

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

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

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

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

HEFT 34

20. AUGUST 1942

62. JAHRGANG

Güteverbesserung des oberschlesischen Hochofenkokes.

Von Wilhelm Stumpe in Bobrek-Karf.

[Bericht Nr. 85 des Kokereiausschusses*].

(Klärung der Verkokungsvorgänge und der Verkokungsbedingungen für oberschlesische Steinkohlen. Schwelkoks als Magerungsmittel und sein Einfluß auf die Koksgüte. Verkokungsvorgänge beim Einsatz von Schwelkoks in der Kohlenmischung. Einfluß der Kohlenvorbereitung, der Verkokungsbedingungen und der Koksauflbereitung auf die Eigenschaften von oberschlesischem Hochofenkoks.)

Wenige Jahre nach dem Weltkriege machte die nach der polnischen Grenzziehung in Westoberschlesien verbliebene Eisenhüttenindustrie, und zwar besonders die Roheisenerzeugung, ihre ernsteste und entscheidendste Krise durch. In der Fülle und der Bedeutung der seinerzeit aufgeworfenen Fragen war eine der brennendsten die Güte des verhütteten Hochofenkokes.

Leistung zu bauen oder ihren Hochofenbetrieb überhaupt stillzulegen; denn für Hochöfen größerer Leistung war der bisher verwendete Koks nicht mehr geeignet. Die Koksfrage mußte also im ehemaligen Westoberschlesien gelöst werden und wurde gelöst.

Während in den anderen Kohlengebieten durch die hervorragenden Verkokungseigenschaften der Kohlen die technische Fortentwicklung der Kokereien im wesentlichen durch wirtschaftliche Beweggründe beeinflußt war, mußten die westoberschlesischen Kokereien durch wissenschaftliche Klärung der Verkokungsvorgängenach einer Vervollkommnung der Verkokungsbedingungen und damit der Koksbeschaffenheit streben.

Für die Güte eines Kokes werden entscheidend sein: Die Verkokungseigenschaften der Kohle und der Kohlenmischungen; ferner Bauart und Betriebszustand der Koksöfen und jene Einrichtungen, die eine Einflußnahme auf die Verkokungsbedingungen

Zahlentafel 1. Gütezahlen für oberschlesischen Hochofenkoks (Julienhütte).

	Früher	Heute		
	bis etwa 1932	Forderung des Hochofens		Anlieferung seit Neubau der Kokerei (1940)
Wasser %	6 bis 15	4		2 bis 5
Asche %	11 bis 13	unter 10		12 bis 13
Schwefel %	bis 1,1	unter 0,9		1,2
Phosphor %	0,01	0,015		0,02
Flüchtige Bestandteile bei 900° %	bis 3,5	unter 2		1,5
Reaktionsfähigkeit bei 900° %	70 bis 80	leicht verbrennlich		60 bis 70
Körnung als Hochofenkoks mm	Handgabelung > 70 (bis 1938)	in 2 Sorten: a) > 70, b) 40 bis 70		50 bis 90 in 2 Sorten ab Mai 1942
Raumgewicht: Trockenkoks (ermittelt im 20-t-Wagen) kg/m ³	540 bis 580	möglichst gering		515
Trommelwerte:	aus backender Gaskohle	Mittelwert	Mindestwert	je nach Garungszeit
über 40 mm Festigkeit . %	18 bis 35	60	55	57 bis 65
20 bis 40 mm %	45 bis 47	29	30	28 bis 24
10 bis 20 mm %	12 bis 8	3	5	5 bis 3
unter 10 mm Abrieb . . %	25 bis 10	8	10	10 bis 8

In der Zahlentafel 1 geben die Kennzahlen, besonders die Trommelwerte, ermittelt in der seit 12 Jahren in Oberschlesien vereinheitlichten Trommel¹⁾, die übrigens der im Normenentwurf vorgesehenen (DIN DVM 3702) fast entspricht, einen Begriff von den damals bestehenden Betriebsverhältnissen. Die Roheisenerzeugung eines Hochofens betrug damals 90 t/Tag. Aus wirtschaftlichen Gründen waren jedoch nach dem Weltkriege die Hochofenwerke gezwungen, entweder Hochöfen mit größerer und besserer

ermöglichen, und schließlich die Aufbereitung des erzeugten Kokes.

Das oberschlesische Steinkohlenbecken (Bild 1) führt nur in beschränktem Umfange backende Kohlen. Während am westlichen Rande des Beckens die geologisch ältesten Schichten, die Randgruppe, anstehen und eine gute Kokskohle führen, nimmt die backfähige Kohle nach dem Osten zu immer mehr ab und geht schließlich in nicht-backende Kohle über. Zahlentafel 2 gibt eine kokereitechnisch aufgeteilte Uebersicht des oberschlesischen Kohlenvorkommens.

Die folgenden Ausführungen über die Kohlenbeschaffenheit werden im wesentlichen die Verhältnisse der Kokerei Julienhütte in Bobrek-Karf behandeln, die mit Ausnahme

*) Vorgetragen vor dem Fachausschuß Kokerei der Eisenhütte Oberschlesien in Gleiwitz am 19. November 1941. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Stumpe, W.: Z. oberschles. berg- u. hüttenm. Ver. 67 (1930) S. 471/74; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1441.

der Sandkohlen Kohlen aus allen Flözgruppen verkocht und demnach annähernd einen Querschnitt durch die kokereitechnischen Verhältnisse des oberschlesischen Kohlengebiets geben.

Die oberschlesischen Kohlen sind Streifenkohlen, die im wesentlichen aus Glanz- und Mattkohlen bestehen und je nach der geologischen Entstehung sehr unterschiedlich verteilt sein können. Während die Glanzkohle bei den backenden Gaskohlen und gasreichen Koks kohlen ein gutes Schmelzvermögen zeigt, hat reine Mattkohle keine besondere Backfähigkeit. In welchem Umfange Glanz- und Mattkohlen ein gänzlich verschiedenes Verkokungsverhalten zeigen, ist aus *Zahlentafel 3* zu ersehen. Faserkohlen sind in diesen Kohlenflözen kaum vorhanden. Die Koksbildung aus den oberschlesischen backenden Kohlen ist nur durch die Mischung von Glanz- und Mattkohlen möglich. Da aber die Glanz- und Mattkohlenanteile in der anstehenden Kohle verschieden sind, werden die angelieferten Kohlen in ihren verkokungstechnischen Eigenschaften wechseln.

Bei Streifenkohlen wird nicht nur das natürliche Mischungsverhältnis in der anstehenden Kohle beeinflusst, sondern das in der angelieferten Kohle wird noch durch den Abbau und durch die Aufbereitung infolge der verschiedenen Kohlenhärte (mürbe Glanzkohle, harte Mattkohle) zusätzlich verändert. Diese im wesentlichen petrographisch bedingten Ursachen der schwankenden Güte der angelieferten Kohlen sind nach dem heutigen Stande der Technik noch nicht zu beseitigen. Sie müssen und können auch bis zu einem gewissen Grade verkokungstechnisch aufgefangen werden.

Die Trommelwerte des Kokes aus reinen Pochhammer- und Andreaskohlen (*Zahlentafel 2*) zeigen, daß man aus diesen Kohlen keinen brauchbaren Hochofenkoks für neuzeitliche Hochöfen erzeugen kann. Der Koks hat entweder eine zu geringe Festigkeit, oder er ist zu abreiblich. Das einfachste Mittel wäre, etwa 30 bis 50 % hochwertige Koks kohlen zuzumischen, wie es die Kokerei Julenhütte vor 10 bis 15 Jahren durch den Zusatz von Ostrauer und Gleiwitzer Kohlen zur Pochhammerkohle getan hat. Dieses Verfahren scheidet aber wegen der Kosten und heute auch wegen des Mangels an hochwertigen Koks kohlen praktisch aus.

Nachdem im ehemaligen Westoberschlesien ab 1928 mit dem Neubau von Großbrauöfen begonnen wurde, wobei bereits den besonderen Verkokungsbedingungen der oberschlesischen Kohlen mehr als bisher Rechnung getragen werden konnte, wirkten sich etwa ab 1931 die bahnbrechenden Untersuchungen von P. Damm²⁾ über das verkokungs-

technische Verhalten der oberschlesischen Kohlen auf die Verbesserung der Koks güte recht befruchtend aus. Danach wird jede Koks kohle nur dann den bestmöglichen Koks ergeben, wenn entsprechend ihrer „spezifischen Verkokungseigenschaften“ ganz bestimmte Verkokungsbedingungen eingehalten werden.

Die Grundbedingung für die Koks bildung ist das Schmelzvermögen (die Backfähigkeit) der Kohlen. Dieses ist abhängig von der Art des Bitumens. Das Oelbitumen ist der Träger der Backfähigkeit, das Festbitumen im wesentlichen der Träger des Treibvermögens³⁾. Für die Koks bildung am günstigsten ist es, wenn die Zersetzung des Festbitumens mit der Verdampfung des Oelbitumens in

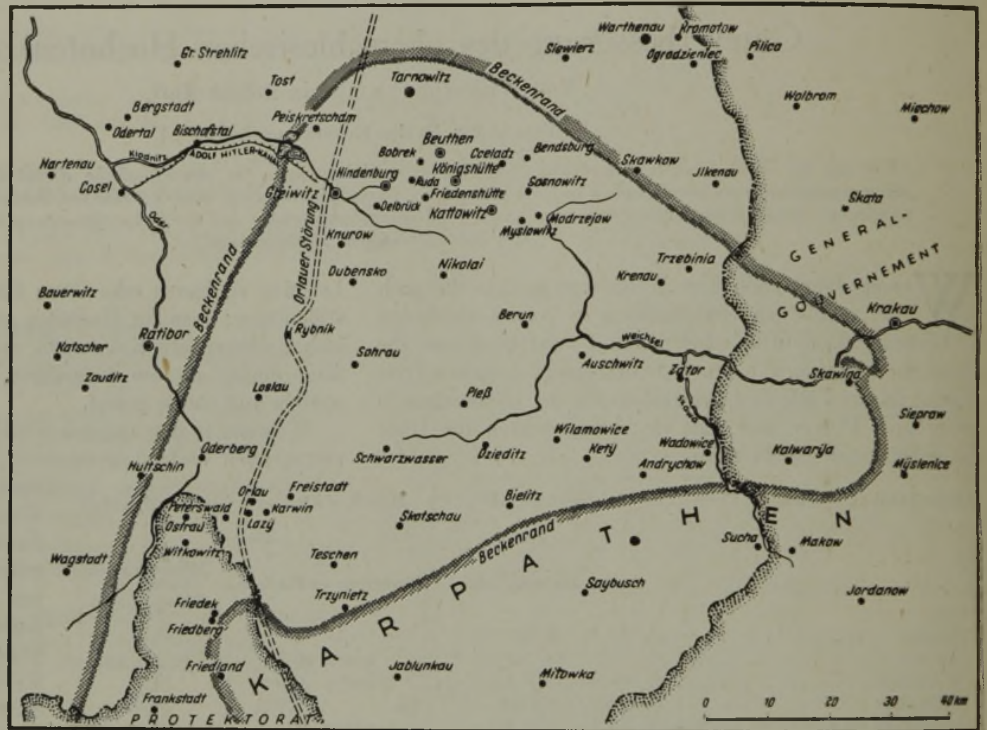


Bild 1. Das oberschlesische Steinkohlenbecken.

einer Temperaturzone von 350 bis 450° zusammenfällt. Es kann kein Koks gebildet werden, wenn, wie es bei jüngeren Kohlen der Fall ist, sich das Festbitumen zersetzt, bevor das Oelbitumen verdampft, oder wenn, wie bei den ältesten anthrazitischen Kohlen, das Oelbitumen verdampft, bevor sich das Festbitumen zersetzt.

Zu den wichtigsten verkokungstechnischen Eigenschaften der Kohle zählt der Entgasungsverlauf während der Erhitzung. Darunter versteht man die Menge der flüchtigen Bestandteile, die in den einzelnen Temperaturzonen: der Vorentgasungszone, der Erweichungszone und der Nachentgasungszone, abgespalten werden. Aus *Zahlentafel 4* ist der Entgasungsverlauf einiger Kohlen zu ersehen. Für die Koks bildung am günstigsten ist es, wenn die Gasentwicklung in der Erweichungszone am kräftigsten ist, weil die erweichte Kohle den Änderungen im Gefüge am besten folgen kann. Auch ist diese Zone entscheidend für das Ausbringen an Nebenerzeugnissen. Wenn Kohlen in der Zone der Vorentgasung eine stärkere Gasentwicklung haben, dann deutet dies auf eine vorzeitige Zersetzung des Bitumens unterhalb des Erweichungspunktes hin, wodurch das

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 2 (1928/29) S. 59/72 (Kokereiaussch. 30).

³⁾ Fischer, F.: Brennst.-Chemie 6 (1925) S. 33/43.

Schmelzvermögen der Kohlen zerstört wird. Das sind die wärmeempfindlichen Kohlen, zu denen leider viele gasreiche oberschlesische Kokskohlen, besonders die der Sattelflöze, zählen. Durch die Nachtgasung wird das Schwinden des Kokes verursacht, demnach werden Ribbildungen im Koks um so stärker auftreten, je stärker die Nachtgasung ist.

Schließlich werden für die Koksbildung die Oberflächenbeschaffenheit und der Gefügebau der in der Kohle vorhandenen nichtschmelzenden Gemengenteile von Bedeutung sein. Die Oberfläche dieser Kohlenteile kann glatt, rau, scharfkantig, zerklüftet usw., das Gefüge kann dicht, porig, zellenartig, rissig usw. sein. Wenn die Kohle erhitzt wird und die Erweichungstemperatur erreicht, dann muß bekanntlich die erweichende Bitumenmasse die nichtschmelzenden Kohlenteilchen umhüllen, um sie untereinander zu verkitten. Die Oberfläche der nichtschmelzenden Kohlenteile kann auch auf das schmelzende Bitumen anziehend oder abweisend wirken.

Werden die oberschlesischen gasreichen Kokskohlen bei niedrigen Temperaturen verkocht, so wird ein verhältnismäßig wenig splittiger, aber schlecht geschmolzener und sehr abreiblicher Koks entstehen. Dieser Wärmeempfindlichkeit der Kohlen wird durch schnelle Erhitzung Rechnung getragen, so daß zwar ein gut geschmolzener, aber infolge der starken Nachtgasung auch zerklüfteter und splittiger Koks anfällt.



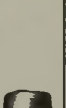


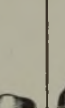
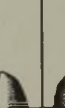


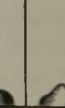
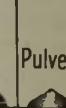
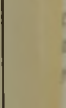
Um also die besten Verkokungsbedingungen technisch zu erfüllen, müßten, theoretisch, die oberschlesischen Kohlen wegen ihrer Wärmeempfindlichkeit bis zur Wieder-

Zahlentafel 2. Die Kohlen des oberschlesischen Steinkohlenbeckens (verkokungstechnisch aufgeteilt).

Flözgruppe	Schichten	Wichtigste Flöze	Abbaugbiet	Kohle		Koks					
				flüchtige Bestandteile Reinkohle %	Baekzahl	8 %	P %	> 40 %	20/40 %	10/20 %	< 10 %
Echte Kokskohlen	Untere und obere Stufe der unteren Ostrauer Schichten Ostrauer Schichten westlich der Orlauer Störung	Rothschildflöze Franzsch.-Flöze Hrusehauer Flöze	Ostrau	18 bis 25	26	0,7 bis 1,0	0,09	90	7	1	2
				25	24	1,1	0,06	74	19	2	5
Gasreiche Kokskohlen	Untere Stufe der oberen Ostrauer Schichten Obere Stufe der oberen Ostrauer Schichten Rudaer (Karwiner) Schichten	Ennaflöz Andreasflöze Kasimirflöz	Rybnik Hindenburg Karwin	34	17 bis 20	4,0	0,07				
				34 bis 33	17 bis 22	4,2 bis 0,8	0,02 bis 0,06	35	48	8	9
Buckende Gas-kohlen	Obere Stufe der oberen Ostrauer Schichten Bis zum Westabhang des Königshütter Sattels. Liegendschichten	Andreasflöze Pochhammerflöz z. T. Redenflöz Gerhardflöz	Westlich der Beuthener Mulde Gleitwitz (östlich Orlauer Störung) bis Königshütte	34	16	4,2	0,02	30	50	9	11
				35	14	0,9	0,01	20 bis 30	Rest auf 100	8 bis 11	9 bis 18
Flamm-kohlen	Hangendschichten Sämtliche Schichten Rudaer Schichten	Einsiedelflöz Schuckmannflöz Pochhammerflöz Redenflöz Jakob-Sonnenblume-Flöz Georgflöz	Westteil der Beuthener Mulde Oestlich Königshütter Sattel Südlich Beuthener Mulde	35 bis 36	8 bis 12	0,7 bis 0,9	0,02 bis 0,04				
Sand-kohlen	Obere Stufe der oberen Ostrauer Schichten Peterswälder Mulde Oestlicher Beckenrand Nikolaier Schichten Chelmer Schichten	Muldenflöz Charlotteflöz	Karwin Kattowitz-Dombrowa Orzesche Jaworzno Chelm	36 bis 42	0 bis 5	0,5 bis 3,0					

*) Die Trommelwerte gelten für folgende Verkokungsbedingungen: Ofenbreite = 450 mm, Verkokungsgeschwindigkeit = 10 mm/h, Körnung der Kohle = 95 % unter 3 mm, Kohlendichte = 950 kg/m³

Zahlentafel 3. Trennung der Kokskohlen in Glanz- und Mattkohlen.

	Echte Kokskohle			Gasreiche Kokskohle			Backende Gaskohle			Flammkohle		
	Gleiwitz			Andreas			Pochhammer			Abwehrgrube		
	im Mittel	Aufspaltung in Glanz- Mattkohlen		im Mittel	Aufspaltung in Glanz- Mattkohlen		im Mittel	Aufspaltung in Glanz- Mattkohlen		im Mittel	Aufspaltung in Glanz- Mattkohlen	
Asche %	6,5	5,6	24,0	5,9	1,6	8,1	6,3	1,6	9,7	6,5	2,5	6,0
Flüchtige Bestandteile, asche-frei %	23,6	22,9	24,5	33,4	32,8	37,3	34,5	34	36	35,0	34,5	36,0
Backzahl	24	26	13	17	24	13	14	19	> 9	9	13	> 8
Erweichungspunkt °C	365	370	440	380	400	420	390	390	400		420	
Wiederverfestigungspunkt . . . °C	485	480	470	440	480	490	450	460	460		490	
Blähprobe												

verfestigung, also bis etwa 500°, schnell verkocht und anschließend müßte die Verkockungsgeschwindigkeit erheblich vermindert werden, um die starke Nachentgasung zu verringern, die zur Splittigkeit des Kokes führt. Nach dem heutigen Stande der Technik sind aber diese widersprechenden Verkockungsbedingungen nicht zu erfüllen, weil ja die Verkockung stetig fortschreitet und sich die einzelnen Stufen überschneiden. Man geht daher in der Praxis andere

Wege. Zunächst wird man durch richtige Wahl der Kammerbreite und der Garungszeit der Wärmeempfindlichkeit der oberschlesischen Kohlen gerecht werden, d. h. man wird in nicht zu breiten Kammern von etwa 450 mm heiß verkoken, mit einer Verkockungsgeschwindigkeit von 9 bis 10 mm/h. Die dadurch bedingte hohe Nachentgasung wird man aber durch Zumischen sogenannter Magerungsmittel zu verhindern suchen.

Alle derartigen Versuche, den oberschlesischen gasreichen Kokskohlen Magerungsmittel⁴⁾ wie feinst gemahlene Koksgrus, Eisenerze, Gichtstaub usw. zuzusetzen, um die Festigkeit des Kokes zu erhöhen, können aber als gescheitert gelten. Das ungenügende Schmelzvermögen der oberschlesischen Kokskohlen verbietet einen Zusatz solcher inerten Bestandteile.

Anschließend an die ersten Versuche auf der Kokerei Borsigwerk⁵⁾ führte im Jahre 1930 die Firma Koppers⁶⁾ auf der Kokerei Königshütte Versuche im großen durch, Kohlen in der Bewegung (Drehtrommel) zu schwelen und diesen Schwelkoks den im allgemeinen gut backenden Dubenskohlen (Rybniker Gebiet) zuzusetzen. Bei diesen Versuchen wurde die Erfahrung gemacht, daß es für die Koksverbesserung nicht gleichgültig ist, aus welchen Kohlen der Schwelkoks hergestellt wird. Man glaubte zunächst, der Gehalt einer Kokskohle an flüchtigen Bestandteilen beeinflusse entscheidend die Koksgüte. Man schwelte demnach eine gasreiche Kokskohle (Dubenskohle) auf einen Teil des ursprünglichen Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen herunter und setzte diesen Schwelkoks den zu verkockenden Kohlen in wechselnden Mengen zu. Die Koksverbesserung

⁴⁾ Damm, P., und F. Wesemann: Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1495/1500 (Kokereiaussch. 35).

⁵⁾ Bönnemann, F.: Koppers-Mitt. 9 (1927) S. 69/83.

⁶⁾ Koppers, H.: Koppers-Mitt. 13 (1931) S. 1/33.

Zahlentafel 4. Entgasungsverlauf oberschlesischer Kohlen.

Kohlengruppe	Grube oder Flöz	Festpunkte		Entgasungsverlauf			
		Erweichungspunkt ° C	Wiederverfestigungspunkt ° C	Gesamte flüchtige Bestandteile (aschehaltige Kohle) %	Von der Gesamtmenge der flüchtigen Bestandteile entweichen bei der		
					Vor-entgasung %	Mittel-entgasung %	Nach-entgasung %
Echte Kokskohlen	Gleiwitzgrube	365	485	26	1	11	14
Gasreiche Kokskohlen	Andreasflöz	380	440	34	4	6	24
Backende Gaskohlen	Pochhammerflöz	370	430	33	6	6	21
Flammkohlen	Abwehrgrube	etwa 400	etwa 420	33	10	8	15
Saarkohle (Vergleich)				36	2	11	23

entsprach aber nicht den Erwartungen. Erst als man „nicht backende“ Kohlen mit ausgesprochenen Flammkohleneigenschaften schwelte und diesen Schwelkoks der Kokskohle zusetzte, wurde der Koks durch Erhöhung der Koksfestigkeit, ohne besondere Abriebverschlechterung, verbessert. Dieses unerwartete Versuchsergebnis, daß nämlich ein Zusatz von Schwelkoks aus Flammkohle koksverbessernd wirkt und ein Zusatz von Schwelkoks aus backenden Kohlen nicht, führte zu den Untersuchungen von P. Damm⁷⁾ über den Entgasungsverlauf der Kohlen bei der Verkockung und zu folgenden Ueberlegungen:

Wenn eine Kokskohle geschwelt wird, verliert sie nur jene flüchtigen Bestandteile, die der Vor- und Mittelentgasung entsprechen; die flüchtigen Bestandteile der Nachentgasung bleiben aber voll erhalten. Durch den Zusatz eines solchen (aus Kokskohle hergestellten) Schwelkokes kann also die Nachentgasung dieser Kohlenmischung nicht verändert werden, weil ja später bei der Verkockung der Mischung durch die Temperatursteigerung, über die Schweltemperatur hinaus, die volle Nachentgasung wirksam wird und demnach der erzeugte Koks die gleichen Risse und sonstigen Schwunderscheinungen aufweisen wird wie der Koks aus Kohlen ohne Schwelkoks-zusatz.

Eine Flammkohle verhält sich aber beim Schwelen anders. Bekanntlich entsteht bei der Erhitzung einer Kohle nur dann ein Koks, wenn die Zersetzung des Festbitumens mit der Verdampfung des Oelbitumens in der Erweichungszone zusammenfällt. Eine Flammkohle gibt deshalb keinen Koks, weil sich das Festbitumen vorzeitig zersetzt, ehe überhaupt das Oelbitumen zu verdampfen beginnt. Durch diese vorzeitige Zersetzung des Festbitumens werden verhältnismäßig reichlich flüchtige Bestandteile abgespalten, so daß eine entsprechende Minderung der flüchtigen Be-

⁷⁾ Gas- u. Wasserfach 77 (1934) S. 209/12 u. 231/35.

standteile bei der Nachentgasung eintritt. Ein solcher Schwelkoks mit geringerer Nachentgasung wird, wenn er einer Kokskohle mit starker Nachentgasung zugesetzt wird, sich auf die Gesamt-Nachentgasung der Kohlenmischung nach Ueberschreiten der Wiederverfestigungstemperatur für das Schwinden des Kokes günstig auswirken.

Für den Betrieb ergab sich schließlich folgende Nutzanwendung: Da es bei dem Schwelkoksverfahren darauf ankommt, der den Kokskohlen zuzusetzenden Flammkohle einen Teil ihrer flüchtigen Bestandteile, und zwar bis 500°, zu entziehen, so ist es schließlich naheliegend, diese Schwelung gewissermaßen in der Kohlenmischung selbst vorzunehmen, indem einfach die Flammkohle der Kokskohle zugesetzt wird. Die Vorteile springen in die Augen. Man

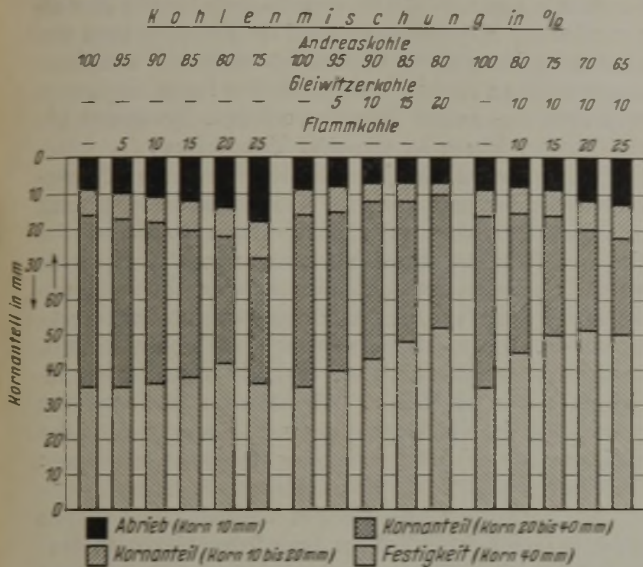


Bild 2. Kokstrommelwerte der Kohlenmischungen aus Andreakohle mit Zusatz von Gleiwitzer und Flammkohle.

braucht den Schwelkoks nicht mehr in besonderen Nebenanlagen herzustellen. Dazu kommt noch, daß die zur Kokskohle zugesetzte Flammkohle am gesamten Verkockungsvorgang selbst teilnimmt. Schließlich soll durch den Flammkohlenzusatz der Temperaturbereich zwischen Erweichungsbeginn und Wiederverfestigung verbreitert werden, so daß größere Mengen flüchtiger Bestandteile abgespalten werden, solange sich die Kohlen noch im bildsamen Zustande befinden.

Die Betriebsergebnisse haben bewiesen, daß die Koksfestigkeit durch Zusatz von bestimmten Mengen Flammkohlen zur Kokskohle erhöht werden kann, unter der Voraussetzung, daß die Kokskohlen eine befriedigende Backfähigkeit haben. Nun wird aber das Schmelzvermögen einer gewöhnlichen oberschlesischen Kokskohle durch Zusatz von nichtschmelzenden Anteilen, zu denen die Flammkohlen gehören, in erheblichem Maße belastet. Da überhaupt erst verhältnismäßig große Mengen Flammkohlen im festigkeitssteigernden Sinne ansprechen, kann dieser höhere Flammkohlenanteil durch das in der Kokskohle vorhandene Bitumen nicht mehr hinreichend verkittet werden. Die Folge ist, daß dieser Koks zwar weniger rissig, also fester, aber auch mehr oder weniger abrieblich sein wird. Um nun in dieser Kohlenmischung ein ausreichendes Schmelzvermögen wiederherzustellen, wird zweckmäßig eine bitumenreiche Kohle (beispielsweise eine solche nach Art der Gleiwitzer Kohle oder eine gasarme Ostrauer Kohle) hinzugemischt. Es genügen schon verhältnismäßig recht geringe Mengen solcher hochwertigen Kokskohlen, sofern

deren koksbildende Wirksamkeit durch neuzeitliche technische Einrichtungen der Kokereianlage voll ausgenützt werden kann.

Auf die mehr oder weniger großen Schwankungen im verkockungstechnischen Verhalten der oberschlesischen Kohlen wurde bereits hingewiesen; sie können sich auf die Koksgüte besonders bei Zusatz von Flammkohle recht ungünstig auswirken, wenn nur die gerade ausreichende Menge hochwertiger Kokskohlen zugemischt wird. Um beim Absinken der Backfähigkeit der normalen Kokskohle das Schmelzvermögen der Kohlenmischung unter allen Umständen sicherzustellen, wird deshalb der Anteil an hochwertiger Kokskohle um 3 bis 5% höher gehalten. Bei Kokereien, die nur Heizkoks herstellen, ist eine gewisse Unsicherheit im Zusatz hochwertiger Kokskohlen weniger bedenklich als bei Hochofenkokereien.

Ueber die Betriebsergebnisse sollen einige Beispiele Anschluß geben. Bild 2 zeigt zunächst die Auswirkungen des Zusatzes von Flammkohle, dann von Gleiwitzer Kohle und schließlich eine Mischung beider auf eine übliche Andreakohle; diese ungemischte Andreakohle gibt einen Koks von 35% Festigkeit und 9% Abrieb. Bei der Beurteilung der Trommelwerte ist nicht nur die Festigkeit (Kornanteil über 40 mm) und der Abrieb (Kornanteil unter 10 mm) zu beachten, sondern auch der Trommel-Kornanteil von 10 bis 20 mm. Dieses Korn wird im allgemeinen in der Beurteilung der Trommelwerte vernachlässigt, obwohl hier bemerkenswerte Rückschlüsse auf die Koksgüte gezogen werden können; es entsteht entweder durch eine stark ausgebildete und engmaschige Kreuz- und Querrissigkeit einzelner besonders überhitzter Koksstücke, oder meistens durch Ausbrechen innen zwar gut geschmolzener, aber am Rande gesinterter Nester aus äußerlich sonst einwandfreien Koksstücken. Beispielsweise wird sich bei schlechter Mahlung der Kohle im erzeugten Koks der Anteil 10 bis 20 mm anreichern, weil die groben, schlecht verkitteten Mattkohlenkörnern herausbrechen; bei schlechter Mischung der Kohlensorten werden Kanten und Ecken, die nur lose am Koksstück durch Sinterung haften, abbrechen. Im allgemeinen gilt: Wenn das Schmelzvermögen der Kohle bereits ungleichmäßig belastet oder gerade überschritten wird, steigt der Kornanteil von 10 bis 20 mm erheblich an, bei sonst wenig veränderten Abriebwerten.

Die erste Reihe in Bild 2 zeigt den Einfluß auf die Koksgüte, wenn der Andreakohle Flammkohle zugesetzt wird. Festigkeitssteigernd wirkt erst ein Zusatz von 15% Flammkohle. Der Koksabrieb wird aber bereits bei einem Zusatz von 5% ungünstig beeinflusst. Aus der nächsten Reihe ist der Umfang der Koksverbesserung nach Zusatz von Gleiwitzer Kohle zu der gleichen Andreakohle zu ersehen. Der Koksabrieb vermindert sich aber nur in geringem Umfange, dagegen ganz erheblich der Anteil des Kornes von 10 bis 20 mm. Daraus ist das steigende Schmelzvermögen der Mischung zu ersehen. In der letzten Reihe ist bei einem Zusatz von 15% Flammkohlen und 10% Gleiwitzer Kohlen zur Andreakohle das günstigste Mischungsverhältnis erreicht. Eine weitere Erhöhung des Zusatzes von Flammkohle bewirkt bei gleichbleibendem Gleiwitzer Kohlenanteil nur eine unbedeutende Steigerung der Festigkeit, dagegen auch eine für Hochofenkoks bereits nicht mehr tragbare Steigerung des Abriebs. Nach dieser Regel mischt die Kokerei Julienhütte seit Jahren ihre Kohlen für die Koks-erzeugung, wobei die Mischungsverhältnisse nur geändert werden, wenn sich auch andere Betriebsbedingungen wie Kohlegüte, Garungszeit, Körnung usw. ändern.

Wie bereits erwähnt, wurde 1930 auf der Königshütte in einer Drehtrommel Schwelkoks, auch Halbkoks genannt, hergestellt. Die damals polnische Kokerei Königshütte hatte aber seinerzeit aus wirtschaftlichen Gründen und mangels technischen Verständnisses auf eine weitere Ausgestaltung dieses Schwelkoksverfahrens verzichtet, das den Anstoß zu den Kohlenmischungen mit Flammkohle gab. Später hat dann die Kokerei Ruda im Dauerbetriebe Schwelkoks ihren Koks Kohlen zur Verbesserung der Koksfestigkeit zugesetzt, hat aber dieses Verfahren ebenfalls wieder verlassen. Die Julienhütte hat nun das Schwelkoksverfahren nochmals aufgegriffen und unter weitgehender Berücksichtigung der entscheidenden Verkokungsbedingungen, wie sorgfältigste Mischung, Korngröße, Kohlendichte und Garungszeit, im Großbetrieb recht erfolgreiche Ergebnisse erzielt.

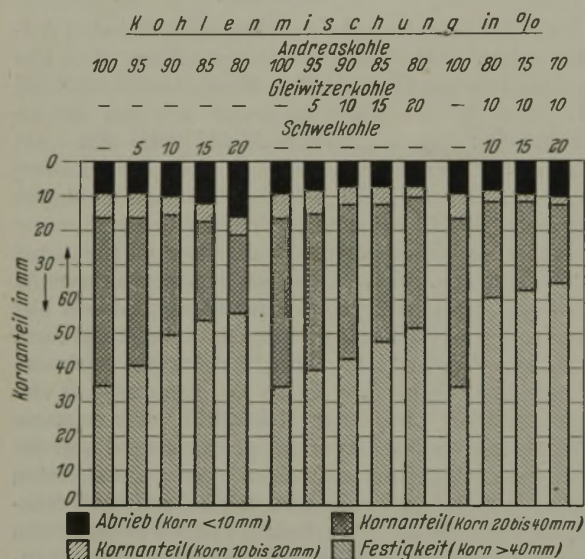


Bild 3. Kokstrommelwerte der Kohlenmischungen aus Andreaskohle mit Zusatz von Gleiwitzer und Schwelkohle.

Aus dem Schaubild (Bild 3) sind die Ergebnisse dieser sich über mehrere Monate erstreckenden Großversuche zu ersehen. In einer eisernen Schweltrommel wurde bei 500° ein Schwelkoks aus gemahlener Flammkohle (90 % bis 3 mm) hergestellt. Der erzeugte Schwelkoks hatte etwa 16 bis 18 % flüchtige Bestandteile, wobei der Sauerstoffgehalt des Schwelkokes ungefähr gleich dem Sauerstoffgehalt der aufzubessernden Koks Kohle gehalten wurde. Der Schwelkoks ließ sich leicht bis 95 % der Kornstufe 2 mm zerkleinern.

Die erste Reihe zeigt den Einfluß des Schwelkoks-zusatzes auf die Andreaskohle, die zweite Reihe führt nochmals zum Vergleich den Einfluß eines Zusatzes von Gleiwitzer Kohle zur Andreaskohle an. Diese Gegenüberstellung zeigt, daß die festigkeitssteigernde Wirkung des Schwelkokes die der Gleiwitzer Kohle sogar übertrifft. Der Stückkoks hat sein Aussehen stark geändert; er ist gleichmäßig blockig und scharfkantig. Oberfläche und Bruch deuten auf eine verringerte Graphitierung. Das Schmelzvermögen der aufzubessernden Kohle wird erst bei 15 % Schwelkoks-zusatz, wie der etwas gestiegene Abrieb beweist, überlastet. Recht auffallend ist aber, daß sich der Kornanteil 10 bis 20 mm auch bei noch höherem Schwelkoks-zusatz kaum verschlechtert, der Schwelkoks sich als Magerungsmittel also viel gleichmäßiger in den Schmelzfluß der Koks Kohle einfügt als die gewöhnliche Flammkohle.

In der letzten Reihe wird nun die Auswirkung eines Zusatzes von Schwelkoks und Gleiwitzer Kohle zur Andreaskohle gezeigt, wobei die Gleiwitzer Kohle nur die Aufgabe hat, die natürlichen Schwankungen in der Backfähigkeit der Andreaskohle aufzufangen. Bereits bei einem Zusatz von 10 % Schwelkoks und 10 % Gleiwitzer Kohle ist die Festigkeit auf 60 % gestiegen und steigt bei 15 bis 20 % Schwelkoks-zusatz noch weiter an, ohne daß der Abrieb sich sonderlich verschlechtert. Besonders auffallend ist die Verringerung des Kornanteils von 10 bis 20 mm, was auch hier wieder den guten und gleichmäßigen Aufbau des ganzen Koksgefüges beweist. Ohne Zweifel wirkt ein Schwelkoks-zusatz zur Koks Kohle wesentlich mehr koksverbessernd als ein Flammkohle-zusatz. Der bestehende unterschiedliche verkokungstechnische Einfluß verschiedener Magerungsmittel auf die Koks-güte kann also nicht allein im größeren oder geringeren Gehalt des Magerungsmittels an flüchtigen Bestandteilen liegen, sondern es muß noch eine andere Ursache vorliegen. Bestimmte Beobachtungen führen zu folgender Ueberlegung:

Beim Schwelen wird jedes Kohlenkörnchen der Flammkohle von außen nach innen auf eine bestimmte Temperatur bis etwa 500° erhitzt, wobei die flüchtigen Bestandteile der Vor- und Mittelentgasung entweichen, ohne daß die Kohle schmilzt; jedes geschwelte Kohlenstückchen wird schließlich durch und durch von feinsten Poren schwammartig durchzogen sein. Da es sich um nichtbackende Kohlen handelt, werden die gebildeten Poren, mangels schmelzenden Bitumens, stets offen bleiben. Wird nun ein solcher poriger Schwelkoks einer Koks Kohle zugesetzt, dann wird bei der Erhitzung dieser Kohlenmischung folgendes geschehen: Die Bitumenanteile in der Koks Kohle schmelzen unter gleichzeitiger Abspaltung von teerigen Siederzeugnissen, von denen bekanntlich ein Teil der eigentlichen bildsamen Zone vorausseilt. Diese Bitumendämpfe dringen in die Poren des Schwelkokes ein, werden sich dort teilweise niederschlagen und den Schwelkoks infolge der großen Oberfläche gewissermaßen „aktivieren“. Anschließend werden bei der fortschreitenden Erhitzung diese Bitumenniederschläge im Schwelkoks wieder verdampft oder gekrackt, wobei in Wechselwirkung mit dem schmelzenden Bitumen der Koks Kohle ein inniges, zusammenhängendes Koks-zellgefüge entsteht.

Wenn nun statt Schwelkoks eine Flammkohle der Koks Kohle zugesetzt wird, wird der Verkokungsvorgang anders ablaufen, weil die Kohlenkörnchen nicht porig, sondern dicht sind. Eine besondere Oberflächenwirkung haben also diese Kohlenkörnchen der Flammkohle nicht. In bescheidenem Umfange setzt bereits bei einer niedrigeren Temperaturstufe infolge der Zersetzung des Festbitumens eine gewisse Entgasung der Flammkohle ein; dies ist ja für Flammkohlen kennzeichnend, so daß bei fortschreitender Erhitzung die nun nachfolgenden Dämpfe wenigstens auf oberflächlich porige Teilchen treffen. Je feinkörniger die Flammkohle war, um so tiefer wird die Vorentgasung die Kohlenkörnchen erfaßt haben und um so besser wird die Oberflächenwirkung sein. Jedoch wird sie niemals gleich der des Schwelkokes sein.

Die gleichen mit den Betriebserfahrungen übereinstimmenden Ueberlegungen führen aber auch zu einer befriedigenden Erklärung, warum Schwelkoks aus backenden Kohlen nicht koksverbessernd wirkt. Schwelt man backende Kohlen, dann werden zunächst, etwa bei 300° beginnend, wie bei der Flammkohle, Gase entweichen und Poren gebildet. Bei Erreichung der Erweichungstemperatur, also um 400°, werden aber die bereits gebildeten Gaswege

durch das nun eintretende Schmelzen des eigenen Bitumens sofort wieder geschlossen. Damit kann also keine Wechselwirkung zwischen dem schmelzenden Bitumen und den Poren des Magerungsmittels eintreten. Schwelkoksstückchen aus Kokskohle sehen geschmolzen und aufgebläht aus, haben eine glatte, geschlossene Oberfläche und werden durch schmelzendes Bitumen nicht benetzt. Sie liegen also gewissermaßen als Fremdkörper in der Bitumenmasse eingebettet und stören, wie alle Fremdkörper, den Verkittungsvorgang. Deshalb sind jene Flammkohlen, die noch ein geringes Schmelzvermögen zeigen, für das Schwelkoksverfahren nicht geeignet, es sei denn, daß das Schmelzvermögen dieser Kohlen durch längere Vorerhitzung auf 300 bis 350° völlig zerstört wird. Das Schmelzvermögen eines jeden einzelnen Kohlenkörnchens muß aber bis ins Innerste und nicht nur an der Oberfläche zerstört sein.

Schließlich erklärt sich aus den gleichen Gründen, warum ein Zusatz von Koksgrus und anderen anorganischen Magerungsmitteln zur oberschlesischen Kokskohle nicht koksverbessernd wirkt. Koksgrus ist Hochtemperaturkoks, also bereits ein Zellgefüge aus erstarrter Bitumenmasse. Die großen Koksellen stehen nur ungenügend miteinander in Verbindung. Koksgrus beteiligt sich also wegen seiner mangelnden Porigkeit und ungenügenden Benetzbarkeit durch das schmelzende Bitumen nicht in dem angeführten Sinne wie Schwelkoks am Verkokungsvorgang, und er wird in der Kokskohle ebensowenig koksverbessernd wirken wie Sand, Berge, Erze usw. Nur wo die Kokskohle einen großen Ueberschuß an Schmelzvermögen hat und das betreffende „Magerungsmittel“ in sehr fein gemahlenem Zustande (Zerstörung des groben Koksstellgefüges bei Koksgrus) zugesetzt wird, tritt bei heißem Ofengang eine bescheidene Verringerung der Ribbildung des Kokes ein.

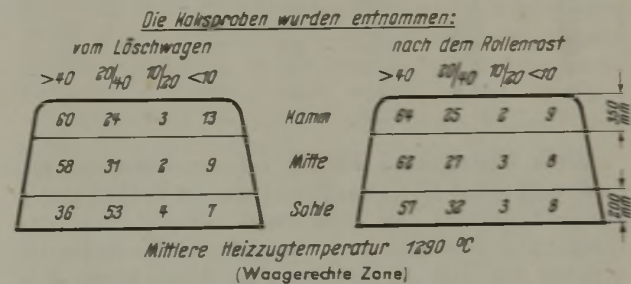
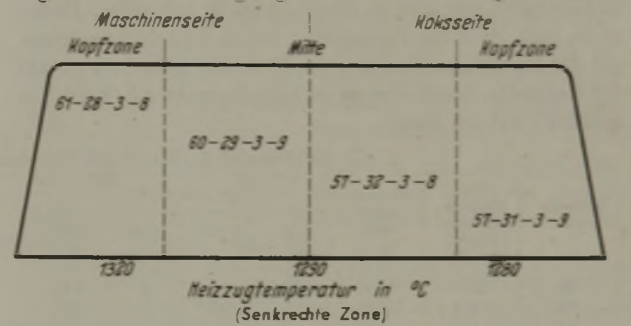
Als Regel gilt also: Magernde Zusätze zu den gasreichen Kokskohlen werden nur dann koksverbessernd wirken, wenn die nichtschmelzenden Anteile durch ihre große Oberfläche auch aktiv am Verkokungsvorgang teilnehmen können.

Um alle verkokungstechnischen Möglichkeiten aus den zur Verfügung stehenden Kohlen herauszuholen, müssen naturgemäß jene Einrichtungen vorhanden sein, die es überhaupt erst ermöglichen, die erforderlichen Verkokungsbedingungen einzuhalten oder aufeinander abzustimmen. Der wichtigste Teil einer oberschlesischen Hochofenkokerei ist die Kohlenaufbereitungsanlage, denn die Grundbedingung der Erzeugung eines gleichmäßigen Hochofenkokes ist in allen Fällen eine gute Mahlung und Mischung der Kohle. Eine feine Körnung, d. h. mindestens 40 % bis 0,5 mm, 70 % bis 1 mm, 90 % bis 2 mm und 97 % bis 3 mm in Verbindung mit der Verdichtung der Kohle ist notwendig, weil die nichtschmelzenden Magerkohlenanteile und Beimengungen von den schmelzenden Glanzkohlenanteilen verkittet werden müssen. Die Koksgröße kann noch weiter verbessert werden, wenn die Flammkohle oder der Schwelkoks noch feiner, etwa auf 1 mm, zerkleinert wird. Dies läßt sich durch doppelte Mahlung der betreffenden Kohlensorten erreichen, eine Maßnahme, die sich jedoch nur in besonderen Fällen lohnt.

Der Verkokungsvorgang wird am gleichmäßigsten ablaufen, wenn der entscheidende Schmelzvorgang in einer möglichst gleichmäßigen Kohlenmischung vor sich geht. Im Großbetrieb wird eine gute Mischung nur dadurch erreicht, daß die Rohkohlen einzeln, also getrennt nach Sorten, trocken und möglichst in der endgültigen Körnung gemahlen werden. Das Mischungsverhältnis der einzelnen Sorten muß jederzeit während und ohne Störung des Be-

triebes überprüft werden können. Da bei Stampfbetrieb die Kohle einen Wassergehalt von etwa 10 % haben muß, ist auf eine sorgfältige und gleichmäßige Anfeuchtung der Kohle nach dem Mischen zu achten, weil der Wassergehalt der Kohle zu den die Koksgröße beeinflussenden Bedingungen gehört. Die im Jahre 1939 in Betrieb gekommene neue Kohlenmahl- und -mischanlage der Julienhütte hat alle Einrichtungen, die nach dem heutigen Stande der Technik für die Herstellung einwandfreier Kohlenmischungen notwendig sind.

Kaum in einem anderen Kohlenggebiet ist für die Güte des gewonnenen Kokes die Anpassung der Ofenbauart an die Verkokungsbedingungen der Kohlen von so großer Bedeutung wie in Oberschlesien. Neben der richtig gewählten Ofenbreite muß eine sehr weitgehende Einstellbarkeit der Wandbeheizung verlangt werden. Im Rahmen dieser Ausführungen kann nicht auf Einzelheiten im Ofenbau, die sich aus den besonderen oberschlesischen Kohlenverhältnissen ergeben, eingegangen werden. Wie empfindlich aber die oberschlesische Kohle auf Veränderungen der Verkokungsbedingungen anspricht, dazu mögen folgende Untersuchungsergebnisse einen Beitrag liefern.



Bilder 4 a und b. Kokstrommelwerte der senkrechten und waagerechten Zonen eines Koks-kuchens.

Auf einen flachen, kippbaren Löschwagen legt sich beim Ausdrücken ein Koksbrand so, daß die waagerechten und senkrechten Zonen eines Koks-kuchens recht genau erfaßt werden können. Bild 4 a zeigt die unterschiedlichen Koks-Trommelwerte eines Koksbrandes in den einzelnen waagerechten Zonen. Allgemein bekannt sind die dolchartigen, mehr oder weniger splittrigen und stark graphitieren Koksstücke, die Sohlenstücke, aus der untersten Zone eines Koks-kuchens. Veränderte Verkokungsbedingungen, und zwar die größere Kohlendichte, die meistens höhere Temperatur, der dreiseitige Wärmefluß und die Saugwirkung der aufsteigenden Destillationsgase sind die wesentlichsten Ursachen. Die Gleichmäßigkeit des abgeseibten Hochofenkokes wird aber nicht übermäßig gefährdet, denn durch die mechanischen Beanspruchungen des Kokes von der Rampe zum Rollenrost werden die rissigen und splittrigen Sohlenstücke zerkleinert, so daß sie schließlich zum größten Teil ins Unterkorn gelangen. Durch andere verkokungstechnische Einflüsse im obersten Teil des Koks-kuchens wird die Bildung graupiger und schaumiger Stücke begünstigt.

Der im allgemeinen dunkle, wenig graphitierter Koks im Kamm des Kokskuchens hat entsprechend der niedrigeren Verkokungstemperatur eine zwar etwas höhere Festigkeit, aber auch einen höheren Abrieb. Die Bildung dieser Stücke läßt sich nicht ohne weiteres vermeiden, denn man kann bis zur obersten Kuchengrenze nicht die volle Verkokungstemperatur wirken lassen. Diese im Verhältnis zur Gesamtmenge des Kokses mengenmäßig unbedeutenden Koksstücke mit etwas höherem Abrieb müssen aber in Kauf genommen werden, andernfalls würden im Ofengewölbe Graphitansätze entstehen, und ein gutes Ausbringen an Kohlenwertstoffen wäre gefährdet. Im übrigen werden diese mürben und schaumigen Stücke bei einer nicht zu schonenden Behandlung des Kokses so abgerieben oder zerkleinert, daß ein Teil auch ins Unterkorn gelangt.

Bild 4b zeigt die Unterschiede des Kokses in den einzelnen senkrechten Zonen. Bei Stampfbetrieb liegt die Kohle im Ofen auf der Maschinenseite dichter und auch etwas breiter als auf der Koksseite. Wären die Wände gleichmäßig beheizt, dann würde die Koksseite überstehen müssen, damit die Maschinenseite nachkommt. Der Koks wird dann Unterschiede in der Graphitierung und Verbrennlichkeit und auch in der Stückigkeit aufweisen. Besser ist es, man stellt die Temperatur, wie in Bild 4b angegeben, auf der Maschinenseite um etwa 40 bis 50° höher ein als auf der Koksseite, damit ein gleichmäßig abgegarter Kokskuchen gedrückt werden kann.

allgemeinen verlangt jedoch der Hochöfner einen Koks mit guter Verbrennlichkeit, um eine möglichst gleichmäßige und schnelle Reduktionsarbeit im Hochofen zu erzielen. Wird der oberschlesische Koks überhitzt, dann wird er schwerer verbrennlich, weil er Graphit ansetzt. Ein solcher graphitierter Koks wird den Hochofengang ungünstig beeinflussen und zu einem Mehrverbrauch an Koks Anlaß geben. Der Einfluß der Ueberhitzung des Kokses zeigt sich auch darin, daß die feinen, unvermeidlichen Haarrisse sich zu Schrumpfrissen erweitern und den Koks entsprechend spröde machen. Gleichmäßige Abgarung des Kokskuchens und rechtzeitiges Drücken des Ofens gewährleisten am besten eine gleichmäßige Reaktionsfähigkeit und Verbrennlichkeit. Wegen seiner Leichtverbrennlichkeit muß der oberschlesische Koks gut abgelöscht werden. Dabei besteht die Gefahr, daß der Koks zu naß wird. Das ist unbedingt zu vermeiden, weil sich nasse Koksstücke mit einer Haut feinsten Gruses überziehen, der zu Störungen im Hochofen Anlaß geben kann.

Die Gehalte des Kokses an Asche, Schwefel und Phosphor sind naturgemäß von dem Gehalt dieser Stoffe in der verkokten Kohle abhängig. Die Wünsche des Hochöfners und die Kunst des Kokers scheitern hier häufig an den „harten“ Tatsachen bergeltiger Kohlen. Der Schwefelgehalt des oberschlesischen Kokses liegt zwischen 0,8 und 1,2 %, der Phosphorgehalt schwankt zwischen 0,01 und 0,1 %. Zum Erblasen von Hämatit hat sich bisher am besten ein nur aus Sattelflözkohlen hergestellter Koks

Zahlentafel 5. Einfluß der Garungszeit auf die Koksgüte.

Garungszeit h	Verkokungsgeschwindigkeit mm/h	Heizungstemperatur ° C	Trommelwerte				Reaktionsfähigkeit CO ₂ -Umwandlung in % CO				Kokskörnung (mm) in %				
			>40 %	20/40 %	10/20 %	<10 %	700°	800°	900°	1000°	>70	50 70	24 50	8,24	<8
26	8	1190	67	19	3	11									
25	8,3	1210	65	22	3	10									
24	8,7	1230	64	24	3	9	3	25	72	98	38	46	9	2	5
23	9,1	1250	62	26	3	9									
22	9,4	1280	60	29	3	8									
21	9,9	1300	58	31	3	8									
20	10,3	1320	54	35	3	8	2	18	65	96	16	63	14	3	4
19	11	1360	54	33	4	9									

Einen überragenden Einfluß auf die Koksgüte (vgl. Zahlentafel 5) hat die Garungszeit oder die Verkokungsgeschwindigkeit, die naturgemäß von der Heizzugtemperatur abhängig ist. Die angeführten Trommelwerte beziehen sich stets auf die gleiche Kohlenmischung. Jede Kohle und Kohlenmischung gibt nur bei einer bestimmten für diese Kohle kennzeichnenden Verkokungsgeschwindigkeit den bestmöglichen Koks. Die ungünstigen Einwirkungen von Veränderungen der Verkokungsgeschwindigkeit auf die Koksgüte lassen sich allerdings nicht völlig durch eine andere Kohlenmischung auffangen. Am empfindlichsten wirkt sich die Verkokungsgeschwindigkeit auf die Stückigkeit des Kokses aus, besonders wenn eine bestimmte Temperaturgrenze überschritten wird (siehe Spalte Kokskörnung).

Der Hochöfner verlangt einen Koks mit möglichst geringem Raumgewicht. Das Raumgewicht des oberschlesischen Kokses ist im wesentlichen abhängig von der Dichte der eingesetzten Kohle und anscheinend auch von der Garungszeit. In neuzeitlichen Anlagen beträgt die Dichte des gestampften Kohlekuchens bei 3,6 m Höhe und 410 mm Breite 950 kg Trockenkohle je Raummeter. Wenn man die Haltbarkeit des Stampfkuchens nicht gefährden will, läßt sich das Raumgewicht weder nach oben noch nach unten nennenswert ändern.

Über den Einfluß der Verbrennlichkeit des Kokses auf den Hochofengang sind die Ansichten noch geteilt. Im

erwiesen, dessen Phosphorgehalt 0,01 % und darunter beträgt. Koks aus Kohlen der Randmulde haben einen wesentlich höheren Phosphorgehalt, der aus Karwiner Kohle hat 0,07 % P und bei Koks aus Ostrauer Kohlen kann er bis auf 0,1 % P ansteigen.

Die flüchtigen Bestandteile im Koks sind ein Maß für den Ausgasungsgrad und betragen in den gleichmäßig ausgegärten Oefen 1,5 bis 1,7 %. Bei Oefen, die kurz nach dem Decken gedrückt werden, können die flüchtigen Bestandteile im Koks bis auf 2 % und darüber ansteigen, was bei Hochofenkoks zu vermeiden ist.

Alle von der Kohlen- und Ofenseite her durchgeführten Verbesserungen des oberschlesischen Hochofenkokes wären ungenügend, wenn nicht auch der Aufbereitung des Kokses die größte Sorgfalt gewidmet werden würde. Die beste Absiebung ist noch immer über den Rollenrost. Damit bei einzelnen Koksstücken allenfalls vorhandene Schwundrisse rechtzeitig zur Aufspaltung gebracht und sonstige brüchige Kanten und Ecken möglichst abgeschliffen werden, darf der Koks nicht schonend behandelt werden. Der neue Hochofen der Julenhütte wird nach den Erfahrungen mit der physikalischen Möllung⁸⁾ den Koks getrennt in zwei Körnungen, und zwar von 40 bis 70 mm und über 70 mm erhalten; das Absieben erfolgt dann auf zwei hintereinander geschalteten Rollenrosten verschiedener Spaltweiten.

⁸⁾ Wagner, A., A. Holschuh und W. Barth: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1109/18 (Hochofenaussch. 131).

Zahlentafel 6. Auswirkungen der Koksabsiebung auf Festigkeit und Sortenentfall.

	Trommelwerte				Stück- koks > 80 %	Sortenanteile				Grus < 8
	> 40	20/40	10/20	< 10		Brechkoks				
	%	%	%	%		I 60/80 %	II 40/60 %	III 20/40 %	IV 8/20 %	
Rampenkoks (20 bis 21 h Garungszeit)	56	32	3	9	17	62	10	5	2	4
Abgabe von Hochofenkoks: a) über den 50-mm-Rollenrost: Ausbringen vom Gesamtkoks = 75 % Hochofenkoks Trommelwert	59	29	3	8		64	28	6	1	1
Sortenanteile im Gichtkübel										
b) über die Sieberei: Koks über 50 mm ergibt unterkornfreie Sorten Hochofenkoks (> 50 mm) Trommelwert	69	22	2	7	30	44	17	4	5	
Ausbringen über 40 mm v. Gesamtkoks = 56 %										

Wie sich die mechanischen Beanspruchungen des Kokes durch die Beförderung zum Hochofen und das Absieben betrieblich und gütemäßig auswirken, zeigen die Betriebsergebnisse in *Zahlentafel 6*. Ein bei kurzer Garungszeit hergestellter Hochofenkoks ergibt z. B. auf der Rampe eine Festigkeit von 56 % und 9 % Abrieb mit der in der ersten Zeile angegebenen Sortenverteilung. Der Koks wird im Falle A durch die mechanische Beanspruchung bis zum Rollenrost und auf diesem selbst in seinen Trommelwerten verbessert, wobei der Koks durch den Sturz in den Gichtkübel noch geringe Mengen Unterkorn bildet.

Im Falle B wird der ganze Hochofenkoks über 50 mm statt über den Rollenrost zum Hochofen nach der Sieberei gebracht, dort auf dem Schwingsieb abgesiebt, die einzelnen Sorten gebunkert und jede einzelne Sorte nochmals vom Unterkorn, das beim Bunkern entstanden ist, abgesiebt. Diese starken mechanischen Beanspruchungen bringen eine ganz erhebliche weitere Verbesserung der Trommelwerte des Kokes. Die Festigkeit liegt jetzt bei fast 70 %, und der Abrieb ist auf 7 % gesunken. Bei dieser Betriebsweise würde natürlich die Menge des anfallenden Hochofenkokes verringert werden, wollte man nur das Korn über 50 mm verwenden. Also müssen auch die kleineren Sorten bis etwa 30 mm herangezogen werden, wogegen wohl keine Bedenken bestehen, da der gesamte Koks in erheblich besserer Güte und in zwei Sorten an den Hochofen abgegeben werden würde. Die Mehrkosten eines solchen, durch Bunkern und nochmaliges Absieben erheblich verbesserten Kokes betragen insgesamt etwa 1,20 *RM/t*, wobei die Ersparnisse im Hochofen nicht berücksichtigt sind.

Zusammenfassung.

Die berechtigten Anforderungen an den oberschlesischen Koks sind ungleich höher geworden. Eine erhebliche Koksverbesserung ist in Oberschlesien durch Zusatz von Schwelkoks zur Koks-kohle zu erwarten, wobei die wirtschaftliche Herstellung des Schwelkokes nach dem heutigen Stande der Technik kaum besondere Schwierigkeiten bereiten wird. Von der Rohstoffseite her würde die Anlieferung gewaschener Kohlen an jene Kokereien, die bisher noch ungewaschene Kohlen verkoken, eine recht beträchtliche Koksverbesserung bringen. Weitere Maßnahmen zur Koksverbesserung wären unter anderem die wirtschaftliche Feinstmahlung der Kohle auf 1 mm und die gleichmäßige Verdichtung der Kohle durch Schleudern oder Pressen statt durch Stampfen.

Nach den hier aufgezeigten Richtlinien kann aus mittelmäßig backenden Kohlen durch Zusatz von geringen Mengen hochwertigster Kohlen und durch Zusatz von nichtbackenden Kohlen, also Flammkohlen, entweder als solche oder besser noch als Schwelkoks, ein fast allen Ansprüchen der Hochofner gerecht werdender Koks erzeugt werden. Die Umwandlung eines Teiles der in Oberschlesien reichlich vorhandenen Flammstaubkohlen in wertvollen Koks bedeutet ohne Zweifel eine wesentliche Verbreiterung der oberschlesischen Kohlendecke zur Kokerzeugung. Die wertvollsten Koks-kohlen, z. B. die des Ostrauer Gebiets, sollten dann nicht als Koks-kohlen schlechthin, sondern als verkokungstechnisch edelster Bitumenrohstoff betrachtet und verwendet werden.

Der Betrieb des basischen kernlosen Induktionsofens.

Von Werner Bottenberg in Runderoth und Peter Bardenheuer in Düsseldorf.

[Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf. — Bericht Nr. 399 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Versuche in einem 250-kg-Ofen. Beständigkeit der Zustellung gegen Temperaturwechsel, Oxydations- und Feinschlacken. Raumbeständigkeit. Gemauerte Ofenzustellung. Metallurgie des basischen Ofens.)

Die verhältnismäßig leichte und einfache Betriebsweise sowie die metallurgischen Vorzüge sind der Anlaß für das rasche Eindringen der Hochfrequenz-Schmelzanlagen in die Stahlwerke gewesen. Neben der Vervollkommnung in elektrischer und baulicher Beziehung war die wichtigste Voraussetzung für diese Entwicklung dadurch gegeben, daß rechtzeitig eine betriebssichere saure Ofenzustellung geschaffen worden war, die in der Folgezeit noch weiter ver-

bessert wurde und den Ansprüchen, die an einen sauren Ofenbetrieb zu stellen sind, heute durchaus genügt.

* Auszug aus Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 24 (1942) Lfg. 2, S. 7/22. — Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für den Elektrostahlbetrieb vom 10. Mai 1939 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Die Anwendung des sauren Schmelzverfahrens ist dadurch stark beschränkt, daß auf saurem Futter die Entfernung der meist unerwünschten Eisenbegleiter Phosphor und Schwefel nicht möglich ist. Das Erschmelzen von phosphor- und schwefelarmen Stählen setzt daher die Verwendung hochwertiger, besonders reiner Einsatzstoffe voraus. Das basische Schmelzverfahren ermöglicht dagegen die Beeinflussung der meisten Stahlbegleitelemente, so daß dieses Verfahren die Voraussetzung für eine Erzeugung hochwertiger Stähle aus minderwertigen Einsatzstoffen erfüllt.

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung und Siebanalyse der basischen Zustellmassen.

Probe	Zustellmasse	Chemische Zusammensetzung							Siebanalysen				
		SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	FeO %	Cr ₂ O ₃ %	ZrO ₂ %	3 mm %	3-1 mm %	1-0,5 mm %	0,5-0,13mm %	< 0,13 mm %
A	Sondermagnesit	2,4	15,5	4,6	72,0	6,8	—	—	21,4	15,1	14,4	19,9	29,2
B	Sondermagnesit	1,0	15,0	4,6	72,3	6,0	—	—	n. b.	31,3	12,1	20,7	35,9
C	Sondermagnesit	2,5	12,5	1,1	69,7	3,4	2,4	9,0	5,9	25,0	23,6	13,5	32,0
D	Sondermagnesit	2,8	2,2	3,8	88,4	1,9	—	—	6,2	23,1	28,1	12,0	30,6
E	Sondermagnesit	3,3	4,1	3,6	88,2	1,3	—	—	6,8	26,7	28,4	12,7	25,4
F	Sondermagnesit	3,8	3,4	6,7	81,2	1,4	—	3,9	22,1	35,0	18,8	9,7	14,4
G	Sondermagnesit	4,1	8,2	5,0	80,0	4,2	—	—	1,0	45,0	23,3	7,1	23,6
H	Sondermagnesit	2,8	19,0	2,7	31,5	14,7	29,2	—	n. b.	18,4	28,5	35,7	17,4
J	Magnesit	0,23	2,1	4,3	87,0	7,1	—	—	13,8	22,9	9,3	31,4	22,6
K	Magnesit	1,4	0,26	3,3	85,1	7,9	—	—	10,3	39,2	1,9	23,7	24,9

Damit weitet sich das Anwendungsgebiet des kernlosen Induktionsofens, das bei saurer Zustellung nur beschränkt ist, erheblich aus. Da die technischen Vorzüge sowie die vielseitigen metallurgischen Möglichkeiten von keiner anderen lisher bekannten Schmelzeinrichtung erreicht werden, erhebt sich die Forderung, die gebotenen Möglichkeiten auch vollständig auszunutzen und dem kernlosen Induktionsofen zu der Stellung zu verhelfen, die ihm zukommt. Dieses Ziel kann nur durch die Entwicklung einer betriebssicheren basischen Zustellung erreicht werden.

Ueber Erfahrungen mit basischer Zustellung des kernlosen Induktionsofens liegen im Schrifttum¹⁾ ausführliche Mitteilungen kaum vor, und in diesen Veröffentlichungen kommt eine völlig einheitliche Auffassung über die Schwierigkeiten, die sich beim basischen Ofenbetrieb ergeben, und über die Anforderungen, die an ein basisches Ofenfutter zu stellen sind, zum Ausdruck. Bestimmend für die Lebensdauer einer Zustellung sind hauptsächlich die Temperaturwechsel-, die Verschlackungs- und die Raumbeständigkeit. Kaltdruckfestigkeit, Druckfeuerbeständigkeit usw. treten gegenüber den vorgenannten Anforderungen infolge der baulichen Eigenart des kernlosen Induktionsofens zurück. Raumbeständigkeit und Widerstand gegen Verschlackung stehen in einem gewissen Gegensatz zueinander. Bekanntlich läßt sich durch Vermehrung des Porenraumes eine größere Raumbeständigkeit erzielen. Eine poröse Zustellung unterliegt jedoch auch einem Schlackenangriff in weit stärkerem Maße. Bei der gestellten Aufgabe muß es sich demnach darum handeln, eine Zustellung zu finden, bei der sich Temperaturwechsel- und Raumbeständigkeit mit ausreichendem Widerstand gegen Schlackenangriff verbinden.

Mit einer Reihe von Magnesitsorten, deren Zusammensetzung und Korngröße aus *Zahlentafel 1* hervorgehen, wurden zunächst Vorversuche durchgeführt, bei denen es darauf ankam, durch entsprechende Beimischungen einen gut sinternenden, dichten und rißfreien Tiegel zu erzielen, der bei der Stahlschmelztemperatur noch ausreichende Formbeständigkeit besaß. Beimischungen von 7% Glaspulver und 2% Flußspat ergaben sehr feste und glatte Tiegel von ausreichender Formbeständigkeit. Bei Schmelzversuchen, die in diesen Tiegeln durchgeführt wurden, zeigte sich kein nennenswerter Schlackenangriff.

Vielfach hat man der Korngröße der Zustellung besondere Bedeutung beigemessen. Genaue Zahlen hierfür fehlen. Die in *Zahlentafel 1* angeführten Siebanalysen zeigen beträchtliche Unterschiede in den Gehalten an Grob- und Mittelkorn. Eine eindeutige Beziehung zwischen der Siebanalyse und der Bewahrung des betreffenden Magnesits war jedoch nicht feststellbar.

Die Versuche wurden in einem kernlosen Induktionsofen mit einem Fassungsvermögen von 250 kg durchgeführt. Zu

¹⁾ Siehe Schrifttumsübersicht in der Hauptarbeit sowie die Zusammenstellung von P. Dickens: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1436/38.

den einzelnen Zustellungen wurden die in *Zahlentafel 1* angegebenen Ausgangsstoffe verwendet. Zunächst wurde versucht, den Tiegel außerhalb des Ofens zu stampfen, wie es bei der Herstellung der sauren Zustellung vielfach üblich ist. Der Tiegel ging beim Abheben vom Kern der Form meist zu Bruch oder er wurde rissig, was auf das geringe Bindevermögen der basischen Massen und zum Teil auch auf das höhere spezifische Gewicht im Vergleich zu sauren Massen zurückzuführen ist. Bei der Herstellung des Tiegels außerhalb des Ofens muß daher der Masse ein weiteres Bindemittel zwecks Erzielung einer ausreichenden Festigkeit im unge-sinterten Zustand zugesetzt werden. Teer hat sich dazu sehr schlecht bewährt. Beim Anheizen schlugen sich Teerdämpfe und Ruß an der kalten Spule nieder und setzen sich zwischen die einzelnen Windungen, so daß die Blindleistung des Ofens schnell ansteigt. Außerdem ist bei unvollkommenem Durchbrennen eine Aufkohlung der Schmelzen zu befürchten. Als besonders geeignet erwies sich die schwache Durchfeuchtung der Stampfmasse mit einer verdünnten Lösung von Wasser-glas oder Sulfitleauge. Wie Versuche ergaben, findet eine Schwefelaufnahme des Stahles aus der Sulfitleauge praktisch nicht statt. Zum Vergleich wurden auch Tiegel ohne Bindemittel gestampft. Ein Einfluß auf die Ofenhaltbarkeit ergab sich nicht.

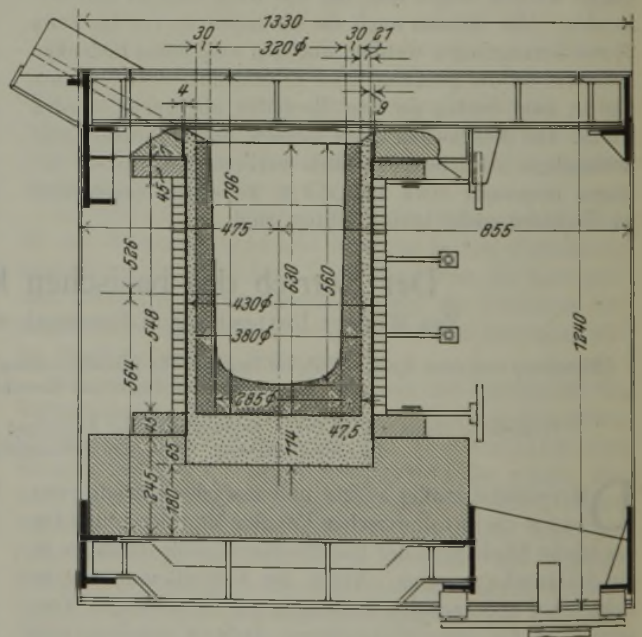


Bild 1. Versuchsofen.

Die erste Versuchsreihe erstreckte sich lediglich auf das Verhalten gegen Frischschlacke und auf den Grad der Rißanfälligkeit des Tiegels. Grundsätzlich wurde dabei in folgender Weise vorgegangen: Die Zustellung, deren bauliche Einzelheiten und Abmessungen aus *Bild 1* zu entnehmen

sind, wurde bis etwa 200 mm unterhalb Ofenoberkante aufgeführt. Der Tiegelrand wurde mit Pfälzer Klebsand so eingefast, daß selbst bei völliger Ofenbeschickung der Übergang vom basischen Tiegel zur sauren Einfassung stets oberhalb des höchsten Schlackenstandes lag. Eine derartige Einfassung ist erforderlich, weil eine bis zur Ofenoberkante hochgeführte basische Zustellung oberhalb des flüssigen Stahles nicht zum Sintern gebracht wird. Bei langen Abgießzeiten, z. B. beim unmittelbaren Gießen aus dem Ofen in die Kokille, empfiehlt sich eine Tiegelerfassung aus Magnesitformsteinen, da andernfalls die Übergangszone vom basischen zum sauren Futter durch das lange Verweilen des Ofens in der Kippstellung zerstört wird. Die Zustellung trocknete jeweils 24 h an der Luft und wurde dann langsam im Verlauf von etwa 6 bis 8 h durch induktive Beheizung auf helle Rotglut erwärmt. Das Einschmelzen der ersten Beschickung erfolgte ebenfalls langsam, etwa mit dem doppelten Zeitaufwand als gewöhnlich. Nach jeder Schmelzung kühlte der Ofen vollständig ab, wonach die Zustellung auf Schlackenangriff und Risse untersucht wurde. Die Ergebnisse sind in *Tafel 2* zusammengestellt.

Zusammenfassend läßt sich darüber folgendes sagen: Die Beständigkeit gegen Oxydationsschlacken ist bei den einzelnen Magnesitorten unterschiedlich. Bei der Erzeugung weicher Stähle mit stärkerer Frischwirkung weist nur ein Teil der untersuchten Proben eine ausreichende Beständigkeit auf; zum Erschmelzen härterer Stähle dürften alle Magnesitorten genügend beständig sein.

Bezüglich der Temperaturwechselbeständigkeit während der Abkühlung und des Wiedererwärmens ergeben sich größere Unterschiede. Die Temperaturwechselbeständigkeit der gewöhnlichen Magnesite ist völlig unzureichend, so daß diese für die Zustellung von kernlosen Induktionsöfen nicht in Betracht kommen. Ein gutes Verhalten zeigen verschiedene Sondermagnesite, z. B. E und G, die im übrigen auch gegen Oxydationsschlacken sehr beständig sind.

Neben der Temperaturwechselbeständigkeit verdient die Raumbeständigkeit besondere Beachtung. In ihrer Auswirkung auf die Lebensdauer der Zustellung und in ihrem äußerlichen Befund stimmen beide Eigenschaften so weitgehend überein, daß Verwechslungen sehr leicht möglich sind. Bei unzureichender Raumbeständigkeit sind die Risse im Tiegel meist breiter, die Risfkanten abgerundet und ausgewaschen. Die Risse finden sich an den heißesten Ofenzonen, d. h. im Tiegelboden und im unteren Drittel der Zustellung. Bei zu geringer Temperaturwechselbeständigkeit sind die Risse meist scharfkantig und finden sich vornehmlich an den Tiegelwandungen. Bei einer gestampften Zustellung aus Sintermagnesit für den kernlosen Induktionsofen ist somit mit zwei Schwindungsvorgängen zu rechnen, unter denen sich vor allem die Nachschwindung störend bemerkbar macht, wogegen sich infolge der Ausdehnung bei Temperaturerhöhung der erste Schwindungsvorgang nicht auswirkt. Eine schlechte Raumbeständigkeit zeigten insbesondere die Magnesite A und J, bei denen eine starke Neigung zum Nachschwinden vorhanden war. Diese Nachschwindung trat in mehr oder weniger starkem Maße auch bei den meisten anderen Magnesitarten auf, jedoch nur dann, wenn in einem neuen Tiegel eine Schmelze langdauernd und mit möglichst hoher Temperatur, d. h. oberhalb etwa 1600°, gefahren wurde. Mit Rücksicht auf diese Nachschwindung ist es völlig abwegig, eine neue Zustellung so hoch wie möglich zu brennen, um auf diese Weise ein gutes Durchsintern zu erzielen. Ein gutes Durchsintern läßt sich durch die zuvor dargelegten Mittel wesentlich einfacher erreichen. Bei Betriebsversuchen

konnte wiederholt beobachtet werden, daß die Nachschwindung nach einer Reihe von Schmelzungen nur noch in ganz geringem Umfange auftrat, so daß dann auch Schmelzungen mit höherer Temperatur ohne Schaden durchgeführt werden konnten. Da die Raumbeständigkeit überwiegend eine Frage der Vorbehandlung des Sintermagnesits ist, die noch nicht völlig gelöst zu sein scheint, wird man beim basischen Ofenbetrieb der Temperaturführung nicht nur aus metallurgischen Gründen, sondern auch mit Rücksicht auf die Tiegelhaltbarkeit erhöhte Aufmerksamkeit zuwenden müssen.

Im Versuch Nr. 7 mit einer Zustellung aus chromoxydhaltigem Magnesit wurde die Frage der Chromaufnahme des Stahles aus dem Futter untersucht. Als Erzeugnis war ein Stahl mit etwa 1,5 % C vorgesehen, der unter reduzierenden Bedingungen hergestellt werden sollte. Die Bedingungen für eine Chromaufnahme durch die Schmelze waren somit günstig, sie entsprachen praktisch häufig vorkommenden Verhältnissen. Bereits bei einer Schmelztemperatur von 1460° stieg der im Einsatz vorhandene Chromgehalt von 0,15 % innerhalb 90 min auf 0,32 %. Nach einer Temperatursteigerung um 80 bis 100° setzte ein äußerst lebhaftes Kochen ein, und der Chromgehalt stieg nach weiteren 65 min auf 1,22 %. Wenn auch die Bedingungen für eine Chromreduktion nicht immer so günstig sein werden, so verbietet sich doch für die Erzeugung chromfreier Stähle die Verwendung von Magnesit mit höherem Chromgehalt. Dazu kommt noch, daß die Druckfeuerbeständigkeit chromhaltiger Magnesite geringer als die reiner Magnesite ist. Die Schwächung der Zustellung durch die Chromreduktion sowie die geringe Druckfeuerbeständigkeit dürften Anlaß für den Ofendurchbruch bei diesem Versuch gewesen sein.

Zahlen über die Lebensdauer jeder einzelnen Zustellung konnten aus folgenden Gründen nicht gegeben werden: Da es nicht die Aufgabe des kernlosen Induktionsofens sein kann, lediglich die Möglichkeit zu bieten, Frisarbeiten durchzuführen, sondern sich vor allem auch Raffinationsarbeiten ausführen lassen müssen, wurde mit jeder der untersuchten Zustellungen versucht, Schmelzungen unter weißer, reduzierender Schlacke herzustellen. Leider waren diese Versuche völlig erfolglos. Sobald nach den oxydierend gefahrenen Schmelzungen nur eine einzige Schmelzung mit anschließender Raffination eingeschaltet wurde, bedeutete dieses das Ende der Tiegelhaltbarkeit. Nach dem Abguß war der Tiegel noch jeweils gut erhalten, ein Zeichen dafür, daß die reduzierende Schlacke den Tiegel bei hoher Temperatur praktisch nicht angreift. Solange ununterbrochen geschmolzen wird, d. h. solange der Tiegel nicht unter Rotglut abkühlt, ergeben sich auch keine Schwierigkeiten. Bei der Abkühlung des Tiegels auf Raumtemperatur wird er dagegen restlos zerstört. Die kalkreiche Reduktionsschlacke dringt in die Zustellung ein, wäscht vorhandene Bindemittel aus, die Zustellung hat keinen Halt mehr und fällt als Pulver zusammen. Es handelt sich hierbei wahrscheinlich um eine Hydratisierung, wie sie bei der Herstellung des Sintermagnesits bekannt ist. Da die Ofenschlacke teilweise an der Tiegelwand herabgezogen wird, beschränkt sich diese Zerstörung nicht nur auf die Schlackenzone, sondern greift auf wesentlich größere Teile der Zustellung über.

Die Steigerung der Dichte der Tiegelwand auf das erreichbare Höchstmaß schien somit besonders wichtig, um jegliches Eindringen von Schlacke zu verhindern. Es wurde deshalb versucht, mit einer gemauerten Zustellung zum Ziele zu kommen. Hierfür war noch ein anderer Grund mitbestimmend. Bei allen früheren Versuchen hatte sich gezeigt, daß die auftretenden Risse immer in Richtung der Tiegellängsachse und nur selten waagrecht verliefen. Wenn

Tafel 2. Schmelzen auf basischer Zustellung im 250-kg-Ofen.

Versuch Nr.	Zustellmasse	Stahlschmelzung	Verhalten der Zustellung
a) Zustellung im Ofen gestampft			
1	Sondermagnesit A mit Wasser angemacht.	Unlegierter Stahl von 0,25 auf 0,05 % C gefrischt, Oxydationsschlacke mit Kalk abgesteift. Einwirkung 2½ h.	Sehr starke Risse bei der Abkühlung, geringe Raumbeständigkeit, Tiegel nur oberflächlich gesintert, Bindekraft der Masse sehr gering. Kein nennenswerter Schlackenangriff.
2	Sondermagnesit A 7 % Glaspulver, mit Wasser angemacht.	Zuerst kohlenstoffarmer Stahl, dann Werkzeugstahl, Chrom-Nickel-Baustahl, Chromstahl mit hohem Chromgehalt, unlegierte Stähle.	Nach jeder Abkühlung einzelne Risse, jedoch Ausbesserung nicht erforderlich, Durchsinterung besser als bei Versuch 1.
3	Sondermagnesit B mit Wasser angemacht.	Mehrere kohlenstoffarme Stahlschmelzen.	Nach jeder Schmelze nur einzelne kleine Risse, Schlackenzone dagegen immer sehr stark angegriffen, Masse gegen Oxydationsschlacken nur wenig beständig.
4	Sondermagnesit C mit Wasser angemacht.	Kohlenstoffarme Stähle gefrischt bis auf 0,03 % C. Oxydationsschlacke durch Kalk-Flußspat-Schlacke ersetzt.	Viele feine Risse, Ausbesserung nicht erforderlich, Ansätze in Schlackenzone leicht zu entfernen und auszubessern; Tiegel nach mehreren Schmelzen völlig rißfrei.
5	Sondermagnesit D mit Wasser angemacht.	Sonderstähle zum Teil mit hohem Nickelgehalt, unlegierte Stähle mit hohem, mittleren und niedrigen Kohlenstoffgehalten.	Geringe Rißbildung, Zerstörungen in der Schlackenzone bei härteren Stählen gering, bei weicheren stärker, besonders nach langem Frischen. Gesinterte Zone dünn.
6	Sondermagnesit G mit Wasser angemacht.	Niedriglegierte kohlenstoffarme Stähle.	Geringe Neigung zum Reißen, Ausbesserung nicht erforderlich, sehr beständig gegen Oxydationsschlacken, Scherben sehr dicht, gesintert bis zur halben Wandstärke.
7	Sondermagnesit H mit Wasser angemacht.	Zuerst mittelharter Stahl, darauf kohlenstoffreicher Stahl mit Chromreduktion aus dem Futter durch Kohlenstoff und Silizium (s. Seite 715).	Zustellung durch Schlacken rasch angegriffen und durchgebrochen, geringe Druckfestigkeit bei hoher Temperatur.
8	Magnesit J mit Wasser angemacht.	Unlegierter Werkzeugstahl von 1,35 auf 1,15 % C heruntergekocht, ECMo 80 mit 0,17 % C (eingesetzt mit 0,30 % C). Mehrere weitere Schmelzungen.	Nach der ersten Schmelze drei große Längsrisse, mit Magnesitmehl und Wasser geflickt. Nach weiteren Schmelzen Risse meist an nichtgeflickten Stellen. Beständig gegen Oxydschlacken. Geringe Raumbeständigkeit.
9	Magnesit J mit Wasser angemacht, 6,5 % Glaspulver.	Eine Reihe unlegierter Kohlenstoffstähle mit etwa 0,20 % C.	Auswaschungen in der Schlackenzone, Risse in der Wand, Ausbesserung nach jeder Schmelzung, Beständigkeit gegen Temperaturwechsel gering.
10	Magnesia, geschmolzen, 5 % Flußspat.	Eine Reihe mittelharter Stähle.	Geringe Neigung zum Reißen, beständig gegen Schlackenangriff, gesinterte Zone kaum vorhanden, Festigkeit sehr gering.
b) Zustellung außerhalb des Ofens hergestellt			
11	Sondermagnesit G 7 % Glaspulver, verdünnte Sulfitlauge.	Zunächst Stahl mit 1 % C, dann eine Reihe kohlenstoffärmerer und kohlenstoffreicherer Stähle.	Risse belanglos, Ausbesserung nicht nötig, Angriff durch Kalk-Flußspat-Schlacken gering, Ansätze leicht zu entfernen. Durchsinterung gut, Scherben dicht und fest.
12	Sondermagnesit E 8 % Glaspulver, mit Wasser angemacht.	Lang dauernde Frischversuche.	Sehr beständig gegen Oxydationsschlacken, Neigung zum Reißen sehr gering, Tiegel sehr hart, gut durchgesintert, unempfindlich gegen mechanische Beanspruchung.
13	Sondermagnesit F 9,5 % Glaspulver, mit Sulfitlauge und Wasser angemacht.	Zuerst Stahl mit 0,02 % C, dann eine Reihe Kohlenstoffstähle mit 0,15 bis 0,25 % C.	Temperaturbeständigkeit noch völlig ausreichend, starke Auswaschungen in Schlackenzone durch Kalk-Flußspat-Schlacken.
14	Magnesit K 5 % Glaspulver und 2 % Flußspat, mit Sulfitlauge und Wasser angemacht.	Zuerst unlegierter Werkzeugstahl, dann eine Reihe harter und weicher Chromstähle.	Sinterung sehr schnell, Tiegel hart und sehr dicht, Rißneigung gering, nicht beständig gegen Oxydationsschlacken, große Auswaschungen in Schlackenzone, nur für wenig oxydierende Schlacken geeignet.

durch die auftretenden Schrumpfspannungen im Tiegel eine große Anzahl von feinen Rissen ausgelöst wurde, bestand für den Tiegel keine Gefahr. Wirkten sich die Spannungen dagegen nur an einer oder an wenigen Stellen aus, so mußte der Tiegel ausgebessert werden. Mit zunehmendem Fassungsvermögen der Ofen werden die auftretenden Spannungen und damit die Gefahren bei nur vereinzelt Rissen naturgemäß größer. Bei einer gemauerten Zustellung verteilen sich

die Schrumpfspannungen auf viele Einzelsteine, und die Lage der Risse wird durch die Steinfugen gewissermaßen vorausbestimmt. Aber selbst in dem Falle, daß ein einzelner Stein reißen sollte, wird der Riß den verhältnismäßig geringen Spannungen entsprechend nur wenig klaffen und damit bedeutungslos sein. Die gemauerte, bei den Versuchen benutzte Zustellung bestand jeweils aus einem inneren Steinmantel, um den zum Schutze gegen einen Ofendurchbruch

ein zweiter Ring aus Magnesitsteinen mit zueinander versetzten Fugen gelegt wurde. Der Zwischenraum zwischen beiden Steinringen sowie der Raum zwischen Ofenspule und äußerem Steinring wurden mit Magnesitmehl ausgestampft.

Die Anfälligkeit zum Reißen war gegenüber einer gestampften Zustellung wesentlich geringer. Um einen einwandfreien Fugenschluß zu sichern, müssen die Steine genau maßhaltig und mit Nut und Feder versehen sein. Schwierigkeiten können bei ungenügend gebrannten Steinen leicht durch Nachschwindung hervorgerufen werden. Für kleinere Öfen ist die gemauerte Zustellung infolge einer praktisch nicht zu unterschreitenden Mindeststeinstärke wenig geeignet. Für den Großofen liegen die Verhältnisse günstiger, weil die Wandstärke eines gemauerten Tiegels annähernd mit der eines gestampften übereinstimmt. Beim Arbeiten mit Raffinationsschlacken im unterbrochenen Betrieb bietet die gemauerte Zustellung gegenüber der gestampften keine Vorteile.

Im Verlauf der weiteren Arbeiten wurde zunächst versucht, die Zusammensetzung der Raffinationsschlacke, insbesondere das Verhältnis von Kalk zu Kieselsäure zu ändern. Die durchgeführten Versuchsschmelzungen bestätigten jedoch die alte Erfahrung, daß eine weitgehende Raffination des Stahles nur unter hochbasischen Schlacken mit ausreichender Menge an freiem Kalk möglich ist. Neben der Färbung ist die Neigung zum Zerrieseln ein äußeres Kennzeichen einer Feinungsschlacke, und der Zerfall eines Tiegels ist auf ähnliche Ursachen zurückzuführen, die den Zerfall der Raffinationsschlacke hervorrufen. Wird die Feinungsschlacke so zusammengesetzt, daß sie nach der Abkühlung nicht zerfällt, bleibt der Tiegel zwar unbeschädigt, das Ausmaß der Raffination ist bei einer solchen Schmelze aber durchaus unzulänglich.

Aus dieser Beobachtung ergab sich die Notwendigkeit, an den Raffinationsabschnitt noch eine besondere Schlackenarbeit, lediglich zum Schutze des Tiegels, anzufügen. Eine Beeinflussung der Stahlbegleitelemente, insbesondere die Umkehr der Feinungsreaktionen, darf dadurch natürlich nicht eintreten, sondern die nachträglich aufgebraachte Schlacke muß nur ein Lösungsvermögen für die in die Tiegelwand eingedrungene Raffinationsschlacke haben. Als besonders geeignet erwiesen sich Kalk-Kieselsäure-Tonerdeschlacken sowie Gemenge aus Kalk und Schamotte, wobei der Kieselsäureanteil zweckmäßig über 50 % und der Tonerdegehalt bis zu 25 % beträgt. Nach einer Reaktionszeit von 20 bis 35 min erhält man nach der Ofenabkühlung einen glatten, dichten Schlackenrand, der eine hohe mechanische Festigkeit hat.

Bei der Stahlerzeugung im basisch zugestellten kernlosen Induktionsofen muß der Eigenart dieser Schmelzanlage Rechnung getragen werden. Die Beeinflussung der Begleitelemente des Stahles erfolgt in der Hauptsache durch Tiegelwand und Schlacke. Die Umsetzungen zwischen Metall und Tiegelwand lassen sich nicht willkürlich beeinflussen, sie gehen außerdem zu Lasten der Zustellung und sind deshalb unerwünscht. Auf die Umsetzungen zwischen Metall und Schlacke kann dagegen in weitem Maße eingewirkt werden. Eine wichtige Voraussetzung dabei ist, daß die Schlacke genügend dünnflüssig ist und sich in einem reaktionsfähigen Zustand befindet.

Bei der Durchführung von Frischarbeiten liegen die Verhältnisse günstig, da eisen- und manganoxydulreiche Kalkschlacken gut flüssig sind. Oft muß sogar ein zu hoher Flüssigkeitsgrad mit Rücksicht auf die Zustellung durch Kalkzugabe herabgesetzt werden. Die Durchführbarkeit von Frischarbeiten wurde bereits von F. Wever und H.

Neuhauss²⁾ sowie von W. Hessenbruch³⁾ gezeigt. Neben der Abscheidung der Elemente Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Aluminium und Chrom kommt es beim Frischen im Elektroofen hauptsächlich auf die Abscheidung des Phosphors an. Die weitgehende Entfernung des Phosphors im kernlosen Induktionsofen wurde von P. Bardenheuer und W. Bottenberg⁴⁾ an Hand von Versuchen in einem 300-kg-Ofen ausführlich dargelegt.

Der Schwerpunkt bei der Stahlerzeugung im Elektroofen liegt jedoch in der Raffination des Stahles, unter der man die Entgasung und die für dieses Verfahren kennzeichnende Desoxydation versteht. Vorbedingung für eine wirksame Raffination ist eine reaktionsfähige metalloxydarme Schlacke. Sofern gleichzeitig eine wirksame Entschwefelung erzielt werden soll, wie das meist der Fall ist, muß die Schlacke zudem hochbasisch sein. Kalkreiche Schlacken haben einen hohen Schmelzpunkt, und die Hauptschwierigkeit besteht darin, den Kalk in Lösung zu bringen. Am besten hat sich bei den Versuchen ein Zusatz von Flußspat bewährt, mit dem sich jeder gewünschte Flüssigkeitsgrad der Schlacke einhalten läßt. Der erforderliche Flußspatzusatz beträgt meist etwa 10 bis 20 % der Schlackenmenge. Wenn darauf geachtet wird, daß die Schlacke nicht zu dünnflüssig wird, besteht für die Zustellung keine Gefahr eines Angriffs durch den Flußspat. Die Raffination des Stahlbades wird zweckmäßig in folgender Weise durchgeführt:

Nach dem sauberen Entfernen der schwarzen Einschmelz- oder Frischschlacke wird eine Kalk-Flußspat-Mischung aufgegeben. Härtere Schmelzungen werden sodann durch Eintauchen von Elektrodenabfällen aufgekohlt bis zu einem Kohlenstoffgehalt, der etwa 0,05 bis 0,10 % unter der verlangten Kohlenstoffgrenze liegt. Durch die Kalk-Flußspat-Schlacke wird vermieden, daß die Schmelze während des Anfohlens zu stark sprüht. Anschließend wird, wenn nötig, Ferromangan nachgesetzt und darauf die Schlacke gewechselt. Die aufzugebene Schlacke besteht aus einer Mischung aus Kalk, Flußspat, Kohlenstaub und Ferrosiliziumpulver. Da der Flußspat sich allmählich zersetzt, der Kohlenstoff und das Silizium langsam vom Bad aufgenommen oder oxydiert werden, muß in gewissen Zeitabständen Schlacke nachgegeben werden. Die erforderliche Schlackenmenge beträgt bei einer 250-kg-Schmelzung für eine einstündige Raffinationsdauer 4 bis 8 kg; die Menge ändert sich mit der Ofengröße und der Raffinationsdauer. Die Menge des mit der Schlackenmischung eingeführten Kohlenstaubs wird so bemessen, daß sich der Unterschied zwischen der Vorprobe nach dem Aufkohlen und dem verlangten Endgehalt ausgleicht, zusätzlich eines Zuschlags, für Holzkohle etwa 20 %, für gemahlene Koks weniger. Die Schlacke bleibt zunächst noch dunkel; in gleichem Maße wie der Sauerstoffgehalt des Stahlbades und die von der Tiegelwand aufgenommenen Oxyde unter dem reduzierenden Einfluß des Kohlenstoffs und des Siliziums abnehmen, wird die nachgesetzte Schlacke ihre helle Farbe behalten. Sobald die Schlacke weiß geworden ist, werden die Legierungsstoffe zugegeben. Eine anschließende Raffination von ungefähr 30 min Dauer unter weiterem Schlackenzusatz genügt, um die mit den Legierungszusätzen ins Bad gelangten Sauerstoffverbindungen zu reduzieren. Vorproben geben ein Bild über die fortschreitende Desoxydation. Zur Beschleunigung der Desoxydation, insbesondere beim Erschmelzen hochlegierter Chromstähle oder Chromlegierungen, ist es zweckmäßig, etwa 0,05 bis 0,1 % Aluminiumpulver der Schlacke zuzuführen, und zwar nötigenfalls mehrmals, wodurch die letzten Metalloxydreste in der Schlacke wirksam reduziert werden. Bei den genannten Zuschlagsmengen bleiben nur ganz geringe analytisch nachweisbare Spuren an Aluminium im fertigen Stahl zurück.

Die Desoxydation des Stahlbades durch die Reduktionsschlacke erfolgt in der Weise, daß ein Teil der von der Schlacke aufgenommenen Metalloxyde durch das Silizium des ersten Schlackenzusatzes reduziert wird. Darüber hinaus löst die Schlacke noch beträchtliche Metalloxydmengen, die durch das

²⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 8 (1926) S. 171/79.

³⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 13 (1931) S. 169/81; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1199/1201.

⁴⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 49/53; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 512.

Silizium der weiteren Schlackenzusätze reduziert werden. Die Schlacke kann so immer wieder neues Oxydul aus dem Bad aufnehmen, bis schließlich das Metallbad an Sauerstoffverbindungen verarmt ist. Von diesem Zeitpunkt an wandert Silizium in das Metallbad. Die Desoxydation des Bades erfolgt hier also nicht durch Umwandlung der darin vorhandenen Sauerstoffverbindungen, bei der feste Desoxydationserzeugnisse und gleichzeitig gelöste Gase aus den zugesetzten Desoxydationsstoffen im Metall zurückbleiben können, sondern durch Aufnahme der Oxyde durch die Schlacke, deren Lösungsfähigkeit dauernd aufrechterhalten wird.

Das beschriebene Arbeitsverfahren geht davon aus, daß die verflüssigten Einsatzstoffe zunächst gefrischt und dann gefeint werden. Das ist der übliche Weg bei Verwendung von minderwertigem und unlegiertem Schrott. Bei hochlegierten Umschmelzchargen wird gewöhnlich auf eine vollständige Oxydation verzichtet und sofort mit der Feinarbeit begonnen. Mit Rücksicht auf die Güte des Stahles empfiehlt es sich jedoch, nach Möglichkeit auch höher legierte Einsatzstoffe in beschränktem Umfang zu frisken und zur Vermeidung von Verlusten an wertvollen Legierungselementen die anfallende Schlacke durch Kohlenstoff, Ferrosiliziumstaub und gegebenenfalls unter Zugabe von Aluminiumpulver nachträglich zu reduzieren. Bei hochlegierten Umschmelzchargen, z. B. rost- und säurebeständigen Stählen, Chrom-Nickel-Legierungen usw., muß mit Rücksicht auf die Legierungselemente jede Oxydation auscheiden. Die Entfernung von Oxyden ist zudem bei diesen Stählen verhältnismäßig schwierig, so daß es auch im Hinblick auf die Stahlgüte zweckmäßig ist, auf eine Oxydation zu verzichten.

Nach Abschluß der Versuche wurden die in der vorliegenden Arbeit an einem 250-kg-Ofen gewonnenen Erkenntnisse auf Betriebsöfen mit einem Fassungsvermögen von 600 und 1200 kg übertragen, um so insbesondere ein zuverlässiges Bild über die Haltbarkeit basischer Tiegel zu gewinnen. Die geringere mechanische Festigkeit des basischen Tiegels setzt eine gewisse Vorsicht beim Einsetzen, Schlackenziehen usw. voraus. Bei sorgsamer Behandlung des Ofens lassen sich Haltbarkeiten von mindestens 50 Schmelzungen erzielen, sofern nicht das Schmelzprogramm einseitig auf eine bestimmte, die Zustellung besonders angreifende Stahlsorte ausgerichtet ist.

Voraussetzungen für die Walzenkalibrierung bei Edelstahl¹⁾.

Wenn auch ein Edelstahlwalzwerk gegenüber einem Walzwerk für üblichen Handelsstahl durch keinerlei Einrichtungen besonderer Art oder besonderen Umfangs ausgezeichnet ist, so sind doch beachtenswerte Einzelheiten im Aufbau eines ausschließlich auf die Erzeugung von Sonder- und Edelstahl ausgerichteten Walzwerkes vorhanden. Diese Besonderheiten kennzeichnen nicht nur den allgemeinen Aufbau, die Menschenführung, eine umfassende Arbeitsteilung und -vorbereitung, die Kalibrierungsart und die Wärmebehandlung des Walzgutes, sondern auch viele andere einzelne Vorgänge und Einrichtungen.

Beim Walzen von Sonder- und Edelstahl hat man es in der Regel mit nur einfachen Querschnitten zu tun. Die letzte äußere Formänderung ist bei den Endquerschnitten durch Walzen ohne besondere Schwierigkeiten zu erzielen. Der Unterschied zwischen einer Kalibrierung für Handelsstahl einerseits und für Sonder- und Edelstahl andererseits liegt daher auch mehr in dem anders bedingten Aufbau einer sowohl gütemäßig sicheren als auch wirtschaftlichen Kalibrierung der benötigten Kaliberreihen oder der erforderlichen Vorstiche.

Wenn auch beim Kalibrieren für Sonder- und Edelstahl Voraussetzungen allgemeiner Gültigkeit zu beachten sind, so ist

¹⁾ Auszug aus einem Vortrag vor der 48. Sitzung des Ausschusses für Walzwerk und Weiterverarbeitung der Eisenhütte Oberschlesien, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., am 5. Juni 1941 in Hindenburg, O.-S.

Zusammenfassung.

Eine Reihe gewöhnlicher Sintermagnesite und Sondermagnesite wurden teils ohne und teils mit Zusätzen und Bindemitteln auf ihre Eignung als Zustellung für den kernlosen Induktionsofen geprüft.

Die Neigung zum Reißen während der Abkühlung ist bei den einzelnen Magnesitsorten sehr unterschiedlich. Einzelne Sondermagnesite zeigen nur geringe Reißempfindlichkeit. Gewöhnliche Magnesite sind dagegen sehr empfindlich gegen Temperaturwechsel; sie kommen daher als Zustellung für kernlose Induktionsöfen nicht in Betracht.

Ein Zusatz von Glaspulver bewirkt bereits bei verhältnismäßig niedriger Temperatur ein gutes Durchsintern und Verkitten der einzelnen Magnesitkörner; die Neigung zum Reißen wird dadurch vermindert, die Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beschädigungen erhöht.

Von besonderer Bedeutung für die Lebensdauer des Tiegels ist die Raumbeständigkeit des Sintermagnesits. Durch möglichst niedrige Temperaturführung während der ersten Schmelzen kann die Nachschwindung der Zustellung weitgehend unschädlich gemacht werden.

Gegen den Angriff von Oxydationsschlacken ist bei starker Frischarbeit, z. B. beim Schmelzen von weichen Stählen, nur ein Teil der untersuchten Proben beständig, während bei mäßiger Frischarbeit, also bei der Erzeugung harter Stähle, alle Magnesitsorten eine ausreichende Beständigkeit aufweisen.

Gegen Feinungsschlacken sind im durchgehenden Betrieb alle Magnesitmischungen ziemlich beständig. Im unterbrochenen Betrieb wird jede basische Zustellung nach voraufgegangener Feinarbeit völlig zerstört. Der Zerfall des Tiegels nach der Abkühlung kann in der Weise verhindert werden, daß im Anschluß an die Raffination eine besondere Schlackenarbeit durchgeführt wird, durch die der Raffinationsgrad des Stahles nicht geändert wird.

Weiterhin wurden Versuche mit Zustellungen aus gebrannten Magnesitsteinen betrieben und die zu beachtenden Schwierigkeiten geschildert. Abschließend wurde auf die Metallurgie des basisch betriebenen kernlosen Induktionsofens eingegangen.

Umschau.

doch der Einfluß einzelner solcher Voraussetzungen oft anders zu werten und in Rechnung zu stellen. Die wichtigste Voraussetzung für die richtige Arbeitsweise einer jeden Edelstahlkalibrierung ist der möglichst gleichmäßig durchwärmte Block. Besonders beim Rohblock setzt diese Forderung entsprechend lange Blockwärmzeiten und daher lange Blockanwärmöfen voraus. Eine große Rolle spielt die richtige Beurteilung des Einflusses der Wärmeleitfähigkeit, des Temperaturverlaufs und der daraus zu ermittelnden Warmfestigkeit über den ganzen Blockquerschnitt, und zwar sowohl beim Anwärmen als auch beim Walzen.

Beim Kalibrieren von Edelstahl sind je nach Analyse wegen der Breitung und Kaliberfüllung verschiedene Punkte zu beachten. Mit einem Zuschweißen vorhandener Risse und sonstiger Fehlstellen kann man nicht mehr rechnen, so daß entweder nur Kalibrierungen für den bei der Warmformgebung noch schweißenden oder nicht mehr schweißenden Stahl zu entwickeln sind, wenn sich in beiden Fällen größte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit ergeben sollen.

Als Beispiel der Edelstahlkalibrierung wurde die Entwicklung von vier verschiedenartigen Stichfolgen für ein Blockgerüst mit feststehenden Walzen erläutert. Die Entwicklung der Walzquerschnitte erfolgte nach Formeln, die verschiedene Bedingungen (Ueberhöhung, Ueberdruck, zunehmende Breitung mit wachsender Stichzahl) berücksichtigen. Die nach allgemeingültigen Gleichungen mögliche wissenschaftliche Durcharbeitung einer derartigen Kalibrierung zeigte ferner, daß sich bei

genau gesetzmäßiger Entwicklung der Querschnittsflächen die quadratischen oder quadratähnlichen Abgangsquerschnitte nach jedem vierten Stich einstellen und auf der Anstichseite liegen. Sollen diese Abgangsquerschnitte dagegen auf die andere Gerüstseite fallen, so muß in einzelnen Stichen auf die vorgesehene Querschnittsabnahme zum Teil verzichtet oder ein Leerstich eingelegt werden. Da sich außerdem bei gesetzmäßiger Entwicklung der Querschnittsflächen nach den aufgestellten Gleichungen für paarweise nebeneinander liegende Kaliber gleiche Höhen ergaben, konnte gefolgert werden, für wieviel Stiche man eine Doppelverwendung der Kaliber mit je einem Durchgang mit oder ohne seitliche Kaliberfüllung wählen will.

Von den angeführten vier Kalibrierungen sind drei bereits seit längerer Zeit betrieblich erprobt. Mit diesen Stichfolgen werden Rohblöcke bis zu 320 mm Durchmesser oder Kantenlänge und bis zu 1 t Blockgewicht einwandfrei in den verschiedensten Edelstahlsorten (von Schnellarbeitsstählen und hochlegierten, nichtrostenden Stählen mit über 20 % Nickel- und Chromgehalt abgesehen) ausgewalzt. Wilhelm Stich.

Ueberhitzungsempfindlichkeit und Neigung zur Lötbrüchigkeit verschieden legierter Einsatzstähle.

Unter Verwendung des Chrom-Molybdän-Stahles ECMo 80 nach DIN Vornorm 1663 als Vergleichsstahles untersuchten H. Cornelius und F. Bollenrath¹⁾ eine Reihe zum Teil neuartiger Stähle mit der in *Zahlentafel 1* angegebenen Zu-

Abschrecktemperaturen, die zu einer vollständigen Auflösung des Vanadinkarbids führen, zur Erhöhung der Härtebarkeit des Stahles ausnutzen. Andererseits wird mit der Auflösung der Vanadinkarbide die wahrscheinliche Hauptursache der Ueberhitzungsunempfindlichkeit der Vanadinstähle beseitigt. Daher wurde eine Reihe von Versuchsstählen mit einem Titanzusatz

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der Versuchsstähle.

Stahl Nr.	% C	% Si	% Mn	% Cr	% Mo	% Ti	% V
1	0,14	0,35	0,84	1,04	0,24	—	—
2	0,11	0,35	0,70	1,13	—	—	0,25
3	0,15	0,29	0,71	1,02	—	—	0,20 ¹⁾
4	0,16	0,33	1,25	—	—	—	0,19 ²⁾
5	0,21	0,47	1,64	—	—	—	0,29
6	0,22	0,50	1,55	—	—	—	0,65
7	0,20	0,45	0,74	1,01	—	0,09	—
8	0,23	0,56	1,12	1,15	—	0,14	—
9	0,19	0,42	0,97	0,50	—	0,13	0,19
10	0,16	0,45	0,77	—	—	0,13	0,50
11	0,22	0,64	1,08	—	—	0,13	0,60

¹⁾ Dazu noch 0,08 % Al (gesamt). ²⁾ Dazu noch 0,09 % Al (gesamt).

erschmolzen, dessen Karbid und Nitrid auch bei sehr hohen Temperaturen wahrscheinlich nur wenig im Austenit löslich sind und daher eine große Ueberhitzungsunempfindlichkeit der Titanstähle erwarten ließen. Der Einfluß einer Beruhigung mit Aluminium wurde schließlich noch an zwei Stählen untersucht,



Bild 1. Stahl 1 von 880° abgeschreckt.

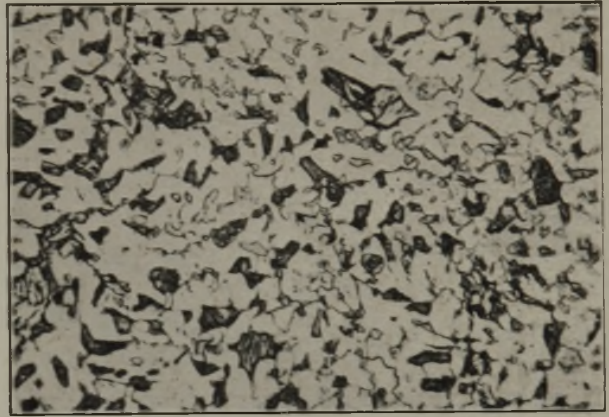


Bild 2. Stahl 11 von 880° abgeschreckt.

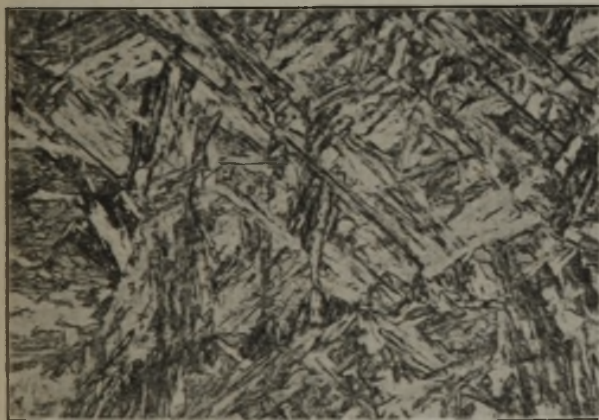


Bild 3. Stahl 1 von 1100° abgeschreckt.

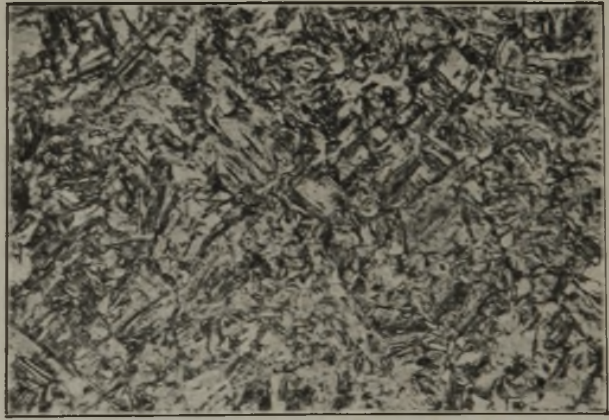


Bild 4. Stahl 11 von 1100° abgeschreckt.

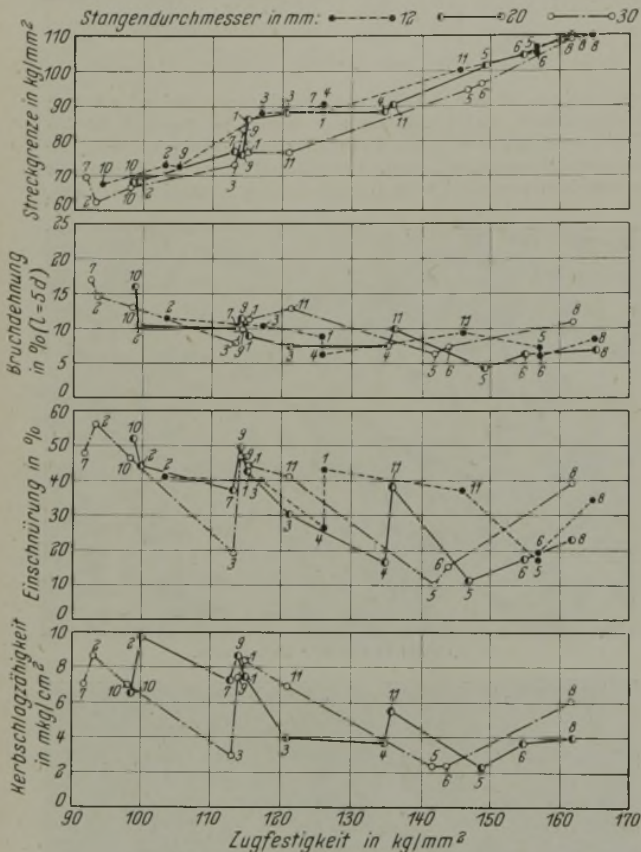
Bilder 1 bis 4. Gefüge der Stähle 1 und 11 nach Abschrecken von 880 oder 1100° mit einer Wasserbrause. Proben aus dem Kern von Stangen mit 20 mm Dmr. ($\times 500$; geätzt mit alkoholischer Salpetersäure.)

sammensetzung auf ihre Eignung für einen Verwendungszweck, der das Erreichen einer Zugfestigkeit über 110 kg/mm² bei guten Zähigkeitswerten durch Abschrecken von 1100 bis 1200° ohne weitere Wärmebehandlung voraussetzt. Außerdem sollte der Stahl eine geringe Neigung zur Lötbrüchigkeit in Berührung mit flüssiger Bleibronze aufweisen. Bei der Wahl der Versuchsstähle wurde bewußt auf Molybdän und zum Teil auch auf Chrom als Legierungsmetalle verzichtet; zum Einsatz gelangten hauptsächlich Silizium, Mangan und Vanadin. Der Legierungseinfluß des Vanadins läßt sich besonders bei hohen

Mit Proben aus 12, 20 und 30 mm dicken Rundstangen aus den Versuchsstählen, die von 880 und 1100° mit einer Wasserbrause abgeschreckt wurden, wurden Zug- und Kerbschlagbiegeversuche sowie metallographische Untersuchungen durchgeführt. Zur Prüfung der Versuchsstähle auf Lötbrüchigkeit wurden feingeschliffene Rundstäbe mit 5 mm Dmr. benutzt, die an Luft warm zu einem Winkel von 56° vorgebogen und nach Entfernen der leichten Zunderhaut in einer Bleibronzeschmelze (25 bis 26 % Pb, Rest Kupfer) bei 1200° um unterschiedliche Beträge weitergebogen wurden. Die Untersuchung der Winkelproben auf Lötbrüchigkeit wurde metallographisch durchgeführt.

¹⁾ Luftf.-Forsch. 19 (1942) S. 167/73.

Da die Temperatur der beendeten A_{c_3} -Umwandlung der Versuchsstähle teils unter, teils weit über 880° liegt, traten nach dem Abschrecken von dieser Temperatur große Unterschiede des Gefüges und damit auch der mechanischen Eigenschaften auf. Der Chrom-Molybdän-Stahl 1 bestand z. B. nach dem Abschrecken von 880° gemäß Bild 1 aus Härtingsgefüge mit kleinen Ferritresten, der Mangan-Silizium-Vanadin-Titan-Stahl 11 dagegen noch aus Ferrit und Sorbit oder Troostit (Bild 2). Das Abschrecken von 1100° ergab bei allen Versuchsstählen ein Härtingsgefüge, in einigen Fällen mit Anteilen von Zwischenstufengefüge. Die Unterschiede in der Gefügefinesheit waren beträchtlich; so hatte der Chrom-Molybdän-Stahl 1 nach dem Härten von 1100° ein grobes Gefüge (Bild 3), während der Mangan-Silizium-Vanadin-Titan-Stahl 11 mit hoher A_{c_3} -Umwandlungstemperatur nach der gleichen Behandlung noch ein feineres Härtingsgefüge hatte (Bild 4) als der Stahl 1 nach dem Abschrecken von nur 880° .



Bilder 5 bis 8. Abhängigkeit der Streckgrenze, Bruchdehnung, Bruchdehnung, Bruchdehnung und Kerbschlagzähigkeit der von 1100° mit der Wasserbräuse abgeschreckten Versuchsstähle von deren Zugfestigkeit.
(Die eingeschriebenen Zahlen weisen auf die Stahlnummern in Zahlentafel 1 hin.)

In den Bildern 5 bis 8 sind die Streckgrenze, Bruchdehnung, Bruchdehnung und Kerbschlagzähigkeit von Proben aus dem Kern der mit einer Wasserbräuse von 1100° abgeschreckten Versuchsstähle in Abhängigkeit von der Zugfestigkeit dargestellt. Während die Streckgrenze näherungsweise geradlinig mit der Zugfestigkeit ansteigt, zeigen besonders die Einschnürung und die Kerbschlagzähigkeit ein stark wechselndes Verhältnis zur Zugfestigkeit. Weniger ausgeprägt gilt dies auch für die Bruchdehnung. Der Darstellung ist zu entnehmen, daß die Stähle 3 bis 6 — hierunter sind also auch die mit Aluminium beruhigten Stähle — im Verhältnis zu ihrer Zugfestigkeit nach stark überhitzter Härtung vorwiegend niedrige, die übrigen Stähle durchweg erheblich höhere Werte der Einschnürung, Kerbschlagzähigkeit und Bruchdehnung aufweisen. Bei der angestrebten hohen Festigkeit haben besonders der Chrom-Molybdän-Stahl 1 und die mit Titan neben Chrom, Mangan, Vanadin und Silizium legierten Stähle 7 bis 11 nach Abschrecken von 1100° , auch wenn sie, wie die Stähle 10 und 11, chromfrei sind, noch eine hohe Zähigkeit. Die mit den Chrom-Vanadin-Stählen 2 und 3 erhaltenen Ergebnisse sind uneinheitlich. Das Verhalten z. B. des Stahles 1 zeigt, daß grobes Gefüge nicht mit unzureichender Zähigkeit verknüpft zu sein braucht.

Die Versuche über die Lötbruchneigung, die bei den Versuchsstählen mit Ausnahme von Stahl 3 nur wenig ausgeprägt war, ließen erkennen, daß die mit Titan legierten Stähle durchweg eine höhere Sicherheit gegen Lötbruchneigung bieten als die übrigen Versuchsstähle. Gegen einen unmittelbaren Zusammenhang der Lötbruchneigung der titanhaltigen Stähle mit ihrer bei 1100° noch kleinen Ueberhitzungsempfindlichkeit scheint die Feststellung zu sprechen, daß ein stark überhitzungs-empfindlicher unlegierter Stahl mit etwa 0,1 % C unter den eingehaltenen Versuchsbedingungen frei von Lötbruchigkeit war.

Aus den Untersuchungen ergibt sich, daß molybdänfreie Einsatzstähle mit Zusätzen von Titan nach Abschrecken von sehr hohen Temperaturen hohe Zugfestigkeit mit bedeutender Zähigkeit verbinden und außerdem eine erhöhte Beständigkeit unter Bedingungen, die Lötbruchneigung erzeugen, haben können. Gleiches läßt sich auch mit titanhaltigen Stählen erreichen, die weder Molybdän noch Chrom enthalten. Um bei etwa 20 mm Wandstärke durch Abschrecken von 1100° mit einer Wasserbräuse — deren Abschreckwirkung etwas kleiner als die beim Eintauchen in Wasser erreichbare Abschreckwirkung ist — Zugfestigkeiten über 110 kg/mm² bei guter Zähigkeit zu erreichen, ist nach den Versuchen ein molybdänfreier Stahl mit 0,15 bis 0,2 % C, 0,3 bis 0,45 % Si, 0,9 bis 1,1 % Mn, 0,5 bis 0,6 % Cr, etwa 0,2 % V und 0,12 bis 0,16 % Ti oder ein molybdän- und chromfreier Stahl mit 0,15 bis 0,2 % C, 0,4 bis 0,65 % Si, 1,4 bis 1,3 % Mn, 0,45 bis 0,6 % V und 0,12 bis 0,16 % Ti geeignet.

Heinrich Cornelius.

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung durch die Tüpfelprobe. (Tüpfelprobe auf Nickel, Kobalt und Eisen.)

Robert Wehrich und Friedrich Schwertner¹⁾ berichten über die Ergebnisse einer Gemeinschaftsarbeit des Fachausschusses für analytische Verfahren der Eisenhütte Südost, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., zu der auch M. Adelt in Judenburg, J. Blaschke in Brünn, H. Klein in Donawitz, H. Pinsl in Amberg, E. Schaefer in Linz a. d. D., K. Schmidt in Brünn und P. Klinger in Essen Beiträge lieferten.

Durch Tüpfelreaktionen am Prüfstück können Werkstoffe, beispielsweise Stähle, gekennzeichnet und auseinandergehalten werden. In der vorliegenden Gemeinschaftsarbeit werden vereinfachte, praktisch inzwischen schon mehrfach bewährte Tüpfelproben unter Verwendung von geeigneten Tüpfelsäuren und Reagenzpapieren nach dem Abdruckverfahren für den Nachweis von Nickel, Kobalt und Eisen beschrieben. Diese Prüfungen können von angelernten Hilfskräften innerhalb weniger Minuten auch bei Massensortierungen sicher durchgeführt werden. Als Reagenzpapier für den qualitativen und in gewissen Grenzen halbquantitativen Nachweis von Nickel dient Azetatglyoximpapier, für den Kobaltnachweis Nitroso- β -Naphtholpapier und für den Eisennachweis Ferrozyanidpapier. Diese unbegrenzt haltbaren Reagenzpapiere stellt man in Form von etwa 2 cm breiten Streifen durch Tränken von Filterpapier in den betreffenden Lösungen selbst her. Die zu verwendenden Tüpfelsäuren sind in jedem Laboratorium vorhanden oder leicht zu beschaffen.

Die Ermittlung der Schadenslinie von Stahl.

Von fünf Prüfstellen wurden bei verschiedenen Arten der Dauerbeanspruchung, vorwiegend umlaufende Biegung, die Wöhlerkurven und Schadenslinien, die letztgenannten nach verschiedenen Verfahren, für glatte und gekerbte Proben aus einem Chrom-Molybdän-Stahl ermittelt, deren Ergebnisse Franz Bollenrath und Heinrich Cornelius²⁾ in der vorliegenden Arbeit behandeln. Neben dem Institut für Werkstofforschung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, e. V., Berlin-Adlershof, haben an den Versuchen mitgearbeitet: H. Schnetz (Junkers Flugzeug- und Motorenwerke A.-G., Motorenbau Stammwerk Dessau), R. Mailänder (Fried. Krupp A.-G., Essen), E. Gerold (Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Forschungsinstitut Dortmund) und G. Stähli (Staatliches Materialprüfungsamt an der Technischen Hochschule Stuttgart).

Die Dauerfestigkeit ungekerbter und gekerbter Proben steigt durchaus nicht immer mit der innerhalb der technisch zulässigen Grenzen streuenden Zugfestigkeit des Versuchsstaehles an. Die Gründe für die beobachteten Schwankungen der Dauerfestigkeit

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 45/48 (Chem.-Aussch. 154).

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 49/56 (Werkstoff-aussch. 600).

auch bei gleicher Zugfestigkeit können im Werkstoff, in kleinen Unterschieden in der Probenherstellung oder im Untersuchungsgang liegen¹⁾. Diese Verhältnisse bedingen auch einen Streubereich für die Schadenslinie, der besonders bei glatten Proben sehr groß gefunden wurde. Im Gegensatz zu den Wöhlerkurven weisen die nach einheitlichen Verfahren (French) mehrfach ermittelten Schadenslinien vor allem große Neigungsunterschiede auf, die zum Teil dem Einfluß des Beobachters zugeschrieben werden können, da die Neigung der Schadenslinie zunächst durch die Wahl der Dauerfestigkeit mitbestimmt wird, bei der die Entscheidung über das Vorliegen einer Schädigung (French-Verfahren) getroffen wird. Die Unterschiede in der Neigung der Schadenslinien sind bei streuender Zugfestigkeit bei den gekerbten Stäben geringer als bei glatten Stäben.

Ein Vergleich der mit verschiedenen Verfahren festgelegten Schadenslinien, bei dem als Vergleichsgrundlage die French-Schadenslinie diente, läßt folgende vorläufige Schlüsse zu: Mechanische Messungen des Elastizitätsmoduls bei Zugschwellbeanspruchung, der Durchbiegung und Dämpfungsfähigkeit bei Biegewechselbeanspruchung und des zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Verdrehwinkels erforderlichen Drehmomentes bei Verdreherschwingungsbeanspruchung sind nicht geeignet zur Festlegung von Schadenslinien. Die Empfindlichkeit dieser Verfahren ist zu gering, da sie erst auf größere Anrisse ansprechen. Gleiches gilt auch für das Magnetpulververfahren. Das Verfahren der Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Dortmund, scheint eine etwas geringere Empfindlichkeit als das French-Verfahren zu haben. Das Recken oder Zerreißen vorbeanspruchter Proben wird sich bei glatten Stäben zu einem brauchbaren Verfahren entwickeln. Für gekerbte Proben sind der Schlagbiege- oder Schlagzugversuch, sowie besonders bei umlaufender Biegung die mikroskopische Untersuchung brauchbare, und gegenüber dem French-Verfahren zeit- und kostensparende Mittel zur Festlegung der Schadenslinie. Während z. B. das Verfahren nach French und das ähnliche Verfahren des Kohle- und Eisenforschungsinstituts Dortmund ziemlich allgemein anwendbar sind, haben die übrigen hier behandelten und als brauchbar erkannten Verfahren zur Ermittlung des Schädigungsbeginns eine auf bestimmte Beanspruchungsarten oder Prüfstabformen (glatte oder gekerbte Stäbe) beschränkte Anwendbarkeit.

Die Versuche stützen die Auffassung, daß der Beginn einer Schädigung metallischer Werkstoffe mit dem ersten Auftreten kleiner, mikroskopisch schon erkennbarer Risse gleichzusetzen ist. Der Verlauf einer Schadenslinie hängt demnach u. a. von der Empfindlichkeit ab, mit der das angewandte Prüfverfahren Anrisse erkennen läßt.

Eine unmittelbare Anwendung von Schadenslinien, die durch Versuche an Probestäben aufgestellt wurden, für die Bemessung von zeitweise im Zeitfestigkeitsgebiet beanspruchten Bauteilen wird kaum zulässig sein. Dagegen hat es einen gewissen Sinn, das Schädigungsverhalten verschiedener Stähle miteinander zu vergleichen.

Die Löslichkeit von Titankarbid und seine Wirkung bei der Härtung und Vergütung von Stählen.

Im System Eisen-Titan-Kohlenstoff treten nach den Untersuchungen von Eduard Houdremont, Friedrich-Karl Naumann und Hans Schrader²⁾ zwei Karbide auf, das leichtlösliche Eisenkarbid Fe_3C und das schwerlösliche Titankarbid TiC . Das erste verschwindet, wenn das Verhältnis von $Ti : C = 4$ überschritten wird. Die Löslichkeit des Titankarbids scheint sich mit dem Kohlenstoff- und Titangehalt des Stahles zu verändern. Bei höheren Titangehalten kann das Titankarbid in zwei verschiedenen Formen, einer primär ausgeschiedenen groben und einer feinverteilten aus dem γ -Eisen ausgeschiedenen, vorkommen.

Die Härteannahme unlegierter Stähle bei Wasserhärtung wird bei Titanzusätzen durch Abbindung von Kohlenstoff zu schwerlöslichen Sonderkarbiden und durch Keimwirkung der Karbideinlagerungen verschlechtert. Bei Stählen mit 1 % C führt dies, besonders bei hohen Temperaturen, zu einer Ver-

minderung der Einhärtungstiefe. Bei mäßigen Abkühlungsgeschwindigkeiten, z. B. an Luft, kann die Härtebarkeit besonders bei höheren Temperaturen, wenn die Titankarbide teilweise in Lösung gegangen sind, bei titanhaltigen Stählen verstärkt sein. Die feinverteilten Einlagerungen von Titankarbiden verursachen durch Behinderung des Kornwachstums eine hohe Unempfindlichkeit gegen Ueberhitzung.

Beim Anlassen unlegierter Stähle mit Titangehalten äußert sich die verzögerte Ausscheidung von aufgelösten Karbiden durch eine verbesserte Anlaßbeständigkeit. Die Beständigkeit der Anlaßhärte bei mehrfachem Anlassen sowie die Zeitabhängigkeit der Härteveränderung entsprechen einem Ausscheidungs-vorgang.

Die Festigkeitseigenschaften titanhaltiger, aber sonst unlegierter Stähle sind im gewalzten und geschmiedeten Zustand von der Warmformgebungstemperatur, im normalgeglühten Zustand von der Glüh Temperatur abhängig. Beim Normalglühen kommt es bei zunehmender Glüh Temperatur zu einem Festigkeitsanstieg, der jedoch praktisch nicht ausnutzbar ist, da er mit einem verhältnismäßig starken Kerbschlagzähigkeitsabfall verbunden ist. Im vergüteten Zustand werden entsprechend dem Härteanstieg Tiefwerte der Kerbschlagzähigkeit bei 600° und erst bei höheren Anlaßtemperaturen annehmbare Zähigkeitswerte erhalten. Der mit dem behandelten Querschnitt zunehmende Festigkeitsabfall bei Normalglühung und Oelvergütung spricht ebenso wie die verminderte Einhärtungstiefe bei Stählen mit 1 % C für eine Verschlechterung von Durchhärtung und Durchvergütung durch Titanzusätze, soweit praktisch mögliche Härtetemperaturen zur Anwendung kommen.

Bei Nickel-Vergütungsstählen mit 2,5 % Ni führen Titanzusätze bei niedrigeren Härtetemperaturen ebenfalls zu einer verminderten Härtebarkeit, die erst durch Karbidauflösung bei Härtung von höheren Temperaturen ausgeglichen wird. Damit verbunden ist eine verbesserte Anlaßbeständigkeit. Trotz erhöhter Härtetemperaturen bei den titanhaltigen Stählen ist die Karbidauflösung noch so unvollständig, daß sowohl bei Normalglühung als auch bei Oel- und Wasservergütung die Festigkeitswerte stärker querschnittsabhängig sind als bei einem titanfreen Stahl. Im Gegensatz zu unlegierten Stählen hat der Nickelstahl ein mit dem Titanzusatz ansteigendes, verhältnismäßig hohes Streckgrenzenverhältnis.

An Chrom-Vergütungsstählen mit 1 und 2,5 % Cr wurden Titanzusätze mit den üblichen Vanadinegehalten verglichen. Beim Härten erfordern die Titanstähle höhere Härtetemperaturen als die vanadinhaltigen, bleiben trotzdem weicher und in der Anlaßbeständigkeit unterlegen. Bei gleicher Vergütungsbehandlung erhält der vanadinhaltige Stahl eine höhere Streckgrenze und Zugfestigkeit. Erhöhte Härtetemperaturen bewirken bei beiden Zusätzen einen Anstieg dieser Eigenschaften, der aber bei Titanzusätzen größer ist und damit bei hohen Härtetemperaturen eine Angleichung an die vanadinhaltigen Stähle anstrebt. Bei Vergütung auf gleiche Festigkeit lag die Bruchdehnung und Kerbschlagzähigkeit der Stähle mit Vanadinzusätzen besser. Die Durchvergütung der titanhaltigen Chromstähle war geringer als die der vanadinhaltigen.

Untersuchungen über die Wirkung von Titanzusätzen in einigen Warmwerkzeug- und Schnellarbeitsstählen bestätigten die bei den Baustählen gemachten Feststellungen, daß Titanzusätze gegenüber Vanadinegehalten die Härtebarkeit und Anlaßbeständigkeit oder Schnittfähigkeit beeinträchtigen. Dagegen wird bei allen legierten Stählen die Empfindlichkeit gegen Ueberhitzung beachtlich verringert.

Insgesamt entspricht somit die Wirkung von Titan als Zusatz für unlegierte und legierte Stähle der eines sonderkarbidbildenden Elementes, das aber noch schwieriger als das schwerlösliche Vanadinkarbid zur Auflösung und damit zur brauchbaren Ausnutzung zu bringen ist.

Die übermikroskopische Oberflächenabbildung von Metallen nach dem Abdruckverfahren ohne Beschädigung der Probenoberfläche.

Viktor Duffek und Hans Mahl¹⁾ beschreiben eine Verbesserung des Abdruckverfahrens zur übermikroskopischen Oberflächenabbildung, nach der die Präparation eines Lackabdruckfilms von Metallen, insbesondere auch von Stahl, ohne Beschädigung der Probenoberfläche gelingt. Zur Durchführung des verbesserten Verfahrens wird der dünne Lackabdruckfilm auf kathodischem Wege von der Metallunterlage abgelöst. Der Anwendungsbereich des Abdruckverfahrens erfährt dadurch eine wesentliche Erweiterung.

¹⁾ Zur Aufklärung der Ursachen für die starken Streuungen in der Dauerfestigkeit glatter Proben, die trotz der einheitlichen Vorschriften für die Herstellung der Proben bei der vorliegenden Arbeit durch die Art der Probenherstellung bei den verschiedenen Prüfstellen mitbedingt sein könnten, sollen noch auf Anregung der Firma Fried. Krupp A.-G. Wöhlerkurven von verschiedenen Prüfstellen mit an einer Stelle, also durchaus einheitlich hergestellten Proben, aufgenommen werden.

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 57/71 (Werkstoffaussch. 604).

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 73/76.

Nachweis von Phosphorseigerungen durch Abdrucke auf Zellophan.

Zum unmittelbaren Nachweis der Phosphorverteilung in Eisen und Stahl entwickelten Heribert Grubitsch und Peter Warbichler¹⁾ ein Abdruckverfahren, das auf der Bildung von Molybdänblau bei der Reduktion von Phosphormolybdat mit salzsaurem Zinnchlorürlösung beruht. Als Bildträger dient dabei Zellophan. Das Abdruckverfahren ist auch dort anwendbar, wo andere Aetzungen versagen, und hat eine sehr hohe Empfindlichkeit, die noch Hundertstel Prozente Phosphor zu erfassen gestattet. Die Empfindlichkeit hängt allerdings vom Gehalt an den übrigen Begleitelementen des Eisens ab; Untersuchungen darüber sind im Gange.

Anwendung von Zellophan beim Oxydabdruckverfahren nach M. Nießner.

Nach den vorstehend beschriebenen guten Erfahrungen mit Zellophanabdrucken zum Nachweis von Phosphorseigerungen ergab sich die Frage, ob sich durch Anwendung von Zellophan das Oxydabdruckverfahren nach M. Nießner²⁾ verbessern läßt.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 77/79.

²⁾ Mikrochem. 12 (1932) S. 1/24; Chem. Zbl. 104 (1933) I, S. 977. Neuwirth, F., R. Mitsche und H. Dienbauer: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 355/58 (Werkstoffaussch. 490).

Untersuchungen von Heribert Grubitsch¹⁾ an zahlreichen unlegierten und legierten Eisen- und Stahlproben zeigten, daß sich störende Mängel der bisherigen Arbeitsweise durch Anwendung von Zellophanhaut als Bildträger weitestgehend vermeiden lassen. Bei genauer Einhaltung der im einzelnen angegebenen Arbeitsweise werden gestochen scharfe Abdruckbilder auf reinem, schwach blau gefärbtem Untergrund erhalten. Die Ausführung ist einfach und gelingt auch Ungeübten leicht.

Der metallographische Nachweis von Blei im Stahl.

Karl Erich Volk²⁾ berichtet über die Möglichkeit, bleihaltige Einschlüsse im Stahl nachzuweisen. Ein Aetzverfahren im eigentlichen Sinne besteht für Bleieinschlüsse nicht. Sie lassen sich aber dadurch sichtbar machen, daß man einen farbigen Niederschlag auf ihnen erzeugt. Dies gelingt besonders mit einer essigsauren Kaliumjodidlösung, in der sich an den bleihaltigen Stellen gelbes Bleijodid bildet. Weiter wird ein Abdruckverfahren angegeben, das ähnlich der Baumanschen Schwefelprobe einen makroskopischen Ueberblick über die Art der Bleiverteilung im Stahl gestattet. Mikroskopische und makroskopische Gefügebilder von Bleieinschlüssen in bleihaltigen Automatenstählen und Eisen-Blei-Sinterproben werden wiedergegeben.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 79/80.

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 81/84.

Patentbericht.**Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.**

(Patentblatt Nr. 33 vom 13. August 1942.)

Kl. 7 a, Gr. 22/03, D 80 036. Walzenstraße, insbesondere Feinwalzenstraße. Erf.: Dr.-Ing. Fritz Kocks, Düsseldorf. Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 24 h, Gr. 32/10, J 61 721. Verfahren zum Schweißen von Hohlkörpern, insbesondere Rohren. Erf.: Dipl.-Ing. Dr. Alfred Wyßomirski und Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Küntscher, Leuna (Kr. Merseburg). Anm.: I.-G. Farbenindustrie, A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 24 e, Gr. 3/04, J 64 608. Verfahren zur Vergasung kohlenstoffhaltiger feinkörniger, insbesondere staubförmiger Brennstoffe in einem Abstichgaserzeuger. Erf.: Dr. Wilhelm Haller, Leuna (Kr. Merseburg). Anm.: I.-G. Farbenindustrie, A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 24 e, Gr. 11/03, K 153 268. Drehrostgaserzeuger. Erf.: Paul van Ackeren, Essen. Anm.: Heinrich Koppers, G. m. b. H., Essen.

Kl. 24 e, Gr. 11/03, M 145 683. Gaserzeuger mit einem die Vergasungsrückstände austragenden Drehrost. Erf.: Dipl.-Ing. Adolf Richter-Glier, Nürnberg. Anm.: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., Nürnberg.

Kl. 40 a, Gr. 46/10, K 146 805. Verfahren zur Anreicherung des Mangans in Schlacken. Erf.: Dr.-Ing. Hugo Bansen, Rheinhausen (Ndrh.). Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 40 b, Gr. 17, K 157 834. Verfahren zur Herstellung von Hartmetalllegierungen. Erf.: Karl Schröter, Berlin, und Dr. Walther Dawihl, Kohlhasenbrück b. Berlin. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 42 k, Gr. 20/03, L 97 062. Verfahren zum Feststellen von Fehlstellen, z. B. Rissen, Hohlräumen und Einschlüssen, in festen Körpern. Erf.: Dr. phil. Hans Boersch, Berlin. Anm.: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

Kl. 80 b, Gr. 5/06, R 109 269. Verfahren zur Herstellung poröser Stückschlacke. Erf.: Dr.-Ing. Rudolf Kley, Wolfenbüttel. Anm.: Reichswerke A.-G. für Erzbergbau und Eisenhütten „Hermann Göring“, Berlin-Halensee.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 33 vom 13. August 1942.)

Kl. 7 a, Nr. 1 521 000. Walzenlager. Metall- und Eisen-gießerei Fitscher, G. m. b. H., Oberhausen (Rhld.).

Kl. 18 b, Nr. 1 521 071. Vorrichtung zum Steuern der Oeffnungs- und Schließbewegung des Blaswindventils eines Konverters. Otto Schweizer, Stuttgart-Münster.

Kl. 18 c, Nr. 1 521 178. Salzbadofen. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40.

Kl. 48 d, Nr. 1 520 925. Beizbehälter zum Beizen für Draht-ringe u. dgl. Dr.-Ing. Albert Sulfrian, Aachen.

Kl. 49 a, Nr. 1 520 901. Hartmetallwerkzeug, insbesondere Drehstahl. Rheinmetall-Borsig, A.-G., Berlin W 8.

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

Deutsche Reichspatente.

Kl. 48 d, Gr. 4₀₁, Nr. 719 549, vom 20. Juli 1939; ausgegeben am 11. April 1942. Metallgesellschaft, A.-G., in Frankfurt a. M. (Erfinder: Robert Razey Tanner in Detroit, Mich., V. St. A.) Verfahren zur Herstellung korrosionsbeständiger Ueberzüge auf Eisen und Stahl.

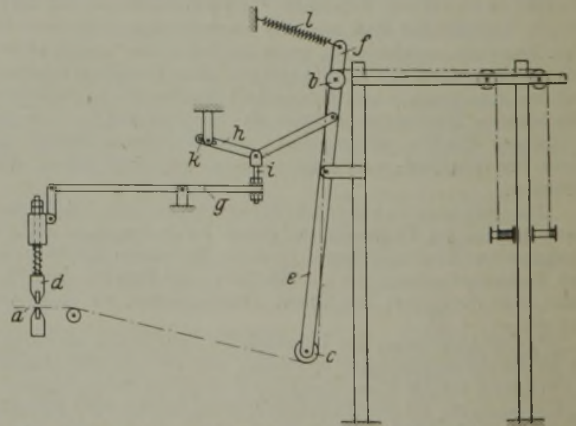
Die Gegenstände werden erst in einer Lösung behandelt, die ein in der elektrischen Spannungsreihe unter dem Eisen stehendes Metall und eine Säure enthält, die nicht verhindert, daß dieses Metallsich auf der eisernen Oberfläche niederschlägt. Dann wird in einer zweiten Stufe die behandelte Oberfläche mit einer Lösung behandelt, die sechswertiges Chrom und das PO₄-Radikal enthält, worauf man die Lösung auf der Oberfläche trocknen läßt.

Kl. 18 c, Gr. 3₁₆, Nr. 719 573, vom 1. Oktober 1932; ausgegeben am 14. April 1942. Goerig & Co., K.-G., in Mannheim. Verfahren zum Zementieren von Gegenständen aus Eisen oder Stahl.

Die aufzukohlenden Gegenstände werden zunächst mit einem Ueberzug aus einem beschleunigend wirkenden Metall oder einer Metallverbindung, z. B. Kalium-Nickeloxalat-Komplexsalz, versehen und dann in üblicher Weise aufgekohlt, z. B. in einem Härtebad mit einem Härtepulver oder auch einer Härtepaste.

Kl. 7 d, Gr. 6, Nr. 719 600, vom 7. Oktober 1938; ausgegeben am 13. April 1942. Berkenhoff & Drebes, A.-G., in Ablarer Hütte, Kr. Wetzlar. (Erfinder: Konrad Wagner in Ablar, Kr. Wetzlar.) Einrichtung an Drahtbearbeitungsmaschinen zur wechselweisen Veränderung der Spannung der zugeführten Drähte.

Bei diesen Maschinen, besonders zum Herstellen geschweißter Drahtnetze, laufen die zugeführten Drähte a über schwingende Spannrollen b, c oder Spannwalzen, deren Bewegung durch das



den Draht bearbeitende Werkzeug, z. B. Schweißelektroden d, gesteuert wird. Zwischen dem als Doppelhebel ausgebildeten Schwinghebel e, f und dem Steuergestänge g ist eine Kniehebel-einrichtung h, i, k angeordnet, von der ein Glied i in seiner Länge verstellbar ist. Schwinghebel e, f wird durch Zugfedern l, deren Spannung veränderlich einstellbar ist, in seiner Spann-lage gehalten.

Wirtschaftliche Rundschau.

Reichsvereinigung Eisen.

Bei der Reichsvereinigung Eisen sind Verwaltungsrat und Präsidium nunmehr besetzt worden. Der Reichswirtschaftsminister hat in den Verwaltungsrat folgende Herren berufen:

Karl Eckert, Herford (Westfalen),
 Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Friedrich Flick, Berlin,
 Direktor Dr. Heinz Gehm, Krefeld,
 Professor Dr.-Ing. Paul Goerens, Essen,
 Direktor Hans Hahl, Rodingen (Luxemburg),
 Gustav Horbach, Köln,
 Konsul Kroeger, Lübeck,
 Generaldirektor Kuchinka, Mährisch-Ostrau,
 Dr. Franz Leitner, Wien,
 Direktor Georg Lübsen, Oberhausen (Rhld.),
 Direktor Otto Make, Bochum,
 Generaldirektor Bergrat Dr. mont. E. h. Hans Malzacher,
 Teschen (O.-S.),
 Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Alois Meyer, Luxemburg,
 Hüttdirektor Albert Nöll, Geisweid (Kr. Siegen),
 Dr. Petrasch, Wien,
 Walter Pfeiffer, Ohle i. Westf.,
 Generaldirektor Paul Pleiger, Berlin-Halensee,
 Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Ernst Poensgen, Düsseldorf,
 Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Alfred Pott, Gleiwitz,
 Generaldirektor Heinz Puppe, Neunkirchen (Saar),
 Generaldirektor Karl Raabe, Rombach (Lothringen),
 Karl Theodor Röchling, Völklingen (Saar),
 Bergassessor a. D. Direktor Hans-Günther Sohl, Düsseldorf,
 Franz Somya, Litzmannstadt,
 Direktor Dr. Rudolf Scheer-Hennings, Berlin-Halensee,
 Dipl.-Ing. August Schmid von Schmidfelden, Wien,
 Walter Hans Schu, Berlin,
 Walter Steinweden, Leipzig,
 Generaldirektor Erich Tgahrt, Dortmund,
 Direktor Dr. Hermann Vaillant, Berlin-Tempelhof,
 Generaldirektor Dr.-Ing. Alfons Wagner, Gleiwitz (O.-S.),
 Direktor Dr.-Ing. Fritz Wesemann, Sulzbach-Rosenberg,
 Generaldirektor Wilhelm Zangen, Düsseldorf.

Der Vorsitz, Kommerzienrat Dr. Hermann Röchling, hat aus dem Verwaltungsrat folgende Herren ins Präsidium berufen:

Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Friedrich Flick, Berlin,
 Generaldirektor Paul Pleiger, Berlin-Halensee,
 Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Ernst Poensgen, Düsseldorf,
 Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Alfred Pott, Gleiwitz (O.-S.),
 Dipl.-Ing. August Schmid von Schmidfelden, Wien,
 Walter Steinweden, Leipzig,
 Generaldirektor Wilhelm Zangen, Düsseldorf.

Das Mitglied des Verwaltungsrats, Bergassessor a. D. Direktor Hans-Günther Sohl, hat als Beauftragter des Vorsitzers vorübergehend die Geschäftsführung der Reichsvereinigung Eisen übernommen und wird gemeinsam mit dem bereits zum vorläufigen Geschäftsführer bestellten Rechtsanwalt Dr. Eugen Langen den organischen Aufbau der Reichsvereinigung durchführen.

Kriegsliste für Walzprofile. — In der an dieser Stelle veröffentlichten Kriegsliste für Walzprofile¹⁾ muß es im Kopf von Spalte 3 der oberen Zahlentafel richtig „[“-Stahl aus DIN 1026, Blatt 1, heißen.

Erweiterung des Frachtausgleichs Ost. — Ein Erlaß des Reichskommissars für die Preisbildung schließt die Erörterungen über einen Ausbau des Verfahrens „Frachtausgleich Ost“, das die Frachten für Walzzeugbezieher in den östlichen Reichsgebieten auf 25 *R.M.* je t begrenzt, für die Kriegsdauer ab. Der Reichskommissar für die Preisbildung vertritt die Auffassung, daß eine allgemeine Senkung der Höchstfracht durch Zuschüsse der frachtgünstig gelegenen Verbraucher oder der Erzeuger während des Krieges nicht durchgeführt zu werden braucht. Dagegen werden Erleichterungen für die neueingegliederten Gebiete (Ostmark, Sudetenland, eingegliederte Ostgebiete) geschaffen. In diesen Gebieten wird für die rohstoffbestimmten Gruppen der Eisenverarbeitung die Fracht allgemein auf 20 *R.M.* je t gesenkt. Der Erlaß ist im Mitteilungsblatt des Reichskommissars für die Preisbildung vom 27. Juli 1942 veröffentlicht und tritt am 1. Juli 1942 in Kraft.

¹⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 703.

Senkung der niederländischen Eisenpreise.

Der holländische Generalsekretär für Handel und Industrie hat eine Verordnung erlassen, wonach niedrigere Höchstpreise für Roheisen und Walzzeug festgesetzt worden sind, um die Preise für die Erzeugnisse den deutschen Inlandspreisen anzupassen. Dabei wurde die alte Frachtgrundlagenberechnung Amsterdam und Rotterdam durch das Frankobelieferungsverfahren ersetzt. Im allgemeinen müssen Erzeuger und Händler die alten Maßstäbe zu den neuen Preisen ausführen. Die Preisermäßigung muß in allen Verarbeitungsstufen zum Ausdruck kommen, so daß die Fertigwaren in demselben Maßstab im Preise herabgesetzt werden müssen wie das Roherzeugnis oder das Halbzeug.

Die Steinkohlenförderung Frankreichs im Jahre 1941.

Die Steinkohlenförderung Frankreichs hat sich ohne die Förderung der lothringischen Gruben, die in den Kohlegewinnungszahlen Deutschlands nachgewiesen wird, im Jahre 1941 um 7,36 % erhöht¹⁾. Auch gegenüber dem Jahre 1938, dem letzten vollen Friedensjahr, ist eine Steigerung um rd. 7,33 % festzustellen. An dieser erhöhten Förderung sind vor allem die Bezirke Nord und Pas-de-Calais maßgebend beteiligt. Die Erhöhung beläuft sich allein hier auf 12,0 %. Die Förderung des Jahres 1938 konnte jedoch noch nicht wieder völlig erreicht werden. Die Gruben Mittel- und Südfrankreichs förderten 1941 12,97 Mill. t gegen 12,88 Mill. t 1940, das sind 0,7 % mehr, und 9,60 Mill. t 1938, woraus sich gegen dieses Jahr eine Zunahme von 35,16 % errechnet. Trotz dieser Fördersteigerung konnte jedoch der Brennstoffverbrauch des Landes nur unzureichend gedeckt werden, da der Bezug Frankreichs an ausländischer Kohle bis auf 7,2 % der Vorkriegszeit zurückgegangen ist.

Eisen- und Manganerzförderung der Slowakei im Jahre 1941.

Die Slowakei hat im Berichtsjahr ihre Eisen- und Manganerzförderung wesentlich steigern können. Gefördert wurden in den letzten Jahren:

	Eisenerz	Manganerz
1938	693 000 t	50 000 t
1939	766 000 t	55 000 t
1940	862 000 t	60 000 t
1941	978 000 t	82 000 t

Gegenüber 1938, dem letzten vollen Friedensjahr, hatte sich die Eisenerzförderung bereits im Jahre 1940 um 24,39 % erhöht; sie stieg im Jahre 1941 um weitere 13,46 %, so daß sich seit 1938 ein Zuwachs von 41,13 % ergibt. Noch stärker hat die Manganerzförderung infolge der Kriegsanforderungen zugenommen, und zwar gegenüber 1938 um 64 %. In der Slowakei ist gegenwärtig nur ein Hochofen in Tisovec in Betrieb, der etwa 13 % der Förderung verarbeitet. Im übrigen gehen 36 % an die Eisenwerke von Witkowitz, 17 % nach Trzynietz und 34 % an die Rimamuraner Werke nach Ungarn.

Spaniens Walzwerkserzeugung im Jahre 1941.

Da bis 1934 über die Walzwerkserzeugung Spaniens im allgemeinen keine Zahlen vorliegen und nach 1935 infolge des Bürgerkrieges ebenfalls keine Veröffentlichungen stattfanden, seien zunächst die Ergebnisse der Walzzeugherstellung seit 1920 gebracht.

Herstellung von Walzzeug in den Jahren 1920 bis 1941.

1920	220 663 t	1931	400 522 t
1921	189 762 t	1932	367 900 t
1922	205 247 t	1933	377 530 t
1923	297 267 t	1934	411 562 t
1924	361 470 t	1935	451 640 t
1925	449 171 t	1936	269 431 t
1926	439 821 t	1937	171 239 t
1927	497 066 t	1938	400 306 t
1928	548 426 t	1939	543 955 t
1929	669 214 t	1940	621 145 t
1930	641 569 t	1941	494 795 t

Die Höchstleistung fällt demnach in das Jahr 1929, doch brachten auch die Jahre 1930 und 1940 gute Ergebnisse, während in der Zeit des Bürgerkrieges die Leistungen stark sanken, was namentlich für das Jahr 1937 gilt. Im Jahre 1941 wurde der Stand des Vorjahres nicht erreicht, was mit dem Rückgang der Roheisen- und Flußstahlerzeugung²⁾ zusammenhängt. Im laufenden Jahre soll nach Ansicht von Fachleuten eine wesent-

¹⁾ Glückauf 78 (1942) S. 368/69.

²⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 170.

liche Steigerung der Leistung auf etwa 700 000 t durchaus möglich sein. Die geschätzte Leistungsfähigkeit der vorhandenen Walzwerke ist dabei mit 1,1 bis 1,2 Mill. t jährlich noch erheblich höher. Wenn auch beispielsweise im Konjunkturjahr 1929 keine höhere Walzwerkserzeugung erreicht wurde, so hat das seinen Grund in der Begrenztheit des spanischen Binnenmarktes, der eine übertriebene Menge von Abmessungen und Güten verlangt. Die Bemühungen von Industrie und Regierung laufen daher auf eine Vereinfachung der bestehenden Profile heraus. Für das größte Eisenhüttenwerk Spaniens, die Altos Hornos de Viscaya, liegt bereits ein Vorschlag der Fachgruppe auf eine sehr erhebliche Verringerung der Profile vor, z. B. bei Bandstahl von 1573 auf 128 und bei Breitflachstahl von 2884 auf 364.

An einzelnen Walzzeugnissen wurden im Jahre 1941 hergestellt (in t):

Knüppel	26 295
Fässer und Zubehör	24 674
I-, U- und Winkelstahl, nicht kartelliert	8 127
I- und U-Stahl, kartelliert	41 523
Winkel- und T-Stahl für die Industrie	33 527
Winkel- und T-Stahl für den Handel	9 738
Rundstahl	91 515
Vierkantstahl	5 994
Sechskantstahl	2 294
Breitflachstahl	39 463
Fensterahmenprofile	551
Bandstahl	16 429
Grob- und Mittelbleche	59 443
Schwarzblech	27 627
Feines Schwarzblech	19 235
Weißblech	11 013
Verzinkte Bleche	3 420
Walzdraht	56 535
Verschiedene Profile	17 392
Insgesamt	494 795

Die Eisenerzeinfuhr der Vereinigten Staaten von Amerika.

Gewöhnlich glaubt man, daß die Vereinigten Staaten von Amerika in Eisenerzen Selbstversorger seien und nur Manganerze einführen müßten. Dies ist aber nicht der Fall, obgleich die Eisenerzeinfuhr verhältnismäßig unbedeutend ist. Trotzdem spielt sie für gewisse Hochofenwerke der Küste und des Buffalo-Bezirktes eine erhebliche Rolle. Wenn es auch stimmt, daß z. B. die Schwerindustrie von Pittsburgh sowie von Chicago und Umgebung so gut wie überhaupt kein ausländisches Erz verbraucht, so ist dessen Anteil bei einigen Küstenwerken oder besonders der an der Pazifikküste gelegenen Verbraucher doch so erheblich, daß die seit Beginn 1942 einsetzende Einfuhrbeschränkung bereits zur Stilllegung von insgesamt drei Hochofen geführt hat. Die Außerbetriebsetzung eines vierten Ofens steht bevor.

Eingeführt werden zumeist hocheisenhaltige Erze mit niedrigem Phosphor- und Schwefelgehalt. Die Einfuhr entwickelte sich wie folgt: Zweites Vierteljahr 1941 785 793 t, drittes Vierteljahr 1941 724 639 t, viertes Vierteljahr 699 350 t, erstes Vierteljahr 1942 459 051 t (Januar 169 048 t, Februar 175 979 t, März 114 024 t), zweites Vierteljahr 1942 233 817 t (April 101 809 t, Mai 78 501 t und Juni 53 507 t). Es ist also ein heftiger Rückgang der Einfuhr zu verzeichnen, der sich noch weiter fortsetzen wird. Dies ist besonders auf die Beschränkung der überseeischen Einfuhr zurückzuführen. Im zweiten Halbjahr 1941 lieferten: England 0,05 %, Kanada 23,7 %, Mexiko

Roheisen- und Flußstahlerzeugung sowie Walzzeugherstellung Brasiliens im Jahre 1941.

Die Eisen- und Stahlerzeugung Brasiliens, die sich namentlich seit 1938 kräftig entwickelt hat¹⁾, ist im Jahre 1941 erneut gestiegen. Es wurden erzeugt oder hergestellt an:

	Roheisen t	Flußstahl t	Walzzeug t
1940	185 548	141 076	135 293
1941	209 000	154 000	150 000

Die Zunahme beträgt demnach im Vergleich zum Vorjahre bei Roheisen 12,5 %, bei Flußstahl 9 % und bei Walzzeug 11 %. Diese Leistungssteigerung hat es Brasilien ermöglicht, in den drei letzten Jahren eine ständig wachsende und, an den Erzeugungszahlen gemessen, nicht unerhebliche Menge von Eisen- und Stahlerzeugnissen auszuführen. Während sich die Ausfuhr 1938 nur auf 2328 t, und zwar lediglich Roheisen, belief, wurden 1939 bereits 23 414 t, allerdings gleichfalls nur Roheisen, ausgeführt. Im Jahre 1940 erhöhte sich die Ausfuhr auf 30 568 t, davon 22 147 t Roheisen und 8421 t Stab- und sonstiger Walzstahl. Das Jahr 1941 sah dann eine abermalige Zunahme auf insgesamt 55 000 t; die Walzzeugausfuhr stieg dabei verhältnismäßig stärker an als die Roheisenausfuhr. Der wichtigste Absatzmarkt für die brasilische Eisenindustrie ist Argentinien. Ob und in welchem Umfange Brasilien seine Ausfuhr in Zukunft steigern kann, hängt vornehmlich von der Fertigstellung der Werke von Volta Redonda ab²⁾, die für Ende 1942 vorgesehen war, sich aber wegen Lieferschwierigkeiten der Vereinigten Staaten erheblich verzögern dürfte.

¹⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 20.

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

0,9 %, Neufundland 6,6 %, Chile 61,2 %, Kuba 5,7 %; der Rest von 1,85 % stammte aus Brasilien und anderen Ländern. Im ersten Halbjahr 1942 dagegen entfielen auf Kanada 57,2 %, auf Mexiko 4,3 %, auf Kuba 10,5 %, auf Chile 26,3 %, auf Neufundland 2,3 % und 9,4 % auf Brasilien und andere Länder. Es hat also eine vollständige Verlagerung der Einfuhren stattgefunden. Neufundland muß alles an England abgeben; Chile, der bisher weitaus wichtigste Versorger, kann infolge Schiffsraummangels nur noch wenig liefern. Kanada ist infolge dieser Verschiebung anteilmäßig aufgerückt, mengenmäßig trat dagegen ebenfalls ein nicht unerheblicher Rückgang ein. Mexiko hat aufgeholt, weil es geographisch günstiger liegt.

Für das zweite Halbjahr 1942 rechnet man mit einer Einfuhr chilenischen Erzes von weniger als 60 000 t oder etwa ein Zwölftel der Normaleinfuhr und völliger Einfuhrstoppung aus Neufundland und Brasilien. Infolge der Versandsschwierigkeiten ist es für die an der atlantischen und pazifischen Küste gelegenen Hochofenwerke äußerst schwer, sich ganz auf amerikanisches Inlanderz (das zum Teil ja immer schon mitverbraucht wurde) einzustellen. Man kommt deshalb um Betriebseinschränkungen nicht herum. Auf diese Weise trifft der Schiffsraummangel auch die Eisenindustrie der Vereinigten Staaten, die von sich behauptet, Selbstversorger zu sein. So schwerwiegend wie bei anderen Rohstoffen ist allerdings diese Beschränkung nicht.

Vereinsnachrichten.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Goy, Carl-Heinz, Hüttdirektor, Skyllberg (Schweden).	20 043
Haag, Johannes, Dipl.-Ing., Direktor, techn. Vorstandsmitglied der Berg- u. Hüttenwerksgesellschaft Karwin-Trzynietz A.-G., Teschen (Oberschles.), Hötzenorplatz 6.	23 064
Kettler, Heinrich, Betriebsingenieur, Fried. Krupp A.-G., Abt. Schmiede-Preßwerk, Essen.	14 046
Klinger, Otto, Dipl.-Ing., Oberinspektor, Eisenwerk Podbrezova A.-G., Podbrezova (Slowakei).	29 098
Krueger, Hugo, Dr.-Ing., Bergwerksdirektor, Vorstandsmitglied der Harpener Bergbau-A.-G., Dortmund, Kuhstr. 6.	13 060
Meyer, Hans, Dr.-Ing., Betriebsdirektor i. R., Rheinhausen, Major-Steinbach-Str. 148.	09 048
Uehlinger, Heinrich, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Poldihütte A.-G., Kladno (Protektorat); Wohnung: Riegerstr. 1409.	35 546
Wecke, Friedrich, Dipl.-Ing., Fabrikdirektor, Leiter der Mitteldeutschen Werksgruppe der OMZ Ost- u. Mitteldeutsche Zement A.-G., Nienburg (Saale); Wohnung: Bernburg, Franzstraße 18.	41 223

Neue Mitglieder.

Berger, Erhard, Ingenieur, Deutsche Magnesit A.-G. — Maerz Ofenbau G. m. b. H., München 2, Pettenbeckstr. 5; Wohnung: München 23, Viktor-Scheffel-Str. 19.	42 210
--	--------

Fey, Emil, Direktor, Capito & Klein A.-G., Düsseldorf-Benrath; Wohnung: Hildener Str. 93.	42 211
Hartung, Wilhelm Rudolf, Zivilingenieur, Saarbrücken, Großherzog-Friedrich-Str. 73.	42 212
Kissinger, Heinrich, Dipl.-Ing., Kleinschanzlin-Amag-Ingenieurbüro, Saarbrücken 3, Kaiserstr. 7 a.	42 213
Neuhaus, Herbert, cand. rer. met., Berlin-Lichterfelde-W., Karwendelstr. 20 (b. Schrader).	42 214
Reith, Paul, Obergeringenieur, Saarbrücken, Feldmannstr. 158.	42 215
Schilken, Wilhelm, Dipl.-Ing., Direktor u. stellv. Betriebsführer der Reichswerke A.-G. Alpine Montan-Betriebe „Hermann Göring“, Hauptverwaltung, Linz (Donau); Wohnung: Linz (Donau), Froschberg, Seb.-Bach-Str. 10.	42 216
Steinhausen, Otto, Ingenieur, Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke G. m. b. H., Völklingen (Saar); Wohnung: Saarbrücken 2, Ottweiler Str. 53.	42 217
Wittneben, Alfred, Dr.-Ing., Baurat, Dozent, Ingenieurschule Beuth, Berlin N 65; Wohnung: Berlin-Steglitz, Zimmermannstraße 31.	42 218