

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 29

19. JULI 1934

54. JAHRGANG

### Wissenschaft und technischer Fortschritt<sup>1)</sup>.

I. Vortrag von Professor Dr. Werner Heisenberg in Leipzig.

*(Ueber die Grundlagen der Atomvorstellung. Anschauliche und unanschauliche Züge der Atomlehre. Ferromagnetismus als Beispiel der engen Beziehung zwischen der reinen Atomphysik und praktisch bedeutsamen Aufgaben.)*

Darf ich zuerst meinen Dank für die Einladung abstaten, in der heutigen Versammlung als ein Vertreter der reinen Wissenschaft über ein Gebiet der Naturwissenschaften zu sprechen, das heute im Mittelpunkt des Interesses steht. Damit bin ich zum erstenmal in einen großen Kreis von Männern der praktischen Arbeit gestellt worden, und ich möchte diese Gelegenheit gerne benutzen, um die alte Erkenntnis erneut zu betonen, daß der Fortschritt der Technik und der Fortschritt der Naturwissenschaften sich gegenseitig bedingen. Für jeden, der sich etwas eingehender mit der Geschichte der Technik und der Naturwissenschaft beschäftigt, läßt sich beinahe an jeder einzelnen Entdeckung der Vergangenheit erkennen, daß einerseits der Fortschritt der reinen Naturwissenschaft bedingt ist durch die Verfeinerung der experimentellen technischen Hilfsmittel, durch die wir die Natur untersuchen, und daß andererseits die technische Ausnutzung der Naturkräfte die theoretische Kenntnis ihrer gesetzmäßigen Zusammenhänge zur Voraussetzung hat. Von dieser selbstverständlichen Grundlage ausgehend, möchte ich aus der Entwicklung der neuzeitlichen Atomphysik einen kleinen Ausschnitt geben.

Die Atomphysik ist in ihren Anfängen so alt wie die Naturwissenschaft selbst. Wenn man darüber nachdenkt, wie die Menschen schon so früh auf den merkwürdigen Gedanken kommen konnten, die Materie sei aus unteilbaren letzten Bausteinen zusammengesetzt, so findet man verschiedene Wurzeln für diese Erkenntnis. Die Verwandlung von Eis in Wasser und von Wasser in Wasserdampf legte wohl zuerst den Gedanken nahe, daß es sich bei Eis, Wasser und Wasserdampf um die gleiche Materie handelt, die hier in verschiedener Gestalt auftritt. Der so entstehende Begriff einer unveränderlichen Substanz verlangte nach einer anschaulichen Deutung der Vorgänge, die sich z. B. beim Mischen von Flüssigkeiten abspielen; man fand sie in der Annahme, daß bei der Mischung die kleinsten Teile der einen Flüssigkeit nur mit den kleinsten Teilen der anderen Flüssigkeit durcheinandergemengt würden; die Atomvorstellung gab also den verschiedenen Aggregatzuständen der Materie und der Lösung einer Substanz in einer Flüssigkeit eine einfache geometrische Auslegung. Eine andere Quelle für die Ausarbeitung der Atomhypothese

war der Wunsch, verschiedene Eigenschaften der Materie auf die gleiche Ursache zurückzuführen. Um ein neuzeitliches Beispiel hierfür zu geben, sei etwa der Erfahrungssatz erwähnt, nach dem Flüssigkeiten, die erst bei sehr hohen Temperaturen sieden, wie etwa Quecksilber, eine große Oberflächenspannung besitzen, während Flüssigkeiten mit niedrigem Siedepunkt auch eine kleine Oberflächenspannung haben. In der Atomphysik werden Siedepunkt und Oberflächenspannung gemeinsam durch die gegenseitige Anziehung der Moleküle bestimmt; der erwähnte Zusammenhang wird also als notwendiges Gesetz erkannt. Die allerwichtigsten Fortschritte machte die Atomphysik schließlich durch die Entwicklung der Chemie, und man kann ohne Uebertreibung sagen, daß eine planvolle Ordnung chemischer Erfahrungen erst möglich wurde, als man sie geometrisch auslegte, d. h. seit man eine chemische Verbindung durch die Lage der einzelnen Atome im Molekül beschrieb.

Neben diesen anschaulichen Folgerungen aus der Atomvorstellung darf nun allerdings auch nicht vergessen werden, daß es zum Begriff des Atoms hinzugehört, daß es ein unteilbarer Baustein der Materie sei; selbst wenn wir heutzutage nicht die Atome im chemischen Sinne, sondern die Elektronen als die unteilbaren Grundeinheiten der Materie ansehen, so bedeutet das nur eine zufällige geschichtliche Verschiebung des Namens „Atom“; die Annahme, daß das Elektron „unteilbarer“ Baustein sei, widerspricht der Anschauung, die beliebige Teilbarkeit der Materie fordert. Die Naturwissenschaftler mußten also darauf vorbereitet sein, an den Elektronen und den anderen Grundbausteinen (Protonen usw.) Eigenschaften zu finden, die nicht mit den Eigenschaften gewöhnlicher Materie verglichen werden können. Wo dem Eisenhüttenmann bisher in der Praxis die Atomhypothese begegnet ist, sei es bei der Röntgenanalyse von Kristallstrukturen, sei es bei der Erörterung chemischer Formeln, da wird er wohl stets ihre anschauliche Seite kennengelernt haben; mir sei es daher gestattet, gerade die unanschauliche Seite der Atomphysik — die in ihren Gesetzmäßigkeiten ja erst in den letzten zehn Jahren verstanden worden ist — als natürliche und zwangsläufige Folgerung darzustellen. Um mit einem einfachen Beispiel zu beginnen: Die Atomtheorie macht sich im Grundgedanken zur Aufgabe, alle Eigenschaften der Materie, z. B. Farbe, Härte, Elastizität usw., aus den für die Elektronenbewegung geltenden Grundgesetzen zu bestimmen. Wenn man nun z. B. erklären will, daß ein be-

<sup>1)</sup> Vorträge vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 2. Juni 1934 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

stimmter Stoff rot sei, so kann die Erklärung doch sicher nicht etwa lauten: „Alle Elektronen dieser Substanz sind rot.“ Denn damit wäre im Grunde gar nichts gewonnen, man würde sofort die weitere Frage stellen: „Warum sind die Elektronen dieses Stoffes rot?“ Und diese Frage wäre nur eine Wiederholung der ersten Frage (warum der Stoff rot sei) in anderer Form. Die Atomtheorie kann also die Farbe eines Stoffes nur erklären, wenn das Merkmal „Farbe“ den Elektronen nicht in einfacher Weise zukommt. Ähnlich geht es mit den anderen Eigenschaften der Materie, und man sieht daraus, daß die kleinsten Bausteine der Materie keine anschaulichen Gegenstände sein können, wie etwa ein Stück Metall oder ein Lichtstrahl. In der Tat hat die Atomphysik, die sich auf Grund der Forschungen von Planck, Rutherford und Bohr in den letzten Jahrzehnten entwickelt hat, Gesetzmäßigkeiten im Verhalten der kleinsten Bausteine festgestellt, deren Inhalt nicht in Übereinstimmung mit den klassischen physikalischen Begriffen beschrieben werden kann. Dieser Mangel an Anschaulichkeit, der den Vorstellungen der neuzeitlichen Atomtheorie anhaftet, darf nicht als Mangel an Klarheit oder als Unvollständigkeit unserer Kenntnis der betreffenden Gesetzmäßigkeiten gedeutet werden; vielmehr hat eben erst die vollständige Erforschung dieser Gesetze zusammenfassenden mathematischen Schemas zu der Erkenntnis gezwungen, daß auf eine anschauliche Beschreibung atomarer Vorzüge bis zu einem gewissen Grad verzichtet werden muß. Da es nicht meine Aufgabe sein kann, über die mathematische Form der in den Atomen wirksamen Naturgesetze zu berichten, möchte ich an einigen bekannten Beispielen die anschaulichen und die unanschaulichen Züge der Atomlehre genauer auseinandersetzen.

Zu den größten Erfolgen, zu denen die Verbindung einfacher anschaulicher Vorstellungen mit der Atomhypothese geführt hat, gehört die Deutung der inneren Struktur der Kristalle. Um zu verstehen, warum eine bestimmte chemische Verbindung gerade in der ihr eigentümlichen Form kristallisiert, dazu ist es im Grunde nur nötig, sich Kenntnis zu verschaffen von der ungefähren Größe der Atome der chemischen Elemente, aus denen der betreffende Stoff aufgebaut ist, und von den Kräften, die die Atome aneinanderbinden; dann hat man — wie die Bausteine in einem Baukasten — die Atome in einem möglichst stabilen Gitter zusammenzusetzen und kommt so zu dem Kristallgitter, das für die äußere Form und alle anderen Eigenschaften des Kristalls maßgebend ist. Die Gesetze, die die Struktur des Kristalls bestimmen, sind wirklich so einfach, daß es für viele Zwecke genügt, die Atome etwa durch Holzkugeln — verschiedener Größe für verschiedene Elemente — darzustellen und aus diesen Holzkugeln ein Modell des festen Körpers aufzubauen, den man dann auch wirklich genau so in der Natur vorfindet. Ähnlich geht es mit der Beschreibung chemischer Gesetzmäßigkeiten. Wenn der Chemiker etwa in der Formel für den Benzolring die sechs Kohlenstoffatome in einem ebenen regulären Sechseck anordnet, so steht hinter dieser Formel die ganz bestimmte Behauptung, daß z. B. eine Untersuchung der Gestalt des Benzolmoleküls mit Röntgenstrahlen eben diese sechseckige Gestalt ans Licht bringen würde. Auch wenn man von den Atomen chemischer Elemente übergeht zu den eigentlich unteilbaren Bausteinen der Materie, den Elektronen, so genügt es für viele Vorgänge, die Elektronen als kleine geladene Massenpunkte zu betrachten. Man denke dabei etwa an die Bewegung der Elektronen in einer Elektronenröhre, wie sie jetzt in der Radiotechnik Verwendung finden; aus ihrer Untersuchung ergibt sich kein Grund dafür, die anschauliche Beschreibungs-

weise der klassischen Physik zu verlassen. Der Umstand, daß die Elektronen letzte unteilbare Bausteine der Materie sind, ist für solche Vorgänge eigentlich noch nicht von entscheidender Bedeutung. Ganz andere Verhältnisse trifft man jedoch an, wenn man untersucht, in welcher Weise die Atome chemischer Elemente aus Atomkern und Elektronen aufgebaut sind. Um ein bestimmtes Beispiel zu nennen: Die Forschungen von Rutherford und Bohr haben gezeigt, daß ein Atom Eisen aus einem schweren Kern der positiven elektrischen Ladung 26 besteht und aus 26 Elektronen, die um diesen Kern kreisen, wie etwa die Planeten um die Sonne. Die Entwicklung der Atomphysik in den letzten zehn Jahren hat dann weiter die Gesetze erforscht, nach denen diese Bewegung erfolgt. Es hat sich aber herausgestellt, daß die Bewegung des Elektrons im Atom nicht so ohne weiteres mit der Bewegung eines Massenpunktes verglichen werden kann; die Begriffe Elektronenbahn, Ort und Geschwindigkeit des Elektrons behalten ihren Sinn nur als unbestimmte Analogien. Das wirkliche Geschehen ist grundsätzlich anders als Vorgänge in der uns gewohnten makroskopischen Welt.

Damit komme ich zu den eigentlich unanschaulichen Zügen der neuzeitlichen Atomphysik. Schon die Tatsache, daß ein Atom, das aus Kern und Elektronen besteht, ein stabiles Gebilde ist, paßt nicht zu den sonst bekannten physikalischen Gesetzen, nach denen eine ungleichförmig bewegte Ladung — wie die Ladung in einer Antenne — zur Ausstrahlung elektromagnetischer Wellen führen sollte. Das Vorhandensein stabiler Atome weist also auf ganz andersartige Eigenschaften der Elektronen hin, die nicht aus dem Bild einer bewegten Punktladung verstanden werden können. Diese andersartigen Eigenschaften äußern sich wohl am deutlichsten in dem, was man heute in einem kurzen Schlagwort die „Wellennatur“ des Elektrons nennt. Ein Strom von Elektronen bestimmter Geschwindigkeit hat in vielen Beziehungen die gleichen Eigenschaften wie eine Röntgenlichtwelle bestimmter Frequenz; und die Ähnlichkeit geht so weit, daß man bereits praktisch die Elektronenwellen zur Strukturuntersuchung von Kristallen und verwickelten Molekülen mit Erfolg verwertet hat; ich erinnere hier z. B. an die Untersuchungen von Mark und Wierl im Laboratorium der I.-G. Farbenindustrie in Ludwigshafen. Die Möglichkeit für das Nebeneinanderbestehen dieser beiden Eigenschaftsgruppen — korpuskulare und Welleneigenschaften — ist ein kennzeichnend unanschaulicher Zug im Verhalten der kleinsten Bausteine der Materie.

Für das Verständnis der beiden Eigenschaftsgruppen für sich kann man sich aber anschaulicher Bilder bedienen, die als ungenaue Analogien brauchbar und daher wertvoll sind. Die Atomphysik hat in den Forschungen von Schrödinger gezeigt, daß diese Wellennatur des Elektrons auch eine halbwegs anschauliche qualitative Erklärung für die Stabilität der Atome darbietet. Man kann sich den Normalzustand des Atoms auf Grund der Wellennatur der Elektronen vorstellen als zeitlich konstante, kontinuierliche Verteilung negativer Ladung um den Atomkern. Ein anderes Beispiel dafür, wie Eigenschaften der kleinsten Bausteine der Materie, die zunächst keine Analogie mit den Erscheinungen des täglichen Lebens bieten, schließlich durch Einführung neuer Begriffe bis zu einem gewissen Grade in den Bereich des Anschaulichen gerückt werden können, bietet die Theorie der chemischen Valenz. Zu den einfachsten Erfahrungen der Chemie gehört die Feststellung, daß z. B. ein Wasserstoffatom, das mit einem anderen Wasserstoffatom zu einem Molekül verbunden ist, sehr viel weniger leicht an

andere Moleküle gebunden wird als das einzelne Atom. Diese Erscheinung der Absättigung einer Valenz kann mit dem Kraftbegriff der gewöhnlichen Physik nicht gedeutet werden; auch liefert ein anschauliches Atommodell, bei dem wir die Bindung auf die Kräfte von Elektronen ganz bestimmter Bahnen zurückführen, keine Erklärung. Hier gründet sich die Auslegung, die die neuzeitliche Atomphysik dem Valenzbegriff gibt, wieder ganz auf die unanschaulichen Züge der atomaren Vorgänge; doch kann ich im Rahmen dieses Vortrages auf Einzelheiten nicht eingehen. Wichtig ist nur, daß diese kennzeichnenden unanschaulichen Gesetzmäßigkeiten doch schließlich im Valenzbegriff der Chemie — durch den man jedem Atom eine bestimmte Anzahl „freier Valenzen“ zuordnet, die je mit einer freien Valenz eines anderen Atoms abgesättigt werden können — eine halbanschauliche Auslegung finden. Ganz allgemein wird man sagen dürfen, daß überall dort, wo die Gesetze der Atomphysik zur Lösung einer praktischen Aufgabe verwendet werden, eine halbwegs anschauliche Ordnung ihrer Folgerungen durchgeführt werden kann.

Es sei mir gestattet, noch durch die genauere Besprechung eines bestimmten Beispiels zu zeigen, daß der Weg der reinen Atomphysik zu praktisch bedeutsamen Aufgaben nicht so weit ist, wie es vielleicht zunächst den Anschein hat. Eine der wichtigsten Eigenschaften des Werkstoffs, mit dem der Eisenhüttenmann in seiner praktischen Arbeit in erster Linie zu tun hat, ist der Magnetismus. Da sich ein wichtiger Zweig der Technik damit beschäftigt, die magnetischen Eigenschaften des Eisens und seiner Legierungen auszunützen, so wird es von entscheidender Bedeutung sein, zu verstehen, woher dieser Magnetismus eigentlich kommt. Eine erste Grundlage für die Erklärung des Ferromagnetismus bietet die Tatsache, daß das Eisenatom im Kristallgitter ein magnetisches Moment besitzt, das etwa zweimal so groß ist wie das Bohrsche Magneton. Damit ist aber die hohe Magnetisierung eines Stückes Eisen noch nicht erklärt; denn im allgemeinen würde die Temperaturbewegung dafür sorgen, daß die einzelnen Atommagnete durcheinander in allen möglichen Richtungen stehen, ihr magnetisches Moment müßte sich also im ganzen aufheben. Zur Erklärung der Tatsache, daß diese atomaren Magnete alle parallel stehen können, hatte nun vor vielen Jahren Ewing folgendes Modell ersonnen: Man denke sich eine große Anzahl kleiner Magnetstäbchen, die dadurch, daß sie in Korkstückchen befestigt sind, auf einer Wasseroberfläche schwimmend erhalten werden. Unter den Magnetstäbchen stellt sich, selbst wenn sie im Anfang ganz ungeordnet auf der Wasseroberfläche schwimmen, bald eine Ordnung her, indem sich parallele Ketten solcher Stäbchen bilden, die dadurch, daß sie einander jeweils die entgegengesetzten Pole zukehren, aneinander gebunden werden. Obwohl dieser Versuch ein wichtiger erster Schritt zum Verständnis der magnetischen Erscheinungen war, so stellte sich doch bald heraus, daß er nicht zur Erklärung des Ferromagnetismus hinreichte; die magnetischen Kräfte sind viel zu schwach, um gegen die Temperaturbewegung ein Parallelstellen der atomaren Magnete zu bewirken. Auch müßte die Sättigungsmagnetisierung sehr stark von ihrer Richtung relativ zu den Kristallachsen abhängen, wenn die magnetischen Kräfte für die Parallelstellung verantwortlich wären. Aus diesen Gründen führte Weiss vor etwa zwanzig Jahren rein formal die Hypothese ein, es sei noch eine neue, bisher unbekannte Kraft wirksam, die die Atommagnete parallel zu stellen sucht; daß eine solche Kraft geeignet wäre, die Temperaturabhängigkeit des Magnetismus richtig zu deuten, wurde von Weiss nachgewiesen; aber ein an-

schauliches Bild über das Zustandekommen dieser Kraft konnte die klassische Physik nicht geben. Erst die in den letzten zehn Jahren entwickelte Atommechanik zeigte, daß es sich hier um eine merkwürdige neue Art von Kraft handelt, die aufs engste mit den unanschaulichen Zügen des Atombegriffs und der modernen Quantentheorie verknüpft ist, und die am ehesten mit den Valenzkräften der Chemie verglichen werden kann. Während die Valenzkräfte die magnetischen Momente der miteinander reagierenden Atome antiparallel zu stellen suchen, handelt es sich hier um eine — man kann etwa sagen — negative Valenzkraft, die die Parallelstellung der Momente bewirkt, und für die es dann keine Absättigung gibt. Durch diese Erkenntnis hat die Atomtheorie grundsätzlich die Möglichkeit, die Bedingungen festzulegen, unter denen Ferromagnetismus zustande kommt. Beim jetzigen Stande der mathematischen Durcharbeitung der Atomtheorie kann qualitativ gezeigt werden, daß im periodischen System der Elemente für die Stoffe der Eisenreihe: Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, das Auftreten von Ferromagnetismus am ehesten zu erwarten ist; ferner, daß der Ferromagnetismus — und dies ist praktisch wichtig — nicht eine Eigenschaft der Atome, sondern ihrer Wechselwirkung ist, daß also unter Umständen eine Legierung aus lauter nicht ferromagnetischen Stoffen doch ferromagnetisch sein kann. Leider hängt der Ferromagnetismus so empfindlich von Einzelheiten in der Wechselwirkung der Atome ab, daß eine Vorausberechnung ferromagnetischer Legierungen bisher praktisch nicht durchgeführt werden kann.

Während das Zustandekommen der negativen Valenzkräfte auf den unanschaulichen Zügen der Atomphysik beruht, kann nachträglich ihre Wirkung doch anschaulich besprochen werden. Als wichtigstes Ergebnis zeigt sich hierbei, daß die Valenzkräfte nicht abhängen von der Richtung der Magnetisierung relativ zu den Kristallachsen. Solange man keine andersartigen störenden Wirkungen in Betracht zieht, sollten also die magnetischen Stoffe stets bis zur Sättigung magnetisiert sein in der Richtung des etwa zufällig vorhandenen Magnetfeldes der Umgebung, auch wenn dies noch so klein ist. Für solche idealen Magnete gibt es offenbar keine Koerzitivkräfte und keine Hysteresis. Nun erkennt man aber sofort, daß eben die magnetischen Kräfte, die im Ewingschen Modell untersucht worden waren, das einfache Bild stören; denn sie bewirken, daß der Vektor des magnetischen Moments in einem Kristall bestimmte Richtungen bevorzugt; diese Richtungen sind entweder durch die Kristallachsen oder besonders bei kubischen Kristallen durch Verzerrungen, die von Ort zu Ort verschieden sind, festgelegt; das scheinbar homogene Stück Eisen wird also in viele kleine magnetische Bezirke zerspalten, in denen die Richtung des magnetischen Moments jeweils durch die inneren Spannungen des Werkstoffs vorgeschrieben ist. Diese Deutung der Koerzitivkraft durch die inneren Verzerrungen, die von Becker durchgearbeitet wurde und die — zusammen mit den Ergebnissen der Forschungen von Gans, Gerlach und anderen — ein ziemlich klares Bild der Vorgänge in einem Magneten liefert, hat einen ziemlich weiten praktischen Anwendungsbereich und manche wichtigen Folgerungen.

Die Koerzitivkraft ist offenbar durch zwei Umstände bestimmt: die Größe der inneren Spannungen und die Größe der Wechselwirkungen zwischen Verzerrungsrichtung und Magnetisierungsrichtung; diese Wechselwirkung ist im wesentlichen durch die sogenannte Magnetostraktion gegeben und einer eingehenden theoretischen Behandlung zugänglich. Um möglichst große Koerzitivkräfte zu erhalten, wird man

nach Becker einerseits Werkstoffe mit großen inneren Spannungen, d. h. möglichst harten Werkstoff, herstellen, andererseits wird man Legierungen mit möglichst großer Magnetostriktion verwenden. Um umgekehrt die Koerzitivkräfte und die Hysteresisverluste auf einen Mindestwert herabzudrücken, wird man einen möglichst reinen, verzerrungsfreien Werkstoff suchen, also z. B. durch Glühen die Verzerrungen beseitigen, ferner wird man die Magnetostriktion möglichst klein wählen, was wieder durch Ausschließen geeigneter Legierungen möglich sein muß. Wenn man z. B. beachtet, daß die Magnetostriktion bei Eisen das entgegengesetzte Vorzeichen hat wie bei Nickel, so muß man erwarten, daß eine Legierung von Eisen und Nickel in einem passenden Verhältnis praktisch verschwindende Magnetostriktion und damit geringstmögliche Koerzitivkräfte aufweisen wird. Dies ist, wie bekannt, in der Tat der Fall für eine Legierung von etwa 80 % Ni und 20 % Fe, das sogenannte Permalloy. Man sieht also, daß die theoretische Analyse des Mechanismus, durch den das magnetische Verhalten zustande kommt, hier brauchbar wird als Wegweiser für praktischen Fortschritt. Aber ich möchte mich nicht in Einzelheiten verlieren; es schien mir nur nützlich, am Beispiel des Magnetismus zu zeigen, in welcher Weise reine Wissenschaft dem praktischen Fortschritt dienen kann. Ueberall dort, wo die Physik schon ein klares Bild vom Zustandekommen einer Erscheinung — hier des Magnetismus — zeichnen kann, wird dieses Bild die beste Anleitung geben für das Erreichen irgendeines technischen Zieles, bei dem die betreffende Erscheinung ausgenutzt

werden soll. Daß dabei auf dem Weg vom theoretischen Bild bis zur technischen Verwirklichung stets noch viele Schwierigkeiten überwunden werden müssen, ist selbstverständlich.

Gestatten Sie mir zum Schluß noch einige Worte über das Verhältnis von Wissenschaft und Technik im allgemeinen, auch wenn ich hier nur Selbstverständliches, längst Bekanntes wiederholen kann. So unmittelbar, wie manche es wünschen, ist diese Wechselwirkung ja nicht. Nicht jede wissenschaftliche Entdeckung kann praktisch ausgenutzt werden, nicht jeder technische Fortschritt hilft der Wissenschaft weiter. Aber es ist gewiß kein Zufall, daß die Technik in den Ländern sich zur höchsten Blüte entfaltetete, in denen am gründlichsten Naturwissenschaft getrieben wurde, und daß umgekehrt große technische Errungenschaften auch stets wichtige naturwissenschaftliche Fortschritte zur Folge hatten. Wie unmittelbar oder mittelbar diese gegenseitige Wirkung zustande kommt, ist für uns im Augenblick nicht so wichtig. In Deutschland ist auch in der äußeren Organisation die Zusammenarbeit von Technik und Wissenschaft in langer Ueberlieferung sehr eng gewesen — ich glaube bestimmt, zum Vorteil beider Teile; daß die Wissenschaft von der Blüte der Technik in Deutschland den größten Nutzen gezogen hat, weiß ich sogar sicher. Wir werden also sicherlich in dem Wunsch einig sein, daß diese enge Zusammenarbeit auch im neuen Deutschland wie bisher fortgesetzt werden möge, zum Nutzen der zukünftigen Arbeit in Technik und Wissenschaft und damit zum Nutzen des Landes, dem diese Arbeit gilt.

\* \* \*

## II. Vortrag von Professor Dr.-Ing. Paul Goerens in Essen.

*(Notwendigkeit der wissenschaftlichen Forschung für die Entwicklung der Eisenindustrie. Beispiele aus der Geschichte der Eisenindustrie für die wirtschaftlichen Erfolge wissenschaftlicher Untersuchung. Heutige Aufgaben für die Forschung auf dem Gebiete des Eisens und Stahles. Arbeitsregeln für die wissenschaftliche Forschung.)*

Wenn man die Geschichte der Naturwissenschaft und der Metallgewinnung zurückverfolgt, findet man schon in den Uranfängen beider enge Beziehungen, die zeitweise stark in Erscheinung treten, vorübergehend gelockert erscheinen, dann aber wieder um so auffälliger gefestigt werden. Die gegenwärtige Zeit, in der alles danach drängt, vorhandene Beziehungen und Abhängigkeiten nachzuprüfen, Ueberflüssiges, Hemmendes zu entfernen, Förderndes zu stützen, erscheint geeignet für eine Untersuchung der Frage, ob auch heute noch die weitere Fortentwicklung der Naturwissenschaften, namentlich der Physik und Chemie, für die Zukunft der Eisenindustrie von unmittelbarer Bedeutung ist, und ob es für sie richtig ist, noch mehr als bisher die wissenschaftliche Forschung in den eigenen Aufgabenkreis einzubeziehen.

Professor W. Heisenberg<sup>1)</sup> hat uns soeben auf einem Sondergebiet der Naturwissenschaft, der Atomphysik, einen Einblick in eine Gruppe von Fragen gegeben, von denen mancher bisher das Gefühl hatte, es handle sich zwar um interessante Dinge, aber doch um solche, die philosophischen Spekulationen näherliegen als dem Interessengebiet des Ingenieurs oder Metallurgen. Ich glaube aber, Ihrer Zustimmung sicher zu sein, wenn ich feststelle, daß Herr Heisenberg es verstanden hat, uns mehr zu geben als etwa eine Feierstunde in den Höhen der Naturphilosophie. Irgendwie ist in uns das Gefühl wachgeworden, daß, wenn einmal das allerdings noch ferne Ziel erreicht

sein wird, das uns der Herr Vortragende gezeigt hat, wieder ein Fortschritt der Menschheit zu erwarten ist wie vor anderthalb Jahrhunderten, als die Chemie die Fesseln der Alchemie abstreifte und zu einer exakten Wissenschaft wurde.

Wenn ich es nun wage, an die Ausführungen von Herrn Heisenberg noch einige Ueberlegungen anzuknüpfen, so geschieht dies in dem Wunsch, Ihnen zu zeigen, daß wir gute Gründe haben, die Beziehungen zwischen Eisenindustrie und Wissenschaft noch enger zu knüpfen, als sie es jetzt schon sind. Dabei unterstreiche ich den Begriff Eisenindustrie, um zu kennzeichnen, daß diese Beziehungen nur dann von Bestand sein können, wenn sie sich letzten Endes wirtschaftlich auswirken. Die Grundsteinlegung des Neubaus unseres Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung ist zwar Beweis genug dafür, daß in den weitesten Kreisen der Eisenindustrie Verständnis für den Wert wissenschaftlicher Forschung vorhanden ist; meine Ausführungen sollen aber darüber hinaus den Beweis dafür antreten, daß wissenschaftlicher Geist auch in unseren Werken lebendig erhalten werden muß, nicht nur durch vertiefte wissenschaftliche Ausbildung der Ingenieure und Metallurgen, sondern auch durch Forschung in unseren Betrieben selbst und den ihnen angeschlossenen Forschungsanstalten.

Dementsprechend möchte ich meine Ausführungen wie folgt gliedern: Zunächst will ich versuchen, an einigen Beispielen aus der Geschichte den Beweis dafür anzutreten, daß der Eintritt der Wissenschaft in die Eisenindustrie von wirtschaftlichem Erfolge für diese gewesen

<sup>1)</sup> Vgl. S. 749 dieses Heftes.

ist. Hierauf möchte ich zeigen, daß sich heute mehr als je in unserer Industrie Aufgaben häufen, die ohne wissenschaftliche Arbeit fast unlösbar erscheinen. Endlich soll auf einige Regeln aufmerksam gemacht werden, deren Beachtung sich bei der Wahl des Arbeitsverfahrens für die Forschung und die Anwendung ihrer Ergebnisse empfiehlt.

### I. Geschichtliches.

Solange sich die Erzeugung und Weiterverarbeitung des Eisens auf handwerklicher Grundlage vollzogen, konnten die Fortschritte sich nur langsam entwickeln. Das Geheimnis, das die Entstehung der Metalle aus ihren Erzen umgab, machte es jahrtausendlang notwendig, für jede Erzsorte, ja, für jedes einzelne Erzvorkommen, in mühseliger Probierarbeit die Verfahren ausfindig zu machen, um Eisen in ausreichender Güte zu erzeugen und zu verarbeiten. Noch bis gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts zählte man z. B. über zwanzig verschiedene Herdfrischverfahren, die in ihren Einzelheiten für die betreffenden Standorte sorgfältig ausprobiert waren und deren Namen trugen. Wurden durch irgendwelche Umstände die Arbeitsbedingungen verändert, so stand man den ersten Mißerfolgen ratlos gegenüber, und es dauerte lange Zeit, bis die Verfahren den neuen Verhältnissen angepaßt werden konnten.

Hierfür ein Beispiel: Als anfangs des 17. Jahrhunderts in England die Wälder sich lichteten und die Verwendung von Holzkohle im Hochofen verboten werden mußte, galt es, einen Weg zu suchen, die Holzkohle durch Steinkohle zu ersetzen, die man, durch den Holz-mangel gezwungen, schon längere Zeit für den Hausbrand verwenden gelernt hatte. Trotz gelegentlicher Ansätze wurde ein dauernder Erfolg nicht erzielt, und die Eisenindustrie wanderte nach Irland aus, das dann auf Grund seines noch vorhandenen Holzvorrats eine industrielle Blütezeit durchmachte. Indessen kam Mitte des 18. Jahrhunderts auch dort die Eisenindustrie aus Brennstoffmangel zum Erliegen, und die Not zwang nun, die alte Frage wieder aufzunehmen, die allmählich unter vielen Mühen und Kosten gelöst wurde. So hatte es seit der Stellung der Aufgabe fast ein Jahrhundert gedauert, bis es gelungen war, im Hochofen die Holzkohle durch Steinkohle oder vielmehr durch Koks zu ersetzen.

Aehnlich lagen die Verhältnisse, als auch die Umwandlung von Roheisen in schmiedbares Eisen nicht mehr unter Verwendung von Holzkohle erfolgen konnte und das Frischfeuer verlassen werden mußte. Es vergingen mehrere Jahrzehnte, bis das mit Steinkohlen betriebene Puddelverfahren in allen Ländern, die in diese Zwangslage versetzt waren, eingeführt und für den laufenden Betrieb entwickelt war. Das gleiche gilt für die Tiegelstahlherstellung, die ebenso wie das Puddeln jahrzehntlang von dem englischen Erfinder geheimgehalten werden konnte. Zu der Schwerfälligkeit der Betriebsversuche kam noch hinzu die Tatsache, daß in Deutschland eine regelmäßige technische Berichterstattung fehlte, so daß die deutschen Metallurgen viel später Kenntnis von Fortschritten in anderen Ländern bekamen. Erst Beuth brachte gegen 1820 Leben in dieses Gebiet und regte auch die deutschen Metallurgen zum Studium an.

Anders lagen jedoch die Dinge, als der Flußstahl seinen Einzug in die Eisenindustrie hielt. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts waren die Verfahren der chemischen Analyse bereits so fortgeschritten, daß der Eisenhüttenmann sie, wenn auch nicht für den täglichen Betrieb, so doch zur Klärung besonderer Aufgaben heranzog. Hätte

H. Bessemer die chemische Prüfung nicht zur Verfügung gehabt, so würde er niemals die Grundlagen seines Verfahrens haben erkennen können, und es wäre ihm nicht möglich gewesen, die Ursachen für seine anfänglichen Mißerfolge zu ergründen. Es ist ein Märchen, daß Bessemer seine Erfindung nur gemacht habe, „weil“ er ein Nichtfachmann war. Das Gegenteil ist wahr: Bessemer hat lange Zeit hindurch mit Erfolg Gußeisen mit Stahlzusatz erschmolzen. Da er festgestellt hatte, daß eine solche Gattierung im Kupolofen zu viel Kohlenstoff und Schwefel aufnahm, benutzte er zum Schmelzen einen Flammofen, dessen Temperatur er zu erhöhen trachtete, indem er durch die Feuerbrücke Luft in die Flamme einführte. Dabei bemerkte er eines Tages eine Roheisenmassel in der Nähe der Feuerbrücke, die trotz ausreichender Ofentemperatur nicht zum Schmelzen zu bringen war. Er entfernte diese Massel aus dem Ofen und stellte zu seiner Verwunderung fest, daß sie nur noch aus einer dünnen Schale bestand, während das Innere herausgeflossen war. Die Analyse zeigte, daß die äußere Schicht durch die langdauernde Erhitzung in der oxydierenden Flamme oder durch den Luftüberschuß entkohlt worden war, und infolge der Erhöhung des Schmelzpunktes widerstand sie dem Schmelzen länger als das nicht entkohlte Innere. Aus dieser Beobachtung schloß Bessemer auf die entkohlende Wirkung der Luft und gründete darauf sein Verfahren, das er rasch zur Blüte brachte. Die Tatsache, daß Bessemer innerhalb weniger Jahre seine Arbeitsweise so vervollkommen konnte, daß sie rasch zu dem führenden Erzeugungsverfahren von Stahl wurde, ist einzig und allein auf den Umstand zurückzuführen, daß sich der Erfinder wissenschaftlicher Untersuchungen zur Ueberwachung des Verfahrens bediente. Vergleicht man diese Geschwindigkeit der Entwicklung mit derjenigen des Puddelverfahrens und namentlich des Kokshochofens, so ist unschwer festzustellen, daß die Eisenindustrie unermeßlich große wirtschaftliche Erfolge aus dieser Anwendung der Wissenschaft gezogen hat.

Auch der Hochofenbetrieb hat große Fortschritte durch die Anwendung der chemischen Untersuchung gemacht. Die durch die Analyse vermittelte genaue Kenntnis des chemischen Aufbaues der Eisenerze und eine richtige Theorie der Schlackenbildung gaben die wissenschaftliche Unterlage für eine zweckentsprechende Möllerberechnung und ein wirtschaftliches Arbeiten. Auf Grund dieser Erfolge entstanden auf allen Hüttenwerken chemische Laboratorien unter Leitung wissenschaftlich gebildeter Chemiker, im Anfang häufig aus der Apothekerlaufbahn, denen zunächst lediglich die Ueberwachung der metallurgischen Vorgänge und der Erzeugnisse oblag, die aber bald auch dazu übergingen, in wissenschaftlicher Pionierarbeit neue Wege für die Verfahren besonders im Hinblick auf die Güteverbesserung der Erzeugnisse zu suchen und zu finden.

Es stellte sich jedoch heraus, daß mit der chemischen Untersuchung allein eine Reihe wichtiger Aufgaben nicht zu lösen war, sondern daß auch die sonstigen Mittel der Wissenschaft nach Einführung in die Eisenindustrie drängten. Dies geschah jedoch nur ganz ausnahmsweise, und so erlahmte dann nach anfänglichen bemerkenswerten Erfolgen allmählich die Tätigkeit des chemischen Laboratoriums in der Richtung der Klärung großer metallurgischer und namentlich metallkundlicher Aufgaben. In den meisten Werken wurde das Laboratorium zurückgedrängt auf den bescheidenen Platz einer Analysiermaschine. Die Erstarrung, in die auf diese Weise das einzige wissenschaftliche Hilfsmittel der Eisenindustrie hineinglitt, hielt mehrere Jahrzehnte an, zum Teil auch deswegen, weil die wissenschaftliche

Forschung in Hochschulen und Universitätslaboratorien sich nur gelegentlich mit Fragen der Metallurgie oder Metallkunde des Eisens und Stahles beschäftigte.

Nun kam in den 1890er Jahren gleichzeitig von verschiedenen Seiten ein starker Anstoß durch die Fortschritte, die man durch die mikroskopische und thermische Erforschung des Eisens und seiner Legierungen

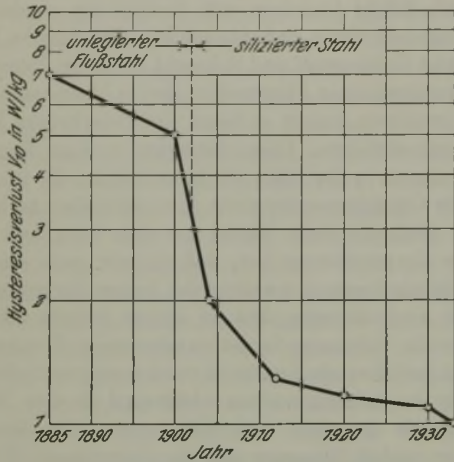


Abbildung 1. Entwicklung des Wattverlustes von Transformatorenstählen.

machte. Doch waren jahrelange Kämpfe zu überwinden, bevor auf den Hochschulen Einrichtungen geschaffen wurden, um die jungen Eisenhüttenleute so auszubilden, daß sie neben den rein chemischen Untersuchungsweisen auch die Verfahren der Physik und physikalischen Chemie,

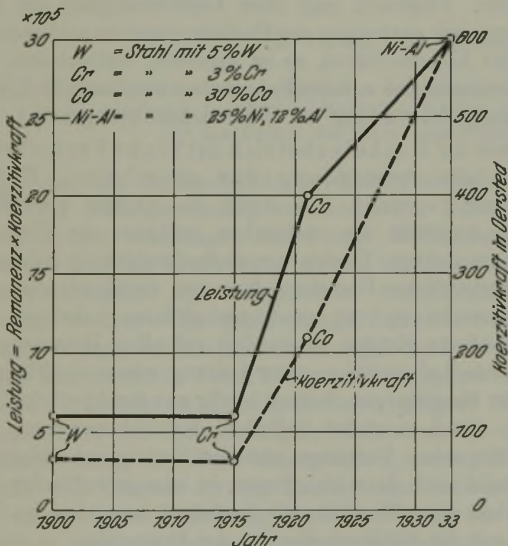


Abbildung 2. Entwicklung des Dauermagnetstahles.

wie sie in der Metallographie im weiteren Sinne zusammengefaßt sind, zu verwenden vermochten. Diese neuen Forschungsweisen brachten nun in rascher Folge eine große Zahl von Erkenntnissen, die mit den bisherigen rein chemischen Verfahren niemals zu erreichen gewesen wären. Neue Stahlsorten mit grundsätzlich neuen Eigenschaften wurden erfunden. Die Anpassung ihrer Zusammensetzung und Behandlung an den Verwendungszweck wurde vorbereitet durch Untersuchungen in Forschungsanstalten, die inzwischen in einzelnen Werken neben chemischen Laboratorien geschaffen worden waren. Einige Beispiele für die Fortschritte, die in diesen Jahrzehnten erzielt wurden, sind in Abb. 1 bis 3 wiedergegeben.

Für den Bau von Umspannern wurden zu Beginn dieses Jahrhunderts Bleche aus weichem unlegiertem Flußstahl verwendet. Dann entdeckte man, daß durch den Zusatz von Silizium einer Verbesserung der magnetischen Eigenschaften bei hohem elektrischem Widerstand erzielt werden konnte. In wenigen Jahren gelangten siliziumlegierte Bleche für den Transformatorenbau zur allgemeinen Anwendung. Hierdurch ist nicht nur die Entwicklung der Elektrotechnik gefördert worden, sondern es konnten auch große Ersparnisse von volkswirtschaftlicher Bedeutung durch Vermeidung von Energieverlusten ermöglicht werden. Aus Abb. 1 ist zu erkennen, in welcher kurzen Zeit die Ummagnetisierungsverluste von fünf Einheiten auf etwa zwei und neuerdings sogar auf eine Einheit vermindert werden konnten.

Einen ähnlichen Erfolg gibt Abb. 2 wieder, in der die magnetischen Leistungen sowie die Koerzitivkraft der besten Dauermagnete aufgetragen sind.

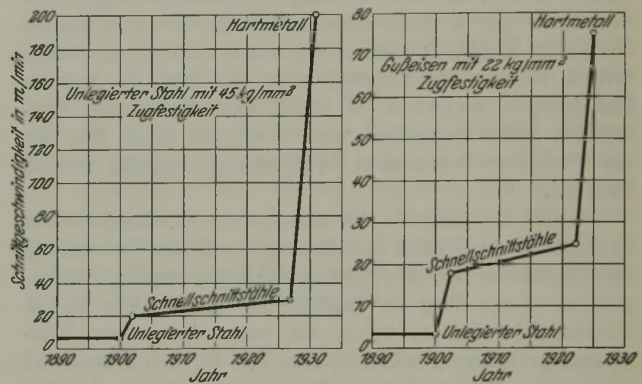


Abbildung 3. Entwicklung der bei gleicher Standzeit des Werkzeuges zulässigen Schnittgeschwindigkeit bei Stahl- oder Gußeisenbearbeitung.

Ein besonders eindrucksvolles Beispiel für den Erfolg wissenschaftlicher Forschungsweisen stellt die Entwicklung der Schnittleistung von Werkzeugstählen dar. Bis zum Beginn dieses Jahrhunderts bestanden die Werkzeuge aus gehärtetem Kohlenstoffstahl, der während der Arbeit keine wesentliche Erwärmung zuließ, ohne durch diese Anlaßwirkung in seiner Schneidkraft zu versagen. Durch Hinzuliegieren von schwer schmelzbaren Metallen in Verbindung mit dem Kohlenstoff des Stahles erfolgt das Anlassen erst bei höheren Temperaturen, wodurch eine Beschleunigung der Schneidarbeit zulässig wurde. Die bis dahin üblichen Schnittgeschwindigkeiten wurden bedeutend erhöht. Für diese höheren Schnittgeschwindigkeiten waren auch stärkere Werkzeugmaschinen erforderlich, so daß die gesamten bis dahin in Gebrauch befindlichen Maschinen bald veraltet waren. 25 Jahre später erscheint abermals ein Umschwung auf dem Bearbeitungsgebiet durch das Auftreten der Hartmetallegerierungen als Werkzeug. Die Forschungsarbeit war ursprünglich zu dem Zwecke erfolgt, die harten Metalldrähte für Glühlampen statt mit den teuren Diamanten mit Hilfe eines Kunststeines aus Karbiden zu ziehen. Bei diesen Arbeiten wurden die neuen, auf dem Sinterwege erzeugten Hartmetallegerierungen gefunden, die jetzt wiederum eine drei- bis sechsfache Schnittleistung gegenüber den Schnelldrehstählen bewirkten. Dabei erscheint noch die neue Wirkung, daß Werkstoffe bearbeitet werden können, die vorher als unbearbeitbar mit spanabhebendem Werkzeug galten; es sei nur an die Bearbeitung von Hartguß, Hartstählen, Gesteinen, Glas und Porzellan erinnert. Abb. 3 zeigt die einzelnen Zeitabschnitte, in denen diese Fortschritte erzielt wurden.

Erwähnt sei auch die Gruppe nichtrostender und korrosionsbeständiger Stahlsorten, die dem Stahl in Anwendungsgebiete Eingang verschaffte, auf dem bisher nichtmetallische Werkstoffe Alleinherrscher waren.

In allen diesen Fällen sind die Fortschritte nicht durch handwerksmäßiges Probieren, sondern durch genaue wissenschaftliche Arbeit im Laboratorium wie auch im Betrieb entstanden. Es wäre müßig, die Frage zu prüfen, welche wirtschaftlichen Fortschritte diese Erfindungen der Eisenindustrie gebracht haben. Sie sind zu allgemein bekannt, als daß man für sie noch Beweise aufsuchen müßte.

Besondere Bedeutung kommt bei diesen Fortschritten der Entwicklung von Theorien über den Aufbau des Eisens und Stahles zu. Bis zum Anfang der 1890er Jahre hatte man sich vergeblich bemüht, durch umständliche chemische Untersuchungen die Frage über den Aufbau des technischen Eisens zu klären. Man hatte zwar schon lange Kenntnis von gewissen Umwandlungserscheinungen des Eisens. Auch hatten aufmerksame Beobachter bemerkenswerte Feststellungen über den Gefügebau gemacht, aber alle diese Beobachtungen liefen nebeneinander her und konnten nicht durch eine einheitliche Theorie miteinander in Verbindung gebracht werden. Erst als die Lehre über heterogene Gleichgewichte den Begriff des Zustandsschaubildes gebracht hatte und das Zustandsschaubild der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen Allgemeingut der Metallurgen geworden war, konnte man die weiteren Forschungsarbeiten auf eine planvolle Grundlage bringen. Diese Umstellung der Forschung, die um die Jahrhundertwende vor sich ging, ist ein überzeugendes Beispiel dafür, von welchem großem praktischem Wert eine Theorie werden kann, wenn sie in der Lage ist, die wichtigsten Erscheinungen in einfacher Weise zu erklären. Ohne die Kenntnis des Eisen-Kohlenstoff-Schaubildes würden wir noch heute das Glühen, Härten und Vergüten als handwerkliche, geheimzuhaltende Künste handhaben und genötigt sein, die Wärmebehandlung der Stähle auf viel umständlichere und kostspieligere Weise erfahrungsmäßig auszuprobieren, als dies heute der Fall ist.

Es hat lange gedauert, bis die Eisenindustrie zu der Erkenntnis gelangt war, daß zu einem Hütten- und Stahlwerk nicht nur ein chemisches Laboratorium, sondern auch eine Anstalt gehört, die über sämtliche Hilfsmittel der wissenschaftlichen Forschung verfügt. Noch heute gibt es nicht wenige Skeptiker, die der Meinung sind, man könne auch ohne derartige Institute auskommen, doch vermindert sich ihre Zahl zusehends. Die wohlausgebildete und namentlich im Verein deutscher Eisenhüttenleute betriebene Gemeinschaftsarbeit, durch die auf den wichtigsten Gebieten ein Meinungs- und Erfahrungsaustausch zwischen den Ingenieuren und Metallurgen der verschiedenen Werke vor sich geht, ließ in dem einen oder anderen die Hoffnung erwachsen, daß es für das eigene Werk genüge, an dieser Gemeinschaftsarbeit teilzunehmen, um für die eigenen Zwecke genügende Aufklärung über den jeweiligen Stand der metallurgischen Forschung zu erhalten, auch ohne eigene Beiträge. Aber auch in diesen Kreisen bricht sich allmählich die Erkenntnis Bahn, daß eine wirkliche Ausnutzung der Fortschritte in der Wissenschaft nur dann möglich ist, wenn auch im eigenen Werk Forschung betrieben wird.

## II. Heutige Aufgaben der Eisenforschung.

Angesichts des hohen Standes der Eisenhütten- und Stahlwerktechnik wird gelegentlich die Meinung vertreten, daß sehr erhebliche Verbesserungen kaum mehr zu erwarten seien. Dieser Ansicht kann nicht genug widersprochen werden. Wir müssen nämlich feststellen, daß die wissenschaftliche For-

schung im Eisenhüttenwesen uns zwar wichtige Fortschritte gebracht, aber in noch höherem Maße zu der Erkenntnis geführt hat, wie wenig wir von unserer Metallurgie wirklich wissen. Es mag mir in diesem Sinne gestattet sein, aus der Fülle der Aufgaben der Eisenindustrie einige wenige herauszugreifen und an ihnen zu zeigen, daß nicht ein Nachlassen, sondern ein Verstärken der Forschung nötig ist, damit wir in Deutschland die aus dem Mangel an Rohstoffen folgenden Hemmungen ausgleichen können.

Seitdem im 16. Jahrhundert aus wirtschaftlichen Gründen das Rennverfahren verlassen werden mußte, durch das wir schmelzbares Eisen unmittelbar aus den Erzen gewinnen konnten, stellen wir den Stahl auf dem Umweg über das Roheisen her. Die dabei nötigen, mehrfach sich wiederholenden Reduktions- und Oxydationsvorgänge sind umständlich und kostspielig, und sie erschweren die Erzielung eines guten und gleichmäßigen Stahles in einem Maße, daß man auch heute noch von der „Kunst“ des Stahlmachens sprechen kann, wenn von qualitativ hochstehenden Erzeugnissen die Rede ist. Gewiß ist zuzugeben, daß der Hochofen in den letzten fünfzig Jahren in wirtschaftlicher Beziehung weitgehend vervollkommen worden ist. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß seine Wirtschaftlichkeit nur dadurch erzielt wird, daß man das Ueberschußgas für einen Zweck verwertet, der dem eigentlichen Hochofenverfahren wesensfremd ist. Viel besser wäre es, wenn die mit dem Koks in den Hochofen eingeführte Energiemenge lediglich zur Erwärmung und Reduktionsarbeit verwendet und der Brennstoff nur für diesen Zweck in Kohlen säure übergeführt würde. In Wirklichkeit bleibt heute ein Ueberschuß an Energie übrig, der nach Verwertung sucht. Diese liegt bei unseren gemischten Hüttenwerken in der weiteren Formgebung des Stahles. Da aber die vom Hochofen abzugebende Energiemenge der Roheisenerzeugung ungefähr verhältnismäßig ist, wird das Energiegleichgewicht nur dann erhalten bleiben, wenn auch die Abnahme an Energie der Roheisenerzeugung dauernd entspricht. Wie wenig dies in Wirklichkeit der Fall ist und welche schwierigen Ueberlegungen anzustellen sind, wenn der Beschäftigungsgrad der einzelnen Teile der Hüttenwerke sich nach verschiedenen Gesetzen ändert, ist jedem Betriebsmanne bekannt.

Diese Darlegungen lassen erkennen, daß nach wie vor die Lösung der Frage nach der direkten Reduktion der Eisenerze von größter Bedeutung ist, und daß nur solche Verfahren Aussicht auf Erfolg haben, deren Wirtschaftlichkeit nicht durch wesensfremde Abnehmer für ihre Nebenprodukte, seien es Stoffe, sei es Energie, bedingt ist. Die Frage der direkten Reduktion der Eisenerze ist um so wichtiger für uns, als unsere Vorräte an armen Eisenerzen wahrscheinlich nur durch ein solches Verfahren verwertet werden können. Hier liegt also eine Forschungsaufgabe von größter nationaler Bedeutung vor.

Weitere Aufgaben von großer Wichtigkeit liegen auf dem Gebiete der Beeinflussung des Eisens durch kleinste Mengen von Fremdkörpern. Wir haben uns daran gewöhnt, gewisse Theorien als erwiesen hinzunehmen und uns in unseren Maßnahmen bei der Stahlerzeugung danach zu richten. So wird beispielsweise der Rotbruch durch den Einfluß des Sauerstoffs oder des Schwefels erklärt, Kaltbruch durch die Wirkung des Phosphors u. dgl. m. Neuere Untersuchungen haben nun gezeigt, daß unsere Ansichten über diese Wirkungen ungenau sind und noch mancher Berichtigung bedürfen. Gerade der Sauerstoff bietet in dieser Beziehung ein besonders lehrreiches Beispiel. Trotz jahrzehntelanger Bemühungen wissen wir über die

Einwirkung geringer Sauerstoffmengen recht wenig, da die Formen, unter denen der Sauerstoff auftritt, verschieden sind und ihre Bestimmung auf erhebliche Schwierigkeiten stößt. Wie wichtig eine ausreichende Kenntnis dieser Dinge auch in praktischer, ja volkswirtschaftlicher Beziehung wäre, lehrt folgende Ueberlegung. Zur Bekämpfung der schädlichen Wirkungen des Sauerstoffs bedienen wir uns im wesentlichen des Mangans, das wir zum Teil, gewissermaßen vorbeugend, bereits in das Roheisen einführen, zum Teil gelegentlich der Desoxydation dem Stahl in Form von Ferromangan zusetzen, das aus ausländischen Erzen erzeugt wird. Kein Stahlwerker würde heute zugeben, daß es möglich sein müßte, ein Verfahren zu finden, auch ohne Mangan ein qualitativ einwandfreies schmiedbares Eisen in Handelsgüte zu erzeugen. Dabei wird vollständig vergessen, daß das jahrhundertlang im Holzkohlenfrischherd erzeugte Eisen, dessen gute Schmiedbarkeit und Schweißbarkeit außer jedem Zweifel stehen, ohne Zusatz von Mangan erzeugt wurde, und zwar in ununterbrochener Berührung mit einer an Eisenoxydul gesättigten Schlacke, die reichlich Gelegenheit zur Aufnahme von Sauerstoff gab. Auch eine nachträgliche Desoxydation unterblieb, und die teuren Desoxydationsmittel kamen erst mit der Erfindung des Flußstahles auf. Es fehlt uns heute an einer ausreichenden Erklärung für die Tatsache, daß Schweißstahl, der unter stark oxydierender Wirkung aus einem allmählich entkohlenden Schmelzbade innerhalb des Ofens auskristallisiert, gegen Sauerstoff gewissermaßen gefeit ist, während eine besondere Empfindlichkeit gegen Sauerstoff zurückbleibt, wenn die Erstarrung in der heute üblichen Form außerhalb des Schmelzofens vor sich geht. Abb. 4 gibt das Gefügebild eines Schweißstahles von guter Schmiedbarkeit und Schweißbarkeit wieder neben dem eines rotbrüchigen Flußstahls. Weder Zusammensetzung noch Gefügebild geben eine Erklärung für die große Abweichung beider Eisensorten in ihrer wichtigsten Eigenschaft.

Ein weiterer wichtiger Aufgabenkreis ist die Erforschung des Zustandekommens der wichtigsten Eigenschaften des Stahles. Maßgebend für die Formgebung sind solche Eigenschaften, die wir als technologisch bezeichnen, wie Schmiedbarkeit, Schweißbarkeit, Hämmerbarkeit, Bearbeitbarkeit u. dgl. m. Wir sind heute noch nicht in der Lage, das Zustandekommen dieser Eigenschaften aus den elementaren Grundeigenschaften zu beschreiben und stehen infolgedessen vor erheblichen Schwierigkeiten, wenn wir für diese Eigenschaften Maße angeben sollen. Das gleiche gilt für die meisten derjenigen Gebrauchseigenschaften, die für die Verwendung der Erzeugnisse wichtig sind. Abgesehen von einigen physikalischen Eigenschaften stehen wir gerade in den letzten Jahren vor erheblichen Schwierigkeiten wegen der Begriffsbestimmung

für technisch wichtige Eigenschaften, z. B. Dauerstandfestigkeit, chemische Widerstandsfähigkeit bei niedrigen und hohen Temperaturen u. dgl. Auch hier sind wir nicht in der Lage, befriedigende Aussagen darüber zu machen, welche meßbaren Elementareigenschaften des Stahles zusammenwirken, um die Gebrauchseigenschaften zustande kommen zu lassen. Wir haben Gründe, anzunehmen, und der Vortrag des Herrn Professor Heisenberg bestärkt uns in dieser Hoffnung, daß es gelingen wird, durch Ausgestaltung unserer Kenntnisse der Atomphysik hier breite Lücken zu schließen oder doch wesentlich zu verengen.

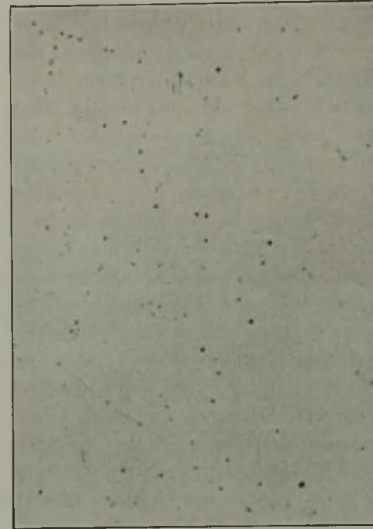
Wenn es gelingen würde, hier Fortschritte zu machen, so würden wir allmählich auch zu einem der wichtigsten Begriffe vordringen können, der die gesamte Werkstoffkunde beherrscht, nämlich der Güte. Was ist Güte? Solange man sich damit begnügt, für die Beantwortung dieser Frage Gefühlsmomente heranzuziehen, ließe sich manches darüber sagen. Sobald aber Güte ein Maß für den Wert eines Erzeugnisses sein soll, erhebt sich sofort die Frage nach der Meßbarkeit der Güte, und damit entstehen die Schwierigkeiten, die stets als Folge unklarer Begriffsbestimmung auftreten. Man hat schon längst erkannt, daß man beim Stahl

nicht von Güte schlechthin sprechen kann, sondern höchstens von Verwendbarkeit für einen bestimmten Zweck. Unsere heutigen chemischen, physikalischen und metallographischen Untersuchungsverfahren reichen noch längst nicht aus, um aus einer Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse die Güte eines Stahles zahlenmäßig zu beschreiben. Zwei Stahlsorten verschiedener Herkunft, aber gleicher Zusammensetzung und Gefügeanordnung können sich beim praktischen Versuch verschieden günstig verhalten, also von unterschiedlicher Güte sein, ohne daß es heute möglich wäre, den Grund für diese Erscheinung zu erkennen.

Vom Standpunkt des Verbrauchers gesehen, gehört zum Begriff der Güte des Stahles vor allem die Bewährung bei der Verwendung in Verbindung mit Wirtschaftlichkeit. Da sich aber, wie oben ausgeführt, nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse dieses Merkmal der Güte noch nicht in vollem Umfange und eindeutig mit solchen Eigenschaften in Verbindung bringen läßt, die wir messen können, sind wir darauf angewiesen, uns bei der Erzeugung des Stahles mit einer erfahrungsmäßigen Prüfung zu begnügen. Es wird eine gewisse Anzahl von Eigenschaften, wie Festigkeit, chemische Zusammensetzung, zahlenmäßig bestimmt. Diese Zahlenwerte werden verglichen mit den entsprechenden Werten von Stahlsorten, die sich für den betreffenden Verwendungszweck bewährt haben. Durch Abnahmevorschriften sucht man nach Möglichkeit, die bewährten Stähle wiederzubekommen. Man muß sich aber darüber klar sein, daß ein solches Verfahren nur zu einem angenäherten Ergebnis führen kann, und daß wir in Ermangelung genauer



Schweißstahl, nicht rotbrüchig.



Flußstahl, rotbrüchig.

Abbildung 4. Sauerstoffhaltige Einschlüsse in Schweißstahl und Flußstahl.



Kenntnisse des Gütebegriffs heute manche Abnahmeprüfung mitschleppen, die für die erstrebte Kenntnis künftiger Brauchbarkeit des Werkstoffes wertlos ist.

Die Besonderheit unserer Rohstofflage zwingt uns dazu, eine Aufgabe wieder aufzugreifen, die wir während des Krieges haben aufnehmen müssen, dann aber vielfach wieder verlassen haben, da ihre Lösung keinen wirtschaftlichen Nutzen versprach. Ich meine die Frage der Ersatzstoffe. Weil damals nicht alle Ersatzstoffe auch ein qualitativer Erfolg waren, beurteilte man vielfach Ersatzstoffe als wesensgleich mit „weniger guten“ Stoffen. Dies braucht durchaus nicht der Fall zu sein, und es ist heute wieder auf lange Zeit hinaus eine der wichtigsten wissenschaftlichen Aufgaben in der Eisenindustrie darin zu sehen, mit unseren heimischen Rohstoffen in Verbindung mit besonderen Verarbeitungsverfahren Erzeugnisse zu schaffen, die den mit ausländischen Rohstoffen hergestellten in keiner Weise unterlegen sind. Allerdings müssen wir uns darüber klar sein, daß zu derartigen Arbeiten nicht nur Wissen und guter Wille, sondern auch Geduld und Zeit erforderlich sind.

### III. Verfahren der wissenschaftlichen Forschung.

Wenn wir nun zu der Ueberzeugung gelangt sind, daß wissenschaftliche Ueberwachung des Betriebes und wissenschaftliche Forschung für die Eisenindustrie unentbehrlich geworden sind, ist es vielleicht nützlich, an dieser Stelle einige Erfahrungen über die Arbeitsweisen aufzuführen, deren Beachtung sich bei der Durchführung der wissenschaftlichen Forschung in den Werken empfiehlt. Diese Winke erscheinen mir deswegen nicht überflüssig, weil auch heute noch die Wissenschaft nicht überall Anerkennung gefunden hat. Ja, man kann gelegentlich hören, die Wissenschaft habe versagt. Wenn diese Behauptungen zuträfen, würden nicht nur materielle Werte umsonst geopfert, sondern auch wertvolle menschliche Arbeitskraft nutzlos vertan und der von der Kritik betroffene Forscher in seiner Arbeitsfreudigkeit entmutigt werden. Es erscheint mir daher nützlich, auf einige bewährte Regeln für die wissenschaftliche Forschung aufmerksam zu machen, deren Beachtung den Erfolg wahrscheinlicher macht. Namentlich will ich auch einige Fehler hervorheben, auf die man immer wieder trifft, und die zum Teil für die angeblichen Mißerfolge der Wissenschaft verantwortlich zu machen sind.

Um jedem Mißverständnis über die Bedeutung des Begriffes Wissenschaft im Zusammenhang mit der Industrie vorzubeugen, seien einige Bemerkungen vorausgeschickt. Das Ziel der Wissenschaft ist die Erkenntnis einer Gesetzmäßigkeit. Für einen bestimmten Fall ist also das Ziel einer wissenschaftlichen Forschungsarbeit dann erreicht, wenn der Ablauf des untersuchten Vorganges so genau beschrieben werden kann, daß er nicht nur eine qualitative Kenntnis desselben vermittelt, sondern auch die Gesetze der quantitativen Beziehungen aller an dem Vorgange beteiligten Umstände so genau nachweist, daß sie nicht nur für den gegebenen Fall, sondern stets allgemein und überall gleiche Gültigkeit haben. Ob die Untersuchungen in der Natur, in einem Betriebe oder in einem Laboratorium durchgeführt werden, ist für das Merkmal der Wissenschaftlichkeit für diese Untersuchung unerheblich.

Was zunächst den allgemeinen Aufbau der wissenschaftlichen Arbeit in der Eisenindustrie anlangt, so ist heute die Auffassung Allgemeingut, daß sowohl in besonderen Forschungsanstalten als auch in den Betrieben selbst wissenschaftliche Versuche durchgeführt und daß beide eng miteinander verknüpft werden müssen, wenn die

durch sie gewonnenen Erkenntnisse zu einem wirtschaftlichen Nutzen für das Werk und die Allgemeinheit führen sollen. Der Nutzen dieser Zweiteilung beruht auf der Tatsache, daß Versuche, die lediglich im Betriebsmaßstabe durchgeführt werden, meist unverhältnismäßig hohe Kosten verursachen. Man gelangt rascher und billiger zum Ziel, wenn die erforderlichen Untersuchungen erst im Laboratorium soweit gefördert werden, wie dies im kleinen Maßstabe möglich ist, und dann erst in den Betriebsmaßstab übertragen werden.

Nun sind bei weitem nicht alle technischen Vorgänge der genauen Behandlung durch wissenschaftliche Arbeitsweisen zugänglich. Vorbedingung zu einer solchen ist nämlich die Möglichkeit, den zu untersuchenden Vorgang in Einzelaufgaben so zu zerlegen, daß eine jede der genauen Forschung zugänglich ist. Hierzu gehört die Kenntnis der Umstände, die den Ablauf des betreffenden Vorganges bestimmen, die Messung dieser Umstände und die Ermittlung ihrer Abhängigkeit untereinander. Leider führt bei den meisten metallurgischen Vorgängen in der Eisenindustrie die Zerlegung in die genannten Einzelaufgaben zu einer sehr großen Zahl von Fragen, so daß ihre planmäßige Erforschung unverhältnismäßig viel Zeit und Mittel verschlingt. Bevor man daher eine Aufgabe in Arbeit nimmt, sollte man sorgfältig prüfen, ob der mögliche wirtschaftliche Erfolg dieser Untersuchung den Aufwand an Arbeit und Kosten auch lohnt. Viele Betriebsversuche, die heute tagtäglich ausgeführt werden, leiden nach dieser Richtung unter einer ungenügenden Vorbereitung. Der Mißerfolg, der in Wirklichkeit auf diese zurückzuführen ist, wird dann häufig als ein Versagen der Wissenschaft gekennzeichnet.

Zur Frage der Vorbereitung gehört meines Erachtens auch eine vorherige Abschätzung der voraussichtlichen Kosten der Arbeit sowie, wenigstens in großen Zügen, eine Nachrechnung der wirklich entstandenen Kosten. Man gewöhnt sich dann leichter an den Gedanken, vor größeren Ausgaben das Feld durch billige Vorversuche zu klären.

Die Ausführung von Messungen ist mehr oder weniger kostspielig, je nach der Genauigkeit, die verlangt wird. Man findet nun sehr häufig, namentlich bei solchen Untersuchungen, bei denen eine größere Zahl verschiedener Stellen, Betriebe, Versuchsanstalten, chemischer Laboratorien u. dgl. zusammenarbeiten müssen, daß der Genauigkeitsgrad der Einzelmessungen nicht genügend gegeneinander abgestimmt wird. Je nach der Einstellung der einzelnen an den Arbeiten beteiligten Forscher finden sich verhältnismäßig grobe, mit erheblichen Fehlern behaftete Meßergebnisse neben solchen, die einen unnötig hohen Grad von Genauigkeit haben. Erfolgt später die Auswertung, so muß man oft bedauern, welche unnützen sachlichen und geistigen Mittel aufgewendet worden sind, um Messungen auszuführen, von denen man bereits vorher bei der Vorbereitung der betreffenden Forschungsarbeit hätte bestimmen können, daß sie mit einfacheren und billigeren Hilfsmitteln mit durchaus ausreichender Genauigkeit hätten durchgeführt werden können.

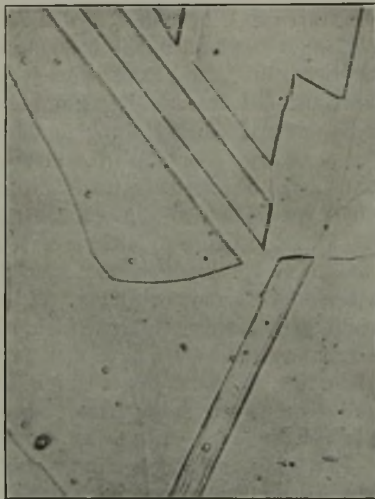
Die Auswertung ist für das Ergebnis einer Forschungsarbeit von ausschlaggebender Bedeutung. So selbstverständlich diese Feststellung klingt, so wenig wird sie oft beachtet. Das Ergebnis der ganzen Arbeit ist lediglich davon abhängig, ob derjenige, der die Auswertung vornimmt, hierzu die Begabung, aber auch die nötige Ruhe und Zeit zur Verfügung hat. Während die Ausführung von Messungen mit genügender Genauigkeit im wesentlichen eine Frage der Ge-

schicklichkeit, Erfahrung und Uebung ist, wird die Auswertung von Versuchsergebnissen stets eine besondere Begabung voraussetzen. Auch kann man nicht sagen, daß derjenige, der die Aufgabenstellung vorgenommen hat, die am besten geeignete Persönlichkeit für die Auswertung ist. Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, diese nicht denjenigen allein zu überlassen, die die Aufgabe gestellt, die Messungen durchgeführt und die Ergebnisse zusammengetragen haben, sondern wissenschaftlich erfahrene, an der Durchführung der Aufgabe nicht unmittelbar beteiligte Persönlichkeiten mit heranzuziehen. Dies wird besonders dann nötig, wenn die Ergebnisse der Versuche zu einer Theorie ausgebaut werden sollen, die eine größere Zahl Erscheinungen einheitlich erklären soll. Bei der Aufstellung einer solchen Theorie ist nun die Persönlichkeit des Schaffenden womöglich von noch größerer Bedeutung als bei der Auswertung. Nun wird, so widersinnig dies auch klingen mag, nirgends so viel theoretisiert als durch Betriebsleute bei Betriebsversuchen. Im begreiflichen Bestreben, Ordnung in seine Versuche zu bringen, macht sich der Mann aus der Praxis gewisse theoretische Vorstellungen über die Vorgänge in seinem Betrieb, die nicht immer im Einklang stehen mit den allgemein gültigen Naturgesetzen. Werden auf solche falsche Theorien Versuche aufgebaut, so entstehen häufig Ausgaben, die hätten vermieden werden können, wenn man rechtzeitig den Weg zu einem geschulten Theoretiker gefunden hätte.

Man wird einwenden, daß es müßig sei, Theorien zu entwickeln, und daß man sich in der Industrie damit begnügen solle, Wege zur Verbesserung des Fertigungsganges gefunden zu haben. Man hört auch gelegentlich mißbilligende Äußerungen über solche wissenschaftliche Mitarbeiter, die dazu neigen, lediglich theoretische Erkenntnisse zu schaffen, und schiebt sie weltfremde Gelehrte, die nur unnötige Belastungen der Generalunkosten verursachen. Man hat unrecht, wenn eine solche Kritik ernsthafte Forscher von gediegenem Wissen trifft. Wie bereits erwähnt, kann eine einzige gute Theorie unabsehbare Folgen für den Ausbau eines bestimmten Gebiets haben und seine Erforschung beschleunigen und verbilligen. Dagegen ist das Fehlen einer solchen Theorie ein fühlbarer Mangel.

Hierfür ein Beispiel: *Abb. 5* gibt das Gefüge eines rostfreien Stahles wieder, das aus gleichmäßigen Mischkristallen aufgebaut ist. Dieser Zustand wird durch Abschrecken dieses Stahles von etwa  $1200^{\circ}$  in Wasser erzielt. In diesem Zustand ist der Stahl zäh und widerstandsfähig gegen eine ganze Reihe von chemischen Angriffsmitteln. Erhitzt man diesen Stahl längere Zeit auf etwa  $700^{\circ}$ , so erfolgt eine Aenderung des Gefüges, wie es durch *Abb. 6* wiedergegeben wird. Man kann erkennen, daß die ursprünglich unmittelbar aneinanderliegenden Kristallkörner nunmehr durch kleine

Einschlüsse voneinander getrennt sind. Setzt man den Werkstoff in diesem Zustand chemischen Angriffen aus, so verändert er sich in der Weise, daß die einzelnen Kristalle sich voneinander trennen und das Ganze wie Pulver zerfällt. Bis hierhin liegt nichts besonders Bemerkenswertes vor, denn man kann sagen, daß durch das nachträgliche Erhitzen auf  $700^{\circ}$  gewisse Bestandteile, die vorher in fester Lösung waren, sich ausgeschieden haben und infolge ihrer anders gearteten Zusammensetzung auch Veränderungen in der chemischen Widerstandsfähigkeit zur Folge haben müssen. Nun hat man aber folgende merkwürdige Beobachtung gemacht. Wenn man vor der Erhitzung auf  $700^{\circ}$  die Probe stellenweise stark zerquetscht, wie dies etwa beim Abscheren der Proben erfolgt, so verändert sich dieser Teil nicht durch das Anlassen auf  $700^{\circ}$ , und nach dem chemischen Angriff



Von  $1150^{\circ}$  in Wasser abgelöscht.



Von  $1150^{\circ}$  in Wasser abgelöscht und bei  $900^{\circ}$  geglüht.

Abbildung 5 und 6. Ausscheidungen von Karbid auf den Korngrenzen in den Körnern bei geglühtem Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni.

zerfällt nur derjenige Teil, der nicht von der Verformung berührt worden ist. *Abb. 7* zeigt beispielsweise, daß die abgescherten Ränder, ähnlich wie ein Brillengestell, unverändert bleiben. Mit unseren augenblicklichen Kenntnissen ist es nicht möglich, diesen Vorgang zu erklären. Wir stehen also hier vor einer Tatsache, die sicherlich technisch von erheblicher Wichtigkeit werden kann, denn sie lehrt, daß unter gewissen Umständen eine blei-

bende Verformung bei gewöhnlicher Temperatur zu einer erhöhten Widerstandsfähigkeit gegen die schädlichen Wirkungen des Anlassens führen kann. Da wir nun den Ausbau dieser Beobachtung nicht auf Grund einer Theorie vornehmen können, sind wir darauf angewiesen, ihn durch zeitraubende empirische Versuche allmählich aufzuklären. Hätten wir dagegen eine befriedigende Theorie, so wäre es ein leichtes, die praktische Bedeutung des Vorgangs auszuwerten. Dieses eine Beispiel möge beweisen, wie dringend notwendig es ist, besonders solche Forschungsarbeiten zu betreiben, die unsere theoretischen Kenntnisse erweitern. Gerade auf diesem Gebiete scheint es so, als ob die tieferen Erkenntnisse erst dann zu gewärtigen sein werden, wenn die Lehre von der Atomphysik weiter fortgeschritten ist und die Möglichkeit bietet, auch die Fragen des chemischen Angriffs durch eine allgemeine Theorie befriedigend zu deuten.

Ich habe mich mit Absicht etwas länger bei der Frage der Theorie aufgehalten, da es, wie bereits erwähnt, scheint, als ob neuerdings das Vertrauen in die Wissenschaft gerade in solchen Kreisen im Schwinden begriffen wäre, die von der wissenschaftlichen Entwicklung am meisten zu erhoffen haben. Jedenfalls erscheint mir der Gedanke abwegig, als könne man unter Ablehnung wissenschaftlicher Forschung und theoretischer Erwägungen durch Rückkehr zu empirischen Erfinderverfahren einen größeren Kreis von Mitarbeitern gewinnen und dadurch zu einer größeren Wahrscheinlichkeit für eine raschere Entwicklung gelangen. Gegen diesen Gedanken spricht die Erfahrung

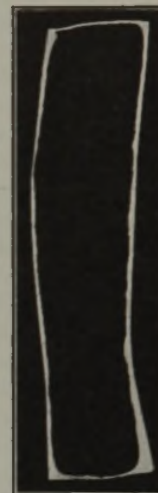
der chemischen Industrie. In ihrer Entwicklung des letzten halben Jahrhunderts ist sie lediglich auf solchen Entdeckungen aufgebaut worden, die von Wissenschaftlern, ja zum Teil von reinen Theoretikern gemacht worden sind. Der industriellen Ausbeutung vorangegangen ist stets die Untersuchung im Laboratorium, und die industrielle Fertigung wird mit Verfahren überwacht, die ebenfalls wissenschaftlichen Erwägungen entsprungen sind. Niemand würde heute in der chemischen Industrie auf den Gedanken kommen, als könne man versuchen, einem Nichtchemiker zuzutrauen, er habe infolge seiner „Unbefangenheit“ und des Fehlens fachmännischer „Scheuklappen“ größere Aussichten, der chemischen Industrie raschere und bedeutungsvollere Fortschritte zu bringen als der wissenschaftlich vorgebildete Fachmann. Sobald die Erkenntnisse auf einem industriellen Sondergebiet so weit fortgeschritten sind, daß man den Ablauf der Vorgänge auf solche Gesetze zurückführen kann, die als Naturgesetze allgemein Gültigkeit haben, ist deren Kenntnis weit entfernt davon, Befangenheit zu erzeugen. Vielmehr gewinnt der wissenschaftlich Gebildete eine um so größere Uebersicht über die möglichen Auswirkungen einer Sonderbeobachtung, je weiter seine allgemeinen theoretischen Kenntnisse fortgeschritten sind. Auch hierfür ein Beispiel: Der Vorgang der Ausscheidungshärtung wurde für den Stahl erst vor wenigen Jahren erkannt, obwohl er schon seit Jahrzehnten bei Aluminiumlegierungen industriell verwertet wird. Der Grund für diese Verspätung in der Erkenntnis der Aushärtung beim Stahl ist darauf zurückzuführen, daß die Eisenhüttenleute keine Gelegenheit hatten, die wichtigen Vorgänge innerhalb fester Lösungen an anderen Gegenständen zu erforschen als am Stahl, während eine zielbewußt geleitete Unterrichtung eine tief angelegte Kenntnis der Gesetze vermitteln mußte, die zunächst unabhängig vom Sondergebiet des Stahles zu untersuchen wären.

Um hier wirklich klar zu sehen, welche Bedeutung der Wissenschaft zukommt, müssen wir noch einen Schritt weitergehen und zu ergründen versuchen, welche Ursachen dem Skeptizismus gegenüber der Wissenschaft in manchen industriellen Kreisen zugrunde liegen. Das Ziel eines industriellen Unternehmens wird immer sein, Menschen zu beschäftigen und Waren zu erzeugen auf einer wirtschaftlichen Grundlage. Infolgedessen werden Umstände, wie Erzeugung in der Zeiteinheit, Betriebskosten in der Zeiteinheit, störungsfreier Betrieb, fehlerfreie Erzeugnisse und ähnliche wirtschaftliche Ueberlegungen, die wichtigsten Elemente des Erzeugungsvorganges sein. Die Wissenschaft dagegen kennt als einziges Ziel nur die Erforschung von Gesetzen. Sie will die Wahrheit finden und hat darüber hinaus weder ein zeitliches noch ein wirtschaftliches Ziel. Dies ist auch nicht anders möglich, da wissenschaftliche Gedanken nicht einfach nach Wunsch erzeugt werden

können, sondern sie sind Gaben, mit denen die Natur nur wenige Menschen begünstigt. Der Erfolg eines wissenschaftlich Arbeitenden kann daher nicht nach dem üblichen Maß, etwa nach der Zahl seiner Erfindungen in der Zeiteinheit, gemessen werden, sondern es bedarf einer nicht immer leicht zu gewinnenden Einsicht in die letzten Gründe für Fortschritte, die in dem Werk erzielt werden, um den Erfolg oder Mißerfolg des wissenschaftlich Schaffenden beurteilen zu können. Dazu kommt noch der Umstand, daß die Wissenschaft Wahrheiten und Fortschritte zutage fördern kann, die dem betreffenden Werk unbequem sind. Dafür den Kündler der Wahrheit bestrafen zu wollen, wäre ungerecht und kurzsichtig. Wenn durch neue Erkenntnisse Vorhandenes zunächst wirtschaftlich geschädigt werden sollte, dann ist es eben eine Aufgabe der Wirtschaftler,



Nach dem Schneiden 2 h bei 700° gegläht, dann 20 h in schwefelsaurer Kupfersulfatlösung gekocht.



Nach dem Schneiden 2 h bei 700° gegläht, dann 170 h in schwefelsaurer Kupfersulfatlösung gekocht.

Abbildung 7. Einfluß der Kaltverformung auf die interkristalline Korrosion bei Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni.

die Folgerungen aus der durch die Erfindung geschaffenen neuen Lage zu ziehen und etwaige Gefahren abzuwenden.

Im Rahmen der wissenschaftlichen Arbeitsverfahren sei noch auf die Bedeutung der Großzahlforschung eingegangen. Die Großzahlforschung stellt, richtige Anwendung und vorsichtige Auslegung ihrer Ergebnisse vorausgesetzt, ein überaus nützlich Hilfsmittel dar, aus einer großen Anzahl ähnlicher Vorgänge Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten herauszuschälen, die am einzelnen Vorgang wegen seiner Verwickeltheit nicht erkennbar sind. Wie der Name schon andeutet, wird für dieses Verfahren eine große Zahl von Tatsachen benötigt. Nun liegen derartige Tatsachensammlungen nur in vereinzelt Fällen in Form von Betriebs- oder Laboratoriumsaufzeichnungen greifbar vor. Beim Auftreten einer bestimmten Frage wird man daher meistens erst mit der Sammlung der für ihre Beantwortung durch Großzahlforschung benötigten besonderen Unterlagen beginnen müssen, so daß je nach der Lagerung des Falles eine nicht unbeträchtliche Zeit, unter Umständen Jahre vergehen, ehe man über genügend Zahlen verfügt. Die Großzahlforschung ist daher, falls nicht durch einen glücklichen Zufall die benötigten Unterlagen bereits vorliegen, etwas langwierig und daher vor allem zur schnellen Beantwortung plötzlich auftretender dringender Fragen nur ausnahmsweise geeignet. Die Langwierigkeit und Mühseligkeit des Unterlagensammelns auf der einen Seite, aber auf der andern Seite auch ihre mitunter verblüffenden Erfolge für den Betrieb verführen beide nur zu leicht

dazu, sich bei der Lösung einer praktischen Aufgabe mit der Aufstellung erfolgreicher Arbeitsregeln zu begnügen und auf eine Klärung der tieferen Zusammenhänge zu verzichten. Aber gerade auf die Erkenntnis dieser letzten kommt es an; daher liegt der Hauptwert der Großzahlforschung darin, daß sie die Aufgabenstellung erleichtert und einer Unterteilung einer verwickelten Aufgabe in übersichtliche Einzelaufgaben die Wege ebnet.

Ich möchte diesen Gedanken nicht weiter nachgehen, da sie sich von meiner eigentlichen Aufgabe etwas entfernen. Indessen ist es notwendig, zum Abschluß meiner heutigen Darlegungen noch auf einen Punkt einzugehen, der sich als Beantwortung der Frage zusammenfassen läßt: Was kann geschehen, um der Eisenhüttentechnik wissenschaftliche Erkenntnisse so rasch wie möglich zuzuführen, und zwar in einer Form, die eine praktische Verwertung im Dienste des Fortschritts rasch ermöglicht?

Eine Entdeckung auf wissenschaftlichem Gebiete ist in ihrer Brauchbarkeit für einen technischen Fortschritt in den meisten Fällen nicht ohne weiteres erkennbar. Oft schlummert sogar eine solche Entdeckung jahrelang in den Archiven, bis sie, manchmal durch Zufall, der Verwertung zugeführt wird. Untersucht man einen derartigen Vorgang, so kann man regelmäßig feststellen, daß dieser Anstoß darauf zurückzuführen ist, daß andere Persönlichkeiten sich mit der betreffenden Aufgabe beschäftigten und durch ihre besonderen Fähigkeiten die Entdeckung gewissermaßen wieder entdeckten. Wenn man derartige Verspätungen auch nie ganz vermeiden wird, so läßt sich doch eine Beschleunigung in der Auswertung wissenschaftlicher Erkenntnisse durch eine geeignete Organisation der Gemeinschaftsarbeit mit Sicherheit erzielen. Hier liegt nun die wichtigste Aufgabe in der Erziehung des Willens zur Gemeinschaftsarbeit, wie sie in den Ausschüssen unseres Vereins seit Jahren mit Erfolg betrieben wird. Wir wollen aber nicht die Tatsache übersehen, welche grundsätzliche psychologische Schwierigkeit zu überwinden ist, bevor eine wirkliche Gemeinschaftsarbeit zustande gebracht wird. Wahrhaftige Gemeinschaftsarbeit bedeutet selbstlose Hingabe eigener Arbeit, Gedanken und Erfolge an die betreffende Gemeinschaft. Es soll also, anders ausgedrückt, an dem endgültigen Erfolg der betreffenden Gemeinschaftsarbeit nicht mehr zu erkennen sein, welche „Quanten“ dieses Erfolges dem einzelnen zugeteilt werden müssen. Dies steht aber in einem gewissen Widerspruch zu der Forderung des Leistungsgrundsatzes, dessen Voraussetzung gerade darin besteht, daß die Leistung des einzelnen erkennbar bleiben muß. Hier liegt sicherlich eine grundsätzliche Schwierigkeit vor, die nie ganz zu überwinden sein wird, da die Auffassung des einzelnen über seine eigene Bedeutung mit dem sachlich Vertretbaren nie ganz wird in Einklang gebracht werden können. Wenn sich aber kluge und taktvolle Menschen

zu einer Gemeinschaftsarbeit zusammenfinden, so wird der Erfolg nicht ausbleiben.

Daß aber eine gut geleitete Gemeinschaftsarbeit zu raschen und dauernden Erfolgen führen kann, braucht heute nicht mehr bewiesen zu werden. Es ist daher nötig, zu untersuchen, ob sie in der Eisenindustrie nicht noch wirksamer ausgestaltet werden kann.

Wissenschaftliche Erkenntnisse werden sich nur dann in vollem Maße bei den Erzeugnissen auswirken, wenn sämtliche Stufen der Herstellung in gleicher Weise an diesen Erkenntnissen teilnehmen können. Soweit sich die Fertigung innerhalb eines Werkes vollzieht, das über die erforderlichen wissenschaftlichen Einrichtungen verfügt, wird diese Bedingung im allgemeinen erfüllt sein. Anders aber liegen die Dinge, wenn die Weiterverarbeitung außerhalb des betreffenden Werkes vorgenommen wird. Es liegt in der Natur der Sache, daß die eisenerzeugende Industrie viel stärker in großen einheitlichen Gebilden zusammengeballt ist, als dies bei der Weiterverarbeitung nötig ist. Diese vollzieht sich daher häufig in Betrieben, die ihrer Größe nach nicht in der Lage sind, sich wissenschaftliche Einrichtungen in einem solchen Maße zu schaffen, daß sie eigene Forschung in größerem Umfang betreiben könnten. Es besteht daher die Gefahr, daß bei der Weiterverarbeitung nicht immer dem jeweiligen Stand der Erkenntnisse Rechnung getragen wird. Deshalb ist es notwendig, daß die Uebertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Reihe der weiterverarbeitenden Industrie ebenso sichergestellt wird, wie dies in der erzeugenden Industrie der Fall ist. Bisher geschah dies vielfach in der Weise, daß die betreffende weiterverarbeitende Industrie Anlehnung an die eisenerzeugende suchte. Dieses Verfahren hat aber gewisse Mängel, auf die einzugehen hier nicht der Ort ist. Jedenfalls bemerken wir heute eine zentrifugale Tendenz, die insofern sorgfältig beachtet werden muß, als die Gefahr entsteht, daß isolierte kleinere Werke nicht mehr in dem Maße an den wissenschaftlichen Fortschritten teilnehmen können, wie dies als Glied eines größeren Unternehmens der Fall war. Nur eine wohldurchdachte Gemeinschaftsarbeit kann derartige Schädigungen verhüten. Allerdings wird eine solche nur dann möglich sein, wenn auch die weiterverarbeitende Industrie mehr als bisher erkennt, daß eine solche Gemeinschaftsarbeit notwendig ist, und daß sie auf lange Sicht nur Erfolg bringt, wenn sie von Persönlichkeiten durchgeführt wird, die die Sprache der Wissenschaft verstehen. Vertiefung im Studium, Breite in der Anwendung, Gemeinschaft in der Durchführung sind die grundsätzlichen Gesichtspunkte, unter denen die Wissenschaft in der Industrie mit der Arbeit verflochten werden muß, wenn sich diese durch die Güte ihrer Erzeugnisse im eigenen Land und im friedlichen Wettbewerb der Völker die Beachtung erringen soll, deren sie zum Wohle unserer Volkswirtschaft bedarf.

## Umschau.

### Zugfestigkeit von Stählen bei tiefen Temperaturen.

Ueber das Verhalten von Stählen in der Kälte liegen schon eine Reihe von Untersuchungen vor<sup>1)</sup>, die durch neue Arbeiten von G. Gruschka<sup>2)</sup> wesentlich erweitert werden. Die Versuche von Gruschka erstrecken sich im Gegensatz zu den bisherigen auch auf Temperaturen unterhalb des Erstarrungspunktes von Kohlen-säure. Sie sind daher besonders aufschlußreich und dürften Beachtung durch die mit solch niedrigen Temperaturen arbeiten-

den Betriebe, z. B. die sich mit der Verflüssigung von Sauerstoff und Stickstoff beschäftigenden chemischen Industrie, finden.

Mit sehr sinnreich durchgebildeten Einrichtungen gelang es, die Proben bei Temperaturen bis herunter zu  $-183^{\circ}$ , dem Siedepunkt des Stickstoffs bei Atmosphärendruck, auch während des Zerreißversuches, bei dem durch die Formänderungsarbeit ja eine gewisse Wärme entwickelt wird, zu halten. Außerdem wurde für die genaue Messung der Dehnung auch eine besondere Vorrichtung entwickelt. Wegen der hohen Kerbempfindlichkeit der Stähle in der Kälte mußte eine neue Probestabform entwickelt werden; zwischen dem Meßteil mit 40 mm Dmr. und 400 mm Länge und dem Einspanngewinde wurde ein 38 mm langer Uebergang mit 140 mm Halbmesser ausgedreht. Diese Stäbe, die geschliffen

<sup>1)</sup> Vgl. die zusammenfassenden Berichte von W. Oertel: Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 1395/1404 (Werkstoffaussch. 26) und von R. Walle: Chem. Fabrik 6 (1933) S. 207/11 u. 220/22.

<sup>2)</sup> Forsch.-Arb. Ing.-Wes. Nr. 364 (1934) 20 S.

wurden, wiesen im Gegensatz zu den Normalstäben den Bruch stets innerhalb der Meßlänge auf. Untersucht wurden Armco-Eisen, sieben unlegierte Stähle mit 0,08 bis 0,4% C und 0,35 bis 0,8% Mn, drei Nickelstähle mit rd. 0,12% C und 3 bis 5% Ni sowie ein Chrom-Nickel-Stahl mit 0,23% C, 0,71% Cr und 3,77% Ni.

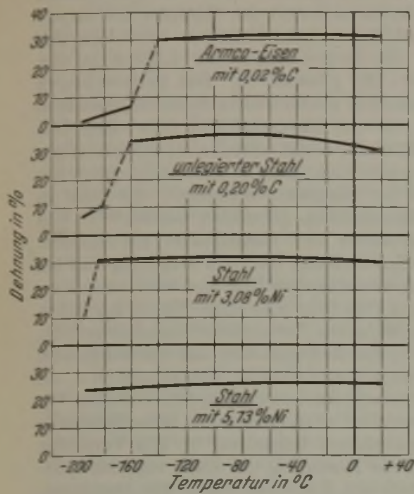


Abbildung 1. Temperatur-Dehnungs-Kurve verschiedener Stähle.

den werden. Bemerkenswert ist die Aenderung von Einschnürung und Dehnung mit sinkender Temperatur. Bei allen untersuchten Werkstoffen weisen diese Kurven eine Unstetigkeit auf, die je nach der Zusammensetzung in verschiedenen Temperaturgebieten auftritt. Unter 0° fallen die Kurven zunächst nur gering um rd. 10% des Wertes bei Raumtemperatur, sinken dann aber plötzlich von der „Hochlage“ auf eine „Tiefelage“ ab; hierbei beträgt die Verringerung rd. 80% und mehr der Normalwerte. Der schroffe Abfall der Einschnürung und Dehnung liegt je nach der Zusammensetzung des Stahles zwischen -140° und -185° (vgl. Abb. 1). Für Nickelstähle tritt der Uebergang erst bei tieferen Temperaturen auf, z. B. für den Stahl mit 3% Ni zwischen -183° und -195°; der Stahl mit 5% Ni zeigte selbst bei -195° noch keine Unstetigkeit. Ein Einfluß des Mangans, dessen Gehalt allerdings nur in engen Grenzen schwankte, konnte auch hier nicht gefunden werden.

Richard Walle.

## Der Stand der Steinkohlenveredelung.

(Fortsetzung von Seite 740.)

Der wichtigste Fortschritt bei der Benzolgewinnung auf den Kokereien besteht darin, daß man seit August 1931 die verlustbringende Raffination mit konzentrierter Schwefelsäure von 66° B $\ddot{e}$  verlassen und eine milde Wäsche eingeführt hat. Bei der früher angewandten scharfen Raffinationsweise wurden nämlich nicht nur die an sich schädlichen, zur Harzbildung neigenden und damit motorisch störenden Stoffe, sondern auch motorisch wertvolle ungesättigte Kohlenwasserstoffe zerstört. Man hat nun neuerdings ein Verfahren entwickelt, das es ermöglichte, wahlweise aus den Betriebsstoffen nur die schädlichen Harzbildner zu entfernen, dafür aber alle anderen wertvollen Kohlenwasserstoffe im Raffinat zu belassen. Dieses Verfahren besteht darin, den rohen Betriebsstoff zunächst mit verdünnter Schwefelsäure von z. B. 60° B $\ddot{e}$  zu waschen und anschließend mit Alkali in der Hitze zu behandeln. Im Zusammenhang hiermit mußte natürlich die alte Schwefelsäureprobe zur Begutachtung des Motorenbenzols verlassen und durch eine neue Probe (Harzbildnerprobe)<sup>82)</sup>, die über den Harzbildnergehalt Auskunft gibt, ersetzt werden. Ueber die zwischen der Schwefelsäure und den Inhaltsstoffen des Motorenbenzols eintretenden Reaktionen hat E. Moehrl eingehende Untersuchungen angestellt<sup>83)</sup>. Um die Aufarbeitung der bei der Benzolreinigung anfallenden ausgetriebenen Waschsäuren zu erleichtern, wird nach dem Ufer-Verfahren<sup>84)</sup> die Säure in Gegenwart des Benzols mit Wasser verdünnt, wobei die sich ausscheidenden Harze unmittelbar vom Benzol aufgenommen werden. Weiterhin hat man vorgeschlagen, die Reinigung von Motorenbenzol dadurch vorzunehmen, daß

man dasselbe gemäß dem Instill-Verfahren<sup>85)</sup> mit einer Mischung von Fullererde mit Ferrisulfat, die freie Schwefelsäure enthält, behandelt. Bei allen in Deutschland angewandten Reinigungsverfahren, ob diese nun mit Säuren, Adsorptions- und Polymerisationsmitteln, mit der Druckhydrierung od. dgl. arbeiten, kommt es stets darauf an, die Harzbildner als solche völlig zu entfernen oder umzuwandeln. Demgegenüber beläßt man im allgemeinen in England die harzbildenden Stoffe im Betriebsstoff und mischt diesen Inhibitoren<sup>86)</sup> bei, um durch sie den Harzbildnern das schädliche Polymerisationsvermögen zu nehmen. Die verschiedenen Raffinationsverfahren sind von R. Weller und E. Schramm<sup>87)</sup> vergleichend untersucht worden. Nach wie vor schenkt man der Entfernung des aktiven Schwefels<sup>88)</sup> besondere Beachtung. Die so wichtige Klopffestigkeit der Motorenbetriebsstoffe bildet Gegenstand von Arbeiten von F. Hofmann und Mitarbeitern<sup>89)</sup>, die sich mit den Beziehungen zwischen Aufbau und Klopffestigkeit der Kohlenwasserstoffe beschäftigen.

Aber nicht nur die bei Raumtemperatur flüssigen Kohlenwasserstoffe benützt man zum Antrieb von Motoren, sondern neuerdings auch im steigenden Maße gasförmige Kohlenwasserstoffe, wie Methan und besonders auch Propan und Butan, die, in Stahlflaschen verdichtet, zur Verwendung gelangen. Die Verwendung von Methan als Treibstoff ist besonders von der Concordia-Bergbau A.-G.<sup>90)</sup> untersucht und durchgeführt worden. J. Brocart<sup>91)</sup> berichtet über die Verwendungsmöglichkeit von Butan. In gleicher Weise hat man auch die schweren Kohlenwasserstoffe des Koksöfengases, die bei der Zerlegung des Gases nach Linde-Bronn, z. B. bei der Wasserstoffgewinnung auf den synthetischen Ammoniakwerken in reiner Form anfallen, mit Erfolg als Motorenbetriebsstoff unter dem Namen „Ruhrgasol“ auf den Markt gebracht. Hiernach hat sich der für die Motoren in Frage kommende Bereich an Kohlenwasserstoffen immer weiter ausgedehnt, so daß heute die gesamte Reihe der Kohlenwasserstoffe von den höchst siedenden bis herab zu den gasförmigen für den motorischen Antrieb in Frage kommt derart, daß die über 200° siedenden schweren Öle in den Dieselmotoren, und die unterhalb 200° siedenden bei Raumtemperatur flüssigen Betriebsstoffe in den Vergasermaschinen verarbeitet, und schließlich die gasförmigen Kohlenwasserstoffe unter Druck gleichfalls den Motoren zugeführt werden. Man ist sodann noch einen Schritt weitergegangen und hat auch wenig heizkräftige Gase zum Antrieb von Fahrzeugmotoren benutzt. Da man diese Gase mit geringem Heizwert naturgemäß auf Grund ihres geringen Wärmeinhalts nicht im fertigen Zustand wegen Raummangels mit sich führen kann, werden diese im Fahrzeuggaserzeuger unmittelbar aus Holz, Kohle oder Schmelzkoks erzeugt. Neuerdings wird über gute Ergebnisse mit diesen Fahrzeuggaserzeugern berichtet<sup>92)</sup>.

Die im Wege der Ferngasversorgung im Laufe der letzten Jahre abgegebenen und damit hochwertig verwendeten Gasmengen sind in dauerndem Steigen begriffen; hat doch allein die Ruhrgas A.-G. im Jahre 1933 über eine Milliarde m<sup>3</sup> Gas absetzen können. Die Bereitstellung und Versendung dieser gewaltigen Gasmengen in hochgereinigtem Zustand hat natürlich eine ganze Fülle neuer Aufgaben für die Gasreinigung, die Gasmessung, die Verlegung der Rohrleitungen, ihre Untersuchung und Ueberwachung gestellt. Vor allem war es wesentlich, für die Reinigung dieser erheblichen Gasmengen die erforderlichen Einrichtungen zu schaffen.

Zunächst kommt es hier auf eine zweckmäßige Reinigung von Schwefelwasserstoff an. Nach wie vor wird die Schwefelreinigung des Gases überwiegend auf trockenem Wege durchgeführt. Allerdings hat man es verstanden, die trockene Gasreinigung erheblich zu verbessern, und zwar sowohl von der betrieblichen Seite als auch von der Verfahrensseite her. Um die Masse in den Kasten hinreichend und besonders in einem einzigen Verfahrensgang mit Schwefel anzureichern, hat man mit Erfolg

<sup>85)</sup> W. Heckel: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffnungshütte-Konzern 1 (1931) S. 147/52; D. Brownlie: Gas Age Record 164 (1932) S. 159/60.

<sup>86)</sup> W. H. Hoffert und G. Claxton: Gas- u. Wasserfach 76 (1933) S. 704/10.

<sup>87)</sup> Brennstoff-Chem. 13 (1932) S. 445/47.

<sup>88)</sup> H. Kiemstedt: Petroleum 28 (1932) S. 1/8.

<sup>89)</sup> F. Hofmann, K. F. Lang und K. Berlin: Brennstoff-Chem. 13 (1932) S. 161/64; 14 (1933) S. 103/06.

<sup>90)</sup> W. Sexauer: Oel u. Kohle 1 (1933) S. 131/33; C. H. S. Tupholme: Ind. Engng. Chem., News Ed. 11 (1933) S. 193/94.

<sup>91)</sup> Ind. Engng. Chem. 20 (1933) S. 482/84.

<sup>92)</sup> K. Dehn: Brennstoff-Chem. 15 (1934) S. 35/36; R. Hartner-Seberich und K. Dehn: Brennstoff-Chem. 15 (1934) S. 204/11.

<sup>82)</sup> G. Haim: Brennstoff-Chem. 13 (1932) S. 128/30; vgl. ferner A. W. Schmidt: Oel u. Kohle 1 (1933) S. 63/66.

<sup>83)</sup> Brennstoff-Chem. 13 (1933) S. 6/9.

<sup>84)</sup> F. Rosendahl: Petroleum 27 (1934) S. 937/38. DRP. 489 753 (Alfred Ufer, Bochum).

das sogenannte Rückwärtsschalten der Kasten eingeführt, bei dem in einem bestimmten, z. B. dreitägigen Kreislauf der letzte Kasten der Reinigung an die erste Stelle wandert, weil er nach weitgehender Regeneration an letzter Stelle in erhöhtem Maße wieder befähigt ist, Schwefelwasserstoff zu binden. Um mit Sicherheit stets die zur Regeneration erforderliche Luft im Gase zu haben, andererseits aber einen unnötig hohen, besonders den Heizwert des Gases beeinträchtigenden Luftzusatz zu vermeiden, bedient man sich geeigneter Sauerstoffscheiber, um über elektrische Geber das Luftgebläse selbsttätig zu beeinflussen und somit trotz schwankenden Gasdurchsatzes und veränderlichen Sauerstoffgehaltes im Rohgase stets die gewünschte Sauerstoffmenge dem Gase zuzumischen<sup>93</sup>). Der Beschaffenheit der Gasreinigungsmasse schenkte man in bezug auf ihre Schwefelaufnahmefähigkeit und ihre Aktivität erhöhte Beachtung<sup>94</sup>). Im englischen und amerikanischen Schrifttum der letzten Jahre finden sich zahlreiche und wertvolle Arbeiten, die die für gute Massen kennzeichnenden Eigenschaften festlegen und zeigen, welche Bedingungen im Betriebe eingehalten werden müssen, um besonders die Aktivität der Gasreinigungsmassen aufrechtzuerhalten. Um eine nachteilige Versauerung der Massen zu verhindern, hat sich die Zumischung von Kalk als zweckmäßig erwiesen<sup>95</sup>). Während bisher der Gasschwefel nicht in reiner Form, sondern lediglich in verdünntem Zustand in den ausgetrahteten Massen auf den Markt gebracht wurde, ist man neuerdings dazu übergegangen, den Gasschwefel den Massen auf extraktivem Wege zu entziehen und ihn nach einem von der I. G. Farben-Industrie ausgearbeiteten Raffinationsverfahren zu reinigen und in reiner Form abzusetzen. Eine solche Extraktionsanlage betreibt die Ruhrgas A.-G. auf ihrer Anlage in Horst Emscher<sup>96</sup>) und gewinnt dort zur Zeit jährlich etwa 7000 t Schwefel. Weitere 2000 t Schwefel je Jahr liefert die Masse-Extraktionsanlage der Thyssenschen Gas- und Wasserwerke in Hamborn. Mithin ist im Gasschwefel der Koksofengase eine neue Quelle erschlossen worden, um einen bisher aus dem Ausland eingeführten Rohstoff zu einem wesentlichen Teil aus den einheimischen Kohlen zu gewinnen. Von Bedeutung war weiterhin die Feststellung, daß die von Schwefel befreite, ausgetrahtete Gasreinigungsmasse zu erneuter Gasreinigung befähigt ist, besonders nach einer in zweckmäßiger Weise vorgenommenen Aktivierung<sup>97</sup>). Es sind auch Vorschläge ausgearbeitet worden, um verfahrensgemäß die trockene Reinigung zu vervollkommen. Diese Vorschläge zielen darauf hin, die trockene Gasreinigung anstatt der bisher nur zulässigen geringen Geschwindigkeit von 5 bis 7 mm/s mit höheren Gasgeschwindigkeiten betreiben zu können, wodurch die Leistung der trockenen Reinigung erheblich gesteigert und ihre Kosten durch Senkung des Kapitaldienstes erniedrigt werden. Dieses Ziel wird durch die kalt-warme Gasreinigung<sup>98</sup>) erreicht, bei der der erste Kasten bei den üblichen Temperaturen betrieben, die restlichen Kasten aber auf einer Temperatur von etwa 40 bis 50° gehalten werden; hierdurch wird erreicht, daß die Regeneration beschleunigt und der hohen Geschwindigkeit der Schwefelbindung angeglichen wird. Weitere Vorschläge gehen dahin, die Reinigung des Gases unter Druck auf dem Druckstand des Fernnetzes durchzuführen<sup>99</sup>). Ferner ist es gelungen, die Gasreinigungsmasse zu brikkettieren; nach dem Verfahren der Gastechnik (Raffloer)<sup>100</sup>) werden Türme mit der brikkettierten Masse gefüllt, welche bei hohen Gasgeschwindigkeiten bis zu 100 mm/s den Schwefel bindet; nach Beladung der Massekugeln mit Schwefel wird der betreffende Turm auf Luft umgeschaltet und regeneriert. Auch für nicht brikkettierte Masse hat bereits früher Lenze die Turmreiniger eingeführt, die den Kastenreinigungen gleicher Leistung gegenüber besonders einen erheblich geringeren Platzbedarf haben<sup>101</sup>). Ueber die Ergebnisse

der mit einer Extraktionsanlage vereinigten Turmreinigeranlage der Thyssenschen Gas- und Wasserwerke in Hamborn berichtet A. Rettenmaier<sup>102</sup>).

Aber auch nasse Verfahren zur Schwefelreinigung von Kohlendestillationsgasen sind erfolgreich weiterentwickelt worden. Besonders ist hier das Thyloxverfahren der Koppers Co. zu erwähnen, das den Schwefel als Schwefelarsen aus dem Gas herausnimmt und nach der Regeneration der Lösung in den Oxydeuren als reinen Schwefel gewinnt<sup>103</sup>). Das Petitverfahren stellt eine Abart des bekannten Seabordverfahrens dar, indem es den Schwefelwasserstoff und die Blausäure aus dem rohen Gas mit einer Lösung von Kaliumkarbonat absorbiert; die gesättigte Lösung wird darauf mit reiner Kohlensäure unter Austreiben des Schwefelwasserstoffs und der Blausäure behandelt, die dann in einem Kasten mit Reinigungsmasse gebunden werden<sup>104</sup>). Das nasse Entschwefelungsverfahren der Gesellschaft für Kohlentechnik hat eine weitere Entwicklung dadurch erfahren, daß bei der Abscheidung des Schwefelwasserstoffes aus dem ammoniakalischen Rohgas oder im Oxydeur schweflige Säure zugeführt wird, so daß bei der Regeneration Ammoniumthiosulfat anfällt. Dieses kann dann unschwer durch Zersetzung mit Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure usw. in Sulfat, Mischdünger u. a. bei gleichzeitigem Anfall von reinem Schwefel übergeführt werden<sup>105</sup>). Auf den Hamburger Gaswerken wird eine nasse Schwefelwäsche nach Fischer mit Ferrizyankalium betrieben<sup>106</sup>). Ein Vorschlag von Girdler geht dahin, die Reinigung der Gase von Schwefelwasserstoff und Kohlensäure mit Triäthanolamin durchzuführen, das diese Gase in der Kälte bindet und es bei höheren Temperaturen leicht wieder abgibt<sup>107</sup>).

Für eine erfolgreiche Durchführung der Ferngasversorgung war die Entfernung des Naphthalins aus den Kohlendestillationsgasen eine wichtige Voraussetzung, um die gefährlichen Verengungen und Verstopfungen der Rohrleitungen durch Naphthalinabscheidungen von vornherein auszuschließen. Eine wirkungsvolle Naphthalinreinigung der Ferngase gelang nach dem von A. Pott entwickelten Druckreinigungsverfahren<sup>108</sup>). Bei diesem Verfahren wird das von den Verdichtern kommende und durch die Verdichtungswärme erhitze Gas durch eine Tauchstufe geleitet, in der sich ein geeignetes Lösungsmittel, wie z. B. Tetralin, befindet; hierbei belädt sich das warme Gas mit Tetralindämpfen, die in der darauffolgenden Kühlstufe niedergeschlagen werden und hierbei das Naphthalin aus dem Gase auswachen. Da geringe restliche Mengen an Tetralin im Gas bleiben, sind auch kleine nicht ausgewaschene Naphthalinreste unschädlich gemacht, da sie sich im Falle von Abkühlungen in der Rohrleitung stets zusammen mit dem Tetralin abscheiden und flüssig anfallen. Bei den Gaswerken begegnet man bekanntlich der Gefahr fester Naphthalinabscheidung in den Leitungen dadurch, daß nach dem Verfahren der Cheminova<sup>109</sup>) so große Tetralinmengen dem Gase beigegeben werden, daß sich Tetralin zusammen mit dem Naphthalin abscheidet. Die durch das Naphthalin gegebenen Schwierigkeiten werden nach dem Verfahren von F. Lenze<sup>110</sup>) dadurch überwunden, daß das Gas vor der Entlassung in das Netz einer Tiefkühlung unter Abscheidung aller verflüssigbaren Anteile unterworfen wird. Auch die Auswaschung des Naphthalins mit hochsiedenden, naphthalinfreien Oelen, wie z. B. Anthracenölen, wird manchenorts angewandt. Aktive Kohle eignet sich bekanntlich neben der Benzolgewinnung auch zur Entfernung des Naphthalins, wobei allerdings zu prüfen bleibt, wieweit die Haltbarkeit und Wirksamkeit der aktiven Kohle unter den jeweils gegebenen Bedingungen sichergestellt ist.

Neuerdings treten zuweilen in den Leitungen und vor allem in den Reglern harzartige Abscheidungen auf, die aus den in den Gasen vorhandenen Harzbildnern entstehen, wobei der Stick-

<sup>93</sup>) H. Broche und H. Thomas: Brennstoff-Chem. 14 (1933) S. 393/94.

<sup>94</sup>) Mainz und Mühlendyck: Brennstoff-Chem. 14 (1933) S. 50/54.

<sup>95</sup>) A. Pott, H. Broche und H. Thomas: Glückauf 70 (1934) S. 101/06.

<sup>96</sup>) K. Traenckner: Techn. Blätter Dtsch. Bergw.-Ztg. 22 (1932) S. 286/88.

<sup>97</sup>) H. Broche, H. Nedelmann und H. Thomas: Brennstoff-Chem. 13 (1932) S. 201/09; engl. Patent 371 117 (Gewerkschaft Mathias Stinnes); Rettenmaier: Gas- u. Wasserfach 75 (1932) S. 541/48.

<sup>98</sup>) A. Pott, H. Broche und H. Thomas: Glückauf 69 (1933) S. 1153/59; ferner Glückauf 70 (1934) S. 101/06.

<sup>99</sup>) DRP. 565 948 (A. Pott).

<sup>100</sup>) Franz. Patent 753 127 (Gastechnik G. m. b. H.); vgl. ferner A. Thau: Gas- u. Wasserfach 77 (1934) S. 33/35.

<sup>101</sup>) F. Lenze und A. Borchardt: Gas- u. Wasserfach 74 (1931) S. 445/49.

<sup>102</sup>) Glückauf 70 (1934) S. 228/32.

<sup>103</sup>) E. Koch: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1301/04.

<sup>104</sup>) M. Petit: Chim. et Ind. 25 (1931) S. 325/28; G. Lorenzen: Kohlen u. Mineralöle 2 (1929) S. 41/56; W. Ter-Nedden: Brennstoff-Chem. 11 (1930) S. 67/68.

<sup>105</sup>) W. Glund, W. Klempt und F. R. Brodkorb: Ber. Ges. f. Kohletechn. 3 (1931) S. 466/92.

<sup>106</sup>) H. Müller: Gas- u. Wasserfach 74 (1931) S. 653/57.

<sup>107</sup>) H. K. Kronacher: Wass. u. Gas 22 (1932) S. 357/59; R. R. Bottoms: Proc. Amer. Gas Assoc. (1931) S. 1071/82; C. W. Garrison: Proc. Amer. Gas Assoc. (1931) S. 1056/58.

<sup>108</sup>) DRP. 565 948 (A. Pott); 584 048 und Zusatzpatente (Gewerkschaft Mathias Stinnes).

<sup>109</sup>) Vgl. G. Weißenberger: Kohlen u. Mineralöle 3 (1930) S. 39/59.

<sup>110</sup>) Gas- u. Wasserfach 74 (1931) S. 1169/72; 75 (1932) S. 541/48.

oxyd-Gehalt der Gase eine gewisse begünstigende und beschleunigende Rolle spielt<sup>111</sup>). Die Beseitigung des Auftretens von Harzen ist deshalb schwierig, weil sie erst im Zuge der Leitungen entstehen und nicht wie z. B. die Teernebel<sup>110</sup>), zuvor abgeschieden werden können<sup>112</sup>).

Die Verwertung des Koksofengases besteht vornehmlich in seiner Verwendung als hochwertiger und edler Brennstoff; die außerordentlichen Vorteile, die der gasförmige Brennstoff im Hinblick auf Sauberkeit und stete Betriebsbereitschaft, auf Ersparnis an Brennstoff und Beherrschung der Wärmeleitung sowie Verbesserung der Güte jeglicher Erzeugnisse mit sich bringt, sind Wegbereiter für die steigende Nachfrage nach Ferngas. Nach wie vor ist sodann das Koksofengas für die synthetisches Ammoniak erzeugende Industrie an der Ruhr, über die zusammenfassend im letzten Uebersichtsbericht<sup>113</sup>) Ausführungen gemacht wurden, der Ausgangsstoff für den als Rohstoff grundlegend benötigten Wasserstoff. Die Bedeutung des Methans und der Olefine des Koksofengases als Motortreibstoffe wurde bereits oben erwähnt. Auch für eine kommende Kohlehydrierung wird das Koksofengas, besonders nach zweimaliger Behandlung mit Wasserdampf, den erforderlichen Wasserstoff liefern.

Wegen der geringen Erlöse, die heute für die Ammoniak-salze erzielt werden, kann man die Ammoniakgewinnung auf den Kokereien als Gasreinigungsverfahren betrachten. Wie bei der Herstellung von synthetischen Ammoniaksalzen geht auch das Bemühen der Ammoniakfabriken auf den Kokereien dahin, eine nicht nur säurefreie und weiße, sondern auch grobkörnige Ware zu erzeugen. Man kann dies dadurch erreichen, daß man in den Sättigern eine bestimmte geregelte Bewegung, z. B. durch mechanische Rührer, Luft- oder Gaseinblasen, erzeugt, welche die kleinen Kristalle immer wieder in die Salzbildungszone zum Weiterwachsen fördert. W. Klempt<sup>114</sup>) hat gefunden, daß der Eisengehalt der Sättigerlauge, sobald er eine bestimmte Konzentration überschreitet, die Bildung kleiner Kristalle stark begünstigt; nach dem von ihm entwickelten Verfahren wird daher ein Teil der Sättigerlauge absatzweise oder fortlaufend vom Eisen befreit und auf diese Weise die Bildung grober Kristalle in einer stets eisenarmen Sättigerlauge gefördert.

Nachdem die letzte Schwelanlage mit Drehtrommel Ende 1929 zum Erliegen kam, hat man bisher die Steinkohlenschwelerei im praktischen Betrieb noch nicht wieder aufgenommen. Versuchsweise hat man aber an einigen Stellen in Koksöfen bei niedrigeren Temperaturen Feinkohlen verkocht. Neuerdings denkt man wieder an die Steinkohlenschwelerei, um einen höheren Anfall an Teeren und Leichtölen zu erlangen. Man wird sich allerdings hüten müssen, die Schwelerei wie unter den Nachkriegsverhältnissen allein um der höheren Oelausbeute willen zu betreiben. Unter allen Umständen ist der anfallende Schwelkoks als Haupterzeugnis der Träger des Verfahrens. Mit Recht legen daher die neuerdings entwickelten Schwelverfahren das Hauptgewicht auf die Herstellung eines hochwertigen Schwelkokes, der zunächst beim Schwelen in der Ruhe erzeugt werden kann. So arbeitet das von Koppers entwickelte Carboluxverfahren<sup>115</sup>) dergestalt, daß man, gegebenenfalls unter Mischung der Feinkohle mit in Drehtrommeln vorbehandelter Kohle, einen Mitteltemperaturkoks zwischen 680 bis 750° in Koksöfen herstellt. Auch das Verfahren von F. Puening<sup>116</sup>) arbeitet in Kammern, die aber aus Stahl gefertigt sind und eine geringe Kammerbreite von nur 100 mm aufweisen, in denen die Kohle bei niedrigen Schweltemperaturen abgeschwelt wird. Das Coaliteverfahren<sup>117</sup>) wird in England erfolgreich betrieben, da ja dort der für die Kaminfeuerungen benötigte, rauchlose und reaktionsfähige Schwelkoks erheblich höhere Preise als die Feinkohlen erzielt, aus denen der Schwelkoks gewonnen wird.

Alle diejenigen Steinkohlen, die kein Back- und Schmelzvermögen haben, können nur auf dem Wege der Brikettierung in die stückige Form übergeführt werden. Die bisher noch wenig

erforschte Brikettierung ist im Laufe der letzten Jahre Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten gewesen. Für diese Arbeiten sind Abhandlungen von A. Spilker und G. Born<sup>118</sup>) grundlegend; denn hier wurde nachgewiesen, daß nicht nur die Güte des Pechs, sondern vor allem auch die Körnung der Kohle von ausschlaggebender Bedeutung für die Beschaffenheit des hergestellten Briketts ist. Mit der Eignung von Steinkohlenteerpech als Bindemittel für die Brikettierung beschäftigen sich verschiedene Arbeiten<sup>119</sup>) und kommen zu dem Ergebnis, daß keineswegs in allen Fällen, in denen schlechte Briketts anfallen, das Pech Schuld an diesem mangelhaften Ergebnis ist; denn es konnte nachgewiesen werden, daß häufig sogenannte schlechte Pechsorten ein ausgezeichnetes Bindevermögen haben. In diesen Fällen ist offenbar die Kohle für das unbefriedigende Ergebnis verantwortlich zu machen. Hier ist vor allem, wie oben ausgeführt, die Körnung der Brikettierkohle zu berücksichtigen. Aber auch der Gehalt an Faserkohle<sup>120</sup>) hat einen deutlichen Einfluß auf die Brikettierung. Genau so wie bei der Kokerei ist offenbar auch für die Brikettierung neben der Güte des Peches die Einstellung der Feinkohle auf beste Werte von erheblichem und bisher noch nicht genügend berücksichtigtem Einfluß. Um auch das Weichpech mit seinem besonders hohen Bindevermögen für die Brikettierung benutzen zu können, ist von K. Fohr und E. Kleinschmidt<sup>121</sup>) ein besonderes Verfahren entwickelt worden, bei dem das geschmolzene Weichpech in die Feinkohle eingestäubt wird. Auch mit der bindemittellosen Brikettierung, die naturgemäß nur an Kohlen und Kohlemischungen, die über eigenes Backvermögen verfügen, angewandt werden kann, beschäftigen sich neuere Arbeiten. Es sind hier besonders die Versuche von E. Daub zu nennen, der die Kohle verpreßt, nachdem sie zuvor bis nahe an die Erweichungstemperatur erhitzt worden ist. Schließlich sei die früher bereits beschriebene Presse von H. Apfelbeck<sup>122</sup>) erwähnt, mit der man durch Verpressung in einer Ringpresse Feinkohlen bei gewöhnlicher Temperatur zu festen Stücken formen kann, und der man neuerdings wieder erhöhte Beachtung schenkt.

Das jüngste Gebiet der Steinkohlenveredelung, das heute besondere Beachtung findet, ist die Steinkohlenhydrierung. Es ist im Laufe der letzten Jahre der I. G. Farbenindustrie gelungen, das alte Bergiusverfahren durch Benutzung der verschiedensten und genau auf einander abgestimmten Kontakte sowie unter Einhaltung ganz bestimmter Reaktionsbedingungen neu zu formen und die Umwandlung fester Brennstoffe, nicht nur der Braunkohle, sondern auch der Steinkohle in Benzin und Oele erfolgreich durchzuführen. Aufschlußreiche Arbeiten über das I.-G.-Verfahren der Kohlehydrierung sind von C. Krauch und H. Pier<sup>123</sup>), ferner von Pier<sup>124</sup>) und von C. Bosch<sup>125</sup>) veröffentlicht worden. Das Verfahren arbeitet in zwei Stufen derart, daß in der ersten Stufe, der Kohlephase, die mit Oel angemischte und zweckentsprechend vorbereitete sowie mit Kontaktstufen versetzte Kohle bei Temperaturen von etwa 460° unter Wasserstoffdruck von 200 at in einem Maß von 90 % und mehr in ein Gemisch von Schwerölen, Mittelölen und Benzin sowie gasförmigen Kohlenwasserstoffen abgebaut wird. Nach Abtrennung des Rückstandes und Aufdestillation der Oele wird das Benzin in der Raffination unmittelbar gereinigt, das Schweröl geht zum Anreiben neuer Kohlemengen in den Kreislauf zurück, während das Mittelöl der Gasphase zugeführt und hier in Benzin umgewandelt wird. Man hat es verstanden, die Reaktionsbedingungen in der Kohlephase so einzustellen, daß es möglich ist, mit geringsten Kontaktmengen von einigen 1/100 % auf Kohle bezogen auszukommen, so daß diese Katalysatoren verworfen werden können. Für die Gasphase hat man andere hochaktive Kontakte entwickelt, die bereits bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen von 400 bis 420° die Umwandlung der Mittelöle in Benzin unter weitgehender Zurück-

<sup>118</sup>) Brennstoff-Chem. 11 (1930) S. 307/18.

<sup>119</sup>) G. Born: Glückauf 68 (1932) S. 688/92; H. Broche und H. Nedelmann: Glückauf 69 (1933) S. 233/40 u. 257/67; F. Prockat und F. Städter: Glückauf 68 (1932) S. 62/67; W. Demann: Brennstoff-Chem. 14 (1933) S. 124/23.

<sup>120</sup>) K. Lehmann und E. Hoffmann: Glückauf 67 (1931) S. 794/98.

<sup>121</sup>) DRP. 263 158 u. 289 069; vgl. ferner A. Ufer: Kohle u. Erz 1934, S. 84.

<sup>122</sup>) A. Thau: Glückauf 65 (1929) S. 1605/06; J. Holick: Glückauf 70 (1934) S. 385/93.

<sup>123</sup>) Angew. Chem. 44 (1931) S. 953/58.

<sup>124</sup>) Chem.-Ztg. 56 (1932) S. 2/3; Brennstoff- u. Wärme-wirtsch. 15 (1933) S. 170/74; Umschau 37 (1933) S. 733/37; Chem.-Ztg. 58 (1934) S. 14/15; Oel u. Kohle 1 (1933) S. 47/53 u. 104.

<sup>125</sup>) Petroleum 29 (1933) S. 1/18; Chem. Fabrik 7 (1934) S. 1/10.

<sup>111</sup>) K. Bunte: Gas- u. Wasserfach 77 (1934) S. 81/86.

<sup>112</sup>) Avery und Taylor: Tar Fogs, (Manchester: Sherrat and Hughes 1933).

<sup>113</sup>) F. Müller: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1001/05.

<sup>114</sup>) Ber. Ges. f. Kohletechn. 3 (1931) S. 371/84; 4 (1933) S. 191/202.

<sup>115</sup>) Gas Journal 204 (1933) S. 267. — Dtsch. Bergw.-Ztg. vom 9. März 1934.

<sup>116</sup>) Gas Wld. 98 (1933) S. 7/9; vgl. ferner Vortrag von F. Puening, Frühjahrstagung d. Deutschen Ges. f. Mineralölforschung, April 1934 in Berlin (Dtsch. Bergw.-Ztg. vom 28. April 1934).

<sup>117</sup>) Oel u. Kohle 2 (1934) S. 122/23; vgl. ferner Vortrag von H. Schröder, Frühjahrstagung d. Deutschen Ges. f. Mineralölforschung, April 1934 in Berlin (Dtsch. Bergw.-Ztg. vom 28. April 1934).

drängung der Gasbildung durchführen. Aus Steinkohlen hat man Benzinausbeuten bis zu 65 %, auf Reinkohle bezogen, erreicht. Während noch vor einigen Jahren großtechnisch mit Erfolg nur Oele und Teere benzinisiert werden konnten, haben es die vorstehend angedeuteten neueren Fortschritte ermöglicht, daß nunmehr großtechnisch seit geraumer Zeit auch feste Brennstoffe in Benzin umgewandelt werden können. So werden in den Leunawerken bereits große Teile der dortigen Benzinerzeugung unmittelbar aus Braunkohle gewonnen. Die bisher mit Steinkohle durchgeführten Versuche zeigen, daß der technischen Durchführbarkeit der Steinkohlenhydrierung nichts im Wege steht. Bekanntlich wird in England von der Imperial Chemical Industries (I. C. I.) zur Zeit eine Großanlage zur Hydrierung von Steinkohle errichtet. Die aus Steinkohlen gewonnenen Benzine zeichnen sich genau so wie die aus den Kokereiteerölen auf dem Wege der Hydrierung erhaltenen Benzine durch eine besonders gute Klopffestigkeit aus, so daß in diesen Fällen keine besondere Stufe zur Aromatisierung der Erzeugnisse angewandt zu werden braucht.

Auch das Verfahren zur Benzinherstellung nach F. Fischer und H. Tropsch konnte in den letzten Jahren mit Erfolg weiterentwickelt werden, wie eine große Fülle von Arbeiten des Mülheimer Kohlenforschungs-Instituts zeigen. So berichten F. Fischer, O. Roelen und W. Feihst über den nunmehr erreichten Stand der Benzinsynthese<sup>126)</sup>. Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit der Eignung verschiedenster Katalysatoren für die Benzinsynthese<sup>127)</sup>. Ueber die motorische Eignung der Benzine und vor allem auch der hochsiedenden Oele in Dieselmotoren berichten R. Hartner-Seberich und H. Koch<sup>128)</sup>.

So vermittelt der Ueberblick über den heutigen Stand und die neueste Entwicklung von Forschung und Technik der Steinkohlenveredelung ein vielgestaltiges Bild rogger Tätigkeit auf allen Gebieten, angefangen mit der Aufbereitung der Kohle unter Berücksichtigung besonderer Gesichtspunkte hinüber bis zur Herstellung hochwertiger, fester Brennstoffe aus den Feinkohlen durch Verkokung, Brikkettierung und Schwelung. Zur höchstmöglichen Auswertung der flüssigen Nebenerzeugnisse dienen die milde Benzolreinigung und die Erschließung von Wegen zur Verwendung von Teerölen in Dieselmotoren. Größte Beweglichkeit in der Herstellung hochwertiger Gase bei der Verkokung ist heute sichergestellt und in der Druckvergasung mit sauerstoffreicherer Luft kann ein bemerkenswerter Vorschlag zur völligen Umwandlung fester Brennstoffe in hochwertige Gase gesehen werden. Schließlich ist die Umwandlung von Kohlen in Benzin heute für die Braunkohle Wirklichkeit geworden und für die Steinkohle in nächste Nähe gerückt. Alle diese Ergebnisse und Bestrebungen aber dienen dazu, den inneren Wert der uns von der Natur in den Kohlen gegebenen Bodenschätze zu steigern.

Hans Broche.

### Die Kruppschen Forschungsanstalten 25 Jahre im neuen Hause.

In dem obigen Bericht<sup>1)</sup> muß in Zeile 9 die Jahreszahl 1862 statt 1882 heißen. Ferner muß es in Zeile 4 von unten heißen „Kruppschen Werke“ statt chemischen Werke.

### Zentralverband der Preußischen Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine.

Der Zentralverband der Preußischen Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine kann am 12. Oktober 1934 auf ein fünfzig-jähriges Bestehen zurückblicken. Aus diesem Grunde erläßt er u. a. ein Preisausschreiben für alle deutschen Ingenieure zur Bearbeitung der nachstehenden beiden Fragen:

1. Die Weiter- und Wiederverwendung „alter“ Kessel, vornehmlich unter Berücksichtigung des sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Standpunktes und der Arbeitsbeschaffung.
2. Welche wesentlichen Einflüsse haben in der Nachkriegszeit die ständige Abnahme der Kesselzahl bewirkt?

Der vollständige Wortlaut des Preisausschreibens ist im Anzeigenteil dieses Heftes veröffentlicht. Es ist anzunehmen, daß die Bearbeitung dieser technisch-wirtschaftlich bedeutsamen Angelegenheiten starke Beachtung und reiche Beteiligung finden wird.

Bei dieser Gelegenheit sei schon jetzt bemerkt, daß der Zentralverband am 12. Oktober eine Gedenkfeier und am 13. Oktober eine Vortragstagung abhalten wird, die der Schweißtechnik und dem Kraftfahrwesen gewidmet sein soll.

<sup>126)</sup> Brennstoff-Chem. 13 (1932) S. 461/68.

<sup>127)</sup> F. Fischer und K. Meyer: Brennstoff-Chem. 12 (1931) S. 225/32; F. Fischer und H. Koch: Brennstoff-Chem. 13 (1932) S. 61/68.

<sup>128)</sup> Brennstoff-Chem. 13 (1932) S. 308/10.

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 740/41.

## Aus Fachvereinen.

### American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

[143. Hauptversammlung am 19. bis 22. Februar 1934 in New York.]

W. J. Reagan, Oakmont, Pa., berichtete über

#### Einige Vorteile des steigenden Gusses.

Nach allgemeinen Bemerkungen über die Bedeutung der Kokillen auf die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung wird auf einen Bericht von L. H. Nelson verwiesen, in dem Angaben gemacht sind über eine zwölfseitige, gewellte Kokillenform, die für Blöcke von 200 bis 760 mm Dmr. mit gewissen Abweichungen verwendet wird. Die Kokilllänge beträgt in allen Fällen 2200 mm, das Verhältnis:

$$\frac{\text{Kokillengewicht}}{\text{Blockgewicht}} = \frac{1,75}{4,0}$$

Das Kokillengewicht hatte einen deutlichen Einfluß auf die Lebensdauer der Kokille; bei gegebener Analyse des Kokillenwerkstoffes steigt die Kokillenhaltbarkeit bemerkenswert mit steigendem Kokillengewicht. Beispielsweise stieg bei einer 525-mm-Blockkokille

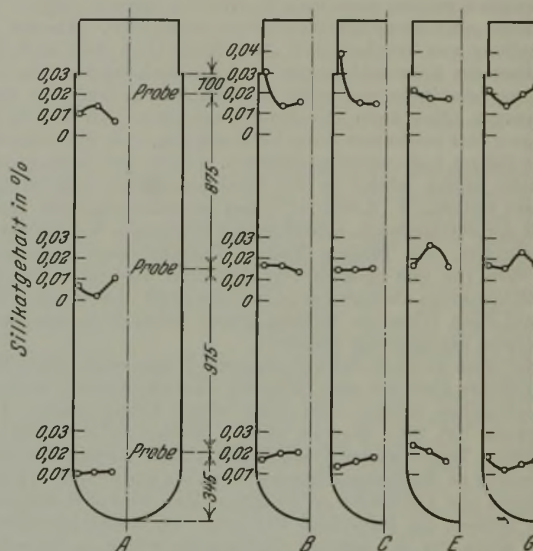


Abbildung 1. Silikat-Seigerungen in steigend gegossenen Blöcken.

durch Vergrößerung des Kokillengewichtes von 5,4 t auf 7,2 t, d. h. um 33 %, die Kokillenhaltbarkeit um 40 %. Kokillen, die unmittelbar aus dem Hochofen gegossen wurden, sollen nach Beobachtungen von Reagan eine längere Lebensdauer haben als solche aus dem Kupolofen. Dieser Befund steht im Widerspruch zu früheren amerikanischen Angaben, deckt sich aber mit den Erfahrungen einer österreichischen Kokillengießerei.

Weiter wird berichtet, daß auf einem amerikanischen Stahlwerk jetzt mit bestem Erfolge Blöcke von 0,45 bis 22 t im steigenden Guß hergestellt werden. Im Jahre 1927 waren 15 000 t Kruppsche Schienen eingeführt worden, die sämtlich aus dem basischen Ofen stammten und steigend gegossen waren. In dem Abnahmebericht einer bekannten Abnahmefirma wird hervorgehoben, daß bei der Prüfung dieser 15 000 t nicht eine lunkerige Schiene gefunden wurde. Als weiterer Vorteil des steigenden Gusses wird die Verlängerung der Lebensdauer der Kokillen hervorgehoben. Eine 525-mm-Kokille sollte nach Ansicht des Verfassers Haltbarkeiten von 150 Güssen und darüber erreichen.

Zur Ermittlung ihres Gehaltes an nichtmetallischen Einschlüssen wurden aus einer Anzahl von Blöcken, getrennt nach Kopf, Mitte und Fuß und in drei verschiedenen Tiefen, Proben entnommen und nach dem Dickenson-Verfahren untersucht, wobei vorausgesetzt wird, daß für die Art der untersuchten Stähle richtige Werte für den Kieselsäuregehalt gefunden werden. Dabei wurden folgende Durchschnittswerte an nichtmetallischen Einschlüssen gefunden: 0,018, 0,021, 0,017, 0,019, 0,014 % und nach einer besonderen Art der Desoxydation, auf die jedoch nicht näher eingegangen wird, nur 0,009 %. Die Einschlüsse bestanden aus 80,3 % FeO, 13,6 % SiO<sub>2</sub>, nur 4,6 % MnO und 2,25 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, was auf eine stark oxydierende, manganarme Schlacke hindeutet. Im folgenden seien die hauptsächlichsten Ergebnisse an einigen kennzeichnenden Blockquerschnitten wiedergegeben. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, stehen die Befunde an den Blöcken E und G in einem gewissen Widerspruch zu den früheren



Feststellungen von Dickenson<sup>1)</sup> und den Erfahrungen an Schmiedestücken, bei denen im Blockfuß die meisten Einschlüsse gefunden wurden.

In dem gleichen Bericht geht Reagan auch auf die bedeutende Frage der

**Ueberwachung des Eisenoxydulgehaltes der basischen Schlacke**

ein. Aus früheren Arbeiten ging hervor, daß der Eisengehalt der Schlacke am stärksten durch den Kieselsäuregehalt beeinflusst wird<sup>2)</sup>, und daß bei abnehmendem Eisenoxydulgehalt der Kieselsäuregehalt steigt. Damals wurde festgestellt, daß bei vermehrter Verwendung von Kokillenbruch der Kieselsäuregehalt der Schlacke zu- und der Eisenoxydulgehalt abnahm.

Großen Einfluß zeigt ferner der Siliziumgehalt des Einsatzes auf die Höhe des Kohlenstoffgehaltes, mit dem die Schmelze einläuft (Abb. 2). Offensichtlich ist dieser Einfluß größer als der des Gesamt-Kohlenstoffgehaltes des Einsatzes selbst; der Kohlenstoffgehalt im Einsatz schwankte bei den ausgewerteten Schmelzen von 2,2 bis

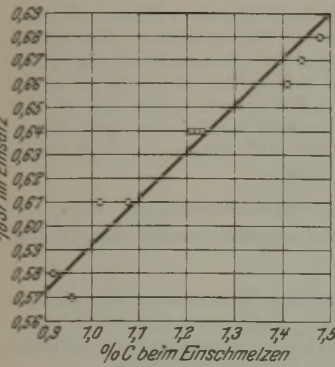


Abbildung 2. Einfluß des Siliziumgehaltes im Einsatz auf den Kohlenstoffgehalt beim Einlaufen.

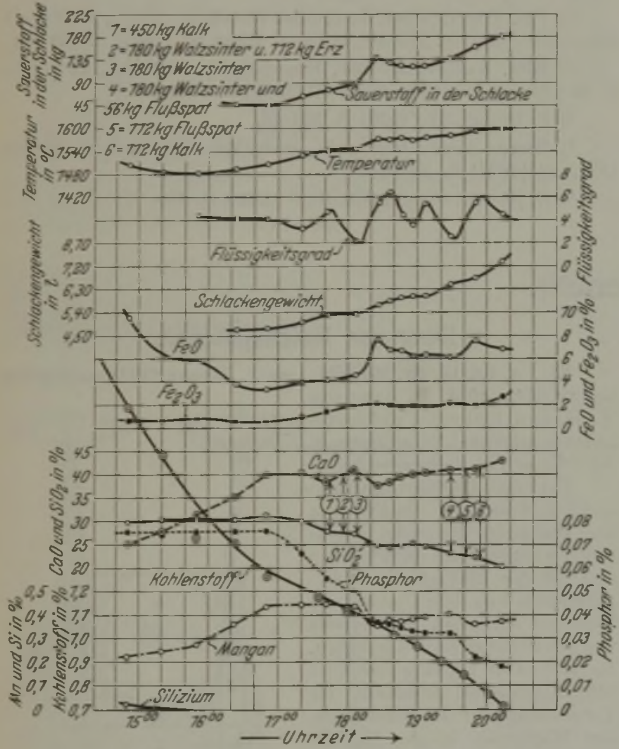


Abbildung 3. Schmelzungsverlauf bei Ueberwachung des Eisenoxydulgehaltes.

Einsatzgewicht: rd. 82 t (48 % Roheisen, 52 % Schrott).  
 Mittlere Analyse des Einsatzes:  
 2,43 % C; 0,68 % Si; 1,18 % Mn; 0,10 % P; 0,026 % S.  
 Beginn des Einsetzens: 9<sup>25</sup> h; Endruschläge 20<sup>14</sup> h: 680 kg Spiegeleisen;  
 Ende des Einsetzens: 12<sup>00</sup> h; 112 kg Flußspat;  
 Abstich: 20<sup>56</sup> h; 20<sup>30</sup> h: 45 kg Flußspat;  
 20<sup>40</sup> h: 360 kg Ferromangan.  
 Zusatz in die Pfanne: 544 kg 50prozentiges Ferrosilizium.  
 Endanalyse des Stahles:  
 0,76 % C; 0,28 % Si; 0,68 % Mn; 0,022 % P; 0,021 % S.

2,34 %, also um 0,14 % C. während der Siliziumgehalte des Einsatzes bei 0,57 bis 0,68 % lagen; dem stehen beim Einlaufen Kohlenstoffgehalte von 0,94 bis 1,48 % gegenüber.

Durch Beobachtung des Siliziumgehaltes des Einsatzes und Verwendung von möglichst wenig Kalk ist es möglich, eine nahezu

<sup>1)</sup> J. Iron Steel Inst. 113 (1926) S. 117; vgl. Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 1227/31.

<sup>2)</sup> W. J. Reagan; Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 100 (1932) S. 141/53; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 785.

vollständige Entfernung des Eisenoxyduls während des Einschmelzens zu erreichen. Vor dem Erzen wird Kalk gegeben, um den gewünschten Basizitätsgrad der Schlacke zu erzielen und den Angriff der zu stark kieselsäurehaltigen Schlacke auf die Zustellung zu vermeiden. Durch Erz wird dann der Eisenoxydulgehalt der Schlacke auf die Höhe gebracht, die zur Erzielung eines gewünschten Endphosphorgehaltes des Stahles erwünscht ist; dabei hat die Erfahrung gezeigt, daß der Phosphorgehalt des Stahles um so höher liegt, je niedriger der Eisenoxydulgehalt der Schlacke ist.

Eine Schmelzung, bei der der Verlauf des Eisenoxydulgehaltes während der Schmelzdauer dauernd beobachtet wurde, ist in Abb. 3 wiedergegeben; der Verlauf des Eisenoxydulgehaltes kann bis zum Einschmelzen darin als kennzeichnend für eine große Zahl von Schmelzungen angesehen werden. Wegen des zu hohen

Phosphorgehaltes mußte etwa 2 h vor dem Abstich, um 6.06 Uhr, nochmals geerzt werden; der Eisenoxydulgehalt stieg dadurch auf 7 %, während der Phosphorgehalt auf die vorgeschriebene Höhe von etwa 0,025 % absank. Die Viskosität

der Schlacke — wie aus der Angabe in cm wohl zu schließen, mit dem Plan-Viskosimeter bestimmt — und ihre Veränderung während der ganzen Schmelzdauer ist ebenfalls aus Abb. 3 zu ersehen. Eine Erzzugabe wirkt sich deutlich in einer Abnahme der Viskosität aus. Diese Beobachtung des Flüssigkeitsgrades ist bei der Ueberwachung des Eisenoxydulgehaltes der Schlacke wichtig.

Kurz zusammengefaßt erfolgt also die Regelung des Eisenoxydulgehaltes der Schlacke auf folgende Weise. Der Kieselsäuregehalt der Schlacke ist hochzuhalten durch einen hohen Siliziumgehalt des Einsatzes und durch kleinstmögliche Kalkzugabe; man erhält dadurch einen sehr niedrigen Eisenoxydulgehalt beim Einschmelzen und kann diesen dann durch Zugabe von Erz oder Walzsinter beliebig erhöhen. Die sehr dünnen, kieselsäurereichen und kalkarmen Schlacken lösen zu Beginn der Schmelze noch sehr wenig Kalk und verhindern damit die Aufnahme von Eisenoxydul; da ein höherer Kalkgehalt eine größere Eisenoxydulaufnahme zuläßt, bewirken derartige dickflüssigere Schlacken eine höhere Eisenoxydulaufnahme. Wichtig ist noch bei der Ueberwachung des Eisenoxydulgehaltes, das Mittel von Schlackenproben aus mindestens drei Türen und verschiedenen Tiefen zu nehmen, um von etwaigen Zufälligkeiten bei der Probenahme unabhängig zu sein. Welche Bedeutung einem höheren

oder niedrigen Eisenoxydulgehalt der Schlacke zukommt, sei im nachfolgenden erläutert. Abb. 4 zeigt den Einfluß auf die Höhe des im Bade vor der Desoxydation zurückbleibenden Mangangehaltes. Für eine gegebene Basizität der Schlacke und einen bestimmten Mangangehalt im Einsatz ist der im Stahlbade verbleibende Mangangehalt abhängig vom Eisenoxydulgehalt der Schlacke und von der Badtemperatur; je höher diese letzte ist, um so höher ist auch der Mangangehalt im Stahl. Bei den drei in Abb. 4 gezeigten Schmelzungen waren Mangangehalt im Einsatz und die Badtemperatur annähernd gleich; die Unterschiede in der Höhe des im Bade verbleibenden Mangangehaltes sind

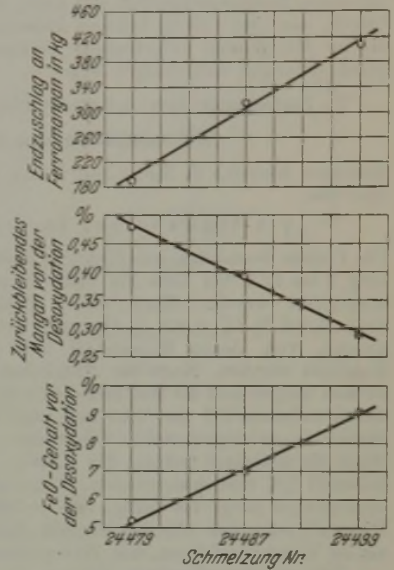


Abbildung 4. Einfluß des Eisenoxydulgehaltes auf den zurückbleibenden Mangangehalt im Bade.

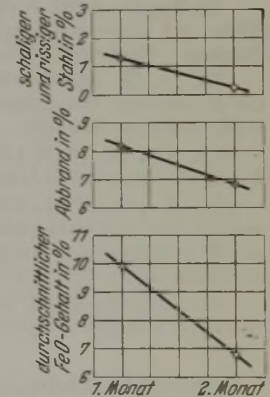


Abbildung 5. Einfluß des Eisenoxydulgehaltes auf Abbrand und Ausschluß.

jedoch beträchtlich. Bei der Schmelzung mit einem Eisenoxydulgehalt von 5,25 % beträgt der Mangengehalt des Bades vor der Desoxydation ungefähr 0,48 %, bei der Schmelzung mit 9,1 % FeO in der Schlacke hingegen nur 0,29 %. Dementsprechend groß sind auch die Unterschiede in der Menge der erforderlichen Endzuschläge an Ferromangan zur Desoxydation.

Abb. 5 zeigt den Einfluß des Eisenoxydulgehaltes auf den Abbrand und den Ausschuß. Bei einem durchschnittlichen Eisenoxydulgehalt von 9,9 % betrug der Abbrand 8,2 %, während bei einem Eisenoxydulgehalt von 6,8 % der Abbrand nur 6,85 % betrug, das sind 1,35 % höheres Ausbringen; dazu kommt noch die in Abb. 5 oben aufgetragene Verringerung des Ausschusses durch schaligen und rissigen Stahl. *Arno Ristow.*

In Fortsetzung ihrer Arbeiten<sup>1)</sup> über

#### Widmannstättensches Gefüge

berichten Robert F. Mehl und Dana W. Smith, Pittsburgh, über die

#### $\gamma$ - $\alpha$ -Umwandlung im reinen Eisen.

Die Proben bestanden aus Elektrolyteisen, das vor der Behandlung 3 bis 12 h bei 1300 bis 1350° in strömendem Wasserstoff ausgeglüht wurde. Nach dieser Behandlung hatte es nur noch 0,004 % C, 0,003 % O<sub>2</sub> und geringe sonstige Beimengungen, von denen Wasserstoff und Stickstoff leider nicht bestimmt wurden. Nach der Glühbehandlung wurden die etwa 16 mm langen und 10 mm breiten Probenplättchen mit verschiedenen zwischen 2,5 und 0,25 mm liegenden Dicken unter einer Wasserbrause abgeschreckt. Durch diese rasche Abkühlung entstand ein nadeliges Gefüge, das F. Wever und N. Engel<sup>2)</sup> erst bei 0,037 % C erreichen konnten. Unter gewöhnlichen Abschreckbedingungen pflegt das Gefüge erst bei etwa 0,2 % C aufzutreten. Hiernach wäre das Abschrecken mit einer Brause noch schärfer als im Wasserstoffstrom, den Wever verwendete.

Die so abgeschreckten Proben wurden röntgenographisch untersucht und festgestellt, daß die von G. Kurdjumow und G. Sachs<sup>3)</sup> für die Martensitbildung gefundene Umwandlungskinetik auch für reines Eisen gilt.

Zu den weiteren Untersuchungen über das Widmannstättensche Gefüge zogen Robert F. Mehl, Charles S. Barrett und H. S. Jerabek, Minneapolis,

#### Eisen-Stickstoff- und Eisen-Phosphor-Legierungen

heran. Die Ausscheidungen aus einer übersättigten Lösung erfolgen in der Mehrzahl der Fälle orientiert, wie R. F. Mehl<sup>4)</sup> in einer Reihe von Arbeiten festgestellt hat. Das trifft auch zu auf die Ausscheidungen von Fe<sub>3</sub>N und Fe<sub>3</sub>P, die aber in verschiedener Hinsicht bemerkenswert sind.

Fe<sub>3</sub>N hat nach G. Hägg<sup>5)</sup> das Gitter des  $\gamma$ -Eisens mit einem in der Oktaedermitte eingelagerten Stickstoffatom. Man könnte also vermuten, daß hier die gleiche Orientierungsbeziehung besteht wie zwischen  $\beta$ - und  $\alpha$ -Messing bei der Ausscheidung des  $\alpha$ - aus dem  $\beta$ -Messing, da die Gitter fast die gleichen sind. Das ist aber nicht der Fall. Die Fe<sub>3</sub>N-Platten sind parallel einer (210)-Fläche des Ferritgitters. Ferner ist eine (112)-Fläche des Fe<sub>3</sub>N-Gitters parallel der (210)-Fläche des Ferrits.

Bei Fe<sub>3</sub>P ist der Orientierungszusammenhang noch verwickelter. Die Fe<sub>3</sub>P-Platten sind ungefähr parallel den {12 1 4}-Flächen des Ferritgitters.

Während zwischen polymorphen Kristallarten also einfache Orientierungszusammenhänge die Regel sind, sind außer diesen beiden noch beim Zementit verwickelte Zusammenhänge gefunden worden, für die eine theoretische Deutung noch fehlt.

*Erich Scheil.*

<sup>1)</sup> Vgl. Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Iron Steel Div., 105 (1933) S. 245/58; Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1283/84.

<sup>2)</sup> Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 12 (1930) S. 93/114; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1308/11.

<sup>3)</sup> Z. Physik 64 (1930) S. 325/43.

<sup>4)</sup> Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engr., Inst. Metals Div., 93 (1931) S. 78/161.

<sup>5)</sup> Z. physik. Chem., Abt. B, 8 (1930) S. 455.

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 28 vom 12. Juli 1934.)

Kl. 7 a, Gr. 12, H 127 828. Einrichtung zum Messen des Verformungsgrades des Walzgutes beim Walzen. Hoesch-KölnNeuessen A.-G. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Dortmund.

Kl. 7 a, Gr. 24/02, S 105 697. Elektrorolle mit eingebautem Motor und Uebersetzungsgetriebe, insbesondere für Walzwerksrollgänge. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 7 f, Gr. 10, W 89 473; Zus. z. Pat. 581 215. Verfahren zur Herstellung von Schienenschwellen für Weichen. Wilhelm Wall, Duisburg-Wanheim.

Kl. 10 a, Gr. 13, K 128 908. Koksofensohle. Fried. Krupp A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen a. Ndrh.

Kl. 49 c, Gr. 12/01, B 162 000; Zus. z. Pat. 600 027. Kreismesserschere zum Schneiden von geraden Kanten sowie Stemmen und Schweißkanten an langen Blechen. Berlin-Erfurter Maschinenfabrik Henry Pels & Co., A.-G., Erfurt.

Kl. 49 c, Gr. 13/02, Sch 101 442. Rotierende Schere für laufendes Walzgut. Schloemann A.-G., Düsseldorf.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 28 vom 12. Juli 1934.)

Kl. 18 c, Nr. 1 305 906. Vorrichtung zum Anwärmen von Flächen, die gehärtet werden sollen. Johannes Köhler, Köln.

Kl. 18 c, Nr. 1 305 973. Einrichtung zum Glühen, insbesondere zum Blankglühen von Metallen. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 24 e, Nr. 1 305 804. Gaserzeuger mit feuerfestem Schachtende. Humboldt-Deutzmotoren A.-G., Köln-Deutz.

Kl. 34 c, Nr. 1 306 187. Einguß zum Gießen von fugenlosen Rohren. Firma Wilhelm Woecel, Leipzig C 1.

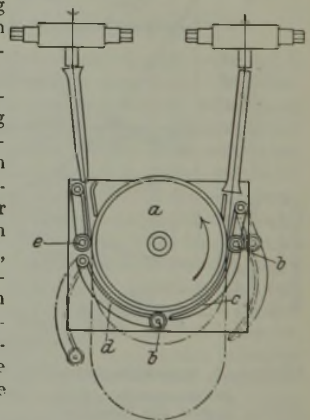
<sup>1)</sup> Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einspracherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 7 a, Gr. 13, Nr. 594 626, vom 7. Januar 1933; ausgegeben

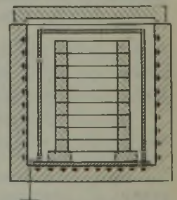
am 19. März 1934. J. Banning A.-G. und Robert Feldmann in Hamm (Westf.). *Umführungsvorrichtung für Walzenstrahlen.*

Um die Umführungstrommel a sind mehrere zur Führung des Walzgutes dienende Druckrollen b angeordnet; diese können sich bei der Bildung der Walzgutschleife von dem Umfang der Trommel entfernen und werden von Schwenkhebeln c, d getragen, die sich dem Umfang der Umführungstrommel anpassen. Im Tangentialpunkt des ankommenden Walzgutes ist der Umführungstrommel eine zusätzliche ortsfest gelagerte Druckrolle e zugeordnet.



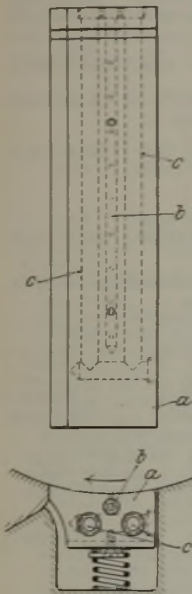
Kl. 18 c, Gr. 8<sub>00</sub>, Nr. 594 972, vom 24. September 1932; ausgegeben am 24. März 1934. Siemens-Schuckertwerke A.-G. in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Dipl.-Ing. Ludwig Weiß in Berlin-Steglitz.) *Verfahren und Einrichtung zum Blankglühen.*

Das Glühgut wird von dem Glühkopf oder der Glühhaube elektrisch isoliert, indem entweder der Glühbehälter oder das Glühgut erdet wird. Die statischen Ladungen, die sich innerhalb des das Glühgut umschließenden Glühbehälters während des Glühvorganges ausbilden können, werden durch eine Einwirkung auf die im Innern des Glühbehälters vorhandenen elektrischen Potentialunterschiede in solcher Weise beeinflusst, daß die Schwebeteilchen im Gasraum des Glühbehälters nicht oder nur in unwesentlicher Menge zur Oberfläche des Glühgutes hin befördert werden.



**Kl. 40 a, Gr. 46<sub>10</sub>, Nr. 595 015**, vom 9. September 1926; ausgegeben am 26. März 1934. The Rhodesia Broken Hill Development Company, Limited, in London und Broken Hill, Nord Rhodesien. *Verfahren zur Gewinnung von hochwertigen Vanadiumprodukten aus unreinen eisenhaltigen Vanadinlösungen.*

Aus den beim Auslaugen vanadinhaltiger Erze mit Schwefelsäure oder anderen Stoffen erhaltenen Sulfatlösungen, aus denen Vanadin durch Basen unmittelbar ausfällbar ist, wird das anwesende fünfwertige Vanadin mit einer Ferroverbindung zu vierwertigem reduziert, dann die Verunreinigungen durch Fällen mit basischen Stoffen entfernt und der Niederschlag abgetrennt; schließlich wird das Vanadin entweder zu fünfwertigem oxydiert oder zu dreiwertigem reduziert und dann ausgefällt.



**Kl. 47 e, Gr. 8, Nr. 595 017**, vom 16. August 1931; ausgegeben am 26. März 1934. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G. in Magdeburg-Buckau. (Erfinder: Erwin Alfred Spenlé in Essen.) *Schmiervorrichtung, besonders für Lager von Walzenzapfen.*

In der in die Lagerfläche eingebetteten und sich an den zu schmierenden Zapfen anlegenden Schmierleiste a sind in der Nähe der Schmierkanäle b zu diesen gleichlaufende Kühlkanäle c vorgesehen zum Kühlen und Steifhalten des Schmiermittels unmittelbar vor seinem Eintritt in die Verteileröffnungen.

**Kl. 40 a, Gr. 2<sub>30</sub>, Nr. 595 102**, vom 3. Dezember 1930; ausgegeben am 29. März 1934. Vereinigte Stahlwerke A.-G. in Düsseldorf. (Erfinder: Dipl.-Ing. Eugen Hinderer in Duisburg-Hamborn.) *Vorrichtung zum Trocknen und Sintern von staubförmigem oder feinkörnigem Gut.*

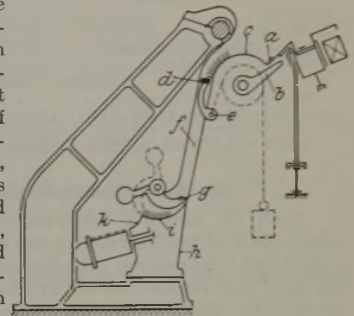


Das Gut, z. B. Erze oder Gichtstaub, wird auf eine aus nebeneinanderliegenden einzelnen Kanälen bestehende Vorrichtung aufgebracht, die sich über die gesamte von

dem zu sinternden Gut bedeckte Fläche verteilt. Den Kanälen sind regelbare Druckfeuerungen für Gas und Luft vorgeschaltet, deren Feuergase durch die Kanäle strömen und in das Gut treten.

**Kl. 7 a, Gr. 26<sub>01</sub>, Nr. 595 122**, vom 23. Mai 1934; ausgegeben am 29. März 1934. Robert Holdinghausen in Geisweid b. Siegen i. W. *Vorrichtung für Walzwerke zum Abkühlen von streifenförmigem Walzgut.*

Der mit einer Aushebevorrichtung irgendeiner Bauart aus dem Zulaufrollgang herausgehobene Stab a wird von den Hebeln b über eine bogenförmige Ebene c auf die Stapelplatten d befördert, die auf den Stapelhaken e ruhen. Die aufeinandergestapelten Walzstäbe gleiten an einer senkrechten oder nahezu senkrechten Wand mit Hilfe einer Gegenführung f und den als Widerlager dienenden Stapelhaken e herab, die sich der Zunahme des Walzgutstapels entsprechend so weit abwärts bewegen, bis daß die Stapelplatten d von den Hebeln g übernommen werden. Dem weiteren Anstapeln entsprechend verschwinden die Hebel e selbsttätig, indem sie von der Wand h nach innen gezogen werden. Der Stapel wird nun über eine bogenförmige Wand i weitergeführt, wobei sich die Stäbe fächerförmig stellen und dem Zutritt eines Kühlmittels möglichst viel Oberfläche bieten. Sodann rutschen sowohl die Stapelplatten d als auch die Stäbe einzeln oder auch in Gruppen über die Wand k auf einen Abfuhrrollgang.



**Kl. 49 h, Gr. 35<sub>02</sub>, Nr. 595 217**, vom 21. Oktober 1932; ausgegeben am 4. April 1934. Bernhard Seibert in Saarbrücken. *Herstellung von Leichtprofilen für Stahlbauten, besonders den Stahlskelettbau.*

Die einzelnen Teile, aus denen das Werkstück, z. B. T-Eisen, Doppel-T-Eisen usw., bestehen soll, werden bis zur Weißglut erhitzt, mit ihrem einen Ende zusammen in eine entsprechend geformte Ziehlehre eingeführt und durch sie hindurchgezogen, wobei durch die Reibung innerhalb der Lehre gleichfalls eine weitere Temperaturerhöhung bis zur Schweißwärme eintritt und die Schweißung an den Berührungsstellen der Teile zustande kommt. Zur Unterstützung der Schweißung wird verdichtete Luft eingeführt, wobei das Schweißgut gereinigt wird.

### Statistisches.

Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im Juni 1934<sup>1)</sup>. — In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirke	Rohblöcke					Stahlguß			Insgesamt		
	Thomasstahl	Bessemerstahl	basische Siemens-Martin-Stahl	saurer Siemens-Martin-Stahl	Tiegel- und Elektro-stahl	Schweißstahl-(Schweiß-eisen-)	basischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	Juni 1934	Mai 1934
Juni 1934: 26 Arbeitstage, Mai 1934: 23 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen . . . .	290 134		456 422	9 381	14 417		11 162	4 907	883	787 306	790 920
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen . . . . .	—		28 281	—	—		258	567	—	29 021	24 891
Schlesien . . . . .	—		—	—	979		2 475	—	—	123 848	116 972
Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland . . . . .			85 758	—	—		780	672	1 507	36 469	32 335
Land Sachsen . . . . .	52 343		34 256	—	—		830	917	—	26 567	24 369
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz . . . . .			6 282	—	—		—	—	—	—	—
Insgesamt: Juni 1934 . . . .	342 477	—	610 999	9 381	15 396	—	15 505	7 063	2 390	1 003 211	—
davon geschätzt . . . . .	—	—	—	—	575	—	—	1 170	35	1 780	—
Insgesamt: Mai 1934 . . . .	365 237	—	578 641	10 127	12 365	—	13 192	7 617	2 308	—	989 487
davon geschätzt . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung										38 585	43 021
Januar bis Juni <sup>2)</sup> 1934: 149 Arbeitstage, 1933: 149 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen . . . .	1 729 502		2 457 738	54 438	69 323		55 354	29 334	5 704	4 401 393	2 758 837
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen . . . . .	—		151 273	—	—		1 311	3 399	—	155 887	117 616
Schlesien . . . . .	—		—	—	7 401		13 753	—	—	662 625	364 617
Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland . . . . .			466 783	—	—		3 171	4 309	8 056	183 735	112 807
Land Sachsen . . . . .	273 807		171 583	—	—		4 190	5 697	—	139 401	80 572
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz . . . . .			26 915	—	—		—	—	—	—	—
Insgesamt: Januar/Juni 1934 . . . .	2 003 309	—	3 274 292	54 438	76 724	—	77 779	42 739	13 760	5 543 041	—
davon geschätzt . . . . .	—	—	—	—	575	—	—	1 170	35	1 780	—
Insgesamt: Januar/Juni 1933 . . . .	1 135 512	—	2 129 883	31 563	49 919	—	57 044	22 540	7 988	—	3 434 449
davon geschätzt . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung										37 202	23 050

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. — <sup>2)</sup> Unter Berücksichtigung der Berichtigungen für Januar bis Mai 1934 einschließlich.



Ausfuhrüberschuß nahm durch Einschränkung der Einfuhr und Förderung der Ausfuhr um 35 700 t oder 36 % gegenüber 1932 zu. Diese Erhöhung entspricht ungefähr der Steigerung der Flußstahlerzeugung. Der Inlandsverbrauch hat danach gegenüber 1932 noch keine Zunahme erfahren. Die geringe Ausnutzung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Werke hatte zur Folge, daß auch im Jahre 1933 die meisten der Unternehmungen der Eisenindustrie ohne Ertragnis arbeiteten. Einzelne Werke haben das Geschäftsjahr sogar mit Verlust abgeschlossen. In den ausländischen Bindungen der Eisenindustrie trat im Jahre 1933 keine Veränderung ein.

**Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im April 1934<sup>1)</sup>.**

	März 1934 <sup>2)</sup>	April 1934
	1000 t zu 1000 kg	
<b>Flußstahl:</b>		
Schmiedestücke . . . . .	19,3	17,6
Kesselbleche . . . . .	8,9	7,3
Grobbleche, 3,2 mm und darüber . . . . .	83,1	75,9
Feinbleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt . . . . .	50,6	41,5
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche . . . . .	60,2	62,2
Verzinkte Bleche . . . . .	31,8	24,2
Schienen von 24,8 kg je lfd. m und darüber . . . . .	38,9	38,7
Schienen unter 24,8 kg je lfd. m . . . . .	3,5	3,4
Rillenschienen für Straßenbahnen . . . . .	1,5	2,2
Schwellen und Laschen . . . . .	2,8	2,1
Formeisen, Träger, Stabeisen usw. . . . .	190,7	164,2
Walzdraht . . . . .	45,1	35,4
Bandeisen und Röhrenstreifen, warmgewalzt . . . . .	41,4	29,4
Blankgewalzte Stahlstiefen . . . . .	9,3	7,8
Federstahl . . . . .	7,3	5,6
<b>Schweißstahl:</b>		
Stabeisen, Formeisen usw. . . . .	12,6	10,3
Bandeisen und Streifen für Röhren . . . . .	2,9	2,5
Grob- und Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl . . . . .	0,1	0,1

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen der British Iron and Steel Federation. — <sup>2)</sup> Teilweise berichtigte Zahlen.

**Die Leistungsfähigkeit der Vereinigten Staaten auf dem Gebiete der Roheisen- und Stahlerzeugung.**

Nach den Ermittlungen des „American Iron and Steel Institute“ stellte sich die jährliche Leistungsfähigkeit der Vereinigten Staaten in bezug auf die Roheisen- und Stahlerzeugung wie folgt<sup>1)</sup>:

	31. Dez. 1933 t zu 1000 kg	31. Dez. 1932 t zu 1000 kg	Zu- oder Abnahme gegenüber 1932	
			t	%
<b>Roheisen und Eisenlegierungen:</b>				
Roheisen . . . . .	51 126 808	50 448 033	+ 678 775	+ 1,34
Eisenlegierungen . . . . .	801 014	815 239	— 14 225	— 0,04
<b>Zusammen</b>	<b>51 927 822</b>	<b>51 263 272</b>	<b>+ 664 550</b>	<b>+ 1,30</b>
<b>Stahlblöcke:</b>				
Basische Siemens-Martin-Saure Siemens-Martin-Bessemer . . . . .	60 576 477	59 546 886	+ 1 029 591	+ 1,7
Elektro- . . . . .	976 677	896 103	+ 80 575	+ 9,0
Tiegel- . . . . .	8 021 320	8 021 320	—	—
Zusammen	70 500 875	69 290 363	+ 1 210 512	+ 1,7
<b>Stahlguß . . . . .</b>	<b>1 994 561</b>	<b>2 024 131</b>	<b>— 29 570</b>	<b>— 1,4</b>

Die jährliche Leistungsfähigkeit in den letzten zehn Jahren stellte sich wie folgt:

Jahr	Roheisen und Eisenlegierungen t	Stahlblöcke t	Stahlguß t
1924	54 289 650	59 373 435	2 741 559
1925	51 968 796	56 737 538	1 999 994
1926	53 250 490	58 927 158	2 065 605
1927	51 340 868	60 386 738	2 061 803
1928	52 053 635	62 747 617	2 057 322
1929	52 483 187	64 076 627	2 131 563
1930	53 502 433	67 967 450	2 116 414
1931	52 568 018	69 391 739	2 073 803
1932	51 263 272	69 290 363	2 024 131
1933	51 927 822	70 500 875	1 994 561

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 52 (1933) S. 747.

**Großbritanniens Roheisen- und Stahlerzeugung im Juni 1934.**

1934	Roheisen 1000 t zu 1000 kg					Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen	Roßblöcke und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg				Herstellung an Schweißstahl 1000 t	
	Hämatit	basisches	Gießerei-	Puddel-	zusammen einschl. sonstiges		Siemens-Martin-		sonstiges	zusammen		darunter Stahlguß
							sauer	basisch				
Januar . . . . .	105,8	234,4	91,1	8,7	448,4	85	138,1	544,1	40,2	722,4	13,3	17,5
Februar . . . . .	98,3	220,4	90,1	5,6	421,0	90	146,7	535,8	36,3	718,8	13,8	16,2
März . . . . .	129,1	257,4	107,3	7,1	511,7	95	165,0	643,8	39,0	847,8	15,8	19,1 <sup>1)</sup>
April . . . . .	133,6	247,1	99,8	9,9	504,2	98	147,1	545,2	36,0	728,3	14,3	14,4
Mai . . . . .	135,4	268,6	106,4	9,1	536,3	101	156,8	595,9	39,8	792,5	16,1	.
Juni . . . . .	137,7	249,7	114,2	10,1	524,0	101				769,6		

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

**Wirtschaftliche Rundschau.**

**Zur Lage der amerikanischen Eisen- und Stahlindustrie.**

Das Wettbewerbsgesetz der amerikanischen Eisen- und Stahlindustrie war in den letzten Monaten Gegenstand einiger ziemlich heftiger Angriffe. Zunächst erschien ein ungünstiger Bericht der Federal Trade Commission, deren Untersuchung über die Wirkung des Gesetzes vom Senat veranlaßt worden war. Obwohl dieser Ausschuß die verwickelten Zusammenhänge im amerikanischen Stahlgeschäft nicht genau übersah, hatte sein Bericht einige Gesetzesänderungen auf Anordnung des Präsidenten Roosevelt zur Folge. Ein weiterer Angriff kam von einem Untersuchungsausschuß der Verbraucher unter Führung des bekannten Rechtsgelehrten Clarence Darrow, dessen Kritik aber eine solche Unkenntnis der Verhältnisse in der Stahlindustrie offenbarte, daß sofort eine scharfe Entgegnung von General Hugh Johnson, dem Betreuer des Industriebelebungs-gesetzes, erfolgte. Während die Eisen- und Stahlindustrie die Angriffe von diesen Seiten mit ziemlicher Gelassenheit aufnahm, wurde sie ernstlicher beunruhigt durch das unerwartete Vorgehen eines ihrer hervorragendsten Mitglieder, der National Steel Corporation, der sechstgrößten Stahlgesellschaft in den Vereinigten Staaten, die Ende Juni starke Preiserhebungen von 1 bis 4 \$ je t ankündigte. Um den Sinn dieses Vorgehens richtig zu verstehen, muß man sich kurz die Preisentwicklung während des zweiten Vierteljahres vergegenwärtigen. Nach dem Wettbewerbsgesetz werden alle Preise mit dem American Iron and Steel Institute vereinbart und treten zehn Tage nach der Vereinbarung in Kraft. Anfang April wurden Preiserhebungen von 2 bis 8 \$ je t auf verschiedene Erzeugnisse vorgenommen, vorausgesetzt, daß alle Gesellschaften diesen Erhebungen zustimmten. Während die höheren Preise amtlich vor Ende April in Kraft traten, hatten sie keinen sonderlichen Einfluß

auf den Versand im zweiten Vierteljahr, da sich alle Käufer noch zu den früheren Preisen eindecken konnten. Die neuen Preise wären jedoch vom 1. Juli an voll in Wirkung getreten, wenn nicht die National Steel Corporation, offensichtlich ohne die andern Stahlwerke zu unterrichten, Preissenkungen, wie oben berichtet, angemeldet hätte.

Die Kraftwagenindustrie hatte zweifellos auf die Preissenkungen starken Einfluß. Vor einigen Monaten hatten die führenden Kraftwagenwerke ihre Preise erhöht mit dem Ergebnis, daß ihre Verkäufe stark zurückgingen. Daraufhin schwenkten sie um und stellten ihre alten Preise wieder her. Sie übten aber jetzt einen Druck auf die Stahlwerke aus, auch ihrerseits die Preise herabzusetzen. Die National Steel Corporation, die viel an die Kraftwagenindustrie liefert, war in dieser Angelegenheit führend. Warmgewalzte Stabeisen, das um 1,75 bis 1,90 \$ je 100 pounds, Frachtgrundlage Pittsburgh, angezogen hatte, wurde um 2 \$ je t oder auf 1,80 \$ je 100 pounds, Frachtgrundlage Pittsburgh, herabgesetzt. Die Preise für warmgewalzte gegläute Bleche, die um 8 \$ je t oder von 2,25 auf 2,65 \$ je 100 pounds, Frachtgrundlage Pittsburgh, erhöht worden waren, wurden um 4 \$ je t ermäßigt. Bei anderen Blechsorten gingen die Preise um 1 bis 4 \$ je t zurück. Die Preise für warmgewalzte Röhrenstreifen, die um 5 \$ angezogen hatten, sanken wieder um 3 \$. Kaltgewalzte Röhrenstreifen gingen nach einer Erhöhung um 8 \$ um 4 \$ zurück. Die Erhöhung der Preise für legiertes Stabeisen um 2 \$ je t wurde gänzlich rückgängig gemacht. Bei Halbzeug, dessen Preis im April um 3 \$ heraufgesetzt worden war, fand eine Senkung um 2 \$ statt.

Wie bereits betont, rief das Vorgehen der National Steel Corporation bei den übrigen Gesellschaften große Bestürzung

hervor, da man gehofft hatte, die entstandenen Verluste möglicherweise im dritten Vierteljahr durch die höheren Preise auszugleichen. Aber nicht allein die Stahlwerke sind ungehalten, sondern auch die meisten Verbraucher und Händler, von denen sich manche im zweiten Vierteljahr reichlich eingedeckt hatten in der Erwartung, daß sie aus ihren Vorräten im dritten Vierteljahr Nutzen ziehen würden. Da das Stahlgesetz bestimmt, daß der gesamte Versand auf vierteljährliche Verträge am letzten Tage des Vierteljahres beendet sein muß, brachte die stürmische Nachfrage nach Walzzeug zur Lieferung bis zum 30. Juni den Werken merklich höhere Beschäftigung. Trotz der Erledigung der für das zweite Vierteljahr abgeschlossenen Verträge hatten die Werke keine Lieferrückstände.

Daher ging die Erzeugung an Stahlblöcken von ungefähr 60 % um die Junimitte auf etwa 20 % in der ersten Juliwoche zurück. Eine geringe Besserung wird im Juli und August erwartet, aber es ist klar, daß die Erzeugung im dritten Vierteljahr beträchtlich unter der des zweiten Vierteljahres liegen und sich mehr auf den Stand des schlechteren ersten Vierteljahres bewegen wird. An Stahlblöcken wurden im ersten und zweiten Vierteljahr 1934 gegenüber den gleichen Zeitabschnitten des Vorjahres folgende Mengen erzeugt:

	1934 t	1933 t
Erstes Vierteljahr . . . . .	7 025 328	3 035 928
Zweites Vierteljahr . . . . .	9 414 455	5 980 450
Erstes Halbjahr . . . . .	16 439 783	9 016 378

Demnach war die Erzeugung im ersten Halbjahr 1934 fast doppelt so groß als in der gleichen Zeit des Vorjahres. Die Rohisenerzeugung betrug im ersten Halbjahr das Dreifache der im ersten Halbjahr 1933 erzeugten Mengen.

Die meisten der führenden Werke werden für das zweite Vierteljahr Gewinne ausweisen; diese werden zwar in einigen Fällen vielleicht nicht groß sein, werden aber eine Gewinnaufteilung auf die Vorzugsaktien gestatten, wenn auch nicht auf die Stammaktien. Die United States Steel Co., die Bethlehem Steel

Co., die Republic Iron & Steel Co. und andere Stahlwerke zahlen keinen Gewinn auf die Stammaktien und nur zum Teil auf die Vorzugsaktien.

Im allgemeinen arbeitete das Gesetz zur Zufriedenheit der gesamten Stahlindustrie. Regierungskreise, Volkswirte und einige andere außenstehende Beobachter werden wahrscheinlich das Vorgehen der National Steel Corporation als einen Beweis dafür ansehen, daß der Geist des freien Wettbewerbs noch in der Industrie vorherrscht, aber die Industrie selbst ist zu der Ansicht gekommen, daß ein Geist tatsächlicher Zusammenarbeit den zügellosen Wettbewerb der letzten Jahre überwunden hat zum Nutzen der ganzen Industrie. Manches ist durch diese Zusammenarbeit erreicht worden. Die Preisherabsetzungen hatten aufgehört. Gleichförmige Wiederverkaufspreise für Erzeugnisse, die wie Röhren in großem Umfang an Händler gingen, waren festgesetzt worden, und manches zweifelhafte Geschäftsgebaren war beseitigt worden. Mit den in aller Öffentlichkeit bekanntgegebenen Preisen waren die Stahlwerke in die Lage versetzt, den ganzen Nachdruck beim Verkauf auf Güte, Dienst am Kunden und freundschaftliche Beziehungen zu legen. Zeit und Kraft, die früher auf Preisverhandlungen verschwendet wurden, konnten jetzt gespart werden. Alles in allem waren die Ergebnisse außerordentlich zufriedenstellend. Die Kunden führten kaum noch Klagen, und die Verkaufsgesellschaften der Stahlwerke brauchten nicht lediglich mit Preisen zu arbeiten, um Aufträge zu erhalten.

In weniger denn einem Jahr — genau im Juni 1935 — geht das Industriebelebungs-gesetz zu Ende und mit ihm das Wettbewerbsgesetz und die andern industriellen Gesetze, die in den Zeiten besonderer Not erlassen worden sind. In der Stahlindustrie, aber auch in einigen anderen Hauptindustrien hat der neue Gedanke der industriellen Selbstverwaltung unter behördlicher Aufsicht jedoch so gut gearbeitet, daß gegenwärtig niemand daran denkt, das Stahlgesetz könne gleichzeitig mit dem Industriebelebungs-gesetz verschwinden. Präsident Roosevelt hat deshalb eine neue Untersuchung angeordnet, um Mittel und Wege zur Fortführung der industriellen Selbstverwaltung zu finden.

**Die Gesamterzeugung der Werksgesellschaften der Vereinigten Stahlwerke, Akt.-Ges., Düsseldorf.**

	Vierteljahr Januar—März 1934 t	Vierteljahr April—Juni 1934 t
Kohle . . . . .	4 442 360	4 316 710
Koks . . . . .	1 244 834	1 334 708
Roheisen . . . . .	756 419	961 111
Roht Stahl . . . . .	975 755	1 138 525

**Die Lage des deutschen Maschinenbaues im Juni 1934.** — Der Gesamtwert der im Juni vorliegenden Aufträge lag über den Auftragseingangswerten in den ersten Monaten dieses Jahres, so daß er auch im Juni die Neueinstellung mehrerer tausend Arbeitsloser ermöglichte bei gleichzeitiger Erhöhung der Arbeitszeit in den Werkstätten. Der Beschäftigungsgrad des Maschinenbaues stieg auf 58 % der Normalbeschäftigung. Ein Rückblick auf das

nun abgelaufene erste Halbjahr 1934 zeigt eine Zunahme des Wertes der eingegangenen Gesamtaufträge gegenüber dem ersten Halbjahr 1933 um etwa 70 %.

**Preise für Metalle im zweiten Vierteljahr 1934.**

	April	Mai	Juni
	in $\mathcal{R}.$ für 100 kg Durchschnittskurse Berlin		
Weichblei . . . . .	15,97	16,16	16,51
Elektrolytkupfer . . . . .	48,06	47,08	46,25
Zink . . . . .	20,17	19,68	19,80
Hüttenzinn (Hamburg) . . . . .	314,79	312,00	301,64
Nickel . . . . .	305,00	289,00	270,00
Aluminium (Hütten-) . . . . .	160,00	160,00	160,00
Aluminium (Walz- und Draht- barren) . . . . .	164,00	164,00	164,00

**Buchbesprechungen<sup>1)</sup>.**

**Lehr, Ernst, Dr.-Ing.: Spannungsverteilung in Konstruktionselementen.** Auswertung der bisherigen Forschungsergebnisse für die praktische Anwendung. Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure ausgearbeitet. Mit (einem Geleitwort von C. Matschoß sowie) 179 Abb. im Text u. auf 9 Taf. Berlin (NW 7): VDI-Verlag, G. m. b. H., 1934. (VI, 64 S.) 4<sup>o</sup>. 7,50  $\mathcal{R}.$ , für Mitglieder des Vereines deutscher Ingenieure 6,75  $\mathcal{R}.$ .

**Herold, Wilfried, Dr. techn., Leiter der Versuchsanstalt der Oest. Automobilfabriks-A.-G. vormalig Austro-Fiat in Wien: Die Wechselfestigkeit metallischer Werkstoffe, ihre Bestimmung und Anwendung.** Mit 165 Textabb. u. 68 Tabellen. Wien: Julius Springer 1934. (VII, 276 S.) 8<sup>o</sup>. Geb. 24  $\mathcal{R}.$ .

Die umfangreichen Forschungsarbeiten besonders der letzten Jahre über das Verhalten der Werkstoffe gegenüber wechselnden Beanspruchungen haben eine Fülle von Ergebnissen gebracht. Diese erhalten ihren eigentlichen Wert aber erst, wenn sie nutzbar gemacht werden können. Für eine wirtschaftliche Festigkeitsberechnung braucht der Konstrukteur zweierlei: einmal die Kenntnis der tatsächlich auftretenden Spannungen in seinen Bauteilen, zum andern die Kenntnis der Eigenschaften seiner Werkstoffe

unter statischer und wechselnder Beanspruchung. Der Erfüllung der ersten Forderung dient das neue Buch von Lehr, der der zweiten das von Herold.

Den Einfluß der Formgebung auf die Spannungsverteilung zu kennen ist für den Konstrukteur wichtig, nicht nur, um sicher berechnen, sondern auch, um möglichst günstig, d. h. wirtschaftlich gestalten zu können. Lehr behandelt im ersten Teile seines Buches die verschiedenen Verfahren, die zur Ermittlung der Spannungen in Bauteilen oder Modellen angewendet werden. Der Konstrukteur ist danach in der Lage, im Bedarfsfalle eines der Verfahren anzuwenden und sich auch ein Urteil über den Gültigkeitsbereich der damit erhaltenen Ergebnisse zu bilden. Im zweiten Teil des Werkes gibt Lehr dann die Auswertung der bisherigen, im Schrifttum zerstreuten Untersuchungen über die Spannungsverteilung sowohl an Formgebungselementen (Bohrungen, Hohlkehlen, Winkelecken u. dgl.) als auch in ganzen Maschinenteilen (wie z. B. Kettenglieder, Kurbelwellen, Kesselböden, Zahnräder). Die Ergebnisse werden in schaubildlichen Darstellungen von einfacher und für die praktische Anwendung möglichst brauchbarer Form gebracht.

Herold befaßt sich in einem einleitenden Abschnitt mit den Begriffen und Bezeichnungen, die er in seinen weiteren Ausführungen anwendet. Leider ist die dringend erwünschte Vereinheitlichung dieser Begriffe und Bezeichnungen bis heute nicht

<sup>1)</sup> Wer die Bücher zu kaufen wünscht, wende sich an den Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664.

zustande gekommen, so daß sich Herold noch auf einen ersten Entwurf des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik stützen muß. Da dieser Entwurf von neueren Vorschlägen teilweise wesentlich abweicht, können bei Lesern, die mit der Sache nicht vertraut sind, leicht Mißverständnisse entstehen. Herold behandelt weiter die Bruchgefahr bei zügiger und wechselnder Beanspruchung, die Ermittlung der Dauerfestigkeit, die Beziehungen der Dauerfestigkeiten zueinander und zu den statischen Festigkeiten, die Änderungen der Eigenschaften und des Gefüges durch Dauerbeanspruchung, die technologischen Gefahren und Maßnahmen zu ihrer Verhinderung, schließlich den Einfluß der Temperatur, wobei er auf die Dauerstandfestigkeit und ihre Ermittlung ausführlich eingeht. Auf Einzelheiten muß hier verzichtet werden; zu der von Herold gebrachten Ansicht, daß legierte Stähle kerbempfindlicher seien als Kohlenstoffstähle, muß aber doch gesagt werden, daß sie durch Versuchsergebnisse nicht belegt ist. In zahlreichen Tafeln bringt Herold dann Zahlenwerte für die Dauerfestigkeit der verschiedenen Werkstoffe, für den Einfluß der technologischen Gefahren und für die Dauerfestigkeit von Bauteilen, wie Schweiß- und Nietverbindungen, Schrauben, Federn usw. Auf die Ermittlung der Spannungen geht Herold unter Hinweis auf das neue Buch von Lehr nur kurz ein.

Beide Werke, die in sehr guter Ausstattung erschienen sind, bringen also eine Zusammenfassung von Unterlagen, die der bewußt schaffende Konstrukteur notwendig braucht und die er sich bisher aus den vielen im Schrifttum verstreuten Ver-

öffentlichungen zusammensuchen mußte. Ausführliche Schrifttumsverzeichnisse am Schluß beider Werke erleichtern ein eingehenderes Studium. Das Buch von Herold ist auch dem Werkstoffprüfer als brauchbares Nachschlagewerk zu empfehlen.

*Richard Mailänder.*

**Bericht über die (3.) Korrosionstagung 1933, am 14. November 1933 in Berlin,** veranstaltet von [folgenden Vereinen:] Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, Verein deutscher Ingenieure, Verein deutscher Eisenhüttenleute, Verein deutscher Chemiker. (Mit 40 Abb. u. 10 Zahlentaf. im Text.) Berlin (NW 7): VDI-Verlag, G. m. b. H., 1934. (2 Bl., 79 S.) 8°. 5 R.M.

Ueber den guten Verlauf der dritten Korrosionstagung ist hier schon berichtet worden<sup>1</sup>. Von den bei dieser Gelegenheit gehaltenen Vorträgen, die in dem Büchlein im vollen Wortlaute einschließlich der Erörterung vorgelegt werden, befaßt sich der erste mit Korrosion und Ermüdung, der zweite mit der interkristallinen Korrosion in verschiedenen Metallen und Legierungen, besonders in nichtrostenden Stählen. Diese Fragen finden im besonderen Maße die Beachtung des Eisenhüttenmannes. Die übrigen Vorträge gelten der Korrosion von Nichteisenmetalllegierungen, aus deren Inhalt jedoch auch für die Korrosion von Eisen und Stahl manche Vergleichsschlüsse zu ziehen sind. Das Buch stellt eine wertvolle Bereicherung des Schrifttums über Korrosionsfragen dar.

*Die Schriftleitung.*

<sup>1</sup> Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1333/34.

## Vereins-Nachrichten.

Aus dem Leben des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

### Die Wärmestelle Düsseldorf im zweiten Vierteljahr 1934.

Die Wärmestelle und ihre Zweigstellen erstatteten im abgelaufenen Vierteljahr an die angeschlossenen Werke 28 größere Berichte über vorgenommene Untersuchungen. Darunter befanden sich ein Gutachten und fünf Berichte über Abnahmeversuche an Oefen. Außerdem wurden von Ingenieuren der Wärmestelle vier Vorträge gehalten.

In einer Wärmeingenieurversammlung wurde auf Grund eigener Erfahrungen über einen neu hergestellten Orsat-Apparat für die betriebsmäßige Gasanalyse berichtet<sup>1</sup>. Der Apparat bewährt sich gut und arbeitet erheblich besser und schneller als die bisherigen Orsat-Apparate. Ferner wurde ein Vortrag über die Betriebserfahrungen mit Feuchtigkeitsmeßgeräten für staubhaltige Industrieergase gehalten<sup>2</sup>.

Die Versuche an der Brennerstrecke wurden fortgeführt, ebenso die Reglerarbeiten. Der erste Teil des Reglerplanes (Nachprüfung der Theorie an Hand von Versuchen für die Regelung ohne Kupplung) ist erledigt. Es ergab sich befriedigende Uebereinstimmung. Eine eingehende Prüfung der Meßkammer zur Messung der Konzentration von Luftwasserstoffgemischen auf Grund der Wärmeleitfähigkeit fand nach dem Impfverfahren statt.

Von den Mitteilungen der Wärmestelle wurden die Nummern 195 bis 201 veröffentlicht. Außerdem wurden die Rundschreiben Nr. 449 bis 454 an die Werke versandt, die sich mit folgendem befassen: Nr. 449: Messung der Walztemperatur mit einem Schnellschreiber. Nr. 450: Staurohr für die Messung strömender Mengen. Nr. 451: Die Temperaturverteilung in einer Platte mit unendlich ausgedehnter Oberfläche (VIII). Nr. 452: Die Temperaturverteilung in einer Platte mit unendlich ausgedehnter Oberfläche (IX). Nr. 453: Zusammenstellung von Kennwerten für Isoliersteine und -massen. Nr. 454: Anhaltzahlen über die Wärmezufuhr durch Eisenabbrand in Wärmöfen.

Ueber die Arbeiten des Ausschusses für Betriebswirtschaft und seiner Gliederungen, des Ausschusses für Verwaltungstechnik, des Unterausschusses für Statistik, des Ausschusses für Terminwesen sowie über die Besprechung der Leiter der Betriebswirtschaftsstellen und ferner über die Arbeiten des Unterausschusses des Schmiermittelausschusses zur Feststellung von Schmierölverbrauchsdaten für Dampfturbinen haben wir an

<sup>1</sup> Vgl. H. Schwiedel und G. Barth: Arch. Eisenhüttenwes. 8 (1934/35) S. 15/20 (Wärmestelle 202).

<sup>2</sup> Vgl. K. Guthmann: Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) S. 673/78 (Wärmestelle 200).

dieser Stelle laufend berichtet<sup>1</sup>. In der Reihe der Berichte des Ausschusses für Betriebswirtschaft erschienen die Nummern 79 und 80<sup>2</sup>.

### Fachausschüsse.

Donnerstag, den 26. Juli 1934, 15.15 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Breite Str. 27, eine

**gemeinschaftliche Vollsitzung des Stahlwerksausschusses und des Werkstoffausschusses**

statt mit folgender

Tagesordnung:

1. Die Bildung von Schattenstreifen in silizierten Stahlblöcken. Berichterstatter: Dr.-Ing. F. Badenheuer, Essen.
2. Beitrag zur Kenntnis der mechanischen Eigenschaften großer Schmiedestücke. Berichterstatter: Dr.-Ing. H. Gummert, Essen.
3. Fehlererscheinungen durch Sandstellen bei geschmiedeten Kurbelwellen. Berichterstatter: Dipl.-Ing. K. von Kerpely, Budapest.
4. Verschiedenes.

### Änderungen in der Mitgliederliste.

*Allland, Emil*, Hüttdirektor, Vorstand der Bergbau-u. Hütten-A.-G. Friedrichshütte, Herdorf; Wehbach (Sieg), Friedrichshütte, Abt. Carl Stein.

*von Eckartsberg, Heinz*, Dipl.-Ing., Techn. Leiter des Annener Gußstahlwerks der Ruhrstahl A.-G., Witten (Ruhr), Ruhrstr. 75.  
*Eikmeier, Friedrich Wilhelm*, Dipl.-Ing., Dortmund, Schillingstr. 10.

*Günther, Ernst*, Dipl.-Ing., Oesterr. Alpine Montan-Ges., Wien XIII (Oesterr.), Mittermayergasse 2.

*Köster, Werner*, Dr. phil., o. Professor für angewandte Metallkunde an der Techn. Hochschule, Stuttgart, Eduard-Pfeiffer-Str. 56.  
*Kröhne, Gustav*, Oberingenieur a. D., Köln, Georgstr. 15.

*Rintelen, Karl*, Dr. rer. nat., Dipl.-Ing., Essen, Thomaestr. 5.  
*Sommer, Fridolin*, Ing., Hüttenoberinspektor a. D., Prag XIX-Dejvice (C. S. R.), Velvarska cp. 1723.

*Thiel, Hermann O.*, Obering. u. Leiter der Deutschen Eisenwerke, A.-G., Gießerei Hüttenbetrieb, Duisburg-Meiderich, Kochstr. 11.

*Weller, Friedrich*, Oberingenieur der Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Huckingen (Rhein).

*Wortner, Hermann*, Dr.-Ing., Nürnberg-S, Melanchthonplatz 13.

<sup>1</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 508, 643/44 u. 748.

<sup>2</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) S. 589/94 u. 699/706.

Vom 4. bis 13. Oktober 1934

findet in Düsseldorf im Eisenhüttenhaus, Breite Straße 27, ein

# Betriebswirtschaftlicher Schulungskursus

statt, veranstaltet von

dem Ausschuß für Betriebswirtschaft des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und der  
Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure im Verein deutscher Ingenieure.

## Zweck:

Der Kursus soll dem heute in industriellen Betrieben bereits sehr fühlbaren Mangel an betriebswirtschaftlich vorgebildeten Kräften, nach denen eine lebhaftere Nachfrage besteht, abhelfen. Er hat nicht den Zweck, Zeitstudienbeamte oder Kalkulatoren auszubilden, sondern will denjenigen, die sich noch nicht eingehend mit der technischen Betriebswirtschaft befaßt haben, einen Überblick geben über die vielseitigen Grundlagen, Zusammenhänge, Verwertungs- und Betätigungsmöglichkeiten betriebswirtschaftlicher Arbeit in technischen Betrieben mit **ausschließlicher Berücksichtigung der Bedürfnisse der Praxis.**

## Schulungsgebiete:

Etwa 60 Vorträge, Übungen und Besichtigungen aus: Planung, Arbeitsvorbereitung, Personalpolitik, Zeitkunde, Fertigung, Verwaltung, Statistik, Rechnungswesen und vielem anderen mehr.

## Teilnehmer:

Gedacht ist in erster Linie an:

**jüngere Betriebsingenieure und Kaufleute**, die sich dieser Fachrichtung zuzuwenden beabsichtigen,

**jüngere Beamte und Hilfskräfte von Betriebswirtschaftsstellen** industrieller Werke, die in die betriebswirtschaftlichen Belange tiefer eindringen wollen,

**Werks- und Betriebsleiter sowie Beamte industrieller Verbände**, die einen Überblick über das Gesamtgebiet gewinnen möchten,

**Absolventen und Studierende** der letzten Semester der technischen Hochschulen, der höheren Maschinenbau- und Hütterschulen sowie der betriebswirtschaftlichen Fakultäten der Universitäten und Handelshochschulen, die dem Zusammenwirken von Kaufmann und Ingenieur Beachtung schenken,

**Verkaufsingenieure, Verkäufer, Wirtschaftsprüfer und Bankangestellte**, die für ihre Tätigkeit die betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge zwischen Gütererzeugung, Kosten und Markt sowie das Wesen der betrieblichen Wirtschaftlichkeitsrechnungen kennen müssen.

## Nähere Auskunft:

Geschäftsstelle des Kurses: Düsseldorf, Breite Straße 27, und Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure, Berlin NW 7, Hermann-Göring-Straße 27.

## Teilnehmergebühr:

75 RM. (einschließlich Lehrmittel, ausschließlich Unterhalt), mit der Anmeldung einzuzahlen unter dem Stichwort „Kursus“ auf das Konto 01025 Verein deutscher Eisenhüttenleute bei der Deutschen Bank und Disconto-Gesellschaft, Filiale Düsseldorf.

## Anmeldungen:

Geschäftsstelle des Kurses: Düsseldorf, Breite Straße 27, die auch Auskunft über Verpflegung und Unterkunft erteilt.

Die Zahl der Teilnehmer ist begrenzt.

**Diesem Hefte liegt das Inhaltsverzeichnis zum I. Halbjahresband 1934 bei.**