456 945,96 *RM.*

**Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke, A.-G., Völklingen-Saar.** — Die Beschäftigung der verschiedenen Betriebsabteilungen zeigen die nachstehenden Zahlen:

	1930 t	1931 t	1932 t
Kokserzeugung . . . . .	453 522	375 233	355 375
Roheisenerzeugung . . . . .	482 737	445 300	444 200
Thomasstahlgewinnung . . . . .	382 141	334 573	368 799
Herstellung an Fertigerzeugnissen . . . . .	325 140	291 327	264 444

Die Beschäftigung in Deutschland war in allen Verbands-erzeugnissen weiter stark rückläufig; es betrug die Ausnutzung der Quoten in den deutschen Verbänden in Prozent der Beteiligung:

	1930 %	1931 %	1932 %
Halbzeug . . . . .	68,5	57,2	16,35
Oberbauzeug . . . . .	51,5	44,5	23,21
Formeisen . . . . .	75,2	47,5	19,87
A-Produkte . . . . .	62,0	48,3	20,71
Stabeisen . . . . .	51,0	35,4	16,9
Bandeisen . . . . .	35,8	27,7	23,1
Walzdraht . . . . .	45,3	49,3	40,4

Der Gesamtumsatz des Werkes belief sich auf 32 235 528 *RM.* gegenüber 40 583 220 *RM.* in 1931. Der Rückgang gegen das Vorjahr beträgt also 20,57%.

Beschäftigt wurden im Jahresdurchschnitt 1932 4544 Arbeiter, 141 Meister und 480 Angestellte.

Der Abschluß einschließlich 3 094 123 Fr Gewinnvortrag insgesamt 29 180 664 Fr Betriebsüberschuß auf. Nach Abzug von 14 906 423 Fr Unkosten und 10 649 178 Fr Abschreibungen verbleibt ein Reingewinn von 3 625 062 Fr, der auf neue Rechnung vorgetragen wird.

Auch beim Edelmetallwerk Röchling, Aktiengesellschaft, Völklingen-Saar, brachte das Jahr 1932 keine Besserung in der allgemeinen wirtschaftlichen Lage. Trotzdem konnte durch Ausbau des Erzeugungsplanes die Gesamtproduktion auf der Höhe des Vorjahres gehalten werden, wie aus nachstehenden Zahlen hervorgeht:

	1930 t	1931 t	1932 t
Stahl (Siemens-Martin- und Elektrostaht) . . . . .	76 764	95 695	96 305
Walz- und Schmiederzeugnisse . . . . .	64 853	68 790	71 527

Das Jahr schließt mit einem Gewinn von 17 616,69 franz. Fr ab, der zuzüglich des Gewinnvortrages aus 1931 von 58 134,94 franz. Fr auf neue Rechnung vorgetragen wird.

**Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke, Aktiengesellschaft, Gleiwitz.** — Der Rückgang der Geschäftslage hat sich im Jahre 1931/32 wesentlich verschärft, wie nachfolgende Uebersicht erkennen läßt:

	1929/30 t	1930/31 t	1931/32 t
Steinkohlen . . . . .	776 447	662 585	648 865
Koks . . . . .	374 044	205 238	189 856
Roheisen und Ferromangan . . . . .	110 785	66 077	29 747
Robstaht . . . . .	305 561	244 262	168 094
Walzwerkserzeugnisse . . . . .	219 122	196 808	128 390
Drahtwaren einschließlich Material zur Weiterverarbeitung . . . . .	145 514	123 042	102 382

Der Gesamtabsatz der Werkstättenbetriebe blieb wertmäßig um etwa 9% hinter den Zahlen des Vorjahres zurück. Er erhöhte sich aber um den zusätzlichen Absatz, der im September 1931 neu hinzugekommenen Betriebe der Gleiwitzer Hütte und Malapano auf rd. 12 770 000 *RM.* Die Zahl der bei der Gesellschaft beschäftigten Arbeiter und Angestellten ist weiter zurückgegangen; sie betrug am 30. September 1932 noch 8821.

Die Gewinn- und Verlustrechnung schließt mit einem Verlust von 1 044 216,75 *RM.*, der auf neue Rechnung vorgetragen wird.

## Buchbesprechungen.

**Tammann, Gustav, Göttingen:** Der Glaszustand. Mit 86 Abb. im Text. Leipzig: Leopold Voss 1933. (123 S.) 8°. 8,70 *R.M.*

Der Verfasser gibt in seiner Schrift eine Zusammenfassung der großen Zahl von Arbeiten, die im physikalisch-chemischen Institut zu Göttingen in den Jahren 1927 bis 1930 durchgeführt worden sind und die sich an frühere Arbeiten anschließen, deren Ergebnisse im Buch „Aggregatzustände“ des gleichen Verfassers<sup>1)</sup> wiedergegeben sind. Gegenstand dieser Untersuchungen war die Klarstellung der Bedingungen, unter denen sich Stoffe aus dem schmelzflüssigen Zustande in den glasigen Zustand überführen lassen und die eingehende Bestimmung der Eigenschaften dieser Gläser. Wenn somit die Fülle der mitgeteilten Beobachtungen auch auf einem Gebiete gewonnen sind, das dem Eisenhüttenmann ferner liegt — für die Metalle und Legierungen und auch fast ausnahmslos für die Schlacken der metallurgischen Verfahren ist bei ihren hohen Kristallisationsvermögen eine Unterkühlung zum glasigen Zustande praktisch ohne Bedeutung —, so wird aber auch ihm das Studium der kleinen Schrift Belehrung und Anregung bieten. Hat sich doch Tammann bei diesen Untersuchungen sehr eingehend auch mit den Kristallisationsvorgängen auseinandergesetzt. Welche Bedeutung diese grundlegenden Feststellungen und Erkenntnisse Tammanns, die an unterkühlten Stoffen gewonnen worden sind, auch für die Erstarrung flüssigen Eisens, ja vielleicht auch für die Ausscheidungs Vorgänge aus übersättigten festen Lösungen haben, darf heute bereits als Allgemeingut des Wissens der Stahlwerker gelten.

Die Zusammenstellung der Eigenschaften der glasigen Stoffe, besonders die klare Hervorhebung der grundsätzlichen Abweichungen vom Verhalten der kristallinen Stoffe, gibt auch dem Metallkundler manchen belehrenden Aufschluß und reizvollen Ausblick, so daß auch ihm eine Beschäftigung mit dem Inhalte dieses Büchleins dringend empfohlen wird. *Friedrich Körber.*

**Chemie-Ingenieur, Der.** Ein Handbuch der physikalischen Arbeitsmethoden in chemischen und verwandten Industriebetrieben. Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgenossen hrsg. von A. Eucken, Göttingen, und M. Jakob, Berlin, mit einem Geleitwort von F. Haber, Berlin-Dahlem. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 8°.

Bd. 1: Physikalische Arbeitsprozesse des Betriebes.

T. 1. Jakob, M., und S. Erk: Hydrodynamische Materialbewegung. Wärmeschutz und Wärmeaustausch. Hrsg. von M. Jakob. Mit 287 Fig. im Text. 1933. (XIX, 539 S.) 52 *R.M.*, geb. 54 *R.M.*

Das vorliegende Buch wendet sich zwar dem Titel nach in erster Linie an den Chemie-Ingenieur, aber ein näheres Studium zeigt, daß es genau so gut für den Eisenhüttenmann geeignet ist. Die Namen der Verfasser sind durch eine Reihe experimenteller und theoretischer Arbeiten bekannt geworden, die sich neben ihrem wissenschaftlichen Rang durch einen hohen Grad von Klarheit und Genauigkeit der Gedankengänge auszeichnen. Bekanntlich ist es viel leichter, eine physikalische und mathematische Frage in rein mathematischer Sprache darzustellen als in Worten, mit denen man in überzeugender Weise die inneren Zusammenhänge darlegen muß. Man kann wohl so weit gehen, zu sagen, daß eine wirklich tiefgehende Darlegung der Zusammenhänge in dieser Weise nur Forschern möglich ist, die nicht in, sondern über den Dingen stehen und deshalb eine besonders weite Einsicht in sie besitzen. Von diesem Gesichtspunkte verdient besondere Beachtung der Satz im Vorwort der Verfasser, „es mußte genügen, den Gedankengang darzulegen (vielfach natürlich in mathematischer Sprache), der zu dem betreffenden Ergebnis führt“. Die hierauf bezüglichen Abschnitte des Buches zeigen nun, daß diese nach dem Vorangegangenen schwierige Aufgabe mit vollendeter Meisterschaft gelöst worden ist. Es ist zu bedauern, daß die Verfasser von dieser Meisterschaft in der Kunst der Darstellung schwieriger mathematisch-physikalischer Zusammenhänge nicht noch umfassender Gebrauch gemacht haben. Aber der Umfang des Buches wäre dann zweifellos zu groß und seine Eigenart im nicht gewollten Sinne verändert worden.

Auch die praktischen Abschnitte des Buches sind ein Beispiel ausgezeichneter Darstellungskunst: Es ist keine Mühe gescheut worden, um dem Ingenieur wirklich das zu bringen, was er braucht. Als Beispiel hierzu sei die Angabe der Widerstandsbeiwerte in Rohrkrümmern verschiedener Form erwähnt, bei der Skizzen und Lichtbilder des Strömungsverlaufes schnelle, weitgehende Unter- richtung ermöglichen. Auch die umfangreichen Kurvenblätter und Zahlentafeln über Stoffwerte sind hierzu zu nennen.

Die Hauptabschnitte des Buches sind: Hydrodynamische Materialbewegung (allgemeine hydrodynamische Grundlagen, Zähigkeit, Förderung homogener und inhomogener Stoffe),

Wärmeschutz und Wärmeaustausch (allgemeine Grundlagen, die wichtigsten Stoffeigenschaften, Wärmeschutz, Wärmeübertragung). Da die Verfasser auf dem Gebiete des Wärmeübergangs ganz besonders zu Hause sind, so erübrigt es sich, nach dem vorangegangenen zu diesen Abschnitten noch etwas zu sagen.

Das Buch wird jedem Eisenhüttenmann, der neben metallurgischen Fragen auch seine anderen Arbeitsgebiete wissenschaftlich bearbeiten will, ein hervorragender Ratgeber und Helfer sein. *Alfred Schack.*

**Grützner, A., Dipl.-Ing., Oberregierungsrat und Mitglied des Reichspatentamtes:** Eisen- und Stahllegierungen. Patentsammlung, geordnet nach Legierungssystemen. Zugleich Anhang zur „Metallurgie des Eisens“ in Gmelins „Handbuch der anorganischen Chemie“, 8., völlig neu bearb. Aufl., hrsg. von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Berlin: Verlag Chemie, G. m. b. H., 1932. (4 Bl., 308 S.) 4°. 32 *R.M.*

Das Buch enthält eine Zusammenstellung aller Patente über Eisen- und Stahllegierungen, die in den Jahren 1880 bis März 1932 in Deutschland, Frankreich, Oesterreich, der Schweiz und den Vereinigten Staaten von Nordamerika erteilt worden sind. Wenn man die durchaus zulässige Aussage macht, daß die in den übrigen Ländern erteilten Patente stets irgendwie sachlich in den Patenten eines der berücksichtigten Länder wiederzukehren pflegen, so haben wir in dem Buch eine vollständige und lückenlose Sammlung aller Legierungspatente von Eisen und Stahl vor uns.

Ueber 10 000 Legierungen berücksichtigt das Werk, ein Zeichen für die gewaltige Forschungstätigkeit, die auf legierungstechnischem Gebiete in den letzten Jahrzehnten geleistet worden ist. Die riesige Zahl mag aber auch Gedanken darüber hervorlocken, ob nicht unsere heutige Patentgesetzgebung in mancher Hinsicht abänderungsbedürftig ist. Denn bei genauer Durchsicht der vielen patentierten Legierungen kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß viele Patente nur angemeldet worden sind, um ein Gebiet möglichst weitgehend abzuriegeln oder gar bestehende Patente durch Hinzufügung mehr oder weniger wirkungsloser Legierungselemente zu umgehen.

Diese große Fülle von Legierungen in eine solche Form einzugliedern, daß eine gute Uebersichtlichkeit und leichte Möglichkeit, sich zurechtzufinden, gewahrt blieb, war nicht leicht. Mit tiefster Gründlichkeit hat der Verfasser seine Aufgabe angefaßt und in ausgezeichneter Weise gelöst.

Die gewählte tabellarische Form, in der in der ersten Abteilung die Zusammensetzungen der Legierungen in Gewichtsprozenten, in der zweiten die Eigenschaften und die Verwendungszwecke, in der dritten schließlich die Patentanmelder, die genaue Bezeichnung der Patentschrift und das Jahr der Anmeldung angegeben sind, erfüllt den Zweck der Uebersichtlichkeit ausgezeichnet. Diese wird noch erhöht durch die Systematik des Aufbaues, die der Verfasser gewählt hat. Er geht von der Zusammensetzung der Legierung aus. Die Gliederung erfolgt in alphabetischer Reihenfolge nach den einzelnen Legierungselementen, die die Legierungssysteme bilden, und zwar ist, um die Einfachheit zu gewährleisten, bei der Bildung der Legierungssysteme davon abgesehen worden, Eisen und Kohlenstoff, die ja in allen Legierungen vorhanden sind, zu berücksichtigen. Ebenso wenig sind die Elemente Mangan und Silizium unterhalb 0,5% und Phosphor und Schwefel unterhalb 0,05% für den systematischen Aufbau hinzugezogen worden, da ja auch sie in diesen Gehalten kaum als wesentlich beeinflussende Zusatzstoffe anzusprechen sind.

Durch die sehr gründliche Systembildung der Legierungsbestandteile hat es der Verfasser erreicht, daß sich bei voller Wahrung der Uebersichtlichkeit die Auswertung der Patentschriften nicht nur auf das in den Ansprüchen zum Ausdruck kommende Patentbegehren erstreckt, sondern auch auf das, was in der Beschreibung über den Rahmen der Ansprüche hinaus als zum Erfindungsgegenstande gehörend bezeichnet wird.

Das Buch füllt eine beträchtliche Lücke in unserem Schrifttum aus, die bisher als sehr störend empfunden werden mußte. Sein Erscheinen wird von allen Fachleuten außerordentlich begrüßt werden, nicht zuletzt von dem Werkstoffforscher, der bisher auf das mühselige und zeitraubende Studium der Patentschriften aller Länder und der verschiedensten Zeitschriften angewiesen war.

Ein Hinweis, der bei einer Neuauflage berücksichtigt werden könnte, sei gegeben: Das Buch sollte durch eine Auswertung nach dem Verwendungszwecke erweitert werden. Das könnte leicht durch ein Sachverzeichnis geschehen, das alle Stahllegierungen zusammenstellt, die für einen ganz bestimmten Zweck besonders geeignet sind, also zum Beispiel „hitzebeständige Stähle“ oder „Dauermagnetstähle“ usw. Dadurch würde das Werk, besonders für den Werkstoffforscher, noch an Wert gewinnen.

*Walter Schneider.*

<sup>1)</sup> 2. Aufl. Leipzig: Leopold Voss 1923.