

# 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 50

11. DEZEMBER 1941

61. JAHRGANG

### Leichtmetalle und Stahl als Werkstoffe.

Von Ernst Hermann Schulz in Dortmund\*).

*(Ablehnung irreführender Angaben über Leichtmetalle, besonders eines angeblichen Gegensatzes zwischen Leichtmetallen und Stahl. Vergleichende Gegenüberstellung von Gewinnungsmöglichkeiten und Eigenschaften der beiden Werkstoffgruppen. Die Frage des Austausches von Stahl durch Leichtmetalle auf bestimmten Einzelgebieten. Betonung des Verbindenden zwischen den beiden Werkstoffgruppen. Das „Zeitalter der Leichtmetalllegierungen“.)*

Die Verarbeitung und Verwendung der Leichtmetalle, vor allem der Aluminiumlegierungen, haben in den letzten Jahren einen stürmischen Aufstieg genommen. Wesentlich dafür erscheinen vor allem die steigende Erzeugung und Verbilligung des Aluminiums, die Entwicklung der vergütbaren Aluminiumlegierungen und der große Bedarf an einem leichten metallischen Werkstoff besonders im Flugzeugbau. Für das als Ausgangsstoff für Leichtmetalllegierungen neben dem Aluminium stehende Magnesium trifft im wesentlichen Ähnliches zu.

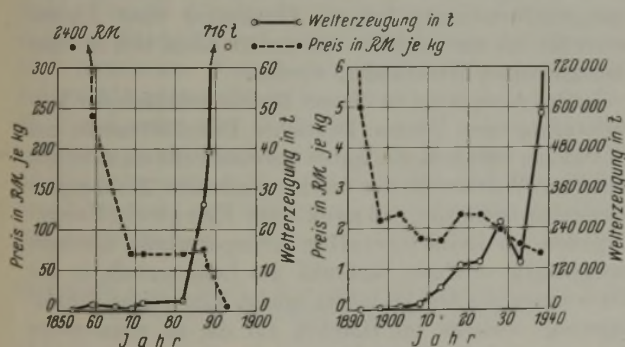


Bild 1. Entwicklung von Erzeugung und Preis des Aluminiums.

Die Entwicklung der Erzeugung und des Preises des Aluminiums zeigt Bild 1. Praktisch bedeutsam sind allerdings die Kurven nur von dem Zeitpunkt an, als das Aluminium wirklich in technischem Ausmaß hergestellt wurde. Von hier — etwa von 1895 — an sinkt der Preis viel langsamer und scheint sich einem gewissen Endwert zu nähern; auf einen Grund hierfür wird später noch eingegangen werden. Die Entdeckung der Vergütbarkeit bestimmter Leichtmetalllegierungen ermöglichte in ihrem wissenschaftlichen und praktischen Ausbau die Herstellung von spezifisch leichten metallischen Baustoffen verhältnismäßig hoher Festigkeit, dabei guter Verformungsfähigkeit und leichter Verarbeitbarkeit, die dem gestaltenden Ingenieur vielfach neue Möglichkeiten erschlossen. In welchem starkem Maße schließlich die Flugzeugindustrie Ver-

braucher und damit Anreger des Leichtmetalles war und ist, bedarf keines weiteren Hinweises. Das wäre noch dahin zu ergänzen, daß auch auf anderen Gebieten des Maschinenbaues das Streben nach Leichtbau teilweise in der gleichen Richtung wirkte.

Die Betrachtung einer solchen Entwicklung ist zweifellos auch für Nichtfachleute reizvoll, und der Techniker muß es begrüßen, wenn über seine darin zutage tretende Leistung auch weitere Kreise unterrichtet werden. In solchen für Nichtfachleute bestimmten Betrachtungen finden sich aber leider nicht selten Angaben, die zwar auf den ersten Blick recht packend wirken, jedoch abwegig sind. Das gilt z. B. für die Herausstellung eines angeblichen Gegensatzes zwischen den Leichtmetallen und dem Stahl, wie er wohl am deutlichsten zum Ausdruck gebracht wird in der Behauptung, das „Zeitalter des Eisens“ ginge zu Ende und würde durch ein „Zeitalter der Leichtmetalle“ abgelöst. Andere irreführende Äußerungen klingen sachlicher, z. B. daß Aluminiumlegierungen ausgebildet seien, die die „Festigkeit des Stahles“ übertreffen, oder daß Stahl den großen Nachteil des Rostens habe, die Leichtmetalle dagegen nicht.

Ein Beispiel für eine abwegige Behandlung der Anwendung der Leichtmetalle bietet ein Aufsatz über die Verwendung von Leichtmetall beim Bau von Schleppkähnen und Motor-Güterschiffen für die Binnenschiffahrt<sup>1)</sup>. Es wurde darin dargelegt, daß die Verwendung von Leichtmetall an Stelle von Stahl große Vorteile nach den verschiedensten Richtungen bringen würde: Beispielsweise seien in einem Kahn bestimmter Abmessungen 150 t Eisen durch 50 t Leichtmetall zu ersetzen; dadurch würde die Hälfte des Gewichtes erspart, der Leertiefgang auf die Hälfte verringert, die Tragfähigkeit um 11 % erhöht. Dabei sollte das Leichtmetallschiff im Gebrauch eine Mehreinnahme entsprechend einem Kapitalwert von 80 000 RM erbringen, wohingegen der Mehraufwand für Metall bei Verwendung von Leichtmetall statt Stahl nur 55 000 RM beanspruche. Als weitere Vorteile des Leichtmetalls gegenüber dem Stahl wurden herausgestellt die angeblich geringere Korrosionsgefahr, ferner sollten Leichtmetallnieten im Gegensatz zu solchen aus Stahl bei mechanischen Ueberbeanspruchungen weniger leicht abspringen u. dgl. m.

<sup>1)</sup> Z. Binnenschiff. 1940, S. 135/37.

\* ) Der Bericht wurde in einer Vortragsveranstaltung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. in Berlin am 11. Oktober 1941 erstattet. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.



Gegen diese Angaben erhoben sachverständige Stellen entschieden Einspruch<sup>2)</sup>, wobei nicht nur Einzelangaben, sondern auch die ganze Berechnung als unzutreffend hingestellt wurden. Der Verfasser des Aufsatzes hatte z. B. je nachdem, wie es gerade günstig war, entweder Reinaluminium oder Aluminiumlegierungen zur Grundlage seiner Betrachtung gemacht. So war bei dem preislichen Vergleich mit Reinaluminium gerechnet worden, bei den Festigkeitsbetrachtungen dagegen mit hochwertigen Aluminiumlegierungen, die mehr als das Doppelte des Reinaluminiums kosten; der tatsächliche Preis des zu verwendenden Leichtmetalls war etwa 7- bis 8mal höher als der des entsprechend verwendeten Stahles. Weiterhin wurde hingewiesen auf die infolge des geringeren Elastizitätsmoduls bei Leichtmetall eintretende viel größere Durchbiegung, und gerade zur Korrosionsfrage wurden starke Bedenken geäußert, da zahlreiche Ladegüter gerade das Leichtmetall sehr stark angreifen würden, beispielsweise Kiesabbrände und feuchter Hüttenkoks. Auch die Aluminium-Zentrale, also eine gewiß nicht gegen das Leichtmetall eingestellte Stelle, lehnte die Ausführungen ab<sup>3)</sup>. Kurz gesagt, unter der kritischen Betrachtung des Fachmannes brach das ganze Gebäude zusammen.

Von der Stahlseite aus ist bisher eine „Verteidigung“ des Stahles gegen solche „Angriffe“ nicht erfolgt aus dem einfachen Grunde, weil es einer Verteidigung gar nicht bedarf, da die technische Entwicklung andere Wege geht als in der Richtung von Phantasien. Es erscheint aber doch zweckmäßig, die Beziehungen zwischen Eisen und Stahl einerseits, den Leichtmetallen andererseits einmal sachlich einer Betrachtung zu unterziehen. Und dazu wäre gleich eines vorweg zu nehmen: Es gibt in Wirklichkeit keinen Gegensatz „Leichtmetall gegen Stahl“, ebenso wie es tatsächlich keinen allgemeinen Gegensatz gibt zwischen Stein oder Holz als Baustoff einerseits, Eisen und Stahl andererseits. Obwohl wir seit mehr als 2000 Jahren im sogenannten Eisenzeitalter leben, werden auch heute noch Häuser und Brücken aus Stein gebaut und Holz weitgehend als Baustoff verwendet. Die alten Werkstoffgruppen stehen also friedlich nebeneinander, ja sie ergänzen sich, und nur in Einzelfällen oder auf eng begrenzten Einzelgebieten kann von einem Wettbewerb zwischen ihnen gesprochen werden. Dabei sind dann oft genug für die Entscheidung andere als technische Gründe maßgebend. Dieselbe Entwicklung kann auch für die beiden Werkstoffe Stahl und Leichtmetall vorausgesagt werden.

Grundlage für eine sachliche vergleichende Betrachtung des Einsatzes ist naturgemäß die Kenntnis der „Gegebenheiten“ für die beiden Werkstoffe. Dazu ist zunächst wichtig die Feststellung, in welchem Ausmaß die Rohstoffe verfügbar sind und in welchem Ausmaß sie gewonnen werden können. Bei Betrachtung lediglich des Vorkommens der beiden Metalle Eisen und Aluminium in unserer Erdkruste tritt ein Vorsprung des Aluminiums hervor. Es ist am Aufbau unserer Erdkruste mit 7,3 % beteiligt, Eisen dagegen nur mit 5,1 %; Magnesium steht mit 2,5 % auch an beachtlicher Stelle. Nun ist aber für die Verwertbarkeit eines Elementes seine Menge in der Erdrinde keineswegs ausschlaggebend; unsere Metalle müssen aus wirklich erreichbaren Vorkommen, also aus bestimmten Mineralien, technisch-wirtschaftlich gewonnen werden. Weder das gesamte Eisen noch das gesamte Aluminium in unserer Erdkruste sind in diesem Sinne gewinnbar; nur solche Vorkommen

können auf Metall verarbeitet werden, bei denen bestimmte Voraussetzungen an ihre Beschaffenheit erfüllt sind. Hierzu ist eine Einzelfeststellung bemerkenswert. Die wesentliche Rohstoffgrundlage für das Aluminium ist heute noch der Bauxit, also das höchstwertige Aluminiummineral; auf ihm beruht jedenfalls die wirtschaftliche Gewinnung des Metalls. Dagegen hat gerade die jüngste Zeit neue Wege gebracht, um bis dahin nicht oder schwer verwertbar gehaltene deutsche Eisenerze technisch auszubeuten.

Aber wesentlicher als diese Gegenüberstellung ist die Frage der Erzeugung als solcher. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, sei hierzu nur festgestellt, daß für die Gewinnung von 1 t Aluminium ein Energieaufwand von 22 000 bis 25 000 kWh erforderlich ist. Ein entsprechender Energieaufwand für die Gewinnung von 1 t Rohstahl aus Erz ist schwierig zu errechnen; wenn aber alles auf Kohle umgerechnet wird, so ergibt sich ein Aufwand von etwa 13 t Kohle für die Herstellung von 1 t Aluminium aus Bauxit gegenüber 1,5 t für die Gewinnung von Stahl aus Erz, d. h. für die Gewinnung von Aluminium ist mindestens die 8- bis 9fache Menge Energie erforderlich. Dieses Verhältnis im Energieaufwand spiegelt sich größenordnungsmäßig auch wider in dem Preisverhältnis für beide Metalle, und hierin dürfte auch der Grund liegen für die Berechtigung der eingangs ausgesprochenen Annahme, daß der Preis für das Aluminium einer etwa gleichbleibenden Höhe zustrebt. Ausschlaggebend für die Erzeugungsmöglichkeiten der Werkstoffe dürfte in der nächsten Zeit wohl allgemein die Frage sein, wieweit die notwendige Energie oder Kohle zur Verfügung steht. In dieser Hinsicht liegen aber die Verhältnisse für Eisen viel günstiger; Eisen und Stahl werden stets als Massenerzeugnis im besten Sinne des Wortes einen großen Vorsprung vor den Leichtmetallen behalten, da die Energieaufwendungen für die Gewinnung einer Einheit weder für das eine noch für das andere allein sich in einer überraschenden Weise ändern werden.

In der Aussprache zu diesem Bericht anlässlich der Vortragstagung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute am 11. Oktober 1941 in Berlin wurde von einer Seite ein künftiger schärferer Wettbewerb der Leichtmetalle dem Stahl gegenüber damit begründet, daß nach dem Kriege ein Ueberangebot an Leichtmetallen vorliegen würde, das dann zwangsläufig zu einem Einbruch des Leichtmetalls in die Verwendung des Stahles führen müsse. Eine solche Schlußfolgerung erscheint im Hinblick auf die zu erwartenden und auch auf die Entwicklungen der Vergangenheit fehl am Platze. Die Leichtmetalle haben unbestreitbar — wie zu betonen ist — eine ganze Anzahl von hervorragenden Eigenschaften, die es ihnen ermöglichen, auf die Dauer Fremdmetalle, beispielsweise Kupfer, zu ersetzen; diese Entwicklung dürfte besonders in der Elektrotechnik noch nicht abgeschlossen sein.

Die Erzeugung an Aluminium belief sich im Jahre 1938 in Deutschland auf weniger als 1 % der Rohstahlerzeugung; für die ganze Welt war das Verhältnis noch geringer. Es wird auch durch Einbeziehung des Magnesiums nicht wesentlich geändert. Für die Verwendung als Baustoff ist nun beachtlich, daß sowohl vom Eisen als auch vom Aluminium und Magnesium gewisse Mengen für andere Zwecke verwendet werden, in der chemischen Industrie z. B. für Farben, ferner als Legierungszusatz für andere Metalle, Aluminium bekanntlich auch als Desoxydationsmittel usw. Die dadurch beanspruchten Mengen sind aber bei Aluminium anteilmäßig viel größer. Selbst wenn das Erzeugungsverhältnis von 1938 sich ganz beträchtlich zugunsten des Aluminiums verschieben würde — beispielsweise durch Ver-

<sup>2)</sup> Z. Binnenschiff, 1940, S. 183 u. 207; 1941, S. 82.

<sup>3)</sup> Aluminium 22 (1940) S. 561/62.



dreifachung der Aluminiumgewinnung —, so würde nach dem allen mengenmäßig immer nur ein kleiner Teil des Eisens durch Aluminium ausgetauscht werden können, auch wenn das gesamte erzeugte Leichtmetall in dieser Richtung eingesetzt würde, was aber ein Unding wäre. Es wird also rein mengenmäßig das Leichtmetall der Verwendung von Eisen und Stahl einen erheblichen Abbruch in absehbarer Zeit nicht tun können.

Dagegen ist, wie hier bereits vermerkt sei und weiter unten besprochen wird, die Möglichkeit gegeben, daß auf einzelnen besonders gearteten und begrenzten Verwendungsgebieten das Leichtmetall an die Stelle von Stahl tritt. Diese Seite der Frage — also vom Werkstoff als solchem ausgehend — verlangt den Vergleich der Eigenschaften der beiden Werkstoffarten. Und hier ist zunächst die vielfach gemachte Angabe, daß die Aluminiumlegierungen die Festigkeitseigenschaften „des Stahles“ erreichen, als überaus oberflächlich und unsachlich zu kennzeichnen. Denn Festigkeitseigenschaften „des Stahles“ gibt es zahlenmäßig überhaupt nicht; umfaßt doch der Begriff Stahl eine überaus große Anzahl von Werkstoffen mit recht unterschiedlichen Eigenschaften. Jene Behauptung ist so zustande gekommen, daß wärmebehandelte Aluminiumlegierungen, also hochwertige Leichtmetallerzeugnisse, in Vergleich gesetzt werden zum gewöhnlichen weichen Stahl St 37. Nun wird zwar die Zugfestigkeit des St 37 durch Leichtmetalllegierungen ohne weiteres erreicht, es können sogar in vergüteten Leichtmetalllegierungen noch höhere Festigkeiten erzielt werden, die also die des St 37 überflügeln. Sachlich betrachtet muß aber doch wohl das besonders wärmebehandelte und legierte Aluminium oder Magnesium verglichen werden mit wärmebehandeltem und sogar legiertem Stahl. Dem St 37 wäre höchstens gegenüberzustellen das einfachste Erzeugnis der Leichtmetallindustrie, das technisch reine Aluminium. Von diesem Gesichtspunkt aus ist die *Zahlentafel 1* aufgestellt; in Vergleich gesetzt werden erstens St 37 und technisches Aluminium, zweitens ein vergüteter unlegierter Stahl mittlerer Festigkeit und eine vergütete Aluminiumlegierung mittlerer Festigkeit, endlich ein legierter vergüteter Stahl und eine besonders hochwertige vergütete Aluminiumlegierung. Abgesehen wird dabei von der Be-

Zahlentafel 1. Statische Festigkeitseigenschaften von Stahl und Leichtmetalllegierungen.

Werkstoff	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Querschnitt bei gleicher Zuglast %	Gewicht %	Streckgrenze kg/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung (L=5 d) %
St 37 . . . . .	40	100	100	20	20 bis 30
Technisches Aluminium . . . . .	9	440	160	3 bis 4	20 bis 30
Unlegierter vergüteter Stahl	60	100	100	33	> 20
Aluminiumlegierung . . . . .	28	214	77	18 bis 20	15 bis 20
Legierter vergüteter Stahl . . . . .	120	100	100	> 90	8 bis 13
Aluminiumlegierung . . . . .	45	267	96	~ 30	10 bis 15

rücksichtigung einer Erhöhung der Festigkeit durch Kaltverformung, die bei beiden Werkstoffen möglich ist, die aber bei Stahl stärker ausnutzbar sein dürfte als bei Leichtmetall. In der ersten Spalte sind die Mindestwerte der Zugfestigkeiten angegeben; in der in den beiden nächsten Spalten folgenden Berechnung wird die absolute zulässige Zugbelastung — bis zum Bruch — eines Stabes betrachtet; der Querschnitt des entsprechenden Stahlstabes ist gleich 100

gesetzt und der des Leichtmetalles danach ausgerechnet. Bei den beiden Aluminiumlegierungen muß demnach der Querschnitt mehr als doppelt so groß gehalten werden wie bei dem zum Vergleich herangezogenen Stahl, was für die Frage der Gestaltung wichtig ist. In der nächsten Spalte ist dann das spezifische Gewicht berücksichtigt worden. Danach gestattet zwar die Aluminiumlegierung mittlerer Güte ein leichteres Bauen als der vergütete unlegierte Stahl; dagegen ist die hochwertige Aluminiumlegierung dem legierten vergüteten Stahl praktisch nicht mehr überlegen. Daß das unlegierte Aluminium vom einfachen St 37 vollständig geschlagen wird, sei nur am Rande vermerkt.

Die Beispiele sind im übrigen so ausgewählt worden, daß die Dehnungswerte, also die Verformungsfähigkeit, bei den Vergleichsgruppen einigermaßen übereinstimmen. Bei Benutzung der mit angegebenen Streckgrenze als Berechnungsgrundlage ändern sich die Verhältnisse kaum.

Für höher beanspruchte Konstruktionen kommt danach ein Wettbewerb der Aluminiumlegierungen zum legierten Stahl offenbar nur in Sonderfällen und unter ganz bestimmten Voraussetzungen in Frage. Was aber den St 37 anbetrifft, der in der heutigen Stahlerzeugung weitgehend vorherrscht, so würde in vielen Fällen sein Austausch durch leichtlegierte Stähle sicherlich technische Vorteile bringen; diese sind aber sehr oft nicht so groß, daß die Verteuerung durch das Legieren wirtschaftlich tragbar wäre. Noch weniger kann daher daran gedacht werden, daß die noch erheblich kostspieligeren Leichtmetalle an die Stelle des St 37 treten. Ein Wettbewerb zwischen Baustahl und Leichtmetall ist daher höchstens dann möglich, wenn der sehr viel höhere Preis des Leichtmetalles keine Rolle spielt, d. h. in ganz besonderen Einzelfällen.

Das Bild wird für die Leichtmetalle noch etwas ungünstiger bei Betrachtung weiterer Festigkeitseigenschaften. In *Zahlentafel 2* ist wiederum dem St 37 das reine Aluminium gegenübergestellt worden, zum Vergleich mit den Leichtmetalllegierungen ist nur der St 52 herangezogen worden, der ja aber bei weitem nicht die Bestwerte des Baustahles erreicht. Neben der geringen Kerbschlagzähigkeit

Zahlentafel 2. Weitere Festigkeitseigenschaften von Stahl und Leichtmetall.

	Stahl		Leichtmetall	
	St 37	St 52	Aluminium	Aluminiumlegierung
Kerbschlagzähigkeit mkg/cm <sup>2</sup>	15	10	9 bis 10	2 bis 5
Biegewechselfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	20	28	~ 5	12 bis 16
Elastizitätsmodul kg/mm <sup>2</sup>	~ 20 000		6600 bis 7200	

der Aluminiumlegierungen und der Unterlegenheit in der Wechselfestigkeit ist vor allem festzustellen, daß der Elastizitätsmodul der Aluminiumlegierungen nur rd. ein Drittel des Wertes vom Stahl beträgt. Diese für die Knickfestigkeit von Bauteilen wichtige Eigenschaft steht also etwa im umgekehrten Verhältnis wie die spezifischen Gewichte, wodurch ein leichteres Bauen in Aluminium dort ausgeschlossen erscheint, wo der Elastizitätsmodul bedeutsam ist.

Als günstig muß andererseits für die Benutzung der Leichtmetalllegierungen erwähnt werden ihre leichte Gießbarkeit und Bearbeitbarkeit, die vor allem für Gußstücke wesentlich sind. Hier tritt aber von der Eisenseite wieder das Gußeisen mit auf den Plan.

Große Unklarheiten bestehen offenbar über den Korrosionswiderstand und die Korrosionsbekämpfung bei



den Leichtmetallegerungen. Die üblichen Legierungen des Aluminiums und des Magnesiums unterliegen einem Angriff durch Elektrolyte grundsätzlich wie alle unedlen Gebrauchsmetalle. Dabei hängt bei den Leichtmetallen der Korrosionswiderstand verhältnismäßig weitgehend von der Zusammensetzung ab. Das Reinaluminium hat den höchsten Korrosionswiderstand, der durch Legieren meist abfällt. Beispielsweise ist für die Verwendung von Aluminium im Schiffbau im Hinblick auf die dort bestehenden Korrosionsinflüsse bedeutsam, daß schon ein Gehalt von wenigen Zehnteln Prozent Eisen und sogar von nur Hundertsteln Prozent Kupfer oder Nickel nachteilig auf den Korrosionswiderstand einwirken<sup>4</sup>). Wenn die Korrosionsbeständigkeit gerade von Aluminiumlegierungen gerühmt wird, so handelt es sich dabei vielfach um besondere Maßnahmen; beispielsweise wird die Oberfläche von Aluminiumbauteilen der Eloxierung unterworfen, einem Verfahren, das auf elektrolytischem Wege eine Oxydation der Oberfläche des Aluminiums herbeiführt, die sich dann allerdings durch einen sehr hohen Korrosionswiderstand auszeichnet. Es ist aber falsch, Vergleiche zu ziehen zwischen einem sogar recht verwickelt vorbehandelten Leichtmetall und ungeschütztem Stahl; denn es gibt ja auch ausgezeichnete Verfahren, die Oberfläche von Stahlteilen mit Überzügen zu versehen und dadurch widerstandsfähiger gegen Rostangriffe zu machen.

Wird nun aber das Vorhandensein eines allgemeinen Wettbewerbes zwischen den beiden Werkstoffen unterstellt, so wäre im einzelnen zu prüfen, auf welchen Verwendungsgebieten das Leichtmetall an die Stelle des Stahles treten könnte. Eine solche Betrachtung aller Gebiete ist hier natürlich unmöglich, es können nur einige Hinweise gegeben werden.

Zunächst können auf einer Anzahl von Gebieten die Leichtmetalle niemals den Stahl ersetzen, da der Stahl hier infolge seiner Eigenart das einzig technisch und wirtschaftlich in Frage kommende Metall ist — ganz entsprechend gibt es ja auch Verwendungszwecke, die allein das Leichtmetall beherrscht. Als solche dem Stahl ureigene Gebiete seien nur genannt die Werkzeugstähle, die wärmefesten und zunderbeständigen Stähle und die Magnetstähle.

Es kann hierzu ein ganz allgemeiner Gedanke ausgesprochen werden. Die besondere Bedeutung vieler metallischer Werkstoffe beruht zu einem wesentlichen Teil darauf, daß sie im Vergleich zu anderen Werkstoffen, wie Holz, Stein usw., eine so große Wandelbarkeit der Eigenschaften zeigen, vor allem durch die Möglichkeit des Legierens, weiter auch durch eine besondere Wärmebehandlung. Gerade bei den Leichtmetallen sind die wesentlichen Erfolge erzielt worden auf dieser Grundlage: Das Duralumin und die ihm ähnlichen Spitzenlegierungen der Leichtmetalle sind sorgfältig legiert und werden einer besonderen Wärmebehandlung unterzogen. Die durch Legieren und Wärmebehandlung mögliche Beeinflussung der Eigenschaften ist aber von allen Metallen am weitesten ausgeprägt und auch ausgenutzt beim Stahl. Es sei nur hingewiesen auf den weichsten kohlenstoffärmsten Stahl einerseits, der in Wettbewerb treten kann zum weichen Kupfer, an die Stähle höchster Härte und Festigkeit für Werkzeuge andererseits, auf die Tatsache, daß das Eisen praktisch der einzige Grundstoff für Magnete ist, während auch völlig unmagnetische Eisenlegierungen hergestellt werden können.

Auch das Gebiet der reinen Baustähle ist ja schon recht vielgestaltig; *Zahlentafel 1* gibt einen Hinweis darauf. Zu Bauzwecken werden die Leichtmetalle nur dort zu bevorzugen sein, wo es bei nicht zu hoher Festigkeit unbedingt auf das niedrigste spezifische Gewicht des Werkstoffes ankommt, weiterhin, wo in Bauteilen große Beschleunigungen auftreten, die sich schädlich auswirken können. Dieser Fall liegt z. B. vor bei Teilen von Rammen.

Grundsätzlich eher ist eine Austauschmöglichkeit vorhanden, wenn die mechanischen Beanspruchungen nicht mehr im Vordergrund stehen, beispielsweise bei den verzinneten Blechen aus weichem Stahl für die Verpackung, Aufbewahrung und die Beförderung der verschiedensten Stoffe. Für den Austausch des Weißbleches kommen im wesentlichen einmal das lackierte Schwarzblech, zum anderen das Aluminium in Frage. Die Anforderungen an den Widerstand gegen chemische Angriffe sind aber auf diesem Gebiet so vielgestaltig, daß eine allgemeingültige Aussage über die Möglichkeiten nicht gemacht werden kann. Das metallische Aluminium ist einem Teil der chemischen Beanspruchungen gewachsen, während dies bei anderen weniger wahrscheinlich oder sogar ausgeschlossen ist. Als Austauschmetall für Weißblech bedarf daher auch das Aluminium in sehr vielen Fällen eines Oberflächenschutzes<sup>5</sup>), und es ist dann die Frage zu stellen, ob nicht ein Schwarzblech mit Oberflächenschutz dieselben oder sogar bessere Dienste leistet.

Ein weiteres Gebiet, auf dem ein Wettbewerb des Leichtmetalls mit Eisen möglich ist, ist der Austausch von Gußeisen durch Leichtmetallguß. Hier liegen naturgemäß die Verhältnisse auch in der Festigkeit für die Leichtmetalle erheblich günstiger; andererseits spielt aber in vielen Fällen bei der Verwendung des Gußeisens das höhere Gewicht keine Rolle, manchmal ist es sogar erwünscht. Grenzen für die Leichtmetallverwendung ergeben sich also hier von selbst.

Wenn so alles in allem aus dem künstlich konstruierten „Gegensatz“ ein „Nebeneinander“ wird, so muß darüber hinaus auch noch das „Verbindende“ herausgestellt werden.

Es wurde bereits gestreift, daß die Stahltechnik selbst für die Desoxydation des Stahles nicht unbedeutende Mengen Aluminium verbraucht. Bekannt ist die Erhöhung der Zunderfestigkeit des Stahles durch Zusatz von Aluminium neben Chrom<sup>6</sup>); weiterhin wird Aluminium als Legierungselement benutzt zur Herstellung besonders hochwertiger Magnete<sup>7</sup>). Die Verwendung von Aluminium als Legierungselement im Stahl könnte viel-

<sup>5</sup>) Fürer-Arndt, v.: Aluminium 23 (1941) S. 63/67. Haas, M.: Aluminium 23 (1941) S. 67/69. Hanel, R.: Aluminium 23 (1941) S. 72/75. Raber: Aluminium 23 (1941) S. 75/77. Linicus, W.: Aluminium 23 (1941) S. 89/91. Wolf, H., und H. Neunzig: Aluminium 23 (1941) S. 445/48. Neunzig, H.: Aluminium 23 (1941) S. 547/53.

<sup>6</sup>) Scheil, E., und E. H. Schulz: Arch. Eisenhüttenw. 6 (1932/33) S. 155/60 (Werkstoffaussch. 189). Portevin, A., K. Prétet und K. Jolivet: Rev. Métall., Mém., 31 (1934) S. 249/36. Chem. Fabrik 8 (1935) S. 382/83. Hoyt, S. L., und M. A. Scheil: Trans. Amer. Soc. Met. 23 (1935) S. 1022/46. Mitt. Kohle- u. Eisenforsch. 1 (1935) S. 9/28. Scheil, E., und K. Kiwit: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 405/16 (Werkstoffaussch. 336). Riedrich, G.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 852/60 (Werkstoffaussch. 555).

<sup>7</sup>) Mishima, T.: Iron Age 130 (1932) S. 346; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 79. Köster, W.: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 849/56 (Werkstoffaussch. 225). Messkin, W. S., und B. E. Ssomin: Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 315/18. Pölguter, F.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 853/60. Zumbusch, W.: Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 127/30.

<sup>4</sup>) Sterner-Rainer, R.: Schiffbau 42 (1941) S. 140/41.



leicht noch weiter gesteigert werden. Allerdings bietet das Vergießen und Verarbeiten von aluminiumlegiertem Stahl beim heutigen Stande der Technik noch mancherlei Schwierigkeiten, und bestimmte Legierungsgebiete scheiden aus, weil ihre Eigenschaften bis jetzt eine technische Verwendung verbieten.

Sicherer noch sind Fortschritte zu erzielen durch die Benutzung von Stahl und Leichtmetall nebeneinander durch den gestaltenden Ingenieur. Ein ausgezeichnetes Beispiel für die sachgemäße Ausnutzung der beiden Werkstoffe neben- und miteinander sind die Freileitungskabel, denen durch eine Stahldrahtseele die erforderliche Festigkeit und durch darum gelegte Aluminiumdrahtlagen die ausreichende Leitfähigkeit verliehen wird. Als Einzelbeispiel sei weiter hingewiesen auf ein Zeltgerüst für „Kraft durch Freude“, das wegen der weitgehenden Ansprüche an Ortsbeweglichkeit möglichst leicht gestaltet werden mußte, wobei der höhere Preis für das Leichtmetall offenbar weniger beachtlich war. Bei ihm wurde soweit wie möglich Leichtmetall eingesetzt; eine ganze Anzahl Teile, vor allem die hochbeanspruchten Drähte für Windverbände, mußten aber aus Stahl hergestellt werden, so daß 4800 kg Leichtmetall und 4700 kg Stahl verwendet wurden<sup>9)</sup>.

Jahr	Stahl	Leichtmetalle
1895	erste Versuche mit Nickelstahl	—
1890	vergütete Panzerplatten und Geschützrohre aus Nickel- und Nickel-Chrom-Stahl	—
1895	—	DRP. 105 502: Magnesium-Aluminium-Legierung
1900	Nickel- und Nickel-Chrom-Stahl im Kraftwagenbau	DRP. 170 085: Veredeln durch Abschrecken
1905	erster Elektrostahlöfen in Deutschland	DRP. 244 554: Duralumin (Elektron)
1910	—	—
1915	—	—
1920	—	Silumin
1925	legierter Hochbaustahl St 52	—
1930	—	—

Bild 2. Entwicklung von Stahl und Leichtmetallegerierungen.

Der Ablehnung der Möglichkeit eines weitgehenden Ersatzes des Stahles durch Leichtmetall könnte aber nun entgegengehalten werden: Das alles ist der Zustand von heute; aber was wird die weitere Entwicklung bringen? Denn da steht neben dem nun schon seit Jahrtausenden benutzten und daher durchforschten Eisen das Leichtmetall, das erst seit Jahrzehnten gewonnen und gebraucht wird und das seine Entwicklung noch vor sich hat, während sie beim Eisen erschöpft sein dürfte. Gewiß schaut das Eisen auf eine mehrtausendjährige Geschichte zurück — aber ganz anders steht es beispielsweise mit den legierten Baustählen, die in Vergleich gesetzt wurden zu den Leichtmetallen. In Bild 2 sind einige Jahresdaten aus der neueren Entwicklung auf dem Stahlgebiet und dem der Leichtmetalle nebeneinandergestellt. Danach sind die hochwertigen Nickel- und Chrom-Nickel-Baustähle durchaus nicht viel älter als die vergüteten Legierungen des allerdings viel jüngeren Grundstoffs Aluminium! Der erste elektrische

Stahlschmelzofen in Deutschland, der auch auf dem Qualitätsgebiet eine neue Entwicklung einleitete, wurde aufgestellt, als das Duralumin entstand, und die legierten Hochbaustähle sind sogar jünger als die bekannten Leichtmetallegerierungen. Die Entwicklungsmöglichkeiten unserer Stahllegierungen dürften danach ebensowenig erschöpft sein wie die der Leichtmetalle.

Die Ablehnung der „Lehre“ von der Ablösung der altersschwachen Eisenzeit durch ein Leichtmetallzeitalter dürfte damit voll berechtigt sein. Wenn schon von solchen Zeitfolgen gesprochen werden soll, so wäre viel eher zu sagen, daß die Menschheit eben erst eingetreten ist in ein „Zeitalter der Metallegierungen“ überhaupt. Die Werkstoffe Stein und Holz wurden so hingenommen, wie sie die Natur schenkt. Bronze und mindestens bis zur Einführung des Hochofens auch das Eisen wurden zwar aus Erzen erschmolzen, eine bewußte und beabsichtigte Mischung von verschiedenen Metallen, d. h. also ein Legieren, war damit aber erst andeutungsweise vorhanden. Die bewußte und beherrschte Ausbildung von Legierungen ist gerade auch beim Werkstoff Stahl erst verhältnismäßig neueren Datums.

Deutschland hat eine alte ruhmreiche Stahlgeschichte — daneben steht eine junge, stark aufstrebende Leichtmetallentwicklung; werden beide Werkstoffe sachgemäß eingesetzt und in ihrer Entwicklung planmäßig gefördert, so werden sie nebeneinander und miteinander der Technik und damit unserem Volke am besten dienen können.

Zusammenfassung.

Die starke Entwicklung der Gewinnung und Verwertung der Leichtmetallegerierungen hat vielfach zu abwegigen Anschauungen über den Einsatz dieser Werkstoffe geführt, besonders auch über die Möglichkeit des Austausches von Stahl durch Leichtmetalle. Schon eine Betrachtung des Energieaufwandes für die Gewinnung von Aluminium und von Stahl zeigt aber, daß mengenmäßig ein starker derartiger Austausch nicht erwartet werden kann, da das Verhältnis des Energieaufwandes etwa 8 bis 9 zu 1 ist.

Eine vergleichende Betrachtung der Eigenschaften der beiden Werkstoffgruppen läßt des weiteren erkennen, daß es große Verwendungsgebiete gibt, für die jeweils allein die eine praktisch in Frage kommt.

Für hochbeanspruchte Bauteile liegen die Festigkeitseigenschaften der wärmebehandelten legierten Stähle so günstig, daß mit ihnen ebenso leicht gebaut werden kann wie mit Leichtmetallen. Ein Wettbewerb zwischen Stahl und Leichtmetall erscheint möglich nur auf wenigen engbegrenzten Verwendungsgebieten, beispielsweise beim Austausch des Weißbleches entweder durch Aluminium oder durch lackiertes Schwarzblech. Hier wird von Fall zu Fall zu entscheiden sein, was vorzuziehen ist.

Ziel der Forschungen und Ueberlegungen insbesondere auch der gestaltenden Ingenieure sollte sein, durch Ausnutzung der Eigenart beider Werkstoffgruppen — gegebenenfalls unter ihrer Verwendung neben- und miteinander — besondere Leistungen zu erzielen.

Die weiteren Entwicklungsmöglichkeiten sind für beide Werkstoffgruppen praktisch als gleich zu betrachten; beide sind ausgezeichnete Beispiele für die Tatsache, daß das „Zeitalter der Metallegierungen“ ganz allgemein noch sehr jung ist.

<sup>9)</sup> Rdsch. dtsch. Techn. 21 (1941) S. 3.



## Das Sauerstoffhobeln von Stahl.

Von Lothar Wolff in München\*).

(Wesen des Sauerstoffhobelns zur Entfernung von Oberflächenfehlern. Physikalische, metallurgische und metallographische Untersuchungen über den Sauerstoff- und Azetylenverbrauch der einzelnen Brennerarten und Düsenformen, über den Einfluß des eingestellten Sauerstoffdrucks auf die Vorschubgeschwindigkeit und den Gasverbrauch, über die gefügemäßige Veränderung des Werkstoffs [unlegierte Stähle mit 0,1 bis 0,9 % C und legierte Stähle] durch das Sauerstoffhobeln sowie über den Härteverlauf in der beeinflussten Zone und seine Beeinflussung durch Vorwärmung und nachträgliches Glühen. Wirtschaftlichkeit des Sauerstoffhobelns.)

### Das Wesen des Brennputzen.

Beim Brennputzen oder Sauerstoffhobeln<sup>1)</sup> von Metallen, das bereits im Jahre 1932 in Amerika der Linde Air Products Company patentrechtlich geschützt wurde<sup>2)</sup>, und auf das die Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G. die Generallizenz erworben hat, werden ähnliche Geräte und dieselben Gase wie beim Brennschneiden verwendet. Die bisherigen mechanischen Verfahren zur Entfernung von Oberflächenfehlern waren das Schleifen, Preßluftmeißeln, Vierkantdrehen und Hobeln. Sie führten zu Verlusten bis 40 % des Blockgewichts und waren äußerst zeitraubend<sup>3)</sup>.

Die Anwendung des Sauerstoffhobelns, das ursprünglich nur für Walzwerke gedacht war und hier walzfertige Blöcke liefern sollte, wurde im Laufe der Jahre auch für andere Zwecke erweitert. So kann das Verfahren auch auf rotierende Körper angewendet werden<sup>3) 4)</sup>, z. B. auf Seiltrommeln und Brecherbacken. Das Verfahren wird auch beim Auskreuzen fehlerhafter Schweißnähte und Nahtwurzeln, bei der Vorbereitung und Profilierung von Kelchnähten sowie überhaupt bei jeder Bearbeitung von Blechkanten für die Schweißung wesentliche Vorteile bieten<sup>5)</sup>.

Gegenüber dem Brennschneiden weist das Sauerstoffhobeln aber einige wesentliche Unterschiede auf. Beim Brennschneiden handelt es sich bekanntlich um einen überwiegend chemischen Vorgang, wobei das Metall auf seine Entzündungstemperatur, die unter der Soliduslinie des Werkstoffs liegt, gebracht und durch den Sauerstoffstrahl verbrannt wird. Die Verbrennungswärme dient dazu, die angrenzenden Metallteilchen auf Entzündungstemperatur zu bringen und so ein Durchtrennen der großen Werkstücke zu ermöglichen. Die durch die kinetische Energie des Sauerstoffstrahls herausgeschleuderte Schlacke der Trennungsebene besteht hauptsächlich aus Oxyden (ungefähr 20 % Fe und 80 %  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )<sup>6)</sup>. Das Sauerstoffhobeln hingegen ist im wesentlichen ein physikalischer Vorgang, bei dem nur ein kleiner Teil des Eisens verbrennt und das niedergeschmolzene Metall durch den Sauerstoffdruck abfließt; es besteht aus 80 bis 87 % Fe und der Rest aus  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Der Stahl wird

dabei durch eine bestimmte Schlackenführung, die wiederum eine bestimmte Brennerführung, Brennerhaltung und Ausströmgeschwindigkeit des Sauerstoffs bedingt, durch den geschmolzenen Werkstoff erhitzt. Die Vorwärmtemperatur liegt also über der Soliduslinie. Bei allen anderen Verfahren hingegen beruht die Erhitzung auf der Vorwärmflamme, die vor dem Schneidstrahl verlaufen muß. Während also in dem ersten Fall die Schlackenführung ein wesentliches Element für das Gelingen des Vorgangs ist, wird die Schlacke im zweiten Fall möglichst rasch entfernt, da die Brennerhaltung eine ausgeprägte Tiefenwirkung bezweckt. Die Ausströmgeschwindigkeit des Sauerstoffstrahls ist beim Brennschneiden infolge der Laval-Düsenform so groß, daß er seine schlanke Form erhält, um die zur schnellen Schlackenentfernung notwendige hohe kinetische Energie hergeben zu können. Die Ausströmgeschwindigkeit liegt beim Brennschneiden über der Schallgeschwindigkeit<sup>7)</sup>, während sie beim Sauerstoffhobeln unter ihr liegt und dadurch einen elastischen, breiten Strahl hervorruft, der die Schlacke in einem bestimmten Abstand vor dem Brenner herführt und dadurch den Werkstoff genügend erhitzt. Bei einer zylindrischen Düse ist es bekanntlich nicht möglich, die ausströmende Geschwindigkeit beliebig zu erhöhen, da man nur ein bestimmtes Druckgefälle in Geschwindigkeit umsetzen kann. Das übriggebliebene Gefälle bzw. der Drucksprung zwischen Höchstdruck und Druck des umgebenden Raumes gibt dem Strahl nach dem Austritt aus der Düse eine bauchige, breite Form. Die Oberfläche bleibt aber stets ganz glatt.

Durch das Zusammenwirken dieser Mittel wird eine neue technische Wirkung erzielt, die einen Schälsschnitt von geringer Tiefe und völlig blanker, glatter, wie polierter Oberfläche zur Folge hat.

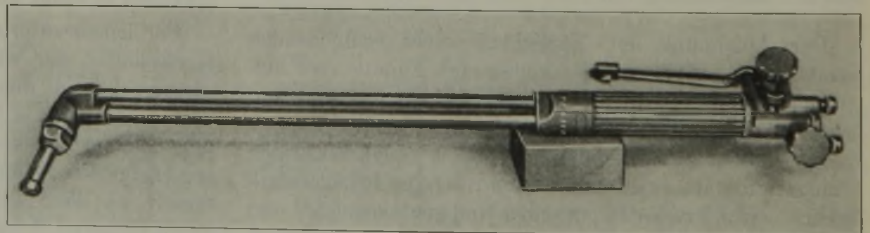


Bild 1. Sauerstoffhobler C-32.

Die für die Versuche verwendeten Sauerstoffhobler der Oxweld Acetylen Co., New York, lagen in zwei Arten vor. Die Type C-32 (Bild 1) besteht aus einem Handgriff, an dem sich zwei Ventile für Sauerstoff und Azetylen für die Vorwärmflamme sowie ein Schnellverschlusshelb für den Schälssauerstoff befinden. Das darauf folgende Mischrohr sowie das Rohr für den Schälssauerstoff ist verhältnismäßig lang, um den Arbeiter vor übermäßiger Wärmewirkung und Schlackenspritzern zu schützen. Bei großen Blöcken mit tiefen Fehlern empfiehlt es sich, Asbestblenden und Fußschilder dem Putzer zum Schutz zur Ver-

<sup>7)</sup> Zobel, Th.: Erhöhung der Schneidgeschwindigkeiten beim Brennschneiden durch neue Düsenform. Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Berlin 1936. Berlin 1936.

\* Auszug aus der von der Technischen Hochschule München genehmigten Dr.-Ing.-Dissertation.

<sup>1)</sup> Iron Age 142 (1938) Nr. 15, S. 40/53 u. 81; Steel 107 (1940) Nr. 20, S. 62, 64 u. 78; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 797/99; 61 (1941) S. 592; Rübmann, H.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 473/78 (Betriebsw.-Aussch. 183).

<sup>2)</sup> Amer. Pat. Nr. 1 957 351 vom 10. Juli 1931.

<sup>3)</sup> Holler, H., und R. Schneider: Autogene Metallbearb. 28 (1935) S. 1/6.

<sup>4)</sup> Keel, C. F.: Z. Schweißtechn. 24 (1934) S. 263/65.

<sup>5)</sup> Rockefeller, H. E.: Iron Age 144 (1939) Nr. 11, S. 53/57; Nr. 12, S. 50/52.

<sup>6)</sup> Zorn, E.: Werkstatttechnik 27 (1933) S. 11/13 u. 31/33. Bonhome, W.: Rev. univ. Mines, 8. Sér., 14 (1938) S. 444/56. Malz, H.: Die Grenzen der Schneidgeschwindigkeit beim Brennschneiden. Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Berlin 1932. Würzburg 1932.



fügung zu stellen. In das Kopfstück werden auswechselbare Kupferdüsen (Bild 2 und 3) eingeschraubt; sie haben eine durchgehende zylindrische Bohrung von 6 mm für den Schälsauerstoff, um die konzentrisch sechs Bohrungen von 0,9 mm Dmr. für die Vorwärmflammen angeordnet sind. Die Type C-20 hat für den Schälsauerstoff, das Azetylen und den Sauerstoff für die Vorwärmflamme gesonderte

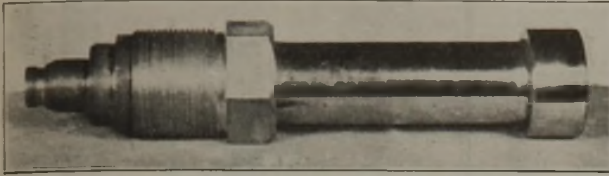


Bild 2. Oxweld-Düse Nr. 38.

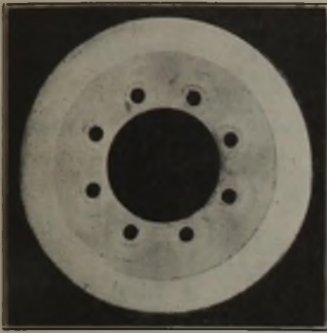


Bild 3. Austrittsöffnung für Schälsauerstoff und Vorwärmflammen mit Stelltring. (× 1,5.)

Zuführungen (drei Rohre) und für die Vorwärmflamme einen zusätzlichen Schnellverschlußhebel. Es können Düsen mit Bohrungen von 5, 6, 7, 9,5 und 11 mm Dmr. verwendet werden. Die Düsen selbst sind an der Austrittsseite mit Stellringen zum Schutz der Bohrung gegen Verstopfen durch geschmolzenes Eisen oder Schlacke versehen.

Der Vorgang des Sauerstoffhobelns ist nun folgender. Der Rand der Werkstücke wird zunächst durch die Vorwärmflamme aufgeschmolzen, die mit etwas Sauerstoffüberschuß eingestellt ist, da beim Öffnen des Schälsauerstoffs mehr Azetylen als beim Vorwärmen mitgerissen wird und dadurch ein Verrußen oder eine Aufkohlung der Werkstücke eintreten kann. Der Brenner ist beim Vorwärmen etwa 70° gegen die Oberfläche geneigt, so daß der Kegel der Vorwärmflasche fast die Stahloberkante berührt; je steiler der Winkel ist, desto rascher ist auch die Vorwärmung. Die Vorwärmung kann beschleunigt werden, wenn die zu putzende Fehlstelle mit einem Meißel vorgekerbt wird, um einen kleineren Span zu erhalten. Dann wird der Schälsauerstoff durch Herunterdrücken des Schnellverschlußhebels oder Druckknopfes eingeschaltet und der Brenner flacher, etwa 15° gegen die Waagerechte, geführt. Der Brenner wird dann so rasch in Richtung des Strahles bewegt, daß er die Schlacke in einem Abstand von etwa 4 cm vor der Brennerspitze herschiebt. Das Flacherdrehen der Düse für die Schälstellung, das Herunterdrücken des Schnellverschlußventils und der Beginn der Vorwärtsbewegung soll womöglich gleichzeitig geschehen, um am Anfang das Entstehen eines Loches zu vermeiden.

Daß die Schlacke vorwiegend den Schmelz- und Verbrennungsvorgang einleitet, ergab sich aus Versuchen, bei denen mehrere 10 mm dicke Bleche mit einem Luftspalt von 2 mm in einem Zug sauerstoffgehobelt wurden. Die Vorwärmung besorgte also lediglich die Schlacke, während die Vorwärmflamme bei diesem Verfahren nur eine zusätzliche Wärmewirkung ausübte, die aber zur Bildung der Schlacke erforderlich ist. Schaltet man nämlich die Vorwärmflamme während des Vorgangs ab, so ist ein Sauerstoffhobeln nur sehr begrenzt möglich. Der kalte Sauerstoffstrahl kühlt dann sofort die Schlacke ab, und es bildet sich

nur ein sehr kleines Schmelzbad, das mit nur geringer Vorschubgeschwindigkeit vorwärtsgetrieben werden kann; die geputzte Oberfläche ist nicht mehr glatt, sondern weist viele kleine, zur Schälrichtung senkrechte Riefen auf.

Die Schlacke ist auch zur Erzielung einer völlig glatten Oberfläche der durch den Sauerstoffstrahl bearbeiteten Werkstücke notwendig. Zwei Körper, die nicht in Lösung gehen und von denen einer spezifisch leichter ist und oben schwimmt, trachten in den Berührungsflächen eine kugelige Form zu erreichen, da die Kohäsion größer ist als die Adhäsion zwischen Schlacke und Schmelze. Von dieser bündelnden Wirkung der Schlacke macht man ja auch bei der Wahl der Ummantelungsmasse der Elektroden für Hohlkehlnähte Gebrauch.

Die blanke Oberfläche begünstigt wesentlich die Fehlererkennbarkeit. Während beim Meißeln Fehlstellen verstemmt werden können, erscheint beim Sauerstoffhobeln jeder Fehler innerhalb der weißgelb glühenden Schlackenschmelze als dunkler Punkt oder Strich und ist auch nachher sofort mit bloßem Auge sichtbar. Die Risse werden nicht durch die Oxyde verklebt.

Will man ganze Flächen bearbeiten, so wird Rille neben Rille gelegt, wobei der Brenner jedesmal an der Kante der vorher geschälten Nute entlang geführt wird. Der an dem Mundstück der Düse angebrachte Stelltring liegt hierbei auf der bereits bearbeiteten Oberfläche auf und hält damit zugleich den notwendigen Abstand der Düsenaustrittskante von der Werkstückoberfläche aufrecht. Beim Schälen der Blöcke ist es von Vorteil, diese etwas schräg zu legen, um die Schlacke besser abfließen zu lassen und sie zugleich zur Vorwärmung auszunützen; die Abkühlungsgeschwindigkeit verringert sich dadurch, was wiederum eine verminderte Reißgefahr zur Folge hat. Nach jeder dritten oder vierten Rille wird die Schlacke mit einem Schaber entfernt oder bei geringeren Schlackenmengen mit einem Sauerstoffstrahl abgeblasen. Größere Schlackenmengen auf der Oberfläche behindern die Schlackenführung.

#### Physikalische Untersuchungen.

Es fehlten bisher genaue Versuchsergebnisse über den Verbrauch der einzelnen Brennerarten und Düsenformen an Sauerstoff und Azetylen, über den Einfluß des eingestellten Sauerstoffdruckes auf Vorschubgeschwindigkeit, Gasverbrauch und Glätte der Oberfläche und vor allem über die gefügemäßige Veränderung des Werkstoffes, den Härteverlauf, den Einfluß der Vorwärmung und des nachträglichen Glühens, sowie über die Grenzen der Anwendbarkeit des Verfahrens. Die folgenden Versuche, die im Institut für Schweißtechnik an der Technischen Hochschule München (Professor Dr.-Ing. E. vom Ende), auf der Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., in Oberhausen und in dem Edelstahlwerk Düsseldorf der Gebrüder Böhler & Co. angestellt wurden, befaßten sich mit diesen Fragen.

Die erste Versuchsreihe galt der Feststellung des günstigsten Sauerstoffdruckes für die in *Zahlentafel 1* angeführten Düsen. Dabei wurde gefunden, daß unterhalb der in *Zahlentafel 1* angegebenen Mindestdrücke ein stetiges Putzen nicht möglich ist; die zu geringe Schlackenmenge wird kalt geblasen, bildet keine zusammenhängende Masse und verläuft sich bereits ungefähr 10 cm nach Beginn des Schälns. Durchgehende Rillen zu schälen ist nicht möglich. Oberhalb der angegebenen Höchstdrücke werden die Schlacke und das flüssige Eisen durch den Sauerstoffstrahl mit solcher Gewalt auf das bereits geputzte und nichtgeputzte Werkstück geschleudert, daß sie sich nur schwer mit Pickhammer oder Meißel entfernen lassen. Es bildet sich ein dünner Belag von oxydiertem, entkohltem Metall, der nach dem



Erstarren der Schmelze über die Rillenkanten hinausragt und zu Ueberlappungen beim Walzen führt. Der Rückstoß beim Einschalten des Schälsauerstoffes ist so groß, daß er dem Arbeiter ein genaues Ansetzen unmöglich macht. Die Anfangsstelle ist dann stark in Mitleidenschaft gezogen; sie zeigt große Vertiefungen, die wesentlich über die gewünschte Tiefe der Rillen hinausgehen. Die Fehlererkennung ist schwierig, da der Arbeiter sein ganzes Augenmerk der Schlackenführung widmen muß. Sobald er den Brenner steiler stellt, um eine größere Tiefenwirkung zu erzielen, wird er durch die stark umherspritzende Schlacke gefährdet.

Zahlentafel 1. Abmessungen der untersuchten Düsen.

Fabrikat	Bezeichnung	Düsenbohrung mm	Anzahl der Vorwärmflammen	Notwendiger Mindestdruck des Sauerstoffes	Zulässiger Höchst- druck
				kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Oxweld	Nr. 22	5,2	6 <sup>1)</sup>	1,1	4,5
Oxweld	Nr. 24	6,0	6 <sup>1)</sup>	1,3	5,5
Oxweld	Nr. 28	7,1	8 <sup>1)</sup>	2,4	8,0
Oxweld	Nr. 38	9,5	8 <sup>1)</sup>	2,1	9,5
Oxweld	Nr. 44	11,0	8 <sup>1)</sup>	2,1	12,0
Messer	M 6	7,25 bis 9,95 <sup>3)</sup>	—	1,3	5,5
Messer	M 7	7,35 bis 7,1 <sup>3)</sup>	—	2,2	8,0
Messer	M 9	7,65 bis 9,05 <sup>3)</sup>	—	2,2	10,5
Oxweld	Nr. 24	6,0	6 <sup>2)</sup>	—	—

<sup>1)</sup> Type C-18 mit zylindrischer Bohrung von 130 mm Länge. — <sup>2)</sup> Type C-32 mit zylindrischer Bohrung von 87 mm Länge. — <sup>3)</sup> Die erste Zahl gibt den Durchmesser der Eintrittsöffnung, die zweite den der Austrittsöffnung an.

Bei zu hohen Azetylendrücken, die nach den Versuchen zweckmäßig zwischen 0,25 und 0,7 kg/cm<sup>2</sup> gehalten werden, reißt die Flamme nach Einschalten des Schälsauerstoffes infolge zu hoher Ausströmgeschwindigkeit ab. Die Fuge selbst ist dann holprig.

Die günstigste Neigung des Brenners zur Werkstoffoberfläche während des Schärens beträgt 15 bis 30°. Je steiler, desto tiefer wird wohl die Rille, die Schlackenführung aber wird schlechter; die Ränder sind verklebt, die Rillen selbst zeigen Riefen.

Der Abstand des Düsenmundstücks von der Oberfläche sei möglichst klein. Je größer er ist, desto rauher wird die geputzte Fläche. Die Schlacke läuft nicht mehr richtig vor, sie breitet sich strahlenförmig aus; die Ueberhitzung des Eisens, die wesentlich für den Vorgang ist, ist nicht mehr so groß und die bündelnde Wirkung der Schlacke daher nicht mehr ausreichend. Die Oberfläche wird rauher. Die Vorschubgeschwindigkeit nimmt ebenfalls ab, da die Temperatur geringer und die Wärmeeinwirkung weniger konzentriert ist.

Alle Angaben der *Zahlentafel 1* beziehen sich auf eine Schlauchlänge von 5 m und die gebräuchliche lichte Weite des Schlauches von 6 mm. Wie die Versuche in *Zahlentafel 2* zeigen, erhöhen die Schlauchlänge und der Druck die Druckabnahme. Um den Druckabfall in ertragbaren Grenzen zu halten, ist es ratsam, die Schlauchlänge nicht über 10 m auszuführen oder Schläuche mit großer lichter Weite zu nehmen.

In *Zahlentafel 3* sind die Vorschubzeiten in Abhängigkeit von dem Schäldruck und der Düsenart angegeben. Um brauchbare Vergleichswerte zu erhalten, wurden die Messungen an verhältnismäßig sauberen Gußblöcken von 500 mm  $\square$  gleicher Zusammensetzung — Stahl mit 0,1 % C, 0,12 % Si, 0,26 % Mn, 0,013 % P und 0,023 % S — mit demselben Vorarbeiter angestellt. Bei allen verwendeten Düsen und eingestellten Drücken wurde danach getrachtet, durch Aenderung der Rillentiefe dieselbe Werkstoffmenge zu entfernen. Wie aus der

Zahlentafel 2. Abnahme des Sauerstoffdruckes in Abhängigkeit von der Schlauchlänge und dem Anfangsdruck.

Schlauchlänge m	Druck in kg/cm <sup>2</sup>		Druckabfall kg/cm <sup>2</sup>
	am Druckminderer	am Brenner	
5	4	3,35	0,65
	5	4,2	0,8
	6	5,15	0,85
	7	6,05	0,95
	8	7,05	0,95
16,5	9	7,95	1,05
	4	2,85	1,15
	5	3,55	1,45
	6	4,35	1,65
	7	5,10	1,90
	8	5,95	2,05
	9	6,7	2,3
	10	7,6	2,4
	11	8,3	2,7

Zahlentafel 3. Abhängigkeit der Vorschubzeiten vom Sauerstoffschäldruck.

Druck kg/cm <sup>2</sup>	Erreichte Vorschubzeiten		Vorschubgeschwindigkeit m/min	Blocklänge mm	Rillenbreite mm
	in $\frac{1}{100}$ min je Rille	Mittel s			
Düse Nr. 24					
3,5	70, 75, 72	43,2	2,31	1630	18
4,0	68, 66, 64	39,5	2,52	1630	19
4,5	59, 64, 65	37,8	2,64	1630	20
5,0	56, 45, 42	28,8	3,46	1630	21
5,5	56, 52, 47	30,7	3,28	1700	22
6,0	56, 55, 48	31,2	3,27	1700	23
6,5	52, 48, 48	30,0	3,45	1700	23
7,0	58, 56, 52	34,7	2,93	1700	24
7,8	58, 53, 60	34,2	2,98	1700	25
Düse Nr. 28					
5	78, 78, 78	45,8	2,12	1650	23
6	48, 48, 45	28,8	3,44	1650	24
7	37, 35, 40	25,2	3,97	1650	24
8	30, 30, 32	18,6	5,39	1670	26
9	31, 31, 29	18,0	5,57	1670	28
10	35, 30, 30	18,6	5,40	1670	29
Düse M 6					
4,0	65	39,0	2,52	1640	20
4,5	63	37,8	2,62	1640	21
5,0	52	31,2	3,17	1640	22
5,6	50	30,0	3,30	1640	22
6,0	46	27,6	3,59	1640	24
7,0	45	27,0	3,67	1640	25
8,0	44	26,4	3,75	1640	26
Düse M 7					
4	70	42,0	2,36	1660	24
5	52	31,2	3,17	1660	24
6	50	30,0	3,30	1660	26
7	45	27,0	3,67	1660	28
8	40	24,0	4,13	1660	29
9	35	21,0	4,72	1660	30
10	34	20,4	4,85	1660	32
11	35	21,0	4,72	1660	33
Düse M 9					
5	63	37,8	2,70	1700	32
6	55	33,0	3,09	1700	33
7	50	30,0	3,40	1700	35
8	45	27,0	3,78	1700	36
9	44	26,4	3,86	1700	38
10	42	25,2	4,04	1700	39
11	35	21,0	4,85	1700	40
12	32	19,4	5,30	1700	40

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse in *Bild 4* hervorgeht, nimmt bei allen Düsen die Vorschubgeschwindigkeit mit zunehmendem Druck bis zu einer bestimmten Grenze stark zu, um nachher nahezu gleichzubleiben oder sogar zurückzugehen. Beim Putzen der Blöcke kann man aber nicht über einen gewissen Druck von 6 bis 9 kg/cm<sup>2</sup>



hinausgehen, da dann Schlackenführung, Fehlererkennbarkeit, Glätte der Oberfläche, Schlackenentfernung und Brennerführung erschwert werden. Die bei zu hohem Druck entstehenden Grate und Vertiefungen führen, wenn sie nicht nachgeputzt werden, zu Ueberlappungen beim folgenden Auswalzen.

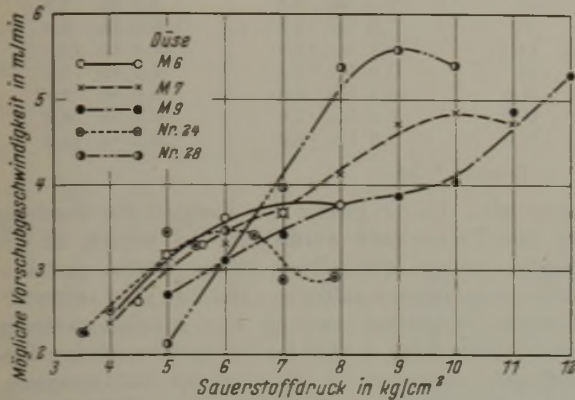


Bild 4. Abhängigkeit der Vorschubgeschwindigkeit von Schälldruck und Düse.

Um den Einfluß der Düsengrößen, der Blockbeschaffenheit und der Geschicklichkeit der Arbeiter auf die Vorschubgeschwindigkeit festzustellen, wurden weitere Messungen an Gußblöcken gleicher Art mit acht verschiedenen Arbeitern angestellt. Am wesentlichsten ist nach *Zahlentafel 4* die Blockbeschaffenheit; die Schwankungen betragen bis über 200 %.

Zahlentafel 4. Abhängigkeit der Vorschubzeiten von Blockbeschaffenheit und Putzer.

Arbeiter	Putzzeit je Bille s	Erreichte Vorschubgeschwindigkeit m/min	Anzahl der Rillen je Blockseite	Düse	Sauerstoffdruck kg/cm²	Bemerkungen
1	33	3,09	20	M 9	9,5	sehr poriger Block
2	27	3,78	22	M 9	10,8	ziemlich guter Block, an den Enden porig
6	18,6	5,48	20	M 9	7,7	guter Block
8	42	2,45	21	M 9	8,8	sehr poriger Block. Löcher bis 40 mm Tiefe
3	24	4,25	21	M 7	7,2	guter Block
5	22,8	4,47	25	M 7	10,2	guter Block
7	19,8	5,16	26	Nr. 28	11,6	guter Block
7	14,4	7,10	25	Nr. 28	11,8	sehr guter Block
4	33	3,10	25	Nr. 24	8,9	guter Block

porigen Blöcken muß der Arbeiter besondere Aufmerksamkeit den Fehlstellen widmen und ihnen durch steilere Brennerhaltung nachgehen, da es günstiger ist, den Riß oder die Gußblase möglichst in der ganzen Tiefe statt in mehreren Rillen zu entfernen. Das Anwärmen der Anfangsstelle außerhalb des Randes dauert wesentlich länger, da der Wärmestau in der Mitte geringer ist. Die Anzahl der Rillen je Blockseite nimmt, wie schon in *Zahlentafel 3* gezeigt wurde, mit größer werdender Bohrung ab. Es ist daher wirtschaftlicher, für größere Blöcke auch größere Düsen zu wählen. Die Unterschiedlichkeit der einzelnen Putzer ist nicht groß. Das Umlernen von Arbeitern, die früher mit Meißel und Schleifstein putzten, auf das Sauerstoffhobeln geschieht meist rasch und bringt mit wenigen Ausnahmen gute Erfolge. Einige putzten mit sehr hohen Drücken, um dadurch eine Leistungssteigerung zu erzielen; sie ist aber sehr gering und steht in keinem Verhältnis zu der Zunahme des Sauerstoffverbrauchs.

Zahlentafel 5. Einfluß des Kohlenstoffgehaltes des Stahles auf die Vorschubgeschwindigkeit beim Brennputzen.

Zusammensetzung des Stahles					Putzzeiten je Bille <sup>1)</sup>	Erreichte Vorschubgeschwindigkeit m/min
% C	% Si	% Mn	% P	% S		
0,11	0,15	0,54	0,016	0,035		
0,27	0,15	0,65	0,018	0,019	15,0	5,40 <sup>2)</sup>
0,36	0,11	0,56	0,015	0,019	14,9	5,43 <sup>2)</sup>
0,45	0,18	0,64	0,018	0,024	12,3	6,60 <sup>2)</sup>
0,55	0,17	0,52	0,017	0,018	12,3	6,60
0,64	0,23	0,60	0,033	0,023	11,8	6,86
0,74	0,17	0,88	0,027	0,027	12,0	6,85 <sup>3)</sup>
0,73	0,15	0,43	0,020	0,018	11,4	7,12 <sup>4)</sup>
0,96	0,16	0,28	0,018	0,025	13,3	6,08 <sup>4)</sup>
0,89	0,15	0,59	0,015	0,020	14,0	5,78 <sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Mittel aus 3 bis 6 Versuchen. — <sup>2)</sup> Sauerstoffdruck bei allen Blöcken 6 kg/cm<sup>2</sup>. — <sup>3)</sup> Schlacke hebt sich blätterförmig allein ab. — <sup>4)</sup> Schlackenentfernung ohne Schaber durch Abblasen. — <sup>5)</sup> Starke Rauchentwicklung, Schlacke spritzt sehr und perlt.

Um noch den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes der Stähle auf die Vorschubgeschwindigkeit zu ermitteln, wurden Knüppel von 1350 mm Länge und 130 mm □ in guter Oberflächenbeschaffenheit mit einer Düse Nr. 28 mit Sauerstoff von 6 kg/cm<sup>2</sup> gehobelt. Nach *Zahlentafel 5* nimmt die Vorschubgeschwindigkeit mit steigendem Kohlenstoffgehalt bis etwa 0,75 % zu. Darüber hinaus ist die Schlackenführung schwierig, da die Schlacke nicht mehr in kompakter Masse, sondern in einem breiten, nach allen Richtungen zerteilten Strahl vor dem Brenner wandert. Die starke Rauchentwicklung und die umherspritzende Schlacke behindern außerdem den Arbeiter. Die Zunahme der Vorschubgeschwindigkeit ist eine Folge der Herabsetzung des Schmelzpunktes durch Kohlenstoff, eine damit verbundene stärkere Ueberhitzung des Eisens und erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit. Der Eisengehalt der Schlacke ist ebenfalls größer, da die Entzündungstemperatur des Eisens steigt, während der Schmelzpunkt fällt; jene liegt z. B. bei 0,1 % C bei 1050°, bei 2,25 % C bei 1375°. Die Folge ist, daß der Vorgang bei etwa 0,8 % C in eine fast reine Aufschmelzung übergeht.

Je höher die Vorschubgeschwindigkeit ist, desto glatter die Oberfläche; die günstigsten Ergebnisse wurden bei etwa 7 m/min erreicht. Bei Stählen mit geringem Kohlenstoffgehalt entstehen an den Rändern leicht Grate, die aber im Glühofen verbrennen oder stark oxydieren und somit keine schädlichen Folgen haben.

Die Gesamtzeiten für das Putzen eines Blockes setzen sich aus den Zeiten für das Vorputzen, Nachputzen, Abschaben der Schlacke, Flammenregeln und Wenden des Blockes zusammen. Ergebnisse für das Putzen einer Blockseite sind in *Zahlentafel 6* angeführt. Die Tiefe der

Zahlentafel 6. Feststellungen über die Putzzeiten beim Sauerstoffhobeln.

Stahlart	Blockoberfläche	Putzfläche cm²	Düse	Vor- Nach-		Gesamtzeit je Blockseite min	Durchschnittliche Vorschubgeschwindigkeit m/min	Putzzeit je m² Blockfläche min
				Putzzeit				
				min	min			
St 37	gut	8200	28	5	4	12		14,6
St 37	schlecht	8400	28	7	3	22		26,2
St 37	schlecht	2100	28	5	2	20		24,6
St 52	—	7704	38	7	2	12	8,0	15,5
St 52	—	6420	38	9	2	15	7,4	23,4
St 52	—	7704	38	5,5	4,5	14	7,8	18,2
St 52	—	6820	38	6	6	17	7,0	24,9
St 52	sehr schlecht	8050	38	8	7	25	6,9	31,2
St 52	sehr schlecht	6650	38	6	3	14	7,4	21,2



Rillen, die zwischen 4,5 und 10 mm schwanken kann, ist natürlich für die Vorschubgeschwindigkeit und Putzzeit wesentlich; sie lag bei den Arbeiten in *Zahlentafel 6* zwischen 2 und 4 mm. In *Bild 5* sind noch weitere Zahlen, die auf der Gutehoffnungshütte ermittelt wurden, angeführt. Der Bestwert bei einem Sauerstoffdruck von etwa 11 kg/cm<sup>2</sup> ist — wie anfangs schon erwähnt — nicht allein maßgebend für den günstigsten Brennerdruck. Die mittlere Putzzeit je Blockseite ist nach *Bild 5* bei 9 kg/cm<sup>2</sup> etwa 10 min 45 s, bei 11 kg/cm<sup>2</sup> etwa 9 min 50 s; bei einer Druckerhöhung um 2 kg/cm<sup>2</sup> beträgt die Zeitersparnis also nur 55 s. Der

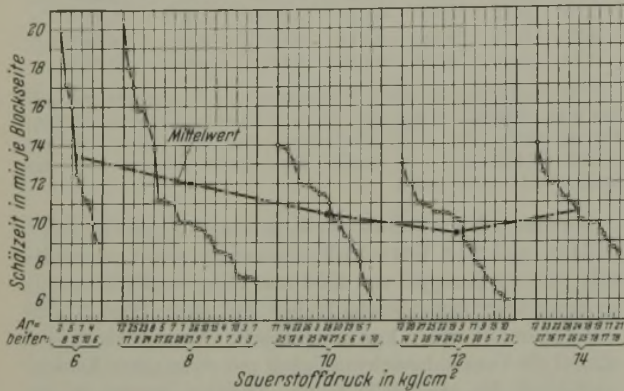


Bild 5. Einfluß des Schälldruckes und des Putzers auf die Verschubzeit für eine Rohblockseite. (Düsen: Oxweld und Messer von 9 mm Dmr.; Schlauchlänge 15 m, Druck am Reduzierventil gemessen. Blocklänge 1750 mm, Kantenbreite 500 mm. Stahl mit 0,1 % C, 0,12 % Si, 0,26 % Mn, 0,013 % P und 0,023 % S.)

Sauerstoffverbrauch ist jedoch, wie später besprochen wird, um 10 m<sup>3</sup>/h höher, steht also in keinem Verhältnis zu der nur geringen Verkürzung der Putzzeit.

Durchflußmessungen ergaben, daß die im Anfang und teilweise heute noch verwendeten handelsüblichen Druckminderer für Schweiß- und Schneidbrenner für das Sauerstoffhobeln im Dauerbetrieb nicht geeignet sind. Die Durchlaßmenge bei diesen Druckminderern ist mit etwa 25 m<sup>3</sup>/h begrenzt, was zur Folge hat, daß die Ventile bei großem Verbrauch sich beschlagen, einfrieren und die nötige Sauerstoffmenge nicht durchlassen oder nur stoßweise arbeiten. Die Druckschwankungen beim Ein- und Ausschalten des Schältsauerstoffes betragen bis zu 4 kg/cm<sup>2</sup>. Für das Sauerstoffhobeln müssen also unbedingt größere Druckminderer verwendet werden. Ebenso ist der Sauerstoffhobler an einen Schlauch mit mindestens 9 mm lichter Weite und höchstens 15 m Länge anzuschließen, da der Druckverlust vom Ventil bis zum Brenner sonst zu groß wird. Das Anschließen von Sauerstoffflaschen an eine Batterie ist sehr zeitraubend und ergab z. B. beim gleichzeitigen Putzen von acht Brennern Arbeitspausen bis zu 100 %; Hütten- und Walzwerke werden daher gut tun, mit flüssigem Sauerstoff zu arbeiten.

Aus den Untersuchungen ergeben sich unter Berücksichtigung der leichtesten Schlackenentfernung, größten Vorschubgeschwindigkeit, besten Fehlererkennbarkeit bei geringstem Sauerstoffverbrauch und glattester Oberfläche die Sauerstoffdrücke nach *Zahlentafel 7* als am wirtschaftlichsten.

Der Verbrauch an Sauerstoff und Acetylen für die Vorwärmflamme ist gering. Er wurde mit einem Doppelrotamesser festgestellt und beträgt durchschnittlich 1200 l/h.

**Metallurgische und metallographische Untersuchungen.**

Es ist klar, daß durch das Sauerstoffhobeln das Gefüge des Stahlteils auf der Oberfläche ver-

Zahlentafel 7. Empfehlenswerte Sauerstoffdrücke am Brenner für das Hobeln von Blöcken.

Düse Nr.	Druck in kg/cm <sup>2</sup> bei Schlauchlängen	
	von 5 m	von 16,5 m
22	3,2 bis 3,8	3,6 bis 4,2
24	5,0 bis 5,4	5,6 bis 6,0
28	6,2 bis 6,8	7,2 bis 7,8
38	7,9 bis 8,5	9,0 bis 9,8
44 <sup>1)</sup>	10,2 bis 11,8	11,6 bis 13,2
24	3,8 bis 4,4	4,3 bis 5,0
M 6	5,4 bis 6,0	6,1 bis 6,8
M 7	6,6 bis 7,6	7,3 bis 8,4
M 9	7,5 bis 8,6	8,5 bis 10,0

<sup>1)</sup> Brenner C-32.

ändert wird. Da die Blöcke oder Knüppel aber durchweg nach dem Putzen noch warmverarbeitet werden, ist dies belanglos, solange keine Risse infolge Wärme- und Umwandlungsspannungen auftreten. Bei fast allen sauerstoffgehobelten Stahlteilen erscheint eine deutlich sichtbare, dunkel getönte Zone, in der das Gefüge wesentlichen Umwandlungen unterzogen ist. Je nach der Stahlzusammensetzung wird diese Zone schärfer begrenzt (*Bild 6 und 7*) und hebt sich stärker in der Farbe von dem unbeeinflussten Werkstoff ab. Je höher der Kohlenstoffgehalt ist, desto krasser ist der Übergang (*Bild 8 und 9*). Auf die Größe des „Hofes“ haben aber auch Dauer und Höhe der Temperatureinwirkung sowie die Abkühlungsgeschwindigkeit großen Einfluß. Die beim Sauerstoffhobeln eintretende Entkohlung der Stahloberfläche ist nur geringfügig und spielt eine ganz untergeordnete Rolle, zumal da im Laufe der Verarbeitung entweder Diffusion stattfindet oder die dünne Oberflächenschicht entfernt wird.



Bild 6. Stahl mit 0,40 % C, 1,2 % Cr und 0,19 % Mo.

Bild 8. Stahl mit 0,27 % C.

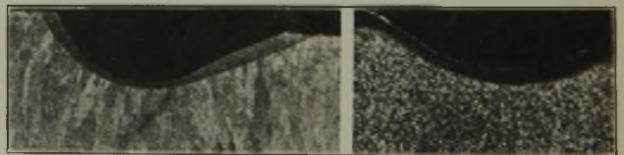


Bild 7. Stahl mit 0,51 % C, 1,1 % Cr und 0,26 % Mo.

Bild 9. Stahl mit 0,89 % C.

Bilder 6 bis 9. Gefüge von sauerstoffgehobelten Stählen verschiedener Zusammensetzung. (× 1,3. Geätzt mit 1,5prozentiger alkoholischer Salpetersäure.)

Es wurde nun an Knüppeln von 1350 mm Länge und 130 mm □ aus Stahl mit 0,73 % C die Temperaturverteilung mit Thermocolor-Farben<sup>8)</sup> ermittelt. Die Ergebnisse sind in *Bild 10* enthalten. Da auf diese Weise der Temperaturverlauf vom Rand bis zur Einflußtiefe von etwa 2,5 mm nicht eindeutig festzulegen war, wurden bei der Gutehoffnungshütte die Temperaturen der beim Blockschalen (Stahl mit 0,48 % C) anfallenden Schlacke mit einem optischen Pyrometer (Siemens) gemessen (*Bild 11*). In *Bild 10* ist die Temperatur für die äußerste Oberflächenschicht mit 1320° eingetragen, da man annehmen kann, daß sich die Temperatur zur Erreichung einer guten, glatten Oberfläche knapp oberhalb der Soliduslinie bewegen wird. Die Tiefe der Wärmezone hängt von denselben Faktoren ab wie beim Brennschneiden. Mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt (*Bild*

<sup>8)</sup> Penzig, F.: Chem. Fabrik 12 (1939) S. 358/59.



8 und 9) und bis zu einer gewissen Werkstoffdicke nimmt sie zu, mit größerer Vorschubgeschwindigkeit ab. Die Erhitzungszone schwankt zwischen 0,5 und 2,5 mm. Eine wesentliche Härtesteigerung tritt aber nur in Abständen bis zu 1,5 mm von der Schälkante auf. Schält man nur eine

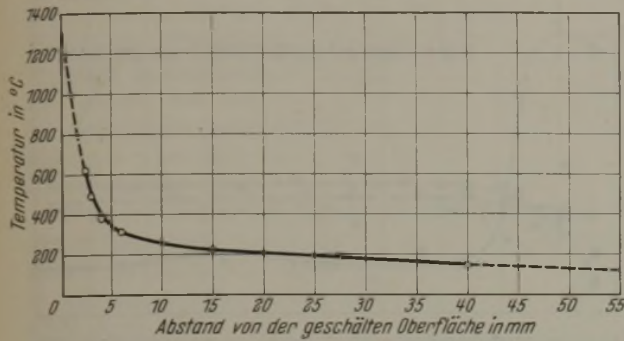


Bild 10. Höchsttemperaturen beim Sauerstoffhobeln in verschiedenen Abständen von der Oberfläche (Stahl mit 0,73 % C).

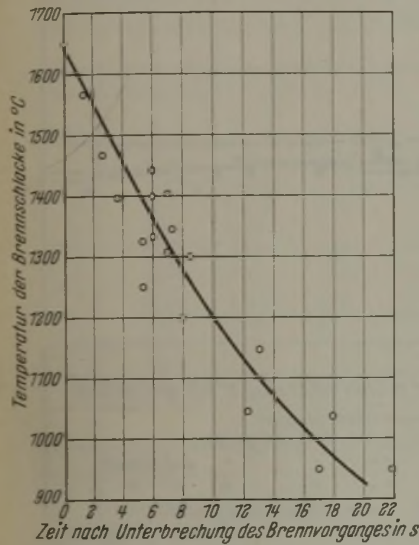


Bild 11. Temperaturen der beim Sauerstoffhobeln von Stahl mit 0,18 % C anfallenden Schlacken.

den gewünschten Rückschluß auf die vorkommenden Abkühlungsgeschwindigkeiten. Nach den Gefügebildern ist die Abkühlungsgeschwindigkeit der Randzonen bei den sauerstoffgehobeln Knüppeln aus niedriggekohlten Stählen mit etwa 550 bis 600°/s anzusetzen. Diese hohe Abkühlungsgeschwindigkeit ist durch den großen Wärmestrom infolge des kalten Schälstrahls erklärlich. Die schroff abkühlende Wirkung des Sauerstoffstrahls macht sich aber nur in einer sehr schmalen Zone bis etwa 0,2 mm vom Rand bemerkbar. Es ist sicherlich die Zone, in der der Stahl zum Teil flüssig und zum Teil fest ist.

Bei den kohlenstoffarmen Proben sind die Folgen des Sauerstoffhobelns eine deutliche Kornverfeinerung und im weiteren Verlauf das Auftreten von Sorbit und Troostit. Ein Block, der mit zu geringer Vorschubgeschwindigkeit geschält wurde, zeigte Ueberhitzungserscheinungen. Bei den Stählen mit über 0,3 % C wird die Ferritausscheidung wesentlich geringer (Bild 12), der sorbitische Anteil wächst und es tritt Martensit auf. Mit steigendem Kohlenstoffgehalt nimmt der Anteil an Martensit zu, der grobnadeliger wird.

Bei Stählen mit mehr als etwa 0,7 % C traten bei üblichen Arbeitsbedingungen auch zahlreiche Härterisse auf, die quer zur Schälrichtung verlaufen; sie bildeten sich meist

während oder unmittelbar nach dem Schälen und sind vielfach mit bloßem Auge erkenntlich. Schon bei den Blöcken mit mehr als 0,5 % C zeigten sich an den Anfangsstellen kleine Haarrisse, die mit steigendem Kohlenstoffgehalt länger wurden und bei den Stählen mit über 0,7 % C sich über den ganzen Block erstreckten. Bei Versuchen, bei denen Knüppel von 130 mm □ mit einer 10 mm tiefen Rille versehen und nach dem Schälen unmittelbar mit Wasser berieselt wurden, traten Risse schon bei den Stählen mit über 0,45 % C auf.

Um diese Rißgefahr zu bannen, lag es nahe, die kohlenstoffreicheren Stähle auf ungefähr 200° vorzuwärmen. Bei kleineren Blöcken ist dies ohne weiteres möglich; bei größeren ist aber die Wärmeabstrahlung so stark, daß ein durchgehendes Putzen von Hand nicht mehr möglich ist, sondern nur noch Brennputzmaschinen verwendbar sind.

Die Härtungserscheinungen beim Sauerstoffhobeln wurden weiter mit dem Diatestor-Gerät der Firma O. Wolpert, Ludwigshafen, bei einer Belastung der Vickers-Diamantpyramide mit 5 kg bei 30 s Belastungszeit untersucht. Bei dieser Last ließen sich noch einwandfreie Einsteiche bis zu 0,1 mm vom Rand machen. Versuche mit dem Rollhärteprüfgerät nach H. Hauthmann<sup>9)</sup>, bei denen mit einer Kugel von 1/16" Dmr., 15 kg Belastung und mit einer Geschwindigkeit von 0,125 mm/s gearbeitet wurde, befriedigten nicht; die rollende Kugel zerquetschte den Werkstoff in der Nähe des Randes, so daß dessen Härte nicht einwandfrei zu ermitteln war.

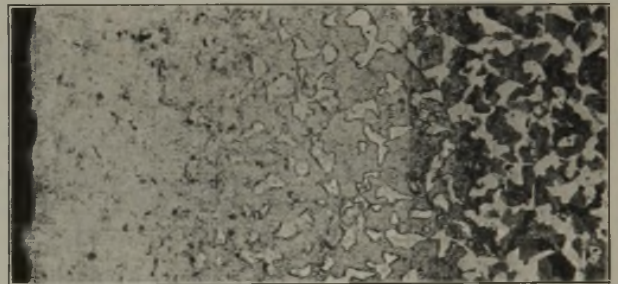
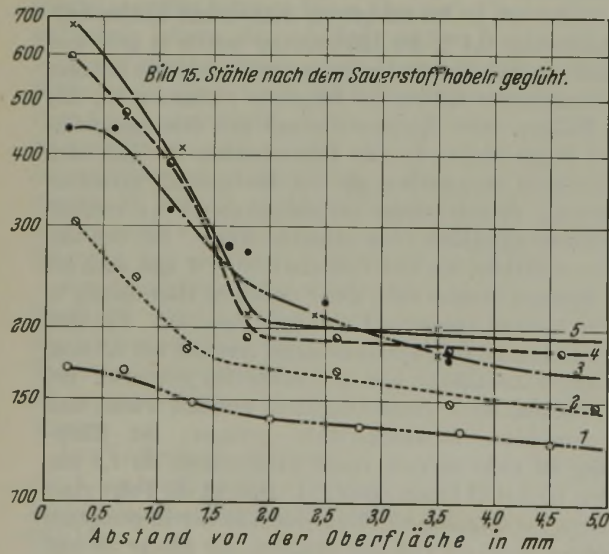
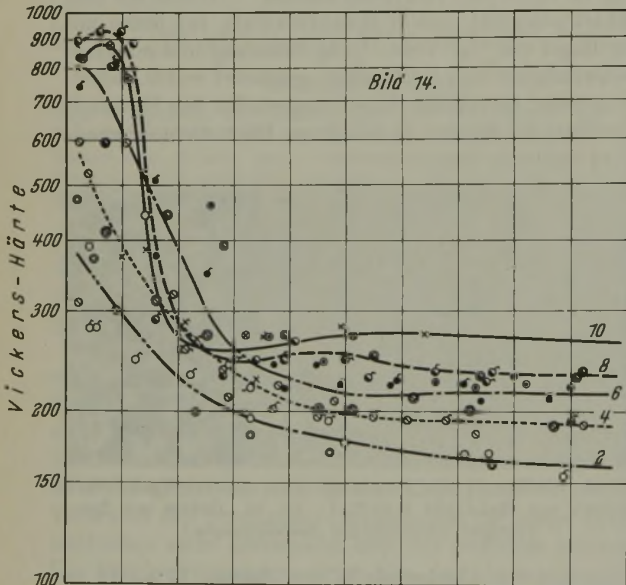
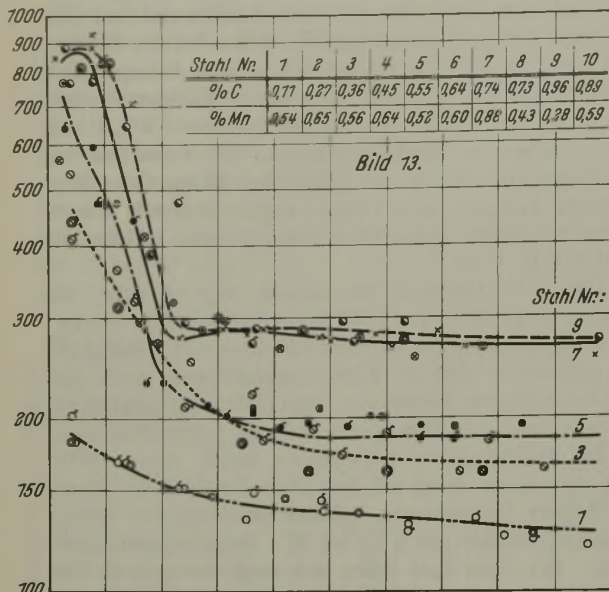


Bild 12. Gefüge in der Randzone eines sauerstoffgehobeln Knüppels aus Stahl mit 0,55 % C. (× 70. Geätzt mit 2prozentiger alkoholischer Salpetersäure.)

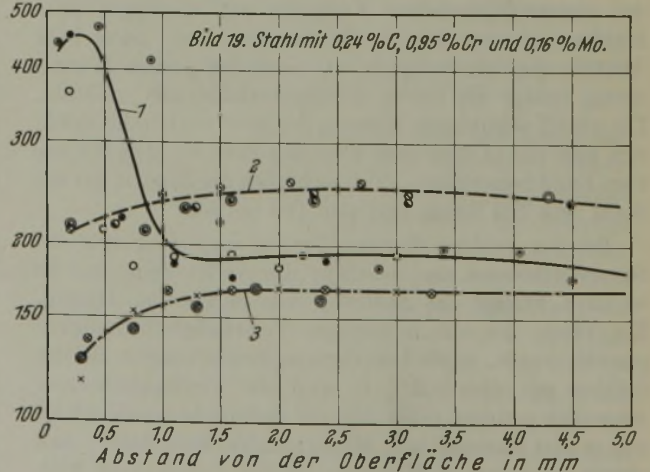
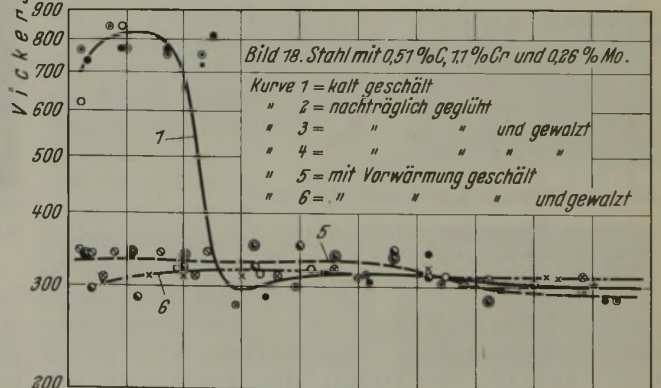
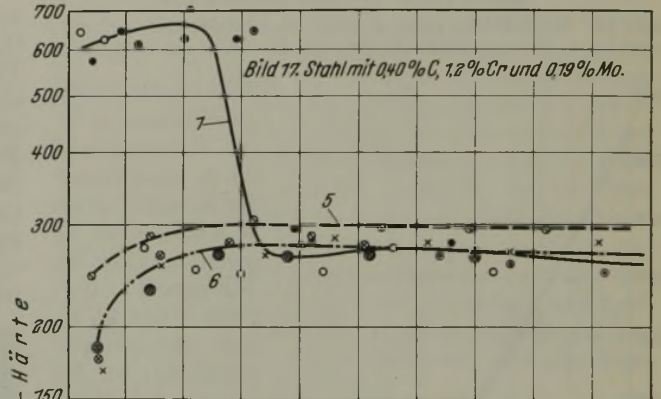
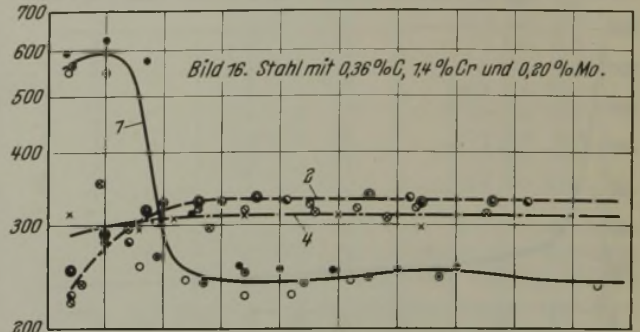
Wie aus den Ergebnissen in den Bildern 13 bis 19 zu entnehmen ist, ist bei unlegierten Stählen mit Kohlenstoffgehalten über 0,4 % der Härteanstieg bereits so groß und verläuft so kraß, daß ein Putzen von kalten Blöcken mit dem Sauerstoffhobler mit starker Rißgefahr verbunden ist. Bei den Stählen, deren Kohlenstoffgehalt sich dem eutektoidischen Punkt nähert, ist eine Härteabnahme der äußersten Randschicht festzustellen, die auf Restaustenit zurückzuführen ist. Bei den Stählen mit weniger als 0,4 % C verläuft die Härte allmählich ohne scharfen Knick. Bei den unlegierten Stählen mit 0,74, 0,89 und 0,96 % C und auch bei den legierten Stählen tritt dieser merkbare Härtesprung in einem Abstand von etwa 1 mm vom Rand auf. Für den Härteverlauf im Rillengrund ist dieser Abstand nur 0,8 mm, da die Wärmeabfuhr hier am raschesten geschieht. Bei den Blöcken, deren ganze Oberfläche geschält wurde, sind die erreichten Härtehöchstwerte geringer; der Härteanstieg ist nicht so steil, reicht dafür jedoch bis 1,8 mm in den Werkstoff hinein (Bild 15). Dies ist die Folge einer geringen Vorwärmung der Blöcke durch die bereits gezogenen Furchen; sie hängt von den Abmaßen der Blöcke ab und beträgt bis zu 140°. Die geringe Werkstoffverweichung unmittelbar vor dem plötzlichen Härteanstieg bei den höher-

<sup>9)</sup> Techn. Bl., Düsseld., 30 (1940) S. 15.





gekohlten und legierten Stählen ist die Folge der Konzentrationsänderung, die bei der Unterkühlung auftritt. Der Kohlenstoff wird an dieser Stelle dem Werkstoff entzogen und reichert sich dafür in der anliegenden Zone an.



Bilder 13 bis 15. Härteverlauf an Blöcken von 130 mm □ bei 1350 mm Länge aus unlegierten Stählen nach dem Sauerstoffhobeln ohne Vorwärmung.

Bilder 16 bis 19. Härteverlauf an Blöcken von 250 mm □ bei 850 mm Länge aus legierten Stählen.



Auch die Wirkung der Vorwärmung der Blöcke vor dem Sauerstoffhobeln geht deutlich aus dem Härteverlauf hervor. Bild 18 zeigt, daß die Härte des geschälten Blockes über den ganzen Querschnitt fast gleich ist und die schädliche Aufhärtung vollkommen verschwunden ist. Ein nachträgliches Glühen der bearbeiteten Blöcke bei Walztemperatur wirkt ähnlich; der Härtesprung tritt nicht mehr auf, und der Werkstoff ist im ganzen gleichmäßig verfestigt. Der Zweck des Glühens war hier nur, festzustellen, ob die Blöcke, die nachträglich warmverformt werden, die krassen Aufhärtungen schon beim Erwärmen verlieren, was auch tatsächlich der Fall war. Auch jene Blöcke, die von 130 mm □ auf 80 mm □ heruntergeschmiedet wurden, zeigten über den ganzen Querschnitt gleiche Härte, trotz der Entkohlung der Ränder, die nicht mehr rückgängig zu machen ist.

Auf dem Edelstahlwerk Düsseldorf der Gebr. Böhler & Co., A.-G., wurde der Einfluß der Legierung auf die Anwendbarkeit des Sauerstoffhobelns untersucht. Von den in *Zahlentafel 8* angeführten Stählen ließen sich nur die ersten drei ohne Vorwärmung brennputzen. Der Stahl 4 mußte vorgewärmt werden, um die Rißgefahr zu beseitigen.

Zahlentafel 8. Zusammensetzung der auf Eignung zum Sauerstoffhobeln untersuchten legierten Stähle.

Stahl Nr.	% C	% Si	% Mn	% Cr	% Mo	% Ni
1	0,36	0,34	0,59	1,38	0,20	—
2	0,40	0,26	0,55	1,15	0,19	—
3	0,24	0,28	0,68	0,95	0,16	—
4	0,51	0,23	0,73	1,05	0,26	—
5	0,12	0,37	0,37	14,88	—	0,26
6	0,20	0,38	0,40	13,24	—	0,28
7	0,12	0,62	0,44	18,47	—	0,10
8	0,10	0,22	9,15	18,40	—	1,16
9	0,19	0,97	0,35	17,60	—	8,68
10	0,13	0,97	7,02	18,80	0,63	8,19 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dazu noch 0,55 % Ti.

Bei den anderen Stählen war ein Sauerstoffhobeln selbst bei Erhitzung bis auf Dunkelrotglut überhaupt nicht möglich. Maßgebend dafür sind vor allem die Gehalte an Chrom und Nickel, deren Oxyde bei erheblich höheren Temperaturen schmelzen als das Metall. Bei den angestellten Versuchen zeigte sich, daß sich keine ausreichende Schlackenmenge bildete; es entstanden nur kleine kugelige Schlackenansätze, die sofort in alle Richtungen spritzten. Auch beim Putzen mit niederen Drücken und Azetylenüberschuß bildete sich nicht jene kompakte Schlacke, die vor dem Brenner vorlaufen muß. Das bei dieser Arbeitsweise auftretende, sehr beständige Chromdoppelkarbid und das feste Chromoxyd behindern den Vorgang so stark, daß ein durchgehendes Putzen unmöglich ist. Ob das Schälen an hochlegierten Stählen dieser und ähnlicher Zusammensetzung bei Blöcken, die auf Walztemperatur erhitzt werden, möglich ist, müßte noch untersucht werden. Im allgemeinen wird der Einfluß der Eisenbegleiter auf die Schälbarkeit der gleiche sein, wie es beim Brennschneiden <sup>10)</sup> der Fall ist<sup>11)</sup>.

**Wirtschaftlichkeit.**

Die Oberflächenbearbeitung von Stahlblöcken durch Sauerstoffhobeln ist wirtschaftlicher als das Vier-

<sup>10)</sup> Seférian, J.: Rev. Soud. autog. 31 (1939) S. 788/92. Krug, P.: Z. VDI 84 (1940) S. 713/16.

<sup>11)</sup> Nach Fertigstellung der Arbeit erschien ein Aufsatz von G. Calbani [Autogene Metallbearb. 33 (1940) S. 217/26] über das Sauerstoffhobeln, dessen Ergebnisse sich im wesentlichen mit der vorliegenden Arbeit decken. Die um etwa 1 mm tiefergehende Aufhärtung ist wohl auf andere Blockabmessungen und geringere Vorschubgeschwindigkeiten beim Sauerstoffhobeln zurückzuführen. Wertvoll ist der Hinweis auf die Anwendbarkeit des Sauerstoffhobelns bei hitzebeständigen Chrom-Silizium-Stählen.

kantdrehen, Preßluftmeißeln und Schleifen. Im folgenden seien einige Versuchsergebnisse über die Wirtschaftlichkeit dieser Oberflächenbearbeitungsverfahren, die von verschiedenen Walzwerken stammen, angeführt.

Das Putzen mit dem Schleifstein geschieht nur bei Oberflächenfehlern (ungefähr 0,5 mm), wobei Blockverluste von etwa 1 % auftreten. Die Kosten belaufen sich auf 1,00 *RM*/100 kg. Die Putzzeit ist etwa 120 min/m<sup>2</sup>. Für das Putzen eines legierten Stahlblockes von 250×200×830 mm<sup>3</sup> war die Putzzeit 1½ h, dagegen beim Sauerstoffhobeln 12 min, d. h. 16 min/m<sup>2</sup> bei einem Blockverlust von 2,7 %.

Das Putzen mit der Vierkantdrehbank kostet 3,50 bis 4,00 *RM*/100 kg, wobei durchschnittlich 8 % des Blockes abgenommen werden. Die Putzzeit für den oben genannten Block beträgt 92 min, d. h. 122 min/m<sup>2</sup>, wobei zwei Drehbänke durch einen Dreher bedient werden. Beim Sauerstoffhobeln dagegen ist die Putzzeit nur 15 min, d. h. 20 min/m<sup>2</sup> bei 7,5 % Blockverlust.

Das Preßluftmeißeln erfolgt mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 0,3 bis 0,4 m/min, wobei Späne von 3 bis 4 mm Tiefe abgenommen werden. Die Blockverluste betragen etwa 3 %. Die Kosten belaufen sich auf 3,50 *RM*/h oder 0,28 *RM*/100 kg für das Verputzen der Vorblöcke mittlerer Güte. Je Mann und Tag können höchstens 10 t Vorblöcke bearbeitet werden. Durch Sauerstoffhobeln beträgt die Kostenersparnis im Mittel 30 %; sie kann bis zu 60 % betragen. Dieser Wert wird um so höher, je tiefer sich die Fehler ziehen. Ein Brennputzer ist ohne weiteres in der Lage, die Arbeit von 10 bis 20 Meißlern zu leisten.

Die Kostenberechnung beim Sauerstoffhobeln hängt im wesentlichen von dem Sauerstoffverbrauch ab. Für eine überschlägliche Rechnung kann man annehmen, daß man 3,5 bis 6 m<sup>3</sup> Sauerstoff je m<sup>2</sup> geputzte Fläche je nach Blockbeschaffenheit bei einer Rillentiefe von 4 mm benötigt. Der Zeitaufwand ist durchschnittlich 20 min/m<sup>2</sup> geputzte Fläche.

Bei den Brennputzmaschinen<sup>1)</sup> liegen die Verhältnisse noch günstiger. Nach den Angaben der Linde Air Products Co. ist der Gasverbrauch bei Stahlblöcken mit 0,12 bis 0,20 % C, die im kalten Zustand sauerstoffgehobelt wurden, für 1 t bei 150×150 mm<sup>2</sup> Querschnitt und einer Rillentiefe von 1,5 mm etwa 42,5 m<sup>3</sup> Sauerstoff und 3,7 m<sup>3</sup> Azetylen bei 24 m/min Vorschubgeschwindigkeit. Bei Stahlblöcken mit 0,08 bis 0,16 % C und denselben Verhältnissen war der Verbrauch etwa 80 m<sup>3</sup> Sauerstoff und 5,1 m<sup>3</sup> Azetylen bei 15 m/min Vorschubgeschwindigkeit. Dieselben Blöcke unter gleichen Bedingungen, aber warm geschält, brauchten nur etwa 28,3 m<sup>3</sup> Sauerstoff und 3,4 m<sup>3</sup> Azetylen für die Tonne, da die Vorschubgeschwindigkeit bedeutend größer ist.

Zahlentafel 9. Vergleich des Putzens von Blöcken aus Stahl St 37 durch Meißeln und Sauerstoffhobeln.

	Preßluftmeißeln	Sauerstoffhobeln
Blockgewicht . . . .	358 kg	355 kg
Putzzeit . . . . .	210 min	12 min
Gewichtsverlust . . .	14 kg = 3,9 %	15 kg = 4,2 %

Zahlentafel 10. Vergleich der Kosten beim Putzen von Blöcken aus Stahl St 52 durch Meißeln und Sauerstoffhobeln.

Gesamt- Putzfläche m <sup>2</sup>	Gesamtputzzeit in min		O <sub>2</sub> -Ver- brauch m <sup>3</sup>	Kosten in <i>RM</i>	
	Preßluft- meißeln	Sauer- stoff- hobeln		Preßluft- meißeln	Sauerstoff- hobeln
3,32	720	42	10,5	42,5	18,50
2,02	420	24	8,12	24,50	14,00



In den *Zahlentafeln 9 und 10* sind noch einige Beispiele für die große Zeitersparnis angeführt, die beim Sauerstoffhobeln von Hand und bei kalten Blöcken gegenüber dem Preßluftmeißeln eintritt. Für das Entfernen von zwei Rissen von  $700 \times 50 \text{ mm}^2$  bzw.  $1200 \times 23 \text{ mm}^2$  an zwei runden Blöcken benötigt man mit dem Sauerstoffhobler  $2\frac{1}{2}$  h, während die entsprechende Zeit beim Meißeln 23 h gewesen wäre. Ein Mann kann 7 bis 9 t Knüppel in der Stunde sauerstoffhobeln oder 100 bis 150 t Brammen in achtstündiger Arbeitszeit.

#### Zusammenfassung.

Beim Sauerstoffhobeln von Stahlwerkstücken zur Entfernung von Oberflächenfehlern werden ähnliche Geräte und dieselben Gase wie beim Brennschneiden verwendet. Der Vorgang des Sauerstoffhobelns wird dargelegt und die Unterschiede gegenüber dem Brennschneiden hervorgehoben.

Untersuchungen wurden über den Verbrauch der einzelnen Brennerarten und Düsenformen an Sauerstoff und Azetylen, über den Einfluß des eingestellten Sauerstoffdruckes auf die Vorschubgeschwindigkeit, den Gasverbrauch und die Glätte der Oberfläche und vor allem über die gefügemäßige Veränderung des Werkstoffs durch das Sauerstoffhobeln, den Härteverlauf in der beeinflussten Zone, den Einfluß der Vorwärmung und des nachträglichen Glühens sowie über die Grenzen der Anwendbarkeit des Verfahrens durchgeführt.

Jede Düse hat einen bestimmten Druckbereich des Schälsauerstoffs, bei dem günstigste Schlackenführung, Schlackenentfernung, Fehlererkennbarkeit und glatteste Oberfläche bei wirtschaftlichem Gasverbrauch eintreten. Die Vorschubgeschwindigkeit wird beim Hinausgehen über diesen Bereich größer, jedoch steigt der Gasverbrauch unverhältnismäßig hoch an. Die Vorschubgeschwindigkeit ist außer von dem Sauerstoffdruck und der Düse noch von der Zusammensetzung des Stahlblockes, von der Tiefe der gewünschten Rille und von der Temperatur, mit welcher der Block geputzt wird, abhängig. Großen Einfluß auf den Vorschub hat außerdem die Blockoberflächenbeschaffenheit. Die Einflüsse auf die Rillenbreite und -tiefe werden dargelegt. Die Putzzeit beim Sauerstoffhobeln beträgt 12 bis 30 min/m<sup>2</sup> geputzte Fläche, je nach Blockbeschaffenheit, wobei Risse bis zu 80 mm Tiefe beseitigt werden können. Der Sauerstoff-

verbrauch ist je nach der verwendeten Düse 25 bis 50 m<sup>3</sup>/h, der Azetylenverbrauch etwa 1,2 m<sup>3</sup>/h.

Die Gefügeveränderungen der geschälten Werkstoffe sind auf hohe Abkühlungsgeschwindigkeiten und die dadurch bedingte Unterkühlung zurückzuführen. In der äußersten Randzone beträgt die Abkühlungsgeschwindigkeit etwa 600°/s. Eine Auf- oder Entkohlung durch die Sauerstoff-Azetylen-Flamme tritt nicht ein. Die Tiefe der Erhitzungszone ist 0,5 bis 2,5 mm und hängt hauptsächlich vom Kohlenstoffgehalt des Stahles, von den Blockabmessungen und von der Schälgeschwindigkeit ab. Wesentliche Gefügeveränderungen ziehen sich aber nur bis 1,5 mm in den Werkstoff hinein. In dieser Zone sind die Härteerscheinungen bei ohne Vorwärmung sauerstoffgehobelten Blöcken so stark, daß bei Kohlenstoffgehalten über etwa 0,4 % Härterisse auftreten. Kohlenstofffreie Stähle und Stähle mit Legierungselementen, die die kritische Abkühlungsgeschwindigkeit herabsetzen, müssen daher auf etwa 200° vorgewärmt werden. Da fast alle geputzten Blöcke nachträglich geglüht und verwalzt werden und die durch das Sauerstoffhobeln bedingten Gefügeveränderungen hierbei vollkommen verschwinden, lassen sich alle niedriglegierten Stähle und unlegierten Stähle mit höchstens rd. 0,4 % C ohne Vorwärmung sauerstoffhobeln. Hochlegierte Sonderstähle lassen sich nicht durch Sauerstoffhobeln bearbeiten. Es treten Karbide, Säuren und feste Oxide auf, die die Verflüssigung und das Zünden des Eisens unmöglich machen.

Parallel mit den Gefügeveränderungen geht der Härteverlauf. Bei den Stählen mit höchstens 0,4 % C ist der Härteanstieg allmählich, bei den kohlenstoffreichen und legierten Stählen tritt in einer Entfernung von 1 mm von der geschälten Kante ein scharfer Knick ein, wobei die Härte bis  $3\frac{1}{2}$ mal höher liegt als die des unbeeinflussten Werkstoffes. Bei den vorgewärmten, ausgeglühten, verwalzten und geschmiedeten Werkstücken aller Stahlzusammensetzungen verläuft die Härte bis auf den schwach entkohlten Rand, in dem eine Werkstoffweichung eintritt, über den ganzen Querschnitt gleichmäßig.

Die Wirtschaftlichkeit des Sauerstoffhobelns ist unzweifelhaft. Gegenüber dem Vierkantdrehen, Schleifen und Preßluftmeißeln sind die Putzzeiten beim Sauerstoffhobeln 6- bis 18mal kürzer. Die Kosten sind gegenüber dem Vierkantdrehen und Preßluftmeißeln um 20 bis 55 % geringer.

## Umschau.

### Bedeutung der Gichtgase für den Betrieb des Hochofens.

Die schon häufig im amerikanischen Schrifttum behandelte Frage der Ausnutzung der Gichtgasanalyse für die Hochofenführung wird von J. S. Fulton<sup>1)</sup> erneut aufgegriffen und näher erläutert. Er stellt dabei besonders die enge Beziehung der Gichtgasanalyse zum Koksverbrauch heraus und hebt die Notwendigkeit hervor, die gesamte Gichtgasanalyse fortlaufend aufzuzeichnen. Ohne Zweifel gebührt dem Gichtgas größere Beachtung, als ihm im allgemeinen entgegengebracht wird, obwohl es fast das Dreifache des Roheisen- und Schlackengewichts darstellt. Das Gichtgas, die Roheisenerzeugung und der Koksverbrauch sind derart voneinander abhängig, daß sich keines ohne Einfluß auf die beiden anderen ändern kann.

Die wichtigste Arbeit im Hochofen leistet das Kohlenoxyd. Es entsteht in der Formebene und hat die Aufgabe, im Aufwärtssteigen das entgegenkommende Erz zu reduzieren. Dabei vermindert sich das an den Formen erzeugte Kohlenoxyd um den Betrag, der durch den Sauerstoff des Eisenerzes in Kohlenensäure verwandelt wird, so daß sich in der Gichtgasanalyse eines einwandfrei arbeitenden Ofens im ganzen etwa 37 bis 39 % Kohlenstoffgase wiederfinden. Maßgebend ist dabei immer die

Art und Größe der vorangegangenen Erzreduktion. Man hat Versuche unternommen und einen Ofen anstatt mit Eisenerzen nur mit Phosphat betrieben. Wegen der geringen Reduktionsarbeit fiel der Kohlenoxydgehalt an der Gicht mit vollen 39 % an, bei nur geringen Spuren von Kohlenensäure. Im Gegenversuch war leicht nachzuweisen, daß bei völliger Abwesenheit von Kohlenoxyd nicht die geringste Menge Erz reduziert wurde. Zwischen diesen Grenzwerten liegt die Wirksamkeit des störungsfrei arbeitenden Hochofens. Dabei sind aus dem Verhältnis CO : CO<sub>2</sub> wertvolle Rückschlüsse auf Veränderungen im Innern des Ofens zu ziehen, die sich sonst vielleicht erst nach etwa 8 h bemerkbar machen würden. Als Begleiterscheinungen können auch Temperaturveränderungen des Gases von besonderer Bedeutung sein.

Weitere Untersuchungen galten dem Ursprung der Gichtgasbestandteile, und es ergab sich, daß der Kohlenstoff aus der Kalksteinkohlensäure allein für die Aufnahme durch das Roheisen und den Gichtstaub ausreichend ist, so daß das Gichtgas mengenmäßig nur den Kokskohlenstoff enthält. Der in den Kohlenstoffgasen auftretende Sauerstoff stammt sowohl aus dem Gebläsewind als auch aus der Ofenbeschickung.

Die im Wind enthaltene Feuchtigkeit erzeugt außerdem durch Zersetzung Wasserstoff. Wäre kein Wasserstoff zugegen, so müßte der dadurch ausfallende Zersetzungssauerstoff

<sup>1)</sup> Iron Steel Engr. 18 (1941) Nr. 4, S. 41/49.



bei gleichbleibendem Kohlenstoffgehalt durch Windsauerstoff ersetzt werden. Sowohl Gasgewicht als auch Gasmenge würden dadurch ansteigen und auch der Heizwert stark beeinflusst werden. Da alle Hochöfen im Gichtgas mehr oder weniger Wasserstoff aufweisen, ist dessen Menge wegen des großen Einflusses auf die innere Wärme des Ofens, den Heizwert und das Verhältnis  $CO : CO_2$  sehr bedeutsam. Zeigt z. B. der eine von zwei in jeder Beziehung gleichmäßig betriebenen Öfen 2 %, der andere 4 %  $H_2$  an, so würde dies bei 720 kg Koksverbrauch einen Unterschied von 7,2 kg Wasserstoff ergeben. Gleichzeitig werden 57,5 kg Sauerstoff frei, die zur Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes führen. Der Ursprung des Wassers kann sowohl im Feuchtigkeitsgehalt des Gebläsewindes als auch im Wassergehalt der Erze liegen und hier aus dem Anfeuchten von Feinerzen und zugesetztem Gichtstaub herrühren. Ein stärkeres Auftreten von Wasserstoff ist immer ein sicheres Anzeichen für eine zusätzliche Wasserzersetzung im Ofen durch lecke Kühlkästen, Blas- oder Schlackenformen oder sonstige Gründe.

Um jedoch wenigstens eine gewisse Windfeuchtigkeit zu sichern, ist es vereinzelt üblich geworden, dem Wind zwischen Gebläse und Winderhitzern Wasserdampf zuzusetzen. Ein Werk hatte neue Winderhitzer in Betrieb genommen und war dabei auf große Schwierigkeiten in der Ausnutzung der angewendeten Gichtgase gestoßen. Hierin trat eine augenblickliche Besserung ein, als man dem zu trockenen Wind  $40 \text{ g/m}^3$  Dampf einblies. Nicht nur stieg dadurch die Wärmeausnutzung der Winderhitzer, auch die vorher aufgetretenen Hängeerscheinungen des Hochofens hörten plötzlich auf. Die Befürchtung, daß durch die Windanfeuchtung der Koksverbrauch ansteigen würde, erwies sich überraschenderweise als unberechtigt. Durch richtige Bemessung der Wasserdampfmenge ließ sich sogar der Ofengang wirksam beeinflussen, indem beispielsweise durch vollkommenes Absperren des Wasserdampfes der Siliziumgehalt des Roheisens von einem Abstieg zum anderen um 2 % gesteigert werden konnte. In einem anderen Betrieb wurde die Einwirkung des Wasserdampfes genauer untersucht, indem man den Anteil an Wasserdampf von  $11,8 \text{ g/m}^3$  auf  $36,5 \text{ g/m}^3$  Feuchtigkeit steigerte. Auch hier wurde kein Ansteigen des Koksverbrauches beobachtet, wohl aber sank bei gleichzeitiger Sauerstofferrhöhung der Stickstoff im gleichen Verhältnis, wie der Feuchtigkeitsgehalt stieg. Der Ofengang blieb auch hier durchaus unbeeinflusst.

Arno Wapenhensch.

### Umsetzungen von Eisen-Chrom-Legierungen mit Sauerstoff.

Von den Legierungselementen, deren Verhalten Sauerstoff gegenüber in reinen Eisenschmelzen untersucht wurde, ist das Chrom bislang etwas stiefmütterlich behandelt worden. Die Ursache dafür darf wohl in den Versuchsschwierigkeiten gesucht werden, die verbieten, die Aufgabe als Reaktion zwischen flüssigem Metallbad und flüssiger Schlackenschicht anzupacken: Die chromoxydhaltigen Schlacken sind bekanntlich schwer schmelzbar. Außerdem ist es nicht möglich, Gemische aus den Reaktionsbestandteilen als Tiegelstoffe zu verwenden, wie es z. B. F. Körber und W. Oelsen<sup>1)</sup> bei ihren Untersuchungen über das Verhalten des Siliziums in Eisenschmelzen getan haben; die Tiegel erreichen in keinem Fall die notwendige Festigkeit und Temperaturbeständigkeit.

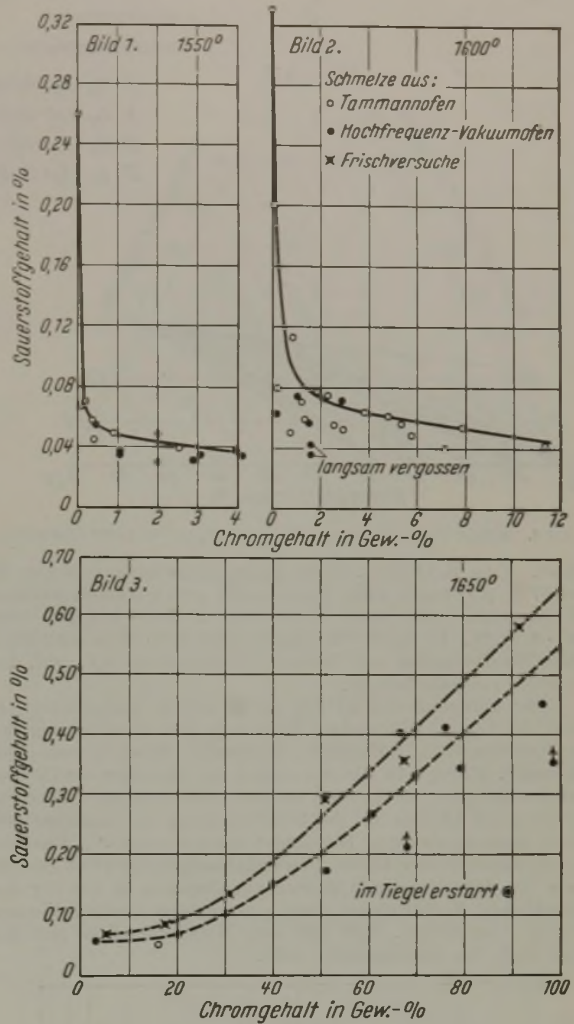
Hanns Wentrup und Bernhard Knapp<sup>2)</sup> beschreiten einen Weg der versuchsmäßigen Lösung, der sich schon bei der Untersuchung der Titan-Sauerstoff<sup>3)</sup> und Aluminium-Sauerstoff<sup>4)</sup>-Gleichgewichte bewährt hat. Es werden sauerstoffangereicherte Eisenschmelzen mit bestimmten Chromzusätzen versehen, und den durch die Umsetzungen entstehenden Oxyden wird Gelegenheit zum Absitzen gegeben. Die nach der Abscheidung der gebildeten Oxyde im Metallbad verbleibenden Chrom- und Sauerstoffmengen können quantitativ bestimmt werden und geben Aufschluß über die Sauerstoffaufnahme-fähigkeit der Eisen-Chrom-Schmelzen. Ueber die Zusammensetzung der mit diesen Schmelzen im Gleichgewicht stehenden Schlacken können bei der gewählten Arbeitsweise nur qualitative Angaben gemacht werden, die sich auf die metallographische Untersuchung der Einschlüsse stützen.

<sup>1)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 271/309; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 297/98.

<sup>2)</sup> Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 4 (1941) S. 237/56.

<sup>3)</sup> Wentrup, H., und G. Hieber: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 69/72; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 973. Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 2 (1939) S. 115/23.

<sup>4)</sup> Wentrup, H., und G. Hieber: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 15/20; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 868. Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 2 (1939) S. 47/58.



Bilder 1 bis 3. Sauerstoffgehalte der bei verschiedenen Temperaturen abgeschreckten Versuchsschmelzen in Abhängigkeit vom Chromgehalt.

Die Abhängigkeit der Sauerstoffgehalte vom Chromgehalt ist in Bild 1 für  $1550^\circ$ , in Bild 2 für  $1600^\circ$  und in Bild 3 für  $1650^\circ$  dargestellt. Die verhältnismäßig starke Streuung findet eine zwanglose Erklärung durch das Ergebnis zweier langsam vergossener Schmelzen (Bild 2) und einer im Tiegel erstarrten Probe (Bild 3), die in ihrem Sauerstoffgehalt besonders tief lagen. Bei diesen Schmelzen hatten gewisse Anteile von Chrom und Sauerstoff noch Gelegenheit, sich als Oxyd auszusondern und dadurch der Analyse zu entziehen. Die Streuung ist also ein Abbild der Schwankungen in der Abschreckgeschwindigkeit der Proben. Sie wird außerdem durch die starke Temperaturabhängigkeit des Chrom-Sauerstoff-Gleichgewichts im Eisen verursacht; die Sauerstofflöslichkeit ändert sich um  $0,012 \%$  je  $10^\circ$  Temperaturunterschied. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Sauerstofflöslichkeit der Eisen-Chrom-Schmelzen, deren Kohlenstoffgehalt übrigens zwischen  $0,01$  und  $0,12 \%$  schwankte und im Mittel  $0,045 \%$  betrug, von etwa  $15 \%$  Cr an außerordentlich stark zunimmt; sie strebt bei  $1650^\circ$  einem Wert von  $0,55 \%$   $O_2$  bei  $100 \%$  Cr zu. In Bild 3 sind auch noch die Ergebnisse zusätzlicher Frischversuche wiedergegeben, deren Durchführung als notwendig erachtet wurde, um einen gewissen Anhalt über die chemische Zusammensetzung der bei der Einschlusunter-suchung beobachteten Oxyde zu gewinnen; die gefundenen Werte paßten sich den Ergebnissen der Gleichgewichtsschmelzen recht gut an.

Bild 4 zeigt einen Entwurf des Schnittes bei  $1600^\circ$  durch das System Eisen-Eisenoxydul-Chromoxyd-Chrom als Zusammenfassung der aus den geschilderten Untersuchungen gewonnenen Erkenntnis unter weitgehender Berücksichtigung der Beobachtungen bei den zahlreichen Einschlusunter-suchungen. Mit Metallschmelzen niedrigen Chromgehaltes sind flüssige Schlacken im Gleichgewicht; ihr Bereich erstreckt sich von  $FeO$  bis  $2 FeO \cdot Cr_2O_3$ . Mit steigendem [Cr]-Gehalt — bis zu  $8 \%$  — tritt in der Schlacke der Chromspinel  $FeO \cdot Cr_2O_3$  auf, der bei  $1600^\circ$  fest ist. Zwischen  $52$  und  $60 \%$  (Cr) sind die Schlacken wieder flüssig und Metallschmelzen mit  $8$  bis  $37 \%$  [Cr] zuge-



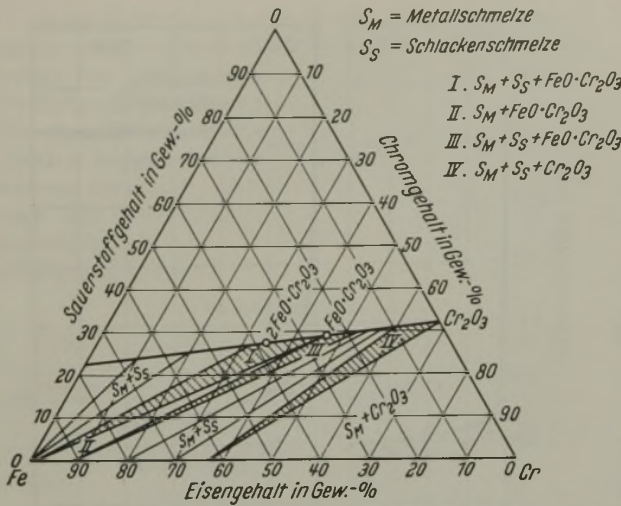


Bild 4. Schnitt durch das System Fe-FeO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Cr bei 1600° (Entwurf).

ordnet. Eine Kristallart, deren Zusammensetzung zwischen 32 und 57 % (Cr) liegen muß, konnte nicht genau erkannt werden; sie entspricht etwa einer Verbindung 2 FeO · 3 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oder FeO · 2 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. In einem Dreiphasengebiet tritt dann schließlich neben Metallschmelze und flüssiger Schlacke noch Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> auf, das bei 1600° ebenfalls fest ist.

Sehr aufschlußreich ist der durch Bild 5 ermöglichte Vergleich der desoxydierenden Wirkung des Chroms mit der des Kohlenstoffs<sup>5)</sup>, Siliziums<sup>6)</sup>, Mangans<sup>7)</sup>, Titans<sup>8)</sup> und Aluminiums<sup>9)</sup>. Er zeigt die Gleichläufigkeit im Verhalten des Chroms und des Mangans, die ja auch bei den Untersuchungen über das Verhalten des Chroms bei der Stahlerzeugung mit basischer und saurer Schlackenführung beobachtet werden konnte<sup>8)</sup>. Das von J. Chipman<sup>9)</sup> errechnete Desoxydationsgleichgewicht weicht etwas von den gefundenen Werten ab; Chipman ist von der den tatsächlichen Verhältnissen nicht ganz entsprechenden Voraussetzung ausgegangen, daß mit den Metallschmelzen nur das Oxyd Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> im Gleichgewicht steht.

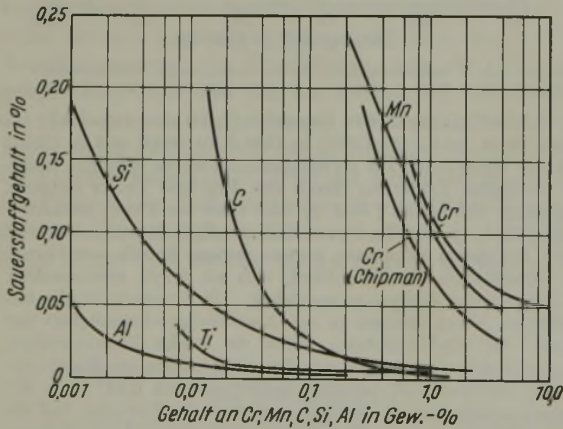


Bild 5. Desoxydierende Wirkung des Chroms in Eisenschmelzen bei 1600° im Vergleich zu anderen Elementen.

Für die Erschmelzung chromreicher Stähle mit niedrigem Kohlenstoffgehalt kann aus Bild 5 gefolgert werden, daß eine wirksame Entkohlung unter Vermeidung einer gleichzeitigen starken Chromverschlackung nur bei [Cr]-Gehalten von höchstens 10 bis 12 % möglich ist. Nach Erreichung des

<sup>5)</sup> Vacher, H. C., und E. H. Hamilton: Trans. Amer. Inst. min. met. Engrs., Iron Steel Div., 95 (1931) S. 124/40; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1033/34.

<sup>6)</sup> Körber, F., und W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 271/309; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 297/98.

<sup>7)</sup> Körber, F., und W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 14 (1932) S. 181/204; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 46/47.

<sup>8)</sup> z. B. Rockrohr, G.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 203/10.

Körber, F., und W. Oelsen: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 17 (1935) S. 231/45; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 310.

<sup>9)</sup> Trans. Amer. Soc. Met. 22 (1934) S. 385/446.

gewünschten Kohlenstoffgehaltes kann mit reinem Ferrochrom auf höhere Chromgehalte nachlegiert werden. Eine andere Möglichkeit, die Chromverschlackung bei der Entkohlung zu umgehen, liegt in einer Temperaturerhöhung der Schmelze.

Bei den im Ferrochrom beobachteten Verunreinigungen<sup>10)</sup> scheint es sich nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht um willkürlich beigemengte Oxyde, sondern um Sauerstoffverbindungen zu handeln, die in der Schmelze noch gelöst waren und erst bei der Abkühlung und Erstarrung mit abnehmender Sauerstofflöslichkeit des Ferrochroms zur Abscheidung gekommen sind.

Die Frage der Gewinnung chromreicher Schlacken aus verhältnismäßig chromarmen Eisenlegierungen, gegebenenfalls als Ausgangsstoff für die Ferrochromherstellung mag noch kurz behandelt werden. Aus der Zusammensetzung der aus den Metallschmelzen abgeschiedenen Oxyde kann man ableiten, daß man z. B. aus einer Eisenlegierung mit 4 % Cr das Chrom bis auf 1 % herausfrischen kann, ohne daß das Chrom-Eisen-Verhältnis in der Schlacke unter 1,9 absinkt. Die betreffende Schlacke könnte als Rohstoff für ein Ferrochrom mit etwa 60 % Cr verwendet werden. Ein Eisen-Chrom-Verhältnis von 0,55, wie es etwa zur Herstellung eines Ferrochroms mit 30 % Cr erforderlich wäre, läßt sich noch bei 0,2 % [Cr] erreichen. Bernhard Knapp.

### Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.

#### Formänderungsvermögen bei tiefen Temperaturen.

Mit Rücksicht darauf, daß eine große Anzahl metallischer Werkstoffe bei tiefen Temperaturen einen Teil ihres bildsamen Formänderungsvermögens verliert, wird in zahlreichen Untersuchungen die Abhängigkeit der Kerbschlagzähigkeit von der Temperatur verfolgt. Bewährt sich die Probe unter der scharfen Beanspruchung des Kerbschlagversuches, so ist die Annahme nicht unbegründet, daß auch im Betriebe — außer bei Dauerbeanspruchungen — mit einer wesentlichen Versprödung nicht zu rechnen ist, da die betrieblichen Beanspruchungen meist für das Formänderungsvermögen nicht so ungünstig sind wie der Kerbschlagversuch. Da aber die Ergebnisse der Kerbschlagprüfung bei verschiedenen Probenformen bereits ein Beweis für den großen Einfluß geringer Aenderungen im Spannungszustand sind, erschien es notwendig, das Formänderungsvermögen bei tiefen Temperaturen auch bei einfacheren Spannungszuständen zu untersuchen.

An fünf unlegierten Stählen mit 0,02 bis 0,77 % C und fünf Chrom-Molybdän- oder Chrom-Molybdän-Vanadin-Stählen mit 0,22 bis 0,36 % C, 0,8 bis 2,4 % Cr, 0,22 bis 0,25 % Mo und 0 oder 0,19 % V führte daher Alfred Krusch<sup>1)</sup> Zug-, Biege- und Schlagbiegeversuche aus. Die unlegierten Stähle wurden im normalgeglühten, die legierten im vergüteten Zustand geprüft. Als Probenformen wurden neben glatten Zerreißstäben solche mit aufgesetztem Bund gewählt, deren Hohlkehlenradius 1 und 3 mm war. Diese bieten gegenüber gekerbten Stäben den Vorteil, daß Spannungsverhältnisse und Auswertung übersichtlicher sind, obwohl ähnliche mehrachsige Spannungszustände und Spannungsspitzen auftreten. Für Biege- und Schlagbiegeversuche wurden Kerbschlagproben von 10 × 10 × 55 mm<sup>3</sup> mit 3 mm tiefem Rundkerb von 2 mm Dmr. und ungekerbte Stäbe von 10 × 10 × 55 mm<sup>3</sup> vorgesehen. Die Versuche wurden auf + 20 und - 183° beschränkt, obwohl sich mehrfach solche bei Zwischentemperaturen als zweckmäßig herausstellten.

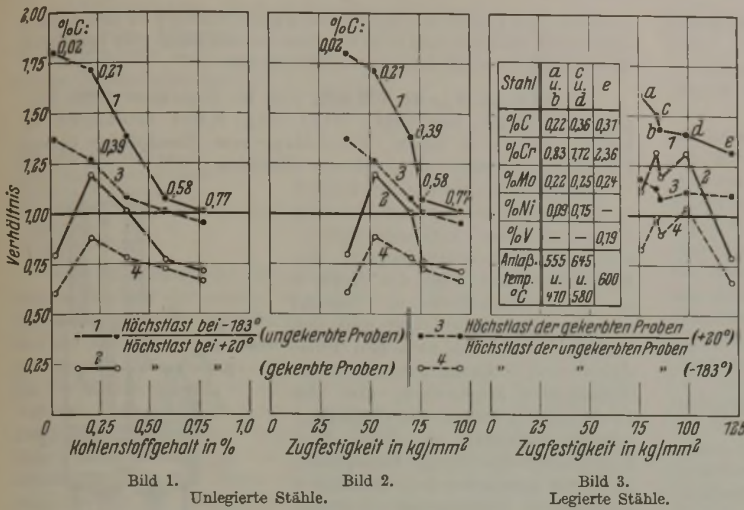
Die Zugversuche zeigten die bekannte Erhöhung von Streckgrenze und Zugfestigkeit nach niedrigen Temperaturen, wobei glatte Stäbe und die mit Bund mit Ausnahme der unlegierten Stähle mit 0,58 und 0,77 % C, die verfrühte Brüche ergaben, praktisch die gleichen Werte lieferten. Bei den unlegierten Stählen bewirkten die aufgesetzten Bunde bei - 183° Brüche in der Hohlkehle, also unter der Spannungsspitze, während dies bei den legierten Stählen nicht der Fall war. Die Bruchdehnung wird durch den Bund in allen Fällen vermindert. Die Brucheinschnürung wurde namentlich bei den unlegierten Stählen durch Versuchstemperatur und Stabform stark beeinflusst.

Bei den Biegeversuchen wurde die Höchstlast, die Durchbiegung und die aufgewandte Arbeit, bei den Schlagbiegeversuchen die Schlagarbeit bestimmt. Bei den ungekerbten Proben war die Arbeit in allen Fällen größer als bei den gekerbten Proben, so daß sich auch hier der mehrachsige Spannungszustand

<sup>10)</sup> Matuschka, B.: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 850/51.

<sup>1)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 23 (1941) Lfg. 14, S. 267/77.





Bilder 1 bis 3. Verhältnisswerte der Höchstlasten bei Biegeversuchen an verschiedenen Stählen.

last wurde nicht in Spannungen umgerechnet, da dies bei den hohen bildsamen Verformungen zu Schwierigkeiten hätte führen können. Es wurden vielmehr die Kilogrammzahlen verglichen, die bei den gekerbten Proben durch Multiplikation mit  $\frac{1}{0,7^2}$  berichtigt wurden. Aus den Kurven in den Bildern 1 bis 3 geht der Einfluß der chemischen Zusammensetzung und der Zugfestigkeit auf die Aenderung der Höchstlast durch Probenform und Temperatur hervor. Je weicher der Stahl ist, um so größer sind auch diese Aenderungen.

Fast alle untersuchten Werkstoffe konnten also durch entsprechende Wahl der Versuchsbedingungen zu einem zähen oder spröden Bruch gebracht werden. Auf Grund einer Bewertung des Formänderungsvermögens für die einzelnen Werkstoffe mit gut, mittel oder schlecht wurde folgende Abstufung für die Schärfe der Beanspruchung bei den verschiedenen Versuchen angegeben:

1. Zugversuche an glatten Stäben oder solchen mit Bund; Biege- oder Schlagbiegeversuche an ungekerbten Proben bei 20°.
2. Biegeversuche an gekerbten Proben bei 20°.
3. Kerbschlagversuche bei 20°.
4. Zugversuche an glatten Stäben bei — 183°.
5. Biegeversuche an ungekerbten Proben bei — 183°.
6. Zugversuche an Stäben mit Bund bei — 183°.
7. Schlagbiegeversuche an ungekerbten Proben bei — 183°.
8. Biege- und Schlagbiegeversuche an gekerbten Proben bei — 183°.

Auf die Vorbehalte des Verfassers bei dieser Abstufung hinsichtlich genügender Auswahl der Versuchsverfahren und der Werkstoffe sei noch einmal aufmerksam gemacht.

Alfred Krusch.

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen<sup>1)</sup>.

(Patentblatt Nr. 49 vom 4. Dezember 1941.)

Kl. 7 a, Gr. 24/02, K 150 930. Elektrisch angetriebene Rolle für Rollgänge, insbesondere für Walzwerksrollgänge. Erf.: Wilhelm Müllenbach, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 b, Gr. 9/01, M 142 784. Verfahren zur Herstellung von zylindrischen Hohlkörpern aus schraubenförmig gewickelten Metallbändern, z. B. Rohre. Dr.-Ing. Hans Mies, Aachen.

Kl. 7 b, Gr. 40/20, T 50 300. Verfahren zur Herstellung von becherförmigen Hohlkörpern aus einem Metallblock. Erf.: Dipl.-Ing. Karoly Korbuly, Csepel (Ungarn). Anm.: Tube Industrial Participation Limited, Breganzona-Lugano (Schweiz).

Kl. 18 b, Gr. 16/01, D 78 893. Verfahren zum Herstellen von Stahl gleichmäßiger Güte nach dem Windfrischverfahren. Erf.: Dr.-Ing. Rudolf Frerich und Dr.-Ing. Theodor Lütgen, Dortmund. Anm.: Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 18 c, Gr. 7/10, T 49 133. Behandlung von mit Aluminium überzogenen Einpackblechen aus Stahl. Erf.: Dipl.-Ing. Martin Reimann, Trier. Anm.: Trierer Walzwerk, A.-G., Trier.

Kl. 18 c, Gr. 9/01, K 159 643; Zus. z. Anm. K 156 670. Heizkörper für Glühöfen. Rudolf Klefisch, Efferen b. Köln.

Kl. 18 c, Gr. 9/50, V 33 609. Luftgekühlte Förderrolle für Durchlauföfen. Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen, A.-G., Luxemburg.

Kl. 22 f, Gr. 7, R 105 440. Herstellung von Rostschutzzpigmenten aus bei der Reinigung von Hochofengichtgas anfallenden Filterstäuben. Erf.: Dr.-Ing. Heinrich Pieper, Hattingen (Ruhr). Anm.: Ruhrstahl, A.-G., Witten (Ruhr).

Kl. 24 e, Gr. 13/02, K 147 730. Umsteuereinrichtung für Wassergaszeugener, Winderhitzer od. dgl. Erf.: Walter A. Barr, Fort Wayne, Indiana (V. St. A.). Anm.: Koppers Company, Pittsburgh, Pennsylvania (V. St. A.).

Kl. 31 c, Gr. 15/02, K 156 344. Verfahren zur Herstellung von Dauermagneten. Erf.: Dr. rer. nat. Werner Jellinghaus, Essen. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

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

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 49 vom 4. Dezember 1941.)

Kl. 7 b, Nr. 1 511 386. Ablaufkronen für Drahtringe. Felten & Guillaume Carlswerk, A.-G., Köln-Mülheim.

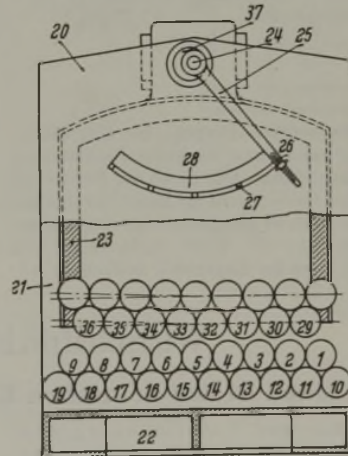
Kl. 49 c, Nr. 1 511 396. Heißeisensäge. Demag, A.-G., Duisburg.

### Deutsche Reichpatente.

Kl. 7 c, Gr. 1, Nr. 708 255, vom 12. August 1937; ausgegeben am 16. Juli 1941. Anton Nies in Rohrbach, Post Welschen Ennest (Sauerland). Verfahren zum Richten von Blechen.

Die unteren Richtwalzen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 haben Druckrollen 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Zwischen den Seitenständern 20, 21 des Maschinengestells 22 ist der Oberwalzen-träger 23 verstellbar an einem außermittig gelagerten Querhaupt 24 aufgehängt. An diesem greift ein Stellhebel 25 an, der mit einer Klinkvorrichtung 26 in Rasten 27 eines Bogens 28 am Seitenständer 20 oder 21 eingreift. Die oberen Richtrollen 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 mit zugehörigen Druckrollen sind an ihrem Träger 23 derart gelagert, daß die Achsen der Walzen 29, 30, 31, 32 in einer waagerechten Ebene liegen, während die Achsen der Walzen 33, 34, 35, 36 in einer anderen Ebene liegen, die mit der ersten den kleinen Winkel  $\alpha$  bilden. Durch

Schwenken des Hebels 25 und Drehen der Exzenter 37 wird der Rahmen 23 mehr oder weniger gesenkt, so daß die oberen Richtwalzen mehr oder weniger stark in die Zwischenräume zwischen den unteren Richtwalzen eingreifen. Zwischen die Antriebe der beiden Walzengruppen 29 bis 32 und 33 bis 36 wird ein Zwischenvorgelege eingeschaltet, das den Walzen eine von derjenigen der ersten um ein geringes Maß verschiedene Umfangsgeschwindigkeit gibt.





**Kl. 48 a, Gr. 1<sub>04</sub>, Nr. 708 587**, vom 9. Juli 1938; ausgegeben am 24. Juli 1941. Zusatz zum Patent 664 201 [vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1352]. Dipl.-Ing. Oskar Ungersböck in Wien. *Verfahren zum Beizen von Werkstücken aus Metall und Metalllegierungen.*

Beim Beizen, besonders von Eisen und Eisenlegierungen, mit dem elektrolytischen Mittelleiterbeizverfahren, wird das Bad während des Betriebes dadurch aufgearbeitet, daß bei Aufrechterhalten einer verhältnismäßig hohen Sulfatkonzentration das Sulfat durch Temperatursenkungen von ungefähr 20° abgeschieden wird. Das gebildete Metallsalz wird in der Weise entfernt, daß stets ein Teil der Badflüssigkeit auch während des Betriebes durch ein Kristallisationssystem umläuft, wobei ein Teil der in Lösung enthaltenen Metallsalze durch Wärmeabgabe oder durch Temperatursenkung auskristallisiert, während die verbleibende Mutterlauge wieder dem Beizbad zugeführt wird.

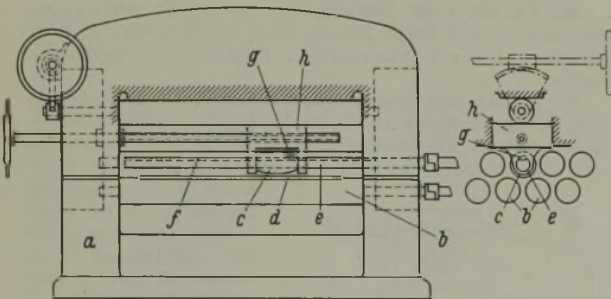
**Kl. 42 k, Gr. 21<sub>03</sub>, Nr. 708 614**, vom 2. Juli 1936; ausgegeben am 25. Juli 1941. Dr.-Ing. August Wilhelm Cyron in Berlin-Lichterfelde. *Verfahren zum Ermitteln der in einem unter gleichbleibender statischer Belastung stehenden magnetisierbaren Körper unterhalb der Streckgrenze herrschenden mechanischen Spannung.*

Die Größe des nur durch die statische Belastung des in dem zu untersuchenden Körper hervorgerufenen magnetischen Feldes wird über eine sich drehende Meßspule angezeigt und aus dieser auf die durch diese Belastung hervorgerufene jeweilige im Körper herrschende mechanische Spannung geschlossen.

**Kl. 49 h, Gr. 34<sub>02</sub>, Nr. 708 647**, vom 7. September 1938; ausgegeben am 25. Juli 1941. Hoesch, A.-G., in Dortmund. (Erfinder: Heinrich Lattenkamp in Dortmund.) *Verfahren zur Herstellung von durch Auftragschweißung erhaltenen Schichten auf Werkstücken.*

Die Werkstücke, deren Teile oder Flächen in der endgültigen Gestalt in verschiedenen Richtungen zueinander liegen, werden zunächst in eine für die Auftragschweißung günstige Gestalt, z. B. Stab- oder Ringform, gebracht und mit den verschleißfesten Schichten in der Weise versehen, daß diese Schichten an den später zu verformenden Stellen unterbrochen sind. Darauf werden sie in die endgültige Gestalt gebogen, und die Biegestellen erhalten nachträglich die verschleißfeste Auftragschweißung.

**Kl. 7 c, Gr. 1, Nr. 708 661**, vom 6. März 1936; ausgegeben am 25. Juli 1941. Dipl.-Ing. Fritz Ungerer in Pforzheim. *Blechrichtmaschine.*

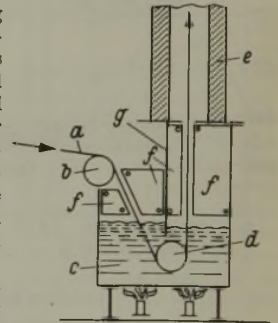


Ueber der Lücke zweier unteren langen, im Maschinen-gestell a durchlaufenden Richtwalzen b ist die kurze Richtwalze c angeordnet, die eine ballige Gestalt hat. Um sie an der Förderung des Richtgutes d teilnehmen zu lassen, wird sie längs durchbohrt und längs verschiebbar auf der in ihrer Längsbohrung steckenden, angetriebenen Welle e gelagert und mit dieser durch Nut f und Keil g gekuppelt. Die Welle e ist im Lagerbock h drehbar ab-

gestützt, der gehoben, gesenkt und gleichgerichtet zu den Längsachsen der Richtwalzen b verschoben werden kann und bei diesen Bewegungen die Richtwalze c mitnimmt.

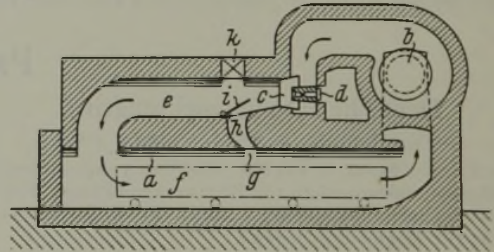
**Kl. 18 c, Gr. 8<sub>90</sub>, Nr. 708 809**, vom 16. September 1936; ausgegeben am 29. Juli 1941. Dipl.-Ing. Kurt Giesecke in Völklingen a. d. Saar. *Vorrichtung zum Blankglühen in mit Flüssigkeitsabschlüssen versehenen Glühöfen.*

Das Band a geht über die Rolle b in die leicht flüchtige, zweckmäßig auch entzündende wirkende Flüssigkeit, z. B. Trichloräthylen usw., des Behälters c und über die Rolle d in den Glüh-schacht e. Sowohl zwischen der Flüssigkeit und der Außenluft als auch zwischen Flüssigkeit und Schacht e sind Rückflüßkühler f angeordnet, und die Tauchwand g trennt den Glühraum von der Außenluft ab. Ueber dem Bad besteht eine Dampf-atmosphäre, die durch eine unter dem Behälter c angeordnete Beheizungs-vorrichtung gefördert werden kann.



**Kl. 18 c, Gr. 11<sub>10</sub>, Nr. 708 827**, vom 19. Februar 1937; ausgegeben am 30. Juli 1941. Benno Schilde, Maschinenbau-A.-G., in Hersfeld. (Erfinder: Dipl.-Ing. Ernst Schmid und Dr.-Ing. Wilhelm Pohl in Hersfeld.) *Verfahren zur Erzielung einer gleichmäßigen Erhitzung von langgestreckten Werkstücken.*

Am hintern Ende der Behandlungskammer a mündet ein aufwärts gerichteter Absaugkanal in den Saugstutzen des Schleuderlüfters b, der die Wälgasmenge zum Erhitzer c bringt; in diesem wird sie durch den Gasbrenner d, mit dessen Abgasen



gemischt, aufgeheizt. Im Beharrungszustand strömen die heißen Wälgase durch den Kanal e über das Glühgut f hinweg. Hinter dem Erhitzer c befindet sich ein (oder mehrere) mit der düsenförmigen Verengung g versehener Abzugskanal h mit einer drehbaren Klappe i, die beim Aufheizen des Glühgutes f regelbar hochgestellt werden kann, so daß durch die abgezweigte Wärme-menge die hintere Hälfte der Behandlungskammer und somit auch der hintere, d. h. kältere Teil des Glühgutes gleichzeitig mit dem vorderen Glühgutteil aufgewärmt wird. Die Öffnung k dient zur Zugänglichkeit der Klappe i und zugleich als Explosionsklappe.

**Kl. 18 d, Gr. 2<sub>10</sub>, Nr. 708 903**, vom 3. März 1937; ausgegeben am 1. August 1941. Fried. Krupp, A.-G., in Essen. (Erfinder: Dr. phil. nat. Heinz Schlechtweg und Dr. phil. Hans-Heinz Meyer in Essen.) *Verwendung einer Eisenlegierung als Werkstoff für magnetisch beanspruchte Gegenstände, von denen eine hohe und konstante Anfangspermeabilität verlangt wird.*

Die Eisenlegierung enthält 2,5 bis weniger als 5%, vorzugsweise 2,5 bis 3,5% Si, 0,05 bis 2%, vorzugsweise 0,2 bis 1% V oder V + Mo und als Rest Eisen sowie gegebenenfalls Verunreinigungen.

## Wirtschaftliche Rundschau.

### Die Erwerbspersonen in der deutschen Eisen schaffenden Industrie im Jahre 1939.

Die Ergebnisse der Volks- und Berufszählung vom 17. Mai 1939 können erst nach und nach ausgewertet werden. Zum Teil wurden sie allerdings schon erläutert, z. B. für die Gliederung der Bevölkerung in den einzelnen Verwaltungsbezirken nach Wirtschaftsabteilungen und nach der sozialen Stellung, ferner für Umfang und Entwicklung der Erwerbstätigkeit und die Altersgliederung der Erwerbspersonen<sup>1)</sup>. Nunmehr wird die Gliederung der Erwerbspersonen nach Wirt-

schaftsabteilungen, -gruppen und -zweigen und nach der sozialen Stellung nachgewiesen<sup>2)</sup>, eine Arbeit, die für weite Kreise der Erwerbstätigen von Bedeutung ist. Die Zahlen beziehen sich im allgemeinen auf das Deutsche Reich nach dem Gebietsstand von Mitte 1939 ohne das Memelland, bei Vergleichen mit den Zählungen von 1925 und 1933 dagegen stets auf das alte Reichsgebiet nach dem Stand von Mitte 1933 ohne Saarland, da vergleichbare Zahlen nur für dieses Gebiet vorliegen.

<sup>1)</sup> Wirtsch. u. Statist. 20 (1940) Nr. 10, 13, 16 u. 24; 21 (1941) Nr. 3 u. 8.

<sup>2)</sup> Wirtsch. u. Statist. 21 (1941) Nr. 19 und Sonderbeilage.



**Gliederung nach Wirtschaftsabteilungen.**

Von den festgestellten 39,8 Millionen Erwerbspersonen waren 24,9 Mill. männlich und 14,9 Mill. weiblich. Auf die einzelnen Wirtschaftsabteilungen entfallen:

	davon			
	insgesamt Mill.	%	männlich Mill.	weiblich Mill.
Industrie und Handwerk . . . . .	16,5	41,5	12,7	3,8
Land- und Forstwirtschaft . . . . .	10,9	27,3	4,9	5,9
Handel und Verkehr . . . . .	6,9	17,2	4,5	2,4
Oeffentlicher Dienst und private Dienstleistungen . . . . .	4,1	10,2	2,8	1,3
Häusliche Dienste . . . . .	1,5	3,8	0,015	1,5

Die Besetzung der einzelnen Wirtschaftsabteilungen hat sich im Verlauf der letzten 15 Jahre beträchtlich geändert. So büßte im alten Reichsgebiet (ohne Saarland) die Landwirtschaft fast ein Zehntel ihrer Arbeitskräfte ein. Die Zahl der Erwerbspersonen in Industrie und Handwerk hat dagegen zugenommen. Im Verhältnis doppelt so stark ist die Zunahme im Handel und Verkehr. Am größten aber ist die Zunahme in der Wirtschaftsabteilung „Oeffentlicher Dienst und private Dienstleistungen“. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß in dieser Wirtschaftsabteilung vor allem Wirtschaftszweige zusammengefaßt sind, die seit der Machtübernahme im Rahmen des Wiederaufbaues der deutschen Wehrmacht und zur Förderung der völkischen und wirtschaftlichen Erstarkung besonders ausgebaut werden mußten.

**Gliederung nach der sozialen Stellung.**

Nach der sozialen Stellung gliedern sich die 39,8 Mill. Erwerbspersonen wie folgt die:

	davon			
	insgesamt Mill.	%	männlich Mill.	weiblich Mill.
Selbständige . . . . .	5,7	14,3	4,7	1,0
Mithelfende Familienangehörige . . . . .	6,7	17,0	1,2	5,5
Beamte . . . . .	2,1	5,2	1,9	0,2
Angestellte . . . . .	5,3	13,2	3,2	2,1
Arbeiter . . . . .	20,0	50,3	13,9	6,1

In den letzten 15 Jahren hat die Zahl der Arbeiter um 1,4 Mill. zugenommen. Die verhältnismäßige Zunahme war aber noch stärker bei den Beamten und Angestellten. Sie ist entstanden durch die Vergrößerung des Verwaltungs- und Verteilungsapparates in der privaten Wirtschaft und durch die seit 1933 bedeutend verstärkte Betreuung des deutschen Volkes durch neugeschaffene oder vergrößerte Organisationen.

**Gliederung nach Wirtschaftsgruppen und Wirtschaftsweisen.**

Von den Wirtschaftsgruppen, die in der Wirtschaftsabteilung „Industrie und Handwerk“ zusammengefaßt sind, steht die Metallindustrie mit rd. 4,9 Mill. Erwerbspersonen oder fast 30 % an der Spitze aller industriellen und handwerklichen Arbeitskräfte. Davon entfielen auf die

	insgesamt		davon männlich	
	Mill.	%	Mill.	%
Wirtschaftsgruppen Eisen- und Metallgewinnung	734	630	685	540
darunter: Eisen schaffende Industrie . . . . .	452	810	430	298
Eisen-, Stahl- und Tempergiebereien . . . . .	132	759	125	537
Metallgewinnung . . . . .	149	061	129	705
Wirtschaftsgruppen Eisen-, Stahl- und Metallwarenherstellung . . . . .	1 184	938	948	687
darunter: Eisen-, Stahl- und Metallwarenindustrie . . . . .	786	078	563	238
Wirtschaftsgruppen Maschinen-, Kessel-, Apparate- und Fahrzeugbau . . . . .	2 082	808	1 876	863
darunter: Maschinenbau . . . . .	1 252	116	1 118	630
Stahl- und Eisenbau . . . . .	60	403	58	024
Schiffbau . . . . .	117	466	113	171
Bau von Land- und Luftfahrzeugen . . . . .	652	823	587	038
Wirtschaftsgruppe Elektrotechnische Industrie	692	086	492	575
Wirtschaftsgruppe Feinmechanische und optische Industrie . . . . .	202	637	148	090

Von den 734 630 Erwerbspersonen der Wirtschaftsgruppen der Eisen- und Metallgewinnung waren 3462 (0,5 %) Selbständige, 95 624 (13 %) Angestellte und 635 393 (86,5 %) Arbeiter.

In der Wirtschaftsgruppe Bergbau, Salinen und Torfgräberei wurden insgesamt 796 157 Erwerbspersonen (darunter männliche: 783 294) gezählt. Davon waren tätig im Steinkohlenbergbau 532 966 (528 335), im Braunkohlenbergbau 142 922 (139 271), im Eisenerzbergbau 40 654 (39 487) und im Metallergbergbau 28 800 (27 671) Personen.

Die Verteilung der gezählten Erwerbspersonen auf die Gebiete des Deutschen Reiches stellt das Kernstück der Nachweisungen dar.

Erfreulich ist es, daß die Erhebung auf das Saarland, die ostmärkischen Reichsgaue und das Sudetenland ausgedehnt werden konnte, obgleich der statistische Unterbau für diese Gebiete teilweise erst geschaffen werden mußte. Einer späteren Untersuchung bleibt es vorbehalten, die Verteilung der Er-

werbspersonen auf die einzelnen Betriebsstätten und den Durchschnitt der darin beschäftigten Personen zu ermitteln.

Es sind gezählt worden:

Erwerbspersonen in:	Eisen schaffende Industrie		Eisen-, Stahl- und Tempergiebereien	Maschinenbau	Stahl- und Eisenbau
	insgesamt	davon männlich			
Ostpreußen . . . . .	160	111	658	8 995	881
Berlin . . . . .	2 307	1 737	2 839	132 027	4 928
Mark Brandenburg . . . . .	6 063	5 382	2 341	47 581	864
Pommern . . . . .	1 078	1 028	2 960	8 262	2 121
Schlesien . . . . .	14 369	13 626	9 290	29 572	3 546
Provinz Sachsen . . . . .	5 241	4 797	6 606	87 937	2 194
Schleswig-Holstein . . . . .	2 107	1 911	2 003	18 786	492
Hannover . . . . .	12 270	11 628	4 424	38 702	1 602
Westfalen mit Lippe . . . . .	132 663	126 929	21 807	86 154	8 996
Hessen-Nassau . . . . .	7 466	6 997	6 986	45 512	1 335
Rheinprovinz . . . . .	169 036	161 750	25 687	164 209	11 969
Bayern rechts des Rheins . . . . .	8 288	7 669	2 331	94 045	2 654
Bayern links des Rheins . . . . .	1 482	1 399	2 397	20 294	938
Land Sachsen . . . . .	15 353	14 051	15 576	162 003	3 962
Württemberg . . . . .	1 029	902	3 555	69 875	1 727
Baden . . . . .	906	816	4 084	46 992	724
Thüringen . . . . .	986	895	1 511	31 837	245
Hessen . . . . .	555	527	1 643	25 304	2 387
Hansestadt Hamburg . . . . .	344	297	805	26 274	1 381
Mecklenburg . . . . .	145	130	347	3 781	98
Oldenburg . . . . .	179	174	117	2 218	254
Braunschweig . . . . .	1 628	1 497	1 587	15 862	548
Bremen . . . . .	720	662	190	5 398	367
Anhalt . . . . .	66	61	887	22 529	402
Saarland . . . . .	32 375	31 701	5 428	6 673	1 592
Reichsgau Wien . . . . .	2 100	1 568	1 666	23 533	2 573
Ostmärkische Reichsgaue . . . . .	24 829	23 349	2 260	11 352	1 238
Reichsgau Sudetenland . . . . .	9 060	8 704	2 774	15 409	385

**Hoesch Aktiengesellschaft, Dortmund.**

Im Geschäftsjahr 1940/41 war die Arbeit auf die Erfüllung der durch den Krieg gestellten Aufgaben ausgerichtet. Verschiedentlich erforderliche Betriebsumstellungen konnten fast reibungslos durchgeführt werden. Daneben galt alles Streben der Aufrechterhaltung und, soweit möglich, der Steigerung der Erzeugung. Die Kohlenförderung hat im Berichtsjahr den höchsten Stand seit Bestehen des Unternehmens erreicht. Auch die Stokerzeugung ist, wenn auch unwesentlich, gestiegen. Bei der Roheisen- und Rohstahlerzeugung konnte der Stand des Vorjahres nicht ganz gehalten werden. Die Verhüttung deutscher Eisenerze nahm im Berichtsjahr nochmals zu. Gegen Ende des Geschäftsjahres hat sich die Erzversorgung durch umfangreiche Eingänge an schwedischen Erzen, lothringischer Minette und nordfranzösischen Erzen gebessert.

Die Kosten stiegen sowohl bei den Bergwerken als auch in den Hüttenbetrieben an. Der Mehraufwand wurde durch bessere Erlöse für Kohle und Koks und durch weitere Verfeinerung der Eisenerzeugnisse im ganzen ausgeglichen.

Der weitere Ausbau der Bergwerks- und Hüttenanlagen konnte auch im Berichtsjahr in kriegswirtschaftlicher Ausrichtung fortgesetzt werden.

Der Bedarf an Kohle und Koks nahm im abgelaufenen Geschäftsjahr beträchtlich zu, zumal da zu dem heimischen Bedarf die Versorgung weiterer umfangreicher Gebiete hinzutrat. Vor allem stieg der industrielle Verbrauch erheblich an. Die Koksbestände waren am 30. Juni 1941 unbedeutend. Auch nach Kohlenwertstoffen bestand eine lebhaft Nachfrage, so daß die ganze Erzeugung dem Verbrauch zugeführt werden konnte. Für den Bezug von Stahlerzeugnissen bestand die gleiche Regelung wie im Vorjahr. Die Erzeugung fand im In- und Auslande glatten Absatz. Der Versand vollzog sich im allgemeinen — abgesehen von den Behinderungen durch den strengen Winter — ohne Stockungen. In der Ausfuhr konnten weitere Erfolge erzielt werden.

Die Gefolgschaft hat sich im laufenden Geschäftsjahr wieder erhöht. Die Bemühungen, durch Ausbildung junger Gefolgschaftsangehöriger für einen tüchtigen Nachwuchs zu sorgen, wurden fortgesetzt.

Von den im Vorjahr im Bau befindlichen Arbeiterwohnstätten wurden im abgelaufenen Geschäftsjahr 670 Wohnungen fertiggestellt; außerdem wurde mit dem Bau von weiteren 180 Wohnungen begonnen. Am Ende des Berichtsjahres waren 641 Wohnungen im Bau. Darüber hinaus sind von dem Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft weitere 678 Wohnungen genehmigt worden.

Die Roherträge der Betriebe einschließlich der Abrechnung mit den Organgesellschaften betragen im Berichtsjahre 164 570 292 *RM*; hinzu kommen noch 1 506 468 *RM* Erträge aus Beteiligungen und 5 350 569 *RM* sonstige und außerordentliche Erträge, so daß sich insgesamt ein Rohgewinn von 171 427 329 Reichsmark ergibt. Demgegenüber waren aufzuwenden für:



Löhne und Gehälter 91 856 093 *R.M.*, soziale Abgaben 19266305 Reichsmark, Zinsen 842 860 *R.M.*, Steuern 31 675 188 *R.M.*, Abschreibungen 19 632 711 *R.M.*, Beiträge an Berufsvertretungen 314 211 *R.M.*, außerordentliche Aufwendungen 731 961 *R.M.* und Zuführung zu den Rücklagen 1 000 000 *R.M.*. Der verbleibende Reingewinn von 6 108 000 *R.M.* wird zur Ausschüttung einer Dividende von 6 % auf 101 800 000 *R.M.* Stammaktien verwendet.

### Spaniens Roheisen- und Flußstahlerzeugung in den ersten neun Monaten 1941.

Wie aus der nachstehenden Uebersicht hervorgeht, weist die Roheisen- und Flußstahlerzeugung im bisherigen Verlauf des Jahres 1941 gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres einen Rückgang auf, der bei Roheisen 7 % und bei Flußstahl 10,8 % ausmacht. Erzeugt wurden:

	insgesamt				davon in Biscaya			
	Roheisen		Flußstahl		Roheisen		Flußstahl	
	t	t	t	t	t	t	t	t
Januar . . .	38 013	46 183	56 764	64 043	27 048	31 714	33 060	39 588
Februar . . .	33 963	41 413	44 733	61 335	22 983	29 090	26 619	38 397
März . . .	42 049	49 890	56 448	64 772	23 277	36 789	34 259	42 758
April . . .	45 011	47 663	63 510	69 301	29 209	35 081	35 693	40 214
Mai . . .	49 180	47 994	65 599	64 581	31 542	37 168	37 499	39 900
Juni . . .	49 697	49 438	61 458	64 490	29 536	37 275	35 990	42 595
Juli . . .	50 501	51 543	60 403	66 446	30 569	37 554	36 957	41 587
August . . .	46 501	49 616	56 913	68 857	30 149	39 593	33 022	42 414
September . . .	48 647	50 327	60 520	66 156	29 790	36 415	34 836	41 532
Januar bis September	403 572	434 067	526 348	589 981	254 103	320 659	307 935	368 985

## Buchbesprechungen.

**Stuckert, Ludwig**, Dr.-Ing., Leiter des Untersuchungslaboratoriums für Silikatchemie und Lehrbeauftragter an der Technischen Hochschule München: **Die Emailfabrikation.** Ein Lehr- und Handbuch für die Emailindustrie. 2., vollst. neu bearb. Aufl. Mit 43 Abb. im Text. Berlin: Julius Springer 1941. (VI, 300 S.) 8°. Geb. 26 *R.M.*

Der Verfasser behandelt im ersten Abschnitt die Eigenschaften der Emails; im zweiten Abschnitt werden die Rohstoffe, der Aufbau und die Herstellung der verschiedenen Emails besprochen. Ein dritter Abschnitt befaßt sich eingehend mit den Verarbeitungsstufen bei der Stahlblechemailierung, den besonderen Arten des Emailierens, der Organisation eines Emailierwerkes, den Fehlererscheinungen, den Arbeitsweisen für die Gußemailierung und der Emailierung anderer Metalle.

Stuckert hat es meisterhaft verstanden, die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse auf den Randgebieten der Emailtechnik auszuwerten und dadurch für diesen Zweig der Technik, der von der Empirie stark zehrte, ein wissenschaftlich begründetes Werk zu schaffen. Durch die Bearbeitung eines umfangreichen Schrifttums und die Behandlung der neuesten Entwicklungslinien gibt das Buch eine vollständige Uebersicht über den Stand der Emailtechnik. Nicht zuletzt durch die klare Sprache und die übersichtliche Behandlung des Stoffes ist „der neue Stuckert“ wiederum das Werk des Emailierwesens.

Josef Klärding.

## Vereins-Nachrichten.

### Fachausschüsse.

Freitag, den 12. Dezember 1941, 10 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

#### 164. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Leistungssteigerung in einer Glüherei durch Zeitvorgabe und Prämie. Berichterstatter: H. Stevens, Witten, und H. Euler, Düsseldorf.
2. Untersuchung der Wirtschaftlichkeit einer Stahlputzmaschine gegenüber dem Knüppelputzen mit PreBluftmeißel. Berichterstatter: H. Rübmann, Dortmund-Hörde.
3. Filmvorführung: Die Stahlputzmaschine.
4. Aussprache.

### Eisenhütte Südwest,

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

Freitag, den 19. Dezember 1941, 15 Uhr, findet im Haus der Technik Westmark, Saarbrücken, Hindenburgstr. 7, eine

#### Sitzung des Fachausschusses Stahlwerk

statt. Die Tagesordnung lautet:

1. Die Verschlackungsverhältnisse des Mangans im Thomasverfahren in Abhängigkeit vom Mangan-gehalt des Mischereisens. Berichterstatter: Dipl.-Ing. J. Wampach, Differdingen.
2. Der Zerfall der Kohlenwasserstoffe im Siemens-Martin-Ofen. Berichterstatter: Dr.-Ing. F. Herning, Kneuttingen.
3. Verschiedenes.

### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Allhausen, Hans**, Dr.-Ing., Referent bei dem Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion, Berlin; Wohnung: Leipzig C 1, Großgörschenstr. 2. 35 004
- Boehringer, Rolf**, Dr.-Ing., Gebr. Boehringer G. m. b. H., Göppingen. 32 008
- Brandl, Hermann**, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Sudet. Treibstoffwerke A.-G., Hydrierwerk Brüx, Brüx (Sudetenland); Wohnung: Oberleutensdorf-Maltheuern über Brüx, Bereitschafts-siedlung. 34 025
- Coupette, Werner Paulin**, Dr.-Ing., Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.-G., Bochum; Wohnung: Wattenscheid-Eppendorf, In der Mark 1 a. 36 079
- Datwig-Nolda, Helmut Freiherr v.**, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, August-Thyssen-Hütte A.-G., Werk Thyssenhütte, Duisburg-Hamborn; Wohnung: Kaiser-Wilhelm-Str. 120 a. 22 026
- Heinrich, Fritz H.**, Dr.-Ing., Hüttendirektor der Reichswerke „Hermann Göring“, Baden-Baden, Gunzenbachstr. 35. 14 034

- Knackstedt, Egbert**, Dipl.-Ing., Stahlwerkschef, Dortmund-Hoer-der Hüttenverein A.-G., Werk Hörde, Dortmund-Hörde; Wohnung: Burgstr. 11. 27 130
- Krauskopf, Walter**, Dipl.-Ing., Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk Gröditz, Gröditz über Riesa; Wohnung: Anton-Günther-Weg. 35 291
- Kronholz, Hans**, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Stahlindustrie G. m. b. H., Duisburg; Wohnung: Mülheim (Ruhr)-Speldorf, Akazienallee 43. 37 131
- Lehmkuhl, Friedrich**, Dipl.-Ing., Direktor, Hugo Schneider A.-G., Kommissarische Verwaltung Eisenhütte Tschenstochau, Tschenstochau (Generalgouvernement). 29 116
- Monden, Herbert**, Dr.-Ing., Oberhüttendirektor, Ostschlesische Eisenhüttenwerke „Osthütte“ G. m. b. H., Sosnowitz (Ober-schles.); Wohnung: Gleiwitz, Bismarckstr. 2. 15 021
- Oppenheuser, Julius**, Obergeringieur, Prokurist, Doggererz A.-G., Straßburg (Elsaß); Wohnung: Möllerstr. 21. 27 194
- Panzl, Siegfried**, Dipl.-Ing., Direktor, Eisenwerke Podbrezova A.-G., Podbrezova (Slowakei). 27 199
- Pazsiczky, Gedeon von**, Dipl.-Ing., Deutsche Kap-Asbest-Werke A.-G., Hamburg-Bergedorf; Wohnung: Hamburg-Wandsbek, Jüthornstr. 16. 29 148
- Reek, Erich**, Dr. rer. pol., Dipl.-Kfm., Ingenieur, Theodor Wup-permann G. m. b. H., Leverkusen-Schlebusch 1; Wohnung: Köln-Mülheim, Montanusstr. 1. 41 229
- Schmidt, Werner**, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Gutehoffnungs-hütte Oberhausen A.-G., Thomaswerk, Oberhausen (Rheinl.); Wohnung: Essener Str. 3. 35 477
- Schneider, Erik**, Dipl.-Ing., Obergeringieur, Preßwerk Laband G. m. b. H., Laband (Oberschles.); Wohnung: Im Wald-winkel 8. 38 166
- Schultz, Ignaz**, Dr. phil., Betriebsdirektor, Gelsenkirchener Berg-werks-A.-G., Bochum; Wohnung: Kaiser-Wilhelm-Str. 16. 22 176
- Sengel, Kurt Eckehart**, Obergeringieur, Mannesmannröhren-Werke Komotau A.-G., Komotau (Sudetenland). 40 158
- Stein, Karl**, Dr.-Ing., Direktor, Rombacher Hüttenwerke G. m. b. H., Rombach (Westm.); Wohnung: Hüttenstr. 26. 23 165
- Ude, Hans**, Dr.-Ing., Direktor, Verein Deutscher Ingenieure im NSBDT., Berlin NW 7, Hermann-Göring-Str. 27; Wohnung: Berlin-Lichterfelde, Karwendelstr. 60 a. 41 109
- Wäbberhorst, Heinz**, Dr.-Ing., R. d. L. und Ob. d. L. L Flak 1, Berlin-Charlottenburg 2, Jebensstr. 1; Wohnung: Berlin-Halensee, Lützenstr. 3/4. 35 599
- Gestorben:
- Müller, Karl**, Fabrikant, Wismar. \* 25. 8. 1880, † 27. 11. 1941. 11 101
- Wurm, Alois**, Dr. phil., Hüttendirektor i. R., Osnabrück. \* 28. 8. 1866, † 27. 11. 1941. 05 073