

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

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

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

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

HEFT 43

22. OKTOBER 1942

62. JAHRGANG

Ziel und Wege der Eisenforschung.

Rückblick und Ausblick aus Anlaß des 25jährigen Bestehens des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung.

Von Friedrich Körber in Düsseldorf¹⁾.

Am 19. Juni jährte sich zum 25. Male der Tag, an dem im Jahre 1917, im dritten Jahre des Weltkrieges, aus den besonderen Aufgaben und Anforderungen der Kriegszeit heraus in einer vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute einberufenen Versammlung der maßgeblichen Vertreter der deutschen Eisenindustrie nach eingehender Begründung des Planes zur Schaffung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung durch den Vorsitzenden, Dr. A. Vögler, und das geschäftsführende Vorstandsmitglied, Dr. O. Petersen, der Entschluß zur Gründung dieses Instituts gefaßt wurde. In dieser Entschließung gewannen Pläne und Ueberlegungen Gestalt, die in den vorhergehenden Jahren nicht nur im Kreise des Vereins, sondern unabhängig davon bei der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften mit besonderer Förderung durch den damaligen Ministerialdirektor Dr. Schmidt-Ott beim Preußischen Kultusministerium lebhaft erörtert worden waren, nachdem wenige Wochen vorher auf Grund einer eingehenden Besprechung im Kultusministerium der Entschluß zu einer gemeinsamen Verwirklichung gefaßt worden war.

Wieder stehen wir im dritten Jahr eines Weltringens von noch größerem Ausmaß und nach unserem zuversichtlichen Glauben von noch entscheidenderer Bedeutung für die zukünftige Gestaltung des Weltbildes und der Stellung unseres Vaterlandes, des Großdeutschen Reiches, in ihm. Da ist nicht Zeit und Möglichkeit, einen solchen Gedenktag in festlichem Rahmen zu begehen. Das Kuratorium des Instituts hat zusammen mit der Gefolgschaft in einer Gedenkstunde die Bedeutung dieses Tages für das Institut gewürdigt, und in einer kleinen Vortragstagung wurde ein Einblick in die Arbeit des Instituts gegeben.

Es ist für mich eine dankbar begrüßte Gelegenheit, bei der Arbeitstagung der Eisenhüttenleute aus dem rheinisch-westfälischen Bezirk¹⁾ sprechen zu dürfen und dabei die Bedeutung des Tages für das Institut durch einen zusammenfassenden Rückblick auf seine bisherige Forschungstätigkeit zu würdigen.

Die Aufgabe, die dem Institut bei seiner nunmehr ein Vierteljahrhundert zurückliegenden Gründung gestellt worden ist, heißt: wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete von Eisen und Stahl. In freier Forschung

soll es nach wohlausgerichtetem Arbeitsplan wirken für die Vermehrung und Sicherung der wissenschaftlichen Grundlagen der eisenhüttenmännischen Verfahren und unseres Wissens von den Werkstoffen Eisen und Stahl.

Wollen wir diese Aufgabe in ihrer Eigenart kennzeichnen und in ihrer Bedeutung würdigen, so dürfen wir nicht übersehen, daß ganz allgemein die Stellung der wissenschaftlichen Forschung zur Technik entscheidend bedingt ist durch die geschichtliche Entwicklung und den Entwicklungsstand auf dem betreffenden Fachgebiet. Es ist verständlich, daß die Möglichkeiten zu Fortschritten in einer in lebhaftem Aufstreben befindlichen jungen Industrie im allgemeinen größer sind und näher liegen als in einer in langer Erfahrung gereiften Technik, mag es sich dabei um den Ausbau einer zufälligen Beobachtung oder um die Nutzbarmachung planmäßig erarbeiteter wissenschaftlicher Erkenntnisse handeln. Als Beispiele gerade der letzten Art der technischen Entwicklung sind chemische Industrie und Elektrotechnik geläufig, die in ihrem vielfach stürmischen Siegeslauf von der chemischen und physikalischen Forschung nicht nur ständig begleitet und unterstützt, sondern auch entscheidend geführt worden sind. Als weiteres Beispiel sei noch die Entwicklung des Flugwesens angeführt. Die gewaltige Steigerung der Höchstgeschwindigkeit der Flugzeuge in dem vergangenen Vierteljahrhundert von 200 auf mehr als 700 km/h ist nur zum kleineren Teil der technischen Entwicklung der Motoren zu verdanken; ohne die gleichzeitige Steigerung der aerodynamischen Güte durch zweckdienliche Gestaltung der Flugzeugzelle auf Grund der Ergebnisse der aerodynamischen Forschung auf den drei- bis vierfachen Wert wären die heutigen Höchstgeschwindigkeiten, die für den Kampfwert unserer Flugzeuge ausschlaggebend sind, nicht entfernt erreicht worden.

Ungleich schwieriger ist die Lage des Forschers gegenüber der Technik, ungleich geringer sind seine Erfolgsaussichten zu deren Befruchtung und Förderung, wenn sich die aufstrebende wissenschaftliche Forschung, mag sie auf noch so gesichertem Boden erwachsen, einer hochentwickelten Technik gegenübergestellt sieht, die in langjähriger Entwicklung zu hohem Stande gereift ist. Dann bedarf es in besonderem Maße der Planmäßigkeit in der Forschung, und zwar einer lückenlosen Analyse des Standes der Technik und eines sorgfältigen Ausbaues der wissenschaftlichen Grundlagen unter Ausnutzung aller neuzeitlichen natur-

¹⁾ Vortrag bei der Arbeitstagung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. am 20. Juni 1942 in Düsseldorf.

wissenschaftlichen Forschungsmethoden und Erkenntnisse; nur so können fortschrittliche Entwicklungen oder gar neue Wege ausfindig gemacht werden. In dieser Lage befindet sich die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete des Eisens und Stahles gegenüber der Eisenhüttentechnik, die zu allen Epochen bis in die heutige Zeit hinein der Aufklärung und Deutung ihrer Arbeitsverfahren und der Natur ihrer Rohstoffe und Erzeugnisse durch planmäßige wissenschaftliche Forschung vorausgeeilt ist.

Diese Entwicklung der Eisenhüttentechnik hat sich im wesentlichen auf rein erfahrungsmäßiger Grundlage vollzogen, wenn es auch von alters her nicht an Bemühungen gefehlt hat, zu theoretischen Vorstellungen und Deutungen für die sich bei den technischen Verfahren abspielenden Vorgänge und für die Eigenschaften der Eisen- und Stahlerzeugnisse zu gelangen. Diese Bemühungen waren aber so lange zur Erfolglosigkeit verurteilt, als die entwickelten Vorstellungen rein hypothetischer Art waren. Bis hin zu der Phlogiston-Theorie, die im Anfang des 18. Jahrhunderts zur Deutung der Vorgänge bei der Stahlhärtung in die Metallkunde Eingang fand, tragen diese Deutungsversuche rein spekulatives Gepräge. Selbst ein so kenntnisreicher und ernsthafter Forscher wie der französische Physiker Réaumur, dem so wertvolle Erforschungen und Darstellungen der eisenhüttenmännischen Verfahren zu verdanken sind, daß unser Altmeister Fritz Wüst ihn bei der Einweihung der alten Heimstätte des Instituts als den Begründer der Eisenforschung bezeichnete, konnte die von ihm gegebenen Vorstellungen vom Wesen des Eisens und Stahles ihres hypothetischen Charakters nicht entkleiden, so erstaunlich nahe sie auch dem Bilde kommen, das wir uns heute auf Grund unserer wissenschaftlichen Erkenntnis zu machen gelernt haben. Noch fast ein Jahrhundert verstrich, bis um die Wende des 18. zum 19. Jahrhundert Scheele und Berzelius auf Grund ihrer chemisch-analytischen Arbeiten den Kohlenstoff als den wesentlichen Begleiter des technischen Eisens erkannten. Mit dem Einzug der chemischen Analyse als der ersten exakten Forschungsmethodik in das Eisenhüttenwesen war der Grund gelegt zur weiteren wissenschaftlichen Erforschung der Zusammensetzung der technischen Eisenprodukte und der Bedeutung der darin zum Teil nur in geringen Mengen enthaltenen sonstigen Elemente. Die stofflichen Umsetzungen bei den metallurgischen Erzeugungsvorgängen wurden in ihren Grundzügen erkannt, und auf dem Boden dieser Erkenntnisse erwachsen Vorschläge zu neuen Arbeitsweisen, von denen nur das Windfrischen auf saurem und basischem Futter genannt sein als markanteste Beispiele jener Zeit für die Nutzbarmachung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für den technischen Fortschritt des Eisenhüttenwesens. Was der Chemiker an Erkenntnis und Wissen geschaffen hatte, war aber noch keineswegs Allgemeingut der Hüttenleute geworden. Die Verbindung zwischen Wissenschaft und Technik war noch sehr locker geblieben. So erklärt es sich, daß diese bahnbrechenden Entdeckungen anfänglich auf Ablehnung der zünftigen Eisenhüttenleute stießen, und daß ihre Verwirklichung nur in zähem Kampf gegen starke Widerstände erreicht werden konnte.

Die beispiellose Ausweitung und technische Entwicklung, die die Eisenindustrie in den folgenden Jahrzehnten genommen hat, war weit mehr gekennzeichnet durch die Nutzbarmachung der ingenieurtechnischen Fortschritte jener Zeit als durch das Bemühen um eine Vermehrung und Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnisse der hüttenmännischen Verfahren und der gewonnenen Erzeugnisse. Wohl begann in jener Zeit die Entwicklung der technischen

Werkstoffprüfung aus dem dringenden Bedürfnis des Technikers heraus, die in stetig steigender Mannigfaltigkeit entwickelten Werkstoffe einer vergleichenden Prüfung zu unterwerfen und sie durch Gütewerte zu kennzeichnen. Aber von einer planvollen und geschlossenen wissenschaftlichen Behandlung blieb das Eisenhüttenwesen noch weit entfernt, wenn auch schon die von einer solchen zu erhoffenden Vorteile gelegentlich erkannt wurden. Nicht zuletzt hat diese Kluft zwischen Wissenschaft und Technik jener Zeit ihren Grund darin, daß sich die große Entwicklung der Naturwissenschaften weitab von jeder technischen Nutzanwendung vollzog. Der Technik aufklärend und beratend als Helferin zur Seite zu treten, lag ihren Zielen gänzlich fern. In der Physik können wir gar in jener Zeit von einer bewußten Abkehr von jeder technischen Anwendung sprechen, deren Auswirkungen noch bis in die jüngsten Tage zu verspüren sind. Auch in der wissenschaftlichen chemischen Forschung fand der Eisenhüttenmann zu jener Zeit keine Hilfe, war sie doch ganz erfüllt von ihrer Aufgabe, Wegbereiterin der sich sprunghaft entwickelnden chemischen Technik zu bleiben.

Eine entscheidende Wandlung setzte ein, als etwa von der Jahrhundertwende an die Entwicklung der physikalischen Chemie als eines selbständigen Zweiges der naturwissenschaftlichen Forschung begann. Auf ihrem Boden erwuchs, in Deutschland vor allem unter der genialen Führung eines Gustav Tammann, die neuzeitliche wissenschaftliche Metallkunde, deren Ziel darauf abgestellt ist, die rein empirisch entwickelten Werkstoffe der Metallindustrie, die Ursachen ihrer praktisch bedeutsamen Eigenschaften und das Wesen ihrer Verarbeitungsverfahren zu ergründen. Unter Ausbau der bis dahin gänzlich fehlenden Versuchstechnik für höhere Temperaturen, der thermischen Analyse, sowie der mikroskopischen Gefügeuntersuchung entwickelte sich auf der theoretischen Grundlage der Lehre vom heterogenen Gleichgewicht die wissenschaftliche Legierungskunde. Erst in diesem Rahmen erwuchs aus jahrzehntelanger emsiger experimenteller und theoretischer Forschung das für die Erkenntnis von Eisen und Stahl grundlegende Zustandsschaubild der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, das heute aus den Vorstellungen und Betrachtungen des Fachmannes über seine Werkstoffe überhaupt nicht mehr hinwegzudenken ist. Der Ausbau dieser metallkundlichen Forschung durch Festlegung weiterer grundlegender Zustandsschaubilder des Eisens und seiner Begleit- und Legierungselemente, die Erforschung der Aenderung des Gefüges durch Legieren sowie durch thermische und mechanische Behandlung und schließlich die Erschließung des kristallinen Feinbaues mit Hilfe der Röntgenanalyse schufen das Rüstzeug, um an die wichtige Aufgabe heranzugehen, die mannigfachen vom Eisenhüttenmann entwickelten Werkstoffe in ihrem Aufbau und ihren Eigenschaften sowie die Vorgänge bei ihrer Verarbeitung und Weiterbehandlung zu erforschen und zu klären. Welche gewaltigen Fortschritte diese metallkundliche Forschung während der letzten Jahrzehnte für die Entwicklung der Werkstoffe in unserem Fachgebiet des Eisens und Stahles gemacht hat, brauche ich in diesem Kreise nicht näher auszuführen. Es sei nur als Beispiel hingewiesen auf die legierten Bau- und Werkzeugstähle, die nichtrostenden, zunderbeständigen und warmfesten Stähle, die sparstoffarmen Austauschstähle, Werkstoffe mit besonderen magnetischen und elektrischen Eigenschaften, die Oberflächenveredlungsverfahren u. a. m.

Aber auch für die Erforschung der metallurgischen Erzeugungsverfahren brachte die junge physikalische

Chemie neue Hilfsmittel. Die Grundgesetze der chemischen Statik und Kinetik, die Gesetze des Ablaufs von heterogenen Reaktionen bieten eine sichere Grundlage, von der aus eine wissenschaftliche Durchforschung der so verwickelten metallurgischen Reaktionen in Angriff genommen werden kann und besonders in den allerletzten Jahren von verschiedenen Forschungsstellen in Erkenntnis ihrer großen Bedeutung mit allem Nachdruck in Angriff genommen worden ist.

Bei der Fülle der in der Eisenhüttentechnik gesammelten Erfahrungen und bei der Vielseitigkeit der Einflüsse, die sich in enger Verknüpfung und in zuweilen fast unübersehbarer Verwicklung bei den technischen Verfahren auswirken, bedeutete es und bedeutet es auch heute noch für die junge metallurgische und metallkundliche Forschung schon eine Aufgabe von größtem Ausmaß, wenn es nur gilt, für diese vielfach in jahrelanger, ja jahrzehnte- oder gar jahrhundertelanger Uebung gewonnenen Erfahrungen eine wissenschaftlich gesicherte Begründung und Deutung zu finden.

Dieses Nachhinken der Erkenntnisse und des Wissens des Forschers hinter der Erfahrung und dem Können des Hüttenmannes, das durch die gekennzeichnete Entwicklung geschichtlich bedingt ist, zwingt ihn zu einer Zurückhaltung und Bescheidenheit bei der Wertbeurteilung seiner Forschungsergebnisse wie kaum in einem anderen wissenschaftlichen Forschungsgebiet. Eine einwandfreie wissenschaftliche Analyse des technisch Gegebenen und Bewährten, eine richtige Deutung für eine in langer Erfahrung entwickelte und gesicherte Arbeitsweise der Praxis, eine Ausfüllung von Lücken in unserem Wissen von den Werkstoffen und ihren Eigenschaften mit dem alleinigen Erfolg einer Abrundung und Sicherung unserer theoretischen Vorstellungen sind Ergebnisse, mit denen sich der Eisenforscher häufig bescheiden muß und in denen er ausreichenden Lohn seines Strebens und seiner oft jahrelangen Mühen finden muß. Aber das wäre kein echter Forscher, der gewillt wäre, sich mit dieser Rolle auf die Dauer zu begnügen. Das Ziel jeder echten naturwissenschaftlichen Forschung ist nicht nur, einzudringen in die Geheimnisse der Natur, um Sein und Geschehen richtig beschreiben und deuten zu können, sondern vielmehr schöpferisch einzugreifen in das Spiel der Kräfte und Stoffe und der Technik Führer und Wegweiser zu sein auf dem Wege zu höherer, technisch vollkommenerer und wirtschaftlich günstigerer Leistung. Erst die Erkenntnis der Vorgänge und ursächlichen Zusammenhänge bei der heutigen Betriebsweise kann die genügend sichere und breite Grundlage für die weiter gesteckte Aufgabe bieten, in aufbauender und richtungweisender Arbeit Anregungen für eine technische Weiterentwicklung zu geben.

Sollte das Institut diese Aufgabe erfüllen, so mußten die Probleme des Eisenhüttenwesens in ihrer Gesamtheit, vom Eisenerz angefangen über die Verfahren zur Erzeugung und Verarbeitung von Eisen und Stahl bis hin zur Prüfung der Zwischen- und Fertigerzeugnisse, in seinen Aufgabenkreis eingeschaltet werden. So sieht das Institut von Anbeginn seiner Tätigkeit sein Ziel darin, in planmäßiger Erforschung der hüttenmännischen Arbeitsverfahren in breiter Front das wissenschaftliche Rüstzeug zu schaffen und zu vermehren, das der eisenhüttenmännischen Praxis hilft, die in langjähriger praktischer Erfahrung entwickelten und vielfältig bewährten Arbeitsverfahren und die Güte ihrer Erzeugnisse noch zu verbessern, neue technisch und wirtschaftlich vorteilhaftere Wege der Erzeugung und Verarbeitung von Eisen und Stahl zu beschreiben und neuartige, besonderen Verwendungszwecken angepaßte Werkstoffe zu entwickeln.

Bei dieser auf weite Sicht abgestellten Zielsetzung hat im Vordergrund der Arbeit des Instituts die Grundlagenforschung zu stehen. Planmäßige Untersuchungsreihen sollen der Vervollständigung unserer theoretischen Erkenntnisse und der Klärung unserer Vorstellungen über die Eigenschaften der metallischen Werkstoffe und über das Geschehen bei ihrer Erzeugung und Verarbeitung dienen. Dabei ist mit Aufmerksamkeit die Entwicklung auf den benachbarten Gebieten der naturwissenschaftlichen Forschung, sei es in den Grunddisziplinen der Physik und Chemie, sei es in den Sondergebieten der physikalischen Chemie, Mineralogie, Metallkunde u. a. m., zu verfolgen und mit Sorgfalt zu prüfen, ob und wieweit neue Erkenntnisse und Forschungsmethoden für den besonderen Aufgabenkreis des Instituts nutzbar gemacht werden können. Alle Lücken in unserem Wissen von den Grundlagen, die wir zur Deutung und Beherrschung der hüttenmännischen Verfahren benötigen, müssen aufgespürt werden; einmal erkannt, müssen sie geschlossen werden, sei es in kühnem Vorstoß in bisher unerforschtes Neuland, sei es in zäher, häufig entsagungsvoller Kleinarbeit. Auf den Anreiz einer alsbaldigen Umsetzung der Erkenntnisse in einen technischen und wirtschaftlichen Fortschritt muß dabei allerdings oft bewußt Verzicht geleistet werden.

Neben dieser rein wissenschaftlichen Grundlagenforschung hat aber das Institut immer wieder sich bietende Gelegenheiten zur Mitarbeit aufgegriffen, wenn es galt, in der Praxis auftretende Schwierigkeiten aufzuklären und aus dem Wege zu räumen oder an der Umstellung der bisherigen oder der Erschließung neuer Arbeitsweisen mitzuwirken, wenn sie durch technische oder wirtschaftliche Notwendigkeiten gefordert wurden. Dann hat das Institut nicht gesäumt, seine planmäßigen Forschungsarbeiten unmittelbar auf das Ziel auszurichten, mit seinen Forschungsergebnissen der Praxis Beiträge zur möglichst baldigen Lösung solcher Aufgaben zur Verfügung zu stellen, wie sie in dem hinter uns liegenden Vierteljahrhundert durch Rohstoffknappheit, Devisenlage und — in den letzten Jahren verstärkt — zur Erkämpfung der Wirtschafts- und Wehrfreiheit unseres Vaterlandes in reichster Mannigfaltigkeit und größter Dringlichkeit der deutschen Eisenindustrie gestellt worden sind.

In den folgenden Ausführungen will ich versuchen, an Hand einiger ausgewählter Beispiele aus dem Aufgabenbereich der verschiedenen Abteilungen des Instituts zu erläutern, wie wir bemüht gewesen sind, unsere Arbeit nach den soeben gekennzeichneten Grundlinien auszurichten. Dabei soll darüber hinaus der Versuch gemacht werden, hier und da einen Ausblick auf Auswirkungen zu geben, die von den Ergebnissen in den angegriffenen Arbeitsgruppen in Zukunft zu erwarten sind, vielleicht auch hier und da auf die zukünftige Ausrichtung der Arbeiten des Instituts.

Dieser Rückblick auf die Arbeit eines Vierteljahrhunderts in einem kurzen Vortrage kann natürlich nicht im entferntesten einen auch nur einigermaßen geschlossenen Ueberblick über die Leistungen des Instituts geben. Darum sei an dieser Stelle auf die umfassendere Darstellung verwiesen, die in dem zum 25jährigen Bestehen des Instituts herausgegebenen 25. Band der „Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung“ im Anschluß an eine kurze geschichtliche Darstellung der Entwicklung des Instituts in dieser Zeit zu finden ist.

Die Abhängigkeit Deutschlands vom Bezug ausländischer Erze, die sich nach dem Verlust des Minettegebietes durch das Versailler Diktat einschneidend fühlbar machte, drängte das Problem der vermehrten Nutzbarmachung deutscher

Eisenerze alsbald stark in den Vordergrund. Der Erzaufbereitung des Instituts fiel dabei die Aufgabe der Durchführung von Versuchen zur Anreicherung der fast durchweg recht eisenarmen oder stark sauren Erze zu. Ausgehend von der Feststellung bei Versuchen zur Aufbereitung von Salzgittererz, daß die an eine teilweise reduzierende Röstung angeschlossene Magnetscheidung zu einem überlegenen Anreicherungsenerfolg führte, wurden in größeren Versuchsreihen die wissenschaftlichen Grundlagen des Verfahrens der magnetisierenden Röstung geklärt. Dabei ergab sich ein neuer, für die Anreicherung besonders wirksamer Arbeitsweg, der darin besteht, daß durch Kühlung des reduzierend zum Oxyduloxyd gerösteten Erzes im Luftstrom bei Temperaturen unterhalb 550° ferromagnetisches Eisenoxyd erzeugt wird. Für dieses Verfahren wurden nach Vorliegen der wissenschaftlichen Grundlagen auch die besten technischen Bedingungen und seine Anwendungsmöglichkeit für eine Reihe von deutschen Rot- und Brauneisenvorkommen klargestellt. Auf dieser Grundlage aufbauend, ist eine Großversuchsanlage bei Praschkau im Warthegau errichtet worden, in der in den letzten Monaten die ersten erfolgversprechenden Großversuche zur Anreicherung der oberschlesischen Eisensandsteine durchgeführt worden sind. Die Erprobung der Brauchbarkeit des Verfahrens für andere deutsche Erzvorkommen sowie eines magnetisierenden Röstverfahrens für Spateisenerze wird in nächster Zukunft in der Praschkauer Anlage erfolgen.

Da sich im Zusammenhang mit diesen Anreicherungsarbeiten frühzeitig herausstellte, daß es für die technische Auswertung der Versuchsergebnisse bisher noch an den notwendigen Anleitungen fehlte, wurde diese Lücke durch eine kritische Bearbeitung der rechnerischen und graphischen Verfahren zur Erfassung des Aufbereitungserfolges geschlossen, durch die gleichzeitig die Möglichkeit zur Bestimmung der wirtschaftlich günstigsten Anreicherungsstufe erschlossen wurde. Die Brauchbarkeit dieser Begriffe, Formeln und Darstellungen wurde für mehrere technische Aufbereitungsverfahren durch die Untersuchung an Aufbereitungsmaschinen und von ganzen betrieblichen Aufbereitungsanlagen erwiesen.

Als ein besonders aufschlußreiches Hilfsmittel bei der Bearbeitung der Aufbereitungsfragen erwies sich stets eine vorhergehende Untersuchung des Gefügebauens der Erze, so daß in einer größeren vor dem Abschluß stehenden Untersuchungsreihe diese Unterlagen für alle wichtigeren Erzarten und -vorkommen des deutschen Wirtschaftsgebietes beschafft worden sind. Die bewährten erzmikroskopischen Anschliffuntersuchungen wurden dabei in jüngster Zeit durch die Entwicklung eines Verfahrens zur Kennzeichnung der Verteilung des Eisengehaltes auf die einzelnen Gefügebestandteile des Erzes durch Röntgendurchstrahlung von Erzdünnschliffen sowie in Sonderfällen durch Aetz- und Anfärbeverfahren ergänzt.

Große Beachtung hat das Institut in den Arbeiten der metallurgischen und chemischen Abteilung der Untersuchung der metallurgischen Verfahren geschenkt, nach denen sich die Erzeugung von Eisen und Stahl tagaus, tagein in unseren Hochofen- und Stahlwerken vollzieht. Ein tieferes Eindringen in das Wesen der hierbei ablaufenden Vorgänge läßt Hinweise für eine Verbesserung der Führung dieser Prozesse in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht erhoffen. Die Beschreibung der Vorgänge in den Oefen der metallurgischen Technik, etwa durch die zeitliche Aenderung der Zusammensetzung von Stahlschmelze und Schlacke, kann nicht zu einer befriedigenden Erkenntnis führen, wenn nicht dabei die Ursachen für diese

Aenderungen und die Bedingungen, unter denen sie ablaufen, erfaßt werden. Der Erforschung dieser Gesetze und ihrer Deutung auf der Grundlage der Gesetze der physikalischen Chemie dient eine geschlossene Gruppe von Arbeiten des physikalisch-chemischen Laboratoriums des Instituts. Auf diese Arbeitsgruppe der metallurgischen Grundlagenforschung soll etwas näher eingegangen werden, da sie in ganz besonderem Maße kennzeichnend für Zielsetzung und Forschungsmethodik des Instituts nach den eingangs erläuterten Grundsätzen ist.

Ihnen allen ist nicht fremd der wiederholt aus dem Kreis der Chemiker vertretene Standpunkt, die Arbeitsverfahren der Eisenindustrie seien veraltet²⁾. Allein aus dem Umstand heraus, daß diese Verfahren auf Grund der technischen Erfahrungen entwickelt seien, und weil manche Grundsätze wie z. B. die des Stoff- und Energieflusses nicht so weitgehend eingehalten werden können, wie es für andere Zweige der chemischen Technik der Fall sei, folge die Notwendigkeit einer Reform auf Grund einer planmäßigen wissenschaftlichen Bearbeitung der Probleme der Eisen- und Stahlerzeugung, von der dann meist grundsätzlich neue und umwälzende Verfahren erwartet werden. Zu erinnern ist in diesem Zusammenhang auch an die Worte des großen Meisters der anorganischen Technik, Carl Bosch, die er gelegentlich der festlichen Hauptversammlung zum 75jährigen Jubiläum des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute an uns gerichtet hat³⁾. Ohne etwa die gute Absicht solcher Vorschläge und Mahnungen zu verkennen und die Notwendigkeit einer vertieften wissenschaftlichen Erforschung der metallurgischen Prozesse auch nur im mindesten in Abrede stellen zu wollen, glaube ich jedoch — und zwar nicht zuletzt auf Grund unserer Arbeitsergebnisse der letzten zehn Jahre zu diesen Fragen —, daß eine so kritische Einstellung nur zu verstehen ist als Folge der vielfach noch völlig unzulänglichen Kenntnisse über die bei den technisch-metallurgischen Verfahren tatsächlich ablaufenden chemischen Umsetzungen und die Bedingungen, die ihren Ablauf beeinflussen, sowie einer Unterschätzung der bei der betrieblichen Durchführung der Verfahren auftretenden technischen Schwierigkeiten. Gewiß befindet sich die chemische Großtechnik dem Eisenhüttenwesen gegenüber in der beneidenswerten Lage, daß dort die Arbeitsverfahren auf der sicheren Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse der maßgeblichen Vorgänge entwickelt worden sind. Wenn die metallurgischen Verfahren demgegenüber empirisch, ohne die fördernde und leitende Unterstützung der wissenschaftlichen Forschung geworden sind, so wollen wir doch nicht vergessen, daß diese Entwicklung auf der Arbeit unserer Ahnen, auf deren jahrzehntelanger Erfahrung, auf ihrem Wissen und Können fußt. Allerdings muß eingeräumt werden, daß diese technischen Erfahrungen, soweit sie die Chemie dieser metallurgischen Vorgänge betreffen, meist nur gefühlsmäßig erfaßt sind, jedenfalls — bedingt durch die vorwiegend auf das Nützliche abgestellte Zielsetzung — in ganz anderer Sprache dargestellt werden, als sie in der wissenschaftlichen Chemie üblich ist. Der Grund dafür ist aber vornehmlich in dem Umstand zu sehen, daß der für die Metallurgie wesentliche Zweig der Chemie sowohl in der Breite als auch in der Tiefe seines Ausbaues erheblich hinter anderen zurücksteht, so daß die technisch-metallurgischen Erfahrungen des praktischen Hüttenmannes in mancher Hinsicht darüber hinaus gehen. Um es vorwegzunehmen,

²⁾ z. B. Ramseyer, C. F.: Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 582, Metals Techn. 1 (1934) Nr. 7; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 311.

³⁾ Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1506.

gerade durch die chemischen Forschungsarbeiten zur Metallurgie des Eisens kommt man zu der Auffassung, daß die bewährten Verfahren der Eisen- und Stahlerzeugung zu den höchstentwickelten der chemischen Technik zu zählen sind, wobei — um es zur Vermeidung von Mißverständnissen noch einmal zu sagen — natürlich die Möglichkeit und auch Notwendigkeit ihrer Verbesserung und Weiterentwicklung durchaus nicht verneint werden soll.

Bei dem Vergleich der eisenhüttenmännischen Verfahrenstechnik mit der der chemischen Industrie wird nur zu leicht übersehen, daß der chemischen Technik mit dem Eisen und dem Stahl ein vielseitig wandelbarer und anpassungsfähiger Werkstoff zur Verfügung steht, der für den Fortschritt ihrer Verfahren, für die Uebertragung der Forschungsergebnisse in die Erzeugung fast ebenso wichtig ist wie diese selbst. Auf welchen Werk- und Baustoff mit ähnlich überragenden Eigenschaften kann demgegenüber aber die Eisenindustrie bei der Entwicklung ihrer Verfahren zurückgreifen? Alle ihr zur Verfügung stehenden Hilfsstoffe stehen, was ihre technisch wichtigen Eigenschaften betrifft, gegenüber dem Eisen, dem Erzeugnis selbst, weit zurück.

Zudem haben die Verfahren der Eisenerzeugung in chemischer Hinsicht eine außerordentlich schwere Aufgabe zu erfüllen: Nicht nur müssen bei der Erzeugung der gewaltigen Mengen aus meist geringwertigen Rohstoffen unter den erschwerenden Bedingungen der hohen Temperaturen Höchstleistungen in energie- und stoffwirtschaftlicher Hinsicht erbracht werden; ungleich schwieriger ist aber noch die Aufgabe, gleichzeitig die bekannte, leider nur zu oft als selbstverständlich hingenommene Güte, Gleichmäßigkeit und Zuverlässigkeit der Stähle immer wieder zu treffen, ja dauernd zu steigern. Die hohe Verantwortung, die der Hüttenmann für den erzeugten Werkstoff übernehmen muß, zwingt ihn zu einer behutsamen Entwicklung seiner Verfahren; sie schließt Ueberstürzungen auf Grund utopischer, wenn auch noch so bestechender Vorschläge aus, solange diese außer etwa hervorgekehrten energie- und stoffwirtschaftlichen Vorteilen nicht auch eine zum mindesten hinreichende Güte der Erzeugnisse sicher erwarten lassen.

Voraussetzung für eine solche behutsame Entwicklung, mehr aber noch für jede vielleicht einmal zu erwartende umwälzende Neuerung ist eine vertiefte Kenntnis der chemischen Vorgänge bei den bewährten Verfahren der Eisenerzeugung, darüber hinaus aber auch aller weiteren chemischen und physikalischen Möglichkeiten und Wege, die von den Eisenerzen zum Eisen und seinen Legierungen führen, gleichgültig, ob diese Wege technisch gangbar sind oder nicht.

Eine solche vertiefte Kenntnis kann man aber nur gewinnen, wenn man für alle jene Stoffe, die bei den Verfahren der Eisenerzeugung miteinander in Wechselwirkung treten, zuverlässige Unterlagen hat, die ihr Verhalten im Bereich der hohen Temperaturen eindeutig kennzeichnen und beurteilen lassen. Man müßte die Gleichgewichte wie die Eigenheiten des Ablaufs der vielen möglichen Umsetzungen zwischen der Vielzahl der auftretenden Stoffe in ähnlicher Weise vorhersagen können, wie es die anorganische Chemie z. B. für die Reaktionen in wässrigen Lösungen gestattet. Ein solches Wissen würde nicht nur die Beurteilung und wissenschaftliche Durchleuchtung der Vorgänge bei den bewährten Verfahren und ihre weitere Entwicklung entscheidend fördern, sondern auch eine Fülle neuer Möglichkeiten darbieten und gegeneinander abwägen lassen. Leider aber ist kaum ein Teilgebiet der wissenschaftlichen anorganischen Chemie so wenig ausgebaut wie das der hohen Temperaturen und jener Stoffe, die bei den metallurgischen

Verfahren miteinander reagieren. Zwar hat die Metallkunde einerseits bereits einen Vorstoß in diese Bereiche unternommen, der in den Zustandsdiagrammen der Metallmischungen seinen wichtigsten Niederschlag fand; andererseits hat für die Oxydmischungen die Silikatchemie wertvollste Pionierarbeit geleistet, allerdings vorwiegend ausgerichtet auf geochemische und petrographische Probleme oder die technischen Fragen der Glas-, Porzellan-, Ziegel- und Zementerzeugung. Für die metallurgisch wichtigen Schlacken, also für uns diejenigen mit Eisenoxiden, sind bisher aber die Unterlagen noch längst nicht ausreichend. Die Reaktionen zwischen Metallmischungen und Oxydmischungen, also jene Reaktionen, die den metallurgischen Verfahren zugrunde liegen, sind demgegenüber von der chemischen Forschung noch weit stiefmütterlicher behandelt worden. Diese Lücke im Lehrgebäude der anorganischen Chemie ist im wesentlichen darin begründet, daß der experimentellen Erforschung dieser Reaktionen im Laboratorium ganz erhebliche Schwierigkeiten entgegenstehen. Daneben bedeutete es keinen Anreiz für derartig schwierige Forschungen, daß selbst nach Ueberwindung dieser Schwierigkeiten keineswegs sicher damit zu rechnen war, daß die zu gewinnenden Erkenntnisse den Stand der Erfahrungen, die die Hüttenleute bei der Entwicklung ihrer Verfahren und besonders bei der laufenden Erzeugung gewinnen konnten, erreichten oder gar überträfen.

Trotz dieser zu erwartenden Schwierigkeiten und der durchaus berechtigten Bedenken wegen des Erfolges haben wir uns vor etwa zehn Jahren die Aufgabe gestellt, diese Grundlagen der metallurgischen Verfahren zu schaffen, und zwar zunächst möglichst losgelöst und unabhängig von den technischen Verfahren lediglich auf Grund von Untersuchungen im Laboratorium, die so einfach wie nur irgend möglich angesetzt werden sollten.

Da es sich bei den Reaktionen der technisch-metallurgischen Verfahren immer um eine große Zahl von Umsetzungen in Vielstoffsystemen handelt, die in mehr oder weniger enger gegenseitiger Verknüpfung nebeneinander ablaufen und nur schwer auf einfache Grundregeln zurückzuführen sind, wurde der Weg einer versuchsmäßigen Analyse der Vorgänge beschritten. Das Vielstoffsystem wurde aufgelöst in übersichtbare Systeme mit einer geringeren Zahl von Komponenten, und in diesen Systemen wurden die grundlegenden Reaktionen untersucht. Damit wurde ein Weg der Forschungsmethodik beschritten, der bewußt von dem bis dahin meist beschrittenen abwich, den verwickelten Gesamtablauf der technischen Verfahren durch Verfolgung der Aenderungen der Zusammensetzung von Metallbad und Schlacke festzulegen und daraus deuten zu wollen.

Richtlinie ist uns bei diesen Forschungsarbeiten gewesen, daß selbst auf die Gefahr hin, rückständig zu erscheinen, ungesicherte Spekulationen vermieden wurden, jedenfalls nicht veröffentlicht werden sollten. Wir wollten vielmehr durch gesicherte Versuchsergebnisse helfen, jene Lücke der wissenschaftlichen anorganischen Chemie zu schließen. Auf der anderen Seite hofften wir, ausgehend von den einfachsten Umsetzungen, Schritt für Schritt den verwickelteren Vorgängen, die bei den technischen Prozessen in schwer übersehbarer Ueberlagerung ablaufen, auch im Laboratorium nahe zu kommen, um so von einer ganz anderen Seite her dem Hüttenmann zur Beurteilung des Ablaufs der Verfahren, ihrer Weiterentwicklung und vielleicht auch für das Auffinden neuer Wege ein geeignetes Rüstzeug in die Hand zu geben.

Wurden dann die Arbeitsergebnisse mit den Erfahrungen des Hüttenmannes verglichen, so mußte wiederholt fest-

gestellt werden, daß die technischen Arbeitsweisen auf den größten Teil dessen, was an neuen Beobachtungen und Erkenntnissen gefunden war und wissenschaftlich gedeutet werden konnte, bereits abgestellt waren, wenn auch bislang die chemischen und physikalisch-chemischen Zusammenhänge nicht angegeben werden konnten. Nur vereinzelt sind die Fälle, in denen bisher mit den gewonnenen Erkenntnissen ein wenn auch noch kleiner Schritt über die Erfahrung des Hüttenmannes hinaus getan werden konnte. Diese Erkenntnis zwang zu größter Vorsicht in der Ausdeutung und zur äußersten Zurückhaltung in der Bewertung der Ergebnisse der Grundlagenforschung und bei der Uebertragung auf die technischen Bedingungen.

Schien es hiernach fast so, als entwickle sich ein technisches Verfahren schon aus sich heraus zur höchsten Leistung, so darf doch das Bemühen um seine wissenschaftliche Erforschung nicht etwa als müßig gewertet werden. Denn ohne Zweifel wäre in der technischen Entwicklung mancher Umweg und gar Irrtum erspart geblieben, wenn von deren Anbeginn an eine umfassende Erkenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen vorhanden gewesen wäre. Da aber unsere heutigen hüttenmännischen Verfahren trotz der gekennzeichneten hohen und folgerichtigen Entwicklung nicht als endgültig anzusehen sind, sondern sicherlich mit fortschreitender Erkenntnis und Erfahrung weitere Verbesserungen und infolge veränderter wirtschaftlicher oder technischer Grundbedingungen noch manche tiefgreifende Wandlung erfahren werden, wird eine Verbreiterung und Sicherung der wissenschaftlichen Grundlagen solche Entwicklungen in der Zukunft erleichtern und beschleunigen.

Die Ergebnisse unserer Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der metallurgischen Grundlagenforschung und ihre Nutzbarmachung für die Bedeutung und Fortentwicklung der technischen Erzeugungsverfahren sind, soweit sie für die Veröffentlichung reif waren, durch die Mitteilungen des Instituts und die Zeitschriften des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute bekanntgeworden. Die wichtigsten Reaktionen der technisch-metallurgischen Verfahren sind diejenigen zwischen Metallschmelzen und flüssigen Schlacken. Für ihre experimentelle und theoretische Bearbeitung war es zunächst notwendig, die Gesetzmäßigkeiten zu untersuchen, nach denen sich diese Reaktionen vollziehen, und die ihre Gleichgewichte bei gleichbleibender wie bei veränderter Temperatur beherrschen. Zu diesem Zweck angestellte Untersuchungen über die Reaktionen zwischen niedrigschmelzenden Metallen und ihren Chloriden führten zu der wichtigen Feststellung, daß eine formale Anwendung des einfachen Massenwirkungsgesetzes ausreicht, diese Gleichgewichte und ihre Temperaturabhängigkeit zu beschreiben. Bei den Untersuchungen über die Reaktionen zwischen Eisenschmelzen und Schlacken aus Oxydulen und Silikaten haben diese einfachen Gesetzmäßigkeiten sich dann als ein wertvolles Rüstzeug erwiesen.

Die gerade bei der Metallurgie des Eisens wichtige Frage nach der gegenseitigen Löslichkeit der Metall- und Schlackenschmelzen ineinander, die sich bis auf die Güte des Fertigstahles auswirkt, mußte eine besonders gründliche Bearbeitung finden. Sie gipfelt in der technisch wichtigen Feststellung, daß die Sauerstoff- bzw. Oxydaufnahme der Eisenschmelze im wesentlichen bestimmt ist durch den Eisenoxydulgehalt der Schlacke, dem sie verhältnismäßig ist. Daraus war sogleich zu folgern, daß Manganoxydul als solches von der Eisenschmelze nicht aufgenommen wird, sondern bei seiner Auflösung durch das Eisen in metallisches Mangan und Eisenoxydul übergeführt wird, eine Feststellung, die entsprechend für die Kieselsäure gilt und auf

Grund weiterer Untersuchungen für alle weiteren Schlackenbestandteile, wie Mangansulfid, Chrom- und Vanadinoxyde, immer wieder bestätigt wurde.

Die aus diesen Laboratoriumsversuchen abgeleiteten Gleichgewichtsbeziehungen stellen gleichzeitig die Grundlagen für die Desoxydation der Stahlschmelze, sei es mit Mangan allein, sei es mit Mangan und Silizium gleichzeitig, dar. In entsprechender Weise wurden daraufhin Aussagen über die desoxydierende Wirkung anderer Eisenbegleiter, vor allem auch des Chroms und des Vanadins im Vergleich zu Mangan und Silizium, gewonnen.

Daß sich bei diesen Untersuchungen neben der schon erwähnten Erkenntnis über den Lösungsvorgang der oxydischen Schlackenbestandteile in der Stahlschmelze noch weitere wissenschaftlich wertvolle und neue Erkenntnisse ergeben haben, sei hier nicht übergangen. Neben der zum ersten Male gegebenen klaren und eindeutigen Beschreibung des verwickelten Reaktionsgeschehens bei mehreren in enger gegenseitiger Verknüpfung gleichzeitig ablaufenden metallurgischen Reaktionen sei auf den immer wieder erkannten engen Zusammenhang der sich zwischen Metall- und Schlackenbad abspielenden Umsetzungen mit den Zustandsschaubildern der auftretenden Metallmischungen, besonders aber auch mit denjenigen der Schlackemischungen hingewiesen. Nach der theoretischen Seite ausbaufähig sind vor allem auch noch die mehrfachen Hinweise, die sich dafür ergaben, daß die Eisen-Mangan-Silikate im Schmelzfluß offenbar weitgehend elektrolytisch dissoziiert sind; die Silikatschlacken — auf Grund neuerer Untersuchungen gerade auch die Phosphatschlacken — unterscheiden sich demnach grundsätzlich von den mehr metallischen Charakter zeigenden Oxydul- und Sulfidschlacken.

Die in den Laboratoriumsversuchen gewonnenen Erkenntnisse haben sich nun als Grundlage für die Deutung der Vorgänge in den technischen Stahlföfen und bei der Desoxydation unter technischen Bedingungen völlig bewährt. Die abgeleiteten Kennzahlen für die untersuchten Gleichgewichte, besonders auch deren Temperaturabhängigkeit, haben inzwischen bei technisch-metallurgischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nicht nur des Instituts, sondern auch von anderer Seite wiederholt nützliche Anwendung gefunden. Zu erinnern ist hier an die lückenlose Ausdeutung des metallurgischen Geschehens bei der Stahlerzeugung mit saurer Schlacke, die vor allem auch von schwedischen Metallurgen auf der Grundlage der hier gewonnenen Erkenntnisse gegeben worden ist. Bei eigenen Untersuchungen an Hand technischer Stahlschmelzen konnte — ebenfalls unter Nutzbarmachung der Ergebnisse der Laboratoriumsforschung — nicht nur die Rolle des Mangans bei der Stahlerzeugung auf saurem wie vor allem auf basischem Herd zuverlässig gekennzeichnet werden, sondern auch gezeigt werden, wie durch richtige Anwendung und zweckmäßige Schmelzföhrung gegenüber der bisher meist üblichen Arbeitsweise recht erhebliche Mengen dieses heute zu den wichtigsten Sparmetallen zu zählenden Begleitelementes eingespart werden können, ohne daß dadurch der Ablauf der Schmelze gestört oder die Güte des Stahles beeinträchtigt wird.

Ausgehend von den Forschungsergebnissen über die Gleichgewichte und den Reaktionsablauf bei den Metall-Schlacken-Reaktionen wurde die technisch bedeutsame Frage nach deren Beeinflussung durch den Kohlenstoff untersucht. Die Wirkung des Kohlenstoffs ist eine zweifache: Einmal bildet er mit den Bestandteilen der Metallschmelze Karbide und sodann greift er als kräftiges Reduktionsmittel unmittelbar in die Reaktionen ein. Die Gesetzmäßigkeiten

der Verschiebung der Gleichgewichte durch die Karbidbildung, ebenso derjenigen, die der Phosphor und das Silizium infolge der Phosphid- und Silizidbildung in der Schmelze bewirken, konnten durch umfassende Versuchsunterlagen klargelegt werden. Die wesentlichste Feststellung dieser Untersuchung bestand darin, daß die Karbide, Silizide und Phosphide des Eisens und des Mangans in den Eisenschmelzen nur sehr wenig dissoziiert sein können.

Für die technische Anwendung ist weit wichtiger die Wirkung des Kohlenstoffs als Reduktionsmittel. Eine umfassende Untersuchung im Laboratorium führte zu der zunächst überraschenden Feststellung, daß die Reaktion des Kohlenstoffs mit den in den Eisenschmelzen gelösten Oxyden, bei der eine Gasphase (Kohlenoxyd) aus einer flüssigen Phase gebildet wird, in ihrem Einsetzen wie in ihrem Ablauf in hohem Maße abhängig ist von rein äußeren Bedingungen, und zwar besonders von denjenigen, die für die Bildung der ersten Kohlenoxydblasen in der Stahlschmelze maßgebend sind. Die Entkohlungsreaktion zeigt bei den hohen Temperaturen in ihrem Ablauf ähnliche Erscheinungen wie das Sieden. Diese Befunde haben sich in ihrer Anwendung auf die Vorgänge in den großen Stahlschmelzöfen als besonders fruchtbar erwiesen; sie haben ganz neue Vorstellungen über den Kochvorgang beim Stahlschmelzen erstehen und — bestätigt durch Betriebsversuche — seine überragende Bedeutung nicht nur für den Reaktionsablauf im Ofen, sondern auch für die Güte des erzeugten Stahles in einem bis dahin nicht erwarteten Ausmaß hervortreten lassen.

In den letzten Jahren führten planmäßige Untersuchungen an eisenoxydulhaltigen Schlacken u. a. zu der überraschenden Feststellung, daß Eisenoxydul und Kalziumphosphat, die wichtigsten Bestandteile der Thomasschlacke, sich im Schmelzfluß nur sehr wenig mischen, vielmehr zwei sich mit ziemlicher Schärfe voneinander absetzende Schichten — wie Öl und Wasser — bilden. Grundend auf dieser durch planmäßige Versuche sicher erkannten Neigung zur Entmischung in diesen Schlacken, ergab sich die Möglichkeit, die Metallurgie des Phosphors, vor allem diejenige des Thomasverfahrens, grundlegend zu bearbeiten. Dabei ergaben sich auch neue Deutungsmöglichkeiten für den technischen Ablauf dieses Stahlerzeugungsverfahrens. War es schon bei den früheren Betriebsuntersuchungen über das Thomasverfahren im Anschluß an die bei den Laboratoriumsversuchen gewonnenen Erkenntnisse über die Mangangleichgewichte unter oxydischer und silikatischer Schlacke möglich gewesen, den beim „Übergang“ zu beobachtenden Wechsel im Verhalten der Eisenbegleiter gegenüber der Schlacke als durch eine Änderung des Schlackencharakters bedingt zu deuten, so konnte diese Vorstellung durch die neuen Erkenntnisse über das Verhalten der Phosphatschlacken eine wesentliche Ergänzung und Vertiefung erfahren.

Darüber hinaus eröffnen die in den Laboratoriumsversuchen gewonnenen Erkenntnisse neue Möglichkeiten für eine Weiterentwicklung des Thomasverfahrens, über deren technische Durchführbarkeit allerdings Ergebnisse noch nicht vorliegen. So wurden auch in den Schlacken mit Erdalkali- und Alkaliphosphaten durchaus ähnliche, teils noch ausgeprägtere Entmischungsercheinungen im Schmelzfluß aufgedeckt. Es handelt sich also offenbar um eine allgemeine Eigenschaft der Phosphatschlacken. Ihre Bedeutung liegt vor allem darin, daß nach Laboratoriumsversuchen der Phosphor so unedel wird, daß er das Mangan vor dem Abbrennen viel wirksamer zu schützen vermag als bei Gegenwart von Kalk allein. Auch dem Kohlenstoff müßte der Phosphor in der

Verbrennungsfolge näherrücken, eine Tatsache, die für die Qualität des Thomasstahles, z. B. im Hinblick auf seinen Stickstoffgehalt, von entscheidender Bedeutung sein müßte. Damit ist den Hüttenleuten ein lohnendes Ziel für zukünftige technisch-metallurgische Entwicklungsarbeiten gesetzt.

Ein kennzeichnendes Beispiel dafür, daß eine so sehr auf das Grundsätzliche ausgerichtete Art der Forschung, ohne ihre Eigenart auf das geringste zu verleugnen, dennoch unmittelbar in die dringenden Aufgaben des Hüttenmannes vorzustoßen und helfend einzugreifen vermag, bieten die Untersuchungen über die Entschwefelung des Roheisens mit Soda. Sie wurden, den Erfordernissen entsprechend, in denkbar kürzester Zeit durchgeführt und haben die technischen Entwicklungsarbeiten zur möglichst weitgehenden metallurgischen Ausnutzung der wertvollen Alkalien anhaltend gefördert. In entsprechender Weise wurde auch das rohstoffwirtschaftlich bedeutsame Problem der Gewinnung manganreicher, zur Ferromanganerzeugung geeigneter Schlacken aus Spiegeleisen und Phosphorspiegeleisen bearbeitet.

Nicht unerwähnt bleiben sollen schließlich unter den Ergebnissen der metallurgischen Forschungsarbeiten die Erkenntnisse, die über die Bedeutung gelöster Gase, besonders des Wasserstoffs und Stickstoffs, für die Eigenschaften des Stahles und deren Beeinflussung durch die Schmelzföhrung gewonnen werden konnten, ferner die Arbeiten des Instituts, die sich, beginnend mit dem Jahre 1924, mit der Entwicklung des kernlosen Induktionsofens als hochwertiges Schmelzgerät der metallurgischen Praxis der Edelmstähe befaßt haben. Neben den planmäßigen Untersuchungen über das Verhalten der Begleitelemente in diesen Öfen sei auf die Beiträge zur Entwicklung einer betriebssicheren basischen Zerstellung als Ergebnisse von Entwicklungsarbeiten der allerletzten Zeit hingewiesen. Dabei wurden Erkenntnisse gewonnen, die nicht nur den Arbeiten in diesem Ofen zugute kommen, sondern es konnten darüber hinaus allgemein gültige Richtlinien für das Erschmelzen des Stahles von höchstem Gütegrad in allen übrigen gebräuchlichen Öfen abgeleitet werden, deren Gültigkeit durch zahlreiche Betriebsversuche bestätigt werden konnte.

Bei der großen Bedeutung, die die Verwendung der bei den basischen Stahlerzeugungsverfahren anfallenden Phosphatschlacken in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht hat, wurde die Erforschung dieses für die deutsche Ernährungswirtschaft grundlegend wichtigen Gebietes beim Institut vor mehr als zehn Jahren aufgegriffen und — vielfach in engster Zusammenarbeit mit den Thomasschlackenherzeugern — im Rahmen der beim Institut geschaffenen Thomasschlackenstelle in wesentlichen Punkten gefördert. Für die Aufnahme dieser Forschungsarbeiten war es bestimmend, daß seinerzeit auf diesem Gebiet neben den reichen technischen Erfahrungen zwar auch eine Reihe wertvoller Forschungsarbeiten aus Laboratorium und Betrieb vorlagen, aber noch nicht die Möglichkeit bestand, die zahlreichen wohlbegründeten Einzelerkenntnisse zu einem in sich widerspruchsfreien Bild zusammenzufassen. Dies gilt vor allem für die Einflüsse, die für die Löslichkeit der in diesen Schlacken enthaltenen Phosphorsäure als Maß ihrer Bewertung als Düngemittel bestimmend sind. Ausgehend von einer planmäßigen mineralogisch-mikroskopischen Erforschung des Gefügebauaus technischer Schlacken, wurde bald erkannt, daß zu einer abschließenden Deutung der Befunde die Erforschung des Grundsystems Kalk-Phosphorsäure-Kieselsäure notwendige Voraussetzung ist. Auf Grund der bei diesen Untersuchungen, die an die Versuchsmethodik hohe und neuartige Anforderungen stellten, gewonnenen Ergebnisse kann heute von den Zusammen-

hängen zwischen Entstehungsbedingungen, Aufbau und Eigenschaften dieser Schlacken ein weit vollständigeres und geschlosseneres Bild entworfen werden als früher, wenn auch bis zu einer abschließenden Erkenntnis noch manche Einzelfragen ihrer wissenschaftlichen Klärung harren.

Wenden wir uns nun dem großen Gebiet der weiteren Behandlung und Verarbeitung des fertig erschmolzenen Metalles zu, so soll hier für die Formgebung durch Gießen nur der kurze Hinweis gegeben werden, daß der beim Gußeisen, vor allem aber beim Stahl wichtigen Frage der Schwindungsverhältnisse besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Untersuchungen über die Unterkühlungsfähigkeit der Schmelzen brachten neuartige Erkenntnisse, deren Bedeutung für den Erstarrungsvorgang von Gußstücken und Blöcken Gegenstand weiter geplanter Untersuchungsreihen ist.

Auf dem Gebiet der bildsamen Verformung fand die technologische Abteilung seit dem Jahr 1925 ein heute noch unerschöpfliches Tätigkeitsfeld. Hier stellte vor allem der Walzvorgang zahlreiche lohnende Aufgaben. Wohl hatten mit seiner zunehmenden Verbreitung schon 50 Jahre früher die Untersuchungen über dieses wohl wichtigste Formgebungsverfahren eingesetzt, von denen in der Folgezeit die Arbeiten der Kommission zur Bestimmung der Kraftleistung der Walzenzugmaschinen und des Kraftverbrauchs der Walzenstraßen der Sektion für Maschinenwesen des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute und die in den Jahren von 1906 bis 1913 auf Veranlassung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute von J. Puppe durchgeführten großangelegten Versuche richtungweisend waren. So wertvolle Unterlagen diese Versuche für den Kraftbedarf beim Walzen von Blechen, Blöcken, Knüppeln und Profilen vor allem für den Bau und Betrieb der Walzwerke erbrachten, so war man doch wegen der Vielzahl der bei diesen Versuchen in den Arbeitsbedingungen eingeschlossenen Einflüsse über den eigentlichen Umformungsvorgang beim Walzen, die dabei herrschenden Gesetzmäßigkeiten und ihre Verknüpfung mit dem zur Durchführung der Formgebung erforderlichen Kraftbedarf noch sehr im unklaren geblieben. Das galt nicht nur für den durch die Temperatur und ihre mannigfaltigen Auswirkungen besonders unübersichtlichen Vorgang des Warmwalzens, auf den sich die genannten Arbeiten bezogen, sondern auch beim Kaltwalzen lagen die Verhältnisse nicht viel anders.

In der Erkenntnis, die Vielzahl der Veränderlichen möglichst zu vermindern und die verbleibenden Einflußgrößen nach Art und Größe genau erfassen und überwachen zu müssen, wenn eindeutige Ergebnisse und Beziehungen von grundsätzlicher Bedeutung erbracht werden sollten, begannen die Arbeiten der technologischen Abteilung mit einer Untersuchung über den zahlenmäßigen Zusammenhang zwischen dem Walzdruck und der Walzarbeit beim Kaltwalzen von Metallen. Nachdem hierbei über die Spannungsverteilung im Walzspalt auf Grund theoretischer Ueberlegungen eine Vorstellung gewonnen war, die mit dem äußeren Ablauf des Walzvorganges in gutem Einklang stand, zeigte sich bei praktischen Walzungen auf dem inzwischen aufgestellten Versuchswalzgerüst des Instituts, daß auch bei der Verarbeitung bei Raumtemperatur der auf die Einheit der im Walzspalt gedrückten Fläche bezogene Walzdruck, der mittlere Formänderungswiderstand, als maßgebende Bezugsgröße für diesen Formgebungsvorgang angesehen werden muß, wie es gleichermaßen schon in dem erwähnten Kommissionsbericht aus dem Jahre 1881 für das Warmwalzen erkannt worden war. Bei fast allen folgenden Untersuchungen stand daher die Ermittlung des Formänderungswiderstandes im Mittelpunkt.

So wurde im Laufe der Jahre allein beim Kaltwalzen von Bandstahl untersucht, welchen Einfluß Walzenwerkstoff, Walzendurchmesser und Walzgeschwindigkeit, Walzgutzusammensetzung, Stichabnahme und Walzreibung, Bandbreite, voraufgegangene Kaltverformung des Walzgutes oder seine Erwärmung auf mittlere Temperaturen, Brems- und Haspelzug in getrennter und gemeinsamer Wirkung oder schließlich die Verwendung von Verbundwerkstoffen auf diese wichtigste Kenngröße haben. Darüber hinaus sind theoretische Erwägungen über die Größe der Walzenabplattung, die beim Auswalzen hochfesten Walzgutes von großer Bedeutung ist, abgeschlossen; ihre versuchsmäßige Ermittlung ist in Angriff genommen, und es ist zu erwarten, daß diese Versuche auch Aufschlüsse über das erforderliche Maß der Walzenballigkeit in Abhängigkeit von den Walzbedingungen erbringen.

Konnten alle diese Untersuchungen in betrieblichen Abmessungen und daher mit unmittelbarer Nutzenanwendung ihrer Ergebnisse für die Praxis durchgeführt werden, so sprach ein gleiches Vorgehen auf dem Gebiet der Warmformgebung im Rahmen der gegebenen, vorerst recht begrenzten Möglichkeiten zunächst nur wenig Erfolg. Und doch führte die geringe Aussicht, alle in Betracht kommenden Einflüsse im Betriebsversuch mit der notwendigen Genauigkeit einzuhalten und zudem in genügend weiten Grenzen verändern zu können, auch hier bald zu der Ueberzeugung, daß die Zusammenhänge in der erwünschten Klarheit nur aus Versuchen im Kleinen zu erkennen sein würden. Nur bei diesen besteht die Möglichkeit, alle störenden Nebeneinflüsse sorgfältig auszuschalten. Selbstverständlich war es auch dann noch geboten, sich zunächst auf die einfachsten Verhältnisse, das frei breitende Auswalzen von Rechkantquerschnitten, zu beschränken. Diese Auffassungen fanden ihre Bestätigung in den aufschlußreichen Ergebnissen, die zuerst beim Warmwalzen von kohlenstoffarmem Stahl, dann aus gleichen Versuchen an mittelhartem Stählen und schließlich an verschiedenen, teils hochlegierten Sonderstählen im Temperaturbereich von 700 bis 1200° erhalten wurden. Wie beim Kaltwalzen waren auch diese Versuche in der Hauptsache auf die Ermittlung des mittleren Formänderungswiderstandes abgestellt. Daneben wurde wie beim Kaltwalzen peinlich darauf geachtet, daß die Walzbedingungen stets übereinstimmten, um durch Wahrung der Vergleichsgrundlagen einen mit der Zahl der Arbeiten immer tiefer gehenden Einblick in die Kraft- und Arbeitsverhältnisse beim Warmwalzen von Stahl zu ermöglichen.

In enger Verbindung mit diesen mehr auf die Fragen der Praxis ausgerichteten Untersuchungen entwickelte sich mit der Zeit aus den kleinsten Anfängen ein immer umfangreicher werdendes Arbeitsgebiet, dessen Ziel in der genauen Erforschung und Verfolgung des Umformungsvorganges bei der bildsamen Formänderung und beim Walzvorgang im besonderen bestand. Der Einfluß der Reibung und der Querschnittsabmessungen auf den Werkstofffluß, die Fragen der Voreilung und Breitung sowie der Ablauf der Formänderung im Walzspalt beim Kalt- und Warmwalzen einfacher Querschnitte und teils auch von Profilen wurde in diesem Rahmen eingehend bestimmt. Durch den Einsatz neuzeitlicher piezoelektrischer Meßverfahren zur oszillographischen Aufzeichnung schnellster Druckänderungen gelang es außerdem, den Druckverlauf im Walzspalt unmittelbar messend zu verfolgen, wodurch die früher theoretisch abgeleitete Spannungsverteilung ihre volle Bestätigung fand.

Wie dieser Ueberblick erkennen läßt, nahmen die Forschungen über den Walzvorgang von der praktischen Wal-

zung ihren Ausgang, um sich dann erst mehr und mehr der Grundlagenforschung zuzuwenden, was nicht zum wenigsten in der erst bei diesen Versuchsreihen gewonnenen Entwicklung der Meßverfahren und Meßeinrichtungen begründet war. Die Zielsetzung der Erforschung der Grundlagen der bildsamen Verformung, des Ausbaues einer Theorie des plastischen Zustandes, war allerdings schon bei Aufnahme der Arbeiten in der technologischen Abteilung vorhanden; das zeigen die seinerzeit vorgenommenen Untersuchungen über die Beanspruchungsverhältnisse beim Schmieden und Walzen sowie über die Ermittlung der Fließkurve von Metallen. Im Laufe der Jahre konnte das dabei zunächst nur skizzenhaft gewonnene Bild eine wesentliche Ergänzung und schon recht befriedigende Vervollständigung erfahren.

In ähnlicher Weise, wenn auch in geringerem Umfang, wurden andere wichtige Verfahren der bildsamen Verformung, von denen hier nur das Ziehen von Draht und Rohren, der Stauchvorgang sowie das Schmieden und Pressen genannt sein sollen, in ihren Grundzügen erforscht. Bei allen diesen Formgebungen erwies sich für den Einblick in den Formänderungsverlauf besonders aufschlußreich eine Versuchsmethodik, bei der die Veränderung eines in einem Symmetrieschnitt angebrachten, ursprünglich rechtwinkligen Liniennetzes im Verlauf der Verformung abgelesen werden konnte. Ferner gestatteten die bei der Verfolgung des Druckverlaufs im Walzspalt gemachten Erfahrungen, auch den Preßdruck beim Schmieden unter dem Fallhammer einer unmittelbaren Messung zugänglich zu machen.

Die Arbeiten der technologischen Abteilung blieben aber nicht auf die verfahrenstechnische Seite der Formgebungsvorgänge beschränkt, sondern verfolgten auch die Wirkung der Verarbeitung auf die Eigenschaften des verformten Werkstoffs. Die Untersuchungen in dieser Richtung sind so zahlreich, daß hier nur der ganze Fragenbereich erwähnt werden kann. Das gleiche gilt für die Untersuchungen, die sich mit der Wärmebehandlung der Stähle und ihrer Wirkung auf den Werkstoff befassen.

Die Erforschung der Vorgänge, die sich bei diesen Verfahren der Wärmebehandlung oder Vergütung des Stahles abspielen, sind vor allem Gegenstand einer sehr ausgedehnten Gruppe von Forschungsarbeiten der physikalischen Abteilung des Instituts gewesen, die unter dem Stichwort „Stahlhärtung“ zusammenzufassen sind. Den Ausgangspunkt dieser Forschungen bildete eine Arbeit über das β -Eisen und Härtungstheorien, in der die experimentellen Untersuchungen zur Stahlhärtung bis zum Jahre 1920 und die aus ihnen abgeleiteten theoretischen Vorstellungen vollständig und kritisch geordnet zusammengefaßt sind. Nach einer Unterbauung und Verschärfung der hierin entwickelten Vorstellungen über den Polymorphismus des Eisens und der Entwicklung von Verfahren für die Verfolgung schnell ablaufender Abkühlungsvorgänge konnte eine breit angelegte Untersuchung über den Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Umwandlungen, das Gefüge und den Feinbau der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen durchgeführt werden. Schon bei den aus diesen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnissen konnte der Vorschlag eines neuen Härtungsverfahrens, der „gestuften Härtung“, abgeleitet werden, ein Verfahren, das in der Folgezeit in der technischen Stahlhärtung in Sonderfällen mit Erfolg zur Anwendung gekommen ist.

Für die Deutung der bei diesen Untersuchungen gemachten Beobachtungen war noch die Vorstellung bestimmend, daß mit steigender Abkühlungsgeschwindigkeit die Grenzlinien der Zustandsfelder des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms zwischen dem austenitischen und ferritischen

bzw. perlitischen Zustand nach tieferen Temperaturen verschoben werden, und daß damit für jede Abkühlungsgeschwindigkeit ein dem Gleichgewichtsdiagramm ähnliches Schaubild angegeben werden könne, das die Vorgänge beschreibt. So wertvoll sich diese Darstellungsweise auch für technische Fragen sowie für ein rasches erstes Erfassen der Vorgänge in den verschiedenen Legierungssystemen erweist, reicht sie doch als Grundlage für ein tieferes Vordringen in die Härtungsvorgänge nicht aus. Ein besseres Bild dieser Vorgänge ließ sich aus einer Verfolgung der Kinetik der Umwandlung gewinnen. In einer Gruppe von Forschungsarbeiten zur Umwandlungskinetik des Austenits, die besonders mit Hilfe magnetischer Meßverfahren erfolgreich durchgeführt werden konnten, wurde — zunächst an legierten Stählen, mit fortschreitender Verbesserung der Versuchstechnik auch für die schnell ablaufenden Umwandlungen von Kohlenstoffstählen — die für die Deutung der Vorgänge wichtige Erkenntnis gewonnen, daß mehrere je nach dem Legierungszustand mehr oder weniger stark ausgeprägte Temperaturbereiche zu unterscheiden sind, in denen der Zerfall des Austenits nach jeweils eigenen Gesetzen abläuft. Auf die Ergebnisse im einzelnen hier einzugehen, würde zu weit führen. Es soll hier nur noch auf die Abweichungen der Versuchsmethodik und der Ausdeutung der gewonnenen Ergebnisse gegenüber Arbeiten ausländischer, besonders amerikanischer Forscher zu der gleichen Frage der Austenitumwandlung hingewiesen werden. Mag deren in mancher Weise einfachere Darstellung der Versuchsergebnisse auch etwas Bestechendes an sich haben, so muß hier doch darauf hingewiesen werden, daß sie zur einwandfreien Beschreibung und Deutung der mannigfaltigen in unseren Arbeiten festgestellten Ergebnisse nicht ausreichend ist.

Von den sonstigen metallkundlichen Untersuchungen der physikalischen Abteilung sollen hier nur noch die Beiträge erwähnt werden, die zur Vervollständigung der experimentellen Unterlagen über die Zwei- und Dreistoffsysteme des Eisens dienen. Sie führten auf der einen Seite zu einer Systematik der Eisenlegierungen, die sich auf die Beeinflussung des Beständigkeitsbereiches der kubisch-flächenzentrierten γ -Form durch den Legierungszusatz gründet und die sich bei zahlreichen späteren Forschungen als leitendes und ordnendes Prinzip bestens bewährt hat. Auf der anderen Seite wurden die Zustandsschaubilder der binären Eisenlegierungen und der ternären Eisen-Kohlenstoff-Legierungen in wesentlichen Punkten ergänzt, zum Teil für technisch bisher noch ungebräuchliche Legierungsmetalle erstmalig zuverlässig festgelegt. Hiermit wurden aber nicht nur Lücken und Fehlstellen in unseren Kenntnissen der wissenschaftlichen Grundlagen der Legierungstechnik des Eisens geschlossen, sondern es wurden damit auch Anregungen und Unterlagen für die Entwicklung neuartiger Sonderstähle und deren besondere Behandlungsverfahren geschaffen. Als Beispiel aus der jüngsten Zeit seien die Eisen-Niob-Legierungen und die niobhaltigen Stähle angeführt, bei denen es gelang, bisher für einen so mäßigen Legierungsgrad unerreicht günstige Festigkeitseigenschaften in der Wärme zu erzielen; Dauerstandfestigkeiten von mehr als 50 kg/mm² bei 500° bei erstaunlich geringer Härte und ausreichender Zähigkeit bei Raumtemperatur eröffnen diesen neuen Werkstoffen wichtige Sondergebiete ihrer Anwendung.

Es ist selbstverständlich, daß das Institut von Anbeginn seiner wissenschaftlichen Forschungsarbeit von der Anwendung der zu jener Zeit neu entwickelten Feinstrukturanalyse durch Röntgenstrahlen ausgiebigen Gebrauch gemacht hat. Hier seien nur die grundsätzlich wichtigen Er-

gebnisse zur Polymorphie des Eisens und über den Gitteraufbau der Eisen-Mischkristalle, sowie die eindeutige Kennzeichnung und die Strukturanalyse der in den Gleichgewichtsdiagrammen auftretenden Phasen, insonderheit der intermetallischen Verbindungen, als wertvolle Hilfe und Ergänzung der thermischen und metallographischen Untersuchungen genannt. Die Bestimmung der Texturen kaltverformter Metalle in Abhängigkeit vom angewandten Verformungsverfahren, aus denen sich allgemeine Richtlinien über die Zusammenhänge mit der Hauptverformungsrichtung ableiten ließen, ergab wichtige Unterlagen für die Deutung der Vorgänge bei der bildsamen Verformung. Schließlich wurde in den letzten Jahren ein Verfahren zur Messung innerer Spannungen durch Gitterkonstantenmessung nach dem Röntgen-Rückstrahlverfahren im Hinblick auf die Entwicklung des Meßverfahrens sowie der Deutung der Ergebnisse im Vergleich mit den nach mechanischen Verfahren gewonnenen elastischen Konstanten des Stahles besondere Beachtung geschenkt; dabei konnte in hohem Grade wahrscheinlich gemacht werden, daß die hier beobachteten Abweichungen als eine Auswirkung der elastischen Anisotropie der einzelnen Kristallite im vielkristallinen Haufwerk zu deuten sind.

Mit dem Hinweis auf die Dauerstandfestigkeit der niobhaltigen Stähle ist bereits einer Arbeitsgruppe aus der großen Zahl der Arbeiten Erwähnung getan, als deren Ziel die Prüfung der Eigenschaften der metallischen Werkstoffe und die Entwicklung von Sonderprüfverfahren zu gelten hat. Es würde zu weit führen, auf die auf verschiedenen Gebieten der mechanischen, metallographischen, physikalischen und chemischen Prüfung bearbeiteten Aufgaben näher einzugehen, die Angabe einer Auswahl derselben soll hier genügen. Aus dem Bereich der mechanischen Werkstoffprüfung sei in erster Linie auf die Arbeiten zur Bestimmung der Festigkeit und Zähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur, zum Teil bis hinab zur Temperatur des flüssigen Wasserstoffs und hinauf bis zu etwa 1000° verwiesen; in diesen wurden nicht nur die Bestimmungsverfahren entwickelt oder ausgebaut, sondern auch sehr umfangreiche Versuchsunterlagen für eine Reihe von technisch wichtigen Werkstoffen beigebracht. In dieser Arbeitsgruppe verdienen die Versuche zur Bestimmung der Temperatureinflüsse auf die Dauerfestigkeit der Stähle unter ruhender und wechselnder Beanspruchung besondere Erwähnung. Bei diesen sehr ausgedehnten Untersuchungen war wiederum das Ziel ein zweifaches. Neben der Bestimmung der Zahlenangaben, die der Konstrukteur für die richtige Auswahl und beste Ausnutzung der Werkstoffe für den Fall der lang andauernden Beanspruchung benötigt, zielen diese Forschungsarbeiten auf die Klarstellung der inneren Vorgänge im Werkstoff unter der Wirkung der Dauerbeanspruchung hin. Sie sollen also die Grundlagen zu einer wissenschaftlichen Erfassung dieses im allgemeinen auf die rein technische Aufgabenstellung ausgerichteten Gebietes schaffen.

Wenn nun abschließend noch die Bearbeitung chemisch-analytischer Probleme — wenn auch nur kurz — erwähnt wird, so muß man sich vor Augen halten, daß im Eisenhüttenwesen der analytischen Chemie nicht allein die Aufgabe gestellt ist, die Roh- und Hilfsstoffe sowie die Haupt- und Nebenerzeugnisse zu untersuchen und zu bewerten. Auch die Ueberwachung der technisch-metallurgischen Vorgänge, die Entwicklung der Verfahren und der Werkstoffe, die Verwendung wohlfeiler wie kostspieliger Legierungselemente, deren Gewinnung und zweckmäßige Handhabung, sie alle fordern den Einsatz chemischer Unter-

suchungsverfahren. Die Bedeutung der analytischen Chemie für die Forschungsarbeit des Instituts ist dahin zu kennzeichnen, daß in vielen Fällen der chemischen Analyse vorbehalten ist, die für die untersuchten Eigenschaften entscheidend wichtigen Einflußgrößen zu suchen und damit die Möglichkeit zu bieten, die Befunde zu ordnen, gleichgültig, ob es sich dabei um Forschungen zu den grundlegenden Fragen der Erzaufbereitung, der Metallurgie, der Legierungskunde, der Metallphysik, der technologischen Formgebung oder der mechanischen Werkstoffprüfung handelt. Darum durfte die Weiterentwicklung der analytischen Verfahren, insonderheit die Entwicklung neuer Verfahren für die Bestimmung bisher wenig oder gar nicht gebrauchter Legierungszusätze und vielfach nicht beachteter Beimengungen in dem Kreis der vom Institut betriebenen Forschungsarbeiten nicht fehlen. Dieser Aufgabe hat das chemisch-analytische Laboratorium des Instituts stets die größte Beachtung geschenkt. Besonders sei hier auf die Entwicklungsmöglichkeiten zur vermehrten Anwendung physikalischer und physikalisch-chemischer Arbeitsweisen hingewiesen, wie Potentiometrie, Polarographie, Photometrie, Spektralanalyse, sowie die Verfahren zur Bestimmung geringster Gehalte von Beimengungen und Legierungselementen, vor allem aber auch auf die Arbeiten zur Entwicklung der Verfahren zur Bestimmung des Sauerstoffs bzw. der Oxyde, des Stickstoffs und des Wasserstoffs im Stahl.

Dieser kurze Rückblick möge genügen, um zu belegen, auf welchem Wege und mit welchem Ergebnis das Institut bemüht gewesen ist, die ihm bei der Gründung vor einem Vierteljahrhundert gestellten Aufgaben zu lösen. Sein Wirkungsfeld ist das Grenzgebiet zwischen Wissenschaft und Technik, von denen beiden ihm die Probleme in schier unübersehbarer Fülle zuströmen. Zwischen den somit naturgemäß häufig weit auseinanderstrebenden Anforderungen und Erwartungen auf der einen Seite der reinen Forschung mit ihrer Einstellung auf weite Sicht, auf der anderen Seite der zweckbedingten Aufgabenstellung der Praxis mit ihren kurzfristig zu lösenden Bedürfnissen galt es die wohl ausgewogene Mitte zu halten. Der soeben gegebene Rückblick möge die Bestätigung gebracht haben, daß dies bei der Auswahl der bearbeiteten Forschungsprobleme und der Art ihrer Durchführung gelungen ist.

Die damit gegebene lebendige Wechselwirkung zwischen theoretischer Forschung und technischer Anwendung greift weit über den Rahmen des Instituts hinaus und gewinnt besonders wertvolle Gestalt in der planmäßigen Zusammenarbeit des Instituts mit der hüttenmännischen Praxis zur gemeinsamen Lösung der gestellten Aufgabe.

Es ist ein wesentlicher Punkt der Zielsetzung des Instituts, Mittler zwischen Wissenschaft und Technik zu sein, dieser zur Meisterung der ihr gestellten Aufgabe die erforderlichen wissenschaftlichen Erkenntnisse näherzubringen und, falls erforderlich, in eine für die Nutzbarmachung für die technischen Aufgaben geeignete Form und Darstellung zu verdolmetschen. Aus dieser Zusammenarbeit entspringen naturgemäß wechselseitige Anregungen zu ihrer beider Fortschritt und gegenseitigen Befruchtung. Dem Institut erwachsen aus dieser lebendigen Berührung mit der Praxis immer wieder Anregungen zu neuen Arbeiten; auf der anderen Seite bietet sie willkommene Möglichkeiten zu einer unmittelbaren Verwertung der Ergebnisse der durchgeführten Forschungsarbeiten im Betrieb.

Wenn sich mit der steten Vermehrung und Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnisse der durch den geschichtlichen Werdegang bedingte Vorsprung der Erfah-

rung und des Könnens des praktischen Hüttenmannes allmählich verkleinert und sich die Möglichkeiten mehren, daß die noch junge Wissenschaft der Eisenforschung richtungweisend und führend in die technische Entwicklung eingreift, so vollzieht sich diese Entwicklung aber nicht etwa im Gegensatz oder gar Kampf, sondern in kameradschaftlicher Zusammenarbeit. Auch der Praktiker hat längst erkannt, daß die Verknüpfung seiner reichen Erfahrung mit der wissenschaftlichen Erkenntnis des Forschers der beste Weg ist, steten Fortschritt zu sichern. Darum ist auch Dank zu sagen für die verständnisvolle Förderung, die das

Institut bei allen seinen Arbeiten und Bemühungen durch die Hüttenwerke und die Fachgenossen aus dem Betrieb gefunden hat.

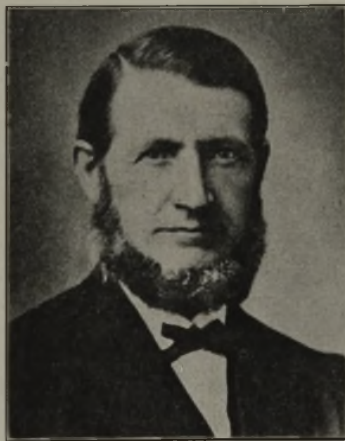
Die Worte Albert Vöglers bei der Einweihung des schönen neuen Heims des Instituts im Jahre 1935: „Die Arbeit des Instituts soll frei von jeder Beeinflussung, frei von jedem Zwang über der Arbeit der Werke stehen; aber sie muß doch wurzeln in der Arbeit der Werke“ werden wie für die Vergangenheit so auch für alle Zukunft verpflichtende Richtlinie für Ziel und Wege der Forschungsarbeit des Instituts sein.

Julius Römheld, der Erbauer des ersten Kokshochofens im rheinisch-westfälischen Industriebezirk.

Von Hans Mertens in Mülheim (Ruhr).

Entwicklung der Roheisenerzeugung mit Koks. Holzkohlenmangel der rheinisch-westfälischen Hüttenwerke. Die Friedrich-Wilhelms-Hütte in Mülheim (Ruhr) und ihre Roheisenerzeugung. Julius Römheld, Jugend und Bildungsgang; Tätigkeit auf der Friedrich-Wilhelms-Hütte. Der Kokshochofen. Erste Erfolge. Betriebsschwierigkeiten und ihre Ueberwindung. Römhelds spätere Tätigkeit.

Englands Vormachtstellung auf technischem Gebiete im vorigen Jahrhundert war nicht zuletzt auf das mit Steinkohlenkoks erblasene Roheisen zurückzuführen, das schon im Jahre 1735 in den Hochöfen von Coalbrookdale erzeugt worden war. Der erste deutsche Kokshochofen, der im Jahre 1796 in Gleiwitz in Betrieb genommen wurde, bewies nach mehreren mißglückten Versuchen die Brauchbarkeit der oberschlesischen Steinkohle für Hochofenzwecke. Mit diesem ersten Kokshochofen begann der Aufstieg der oberschlesischen Industrie, ein halbes Jahrhundert vor dem der rheinisch-westfälischen, ein Vorsprung, der nur schwer aufgeholt werden konnte. Zwar wurden auf der Gutehoffnungshütte zu Sterkrade schon seit 1789 Versuche mit Koks im Hochofen gemacht, aber durchaus keine ermutigenden Ergebnisse erzielt. 1833 wurden die Versuche auf dieser Hütte erneut aufgenommen. Inzwischen war nämlich die Frage der Verwendbarkeit der Steinkohle für Hochofenzwecke zu einer Lebensfrage für die damaligen Eisenhüttenwerke geworden. Die Holzkohle war sehr knapp. Die Holzbeschaffung in ganz Westeuropa war auf das höchste gefährdet, weil die in Betracht kommenden Wälder bereits bedenklich gelichtet waren. In einer Eingabe vom 22. Juli 1833 an die Königl. Regierung zu Düsseldorf wies die Gutehoffnungshütte darauf hin, daß sie im Umkreise von sieben Stunden alles irgendwie erreichbare Holz aufkaufen lasse und doch gezwungen sei, ihren Hochofenbetrieb einzuschränken, weil nicht genügend Holzkohle aufzutreiben sei. Aber so dringlich auch die Frage der Brennstoffbeschaffung für die Hochofenwerke Westfalens war, so ließen der mangelnde Zollschatz und die eigenartige Haltung des Zollvereins auf der einen Seite eine Kokshochofenindustrie in Westdeutschland nicht hochkommen, während auf der anderen Seite englisches und belgisches Roheisen ungehindert die heimischen Märkte überschwemmen konnte. Noch 1843 wurden 212 483 t Roheisen in das deutsche Zollgebiet eingeführt¹⁾.



Julius Römheld.

Die Frage nach der Verhüttung von Steinkohlenkoks war freilich auch auf der Friedrich-Wilhelms-Hütte zu Mülheim (Ruhr) schon früher angeschnitten worden. Johann Dinnendahl, der jüngere Bruder des berühmteren Franz Dinnendahl, von dem heute wohl feststeht, daß er als der Gründer des Werkes anzusehen ist, hatte schon im Jahre 1832 die Konzession zum Bau von zwei Hochöfen erhalten, die „auf Steinkohlen-Coaks“, nach späterer Erklärung auch „auf Holzkohlen“ betrieben werden sollten. Aber erst 1841 war ein Hochofen in Betrieb, und zwar ein Holzkohlenhochofen, während der Kokshochofen für die Hütte, trotz der eingehenden Studien, die der spätere Mitinhaber der Hütte, der Kaufmann Peter Göring aus Düsseldorf, ein Großonkel des Reichsmarschalls Hermann Göring, über diese Frage betreibt, erst 17 Jahre später gebaut werden sollte.

Ob es dieser Peter Göring war, der den jungen Techniker Römheld veranlaßte, zur Friedrich-Wilhelms-Hütte zu kommen, ist noch nicht geklärt; jedenfalls begann Römheld seine Tätigkeit, als die Hütte von diesem Peter Göring, dem Düsseldorfer Kaufmann Friedrich August Deus und dem Köln-Mülheimer Kaufmann Heinrich Moll geleitet wurde. Der am 11. Juli 1823 als fünftes einer mit 14 Kindern reich gesegneten Pfarrersfamilie in Dautphe bei Biedenkopf im industriereichen Lahngebiet geborene Julius Römheld²⁾ hatte bis zu seinem Eintritt auf der Mülheimer Hütte eine eigenartige Laufbahn hinter sich gebracht. Bei dem Jungen hatte sich schon beizeiten ein Hang zu technischen Spielereien und Basteleien bemerkbar gemacht, was den Vater veranlaßte, den jungen Julius 1838 bei dem Hofmechanikus und Münzmeister Breithaupt in Kassel in die Lehre zu geben, wo, wie Römheld in einem später von ihm angelegten Tagebuch schreibt, er in einer kleinen Dachstube mit einem Weck und einer Tasse Milch und mit Bernouillis „Vademecum“, einem damals hochangesehenen

¹⁾ Beck, L.: Geschichte des Eisens, 4. Abt. Braunschweig 1899. S. 696.

²⁾ Der von der Gemeinde ausgestellte „Heimathschein“ weist noch folgende besondere Kennzeichen seines Besitzers nach: Größe 6 Schuh und 9 Zoll, dunkelblonde Haare, mittelhohe Stirn, „Bakenbart“ und Statur „schlang“.

technischen Leitfaden, sich körperlich und geistig auf seine Tagesarbeit vorbereitete, deren praktische Ergebnisse er durch den wöchentlich vierstündigen Besuch einer Zeichenschule abzurunden versuchte. Bald war dem jungen Römheld die Anfertigung mathematischer, physikalischer und optischer Instrumente geläufig.

1843 wechselte der junge Techniker gewissermaßen von der Feinmechanik zum Maschinenbau über. Er arbeitete in der Buchdruckerei und Schriftgießerei von Benjamin Krebs in Frankfurt als Maschinenbauer, ging von da nach Karlsruhe in die Keßlersche Lokomotivfabrik als Volontär, ergänzte nebenbei seine, wie er selbst zugab, mangelhaften theoretischen Kenntnisse als eifriger Hospitant des berühmten Polytechnikums. Dann war sein Geld alle, und da winkte zu seinem Glück die Stellung bei der Friedrich-Wilhelms-Hütte.

Als der junge Römheld nun hier am 5. Juni 1846 seine Tätigkeit als „Schlosser“, wir würden heute wohl sagen als „Betriebsassistent“, im Maschinenbau begann — 42 Taler Monatsgehalt gab's zu Anfang —, da zählte die Hütte mit

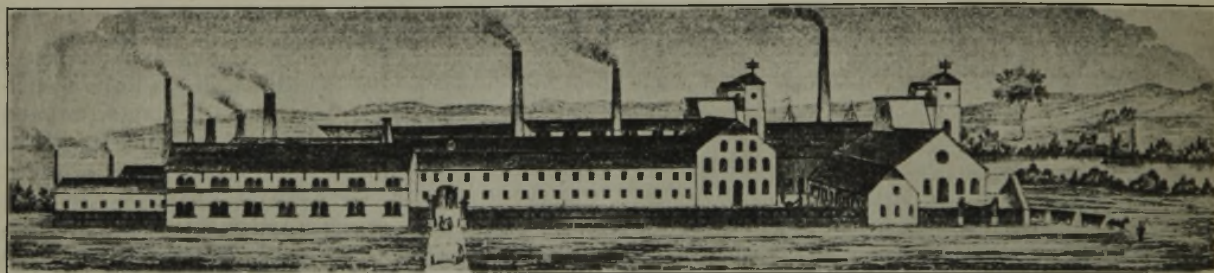


Bild 1. Die Friedrich-Wilhelms-Hütte in Mülheim (Ruhr) um 1850; ganz rechts der von Römheld erbaute Kokshochofen.

ihrer Belegschaft von rd. 480 Arbeitern, mit ihrem Holzkohlenhochofen, einem Flamm- und vier Kupolöfen und der ausgedehnten und einen ausgezeichneten Ruf genießenden Maschinenbauwerkstatt zweifellos zu den bedeutendsten Unternehmungen des Umkreises. Vier Monate später, am 1. November 1846, wurde Römheld in das Konstruktionsbüro übernommen, erhielt gleichzeitig die Aufsicht über die mechanischen Werkstätten einschließlich Schmiede und Kesselschmiede, später kam die Aufsicht über die Gießereien hinzu, und schließlich übertrug man ihm am 1. Mai 1847 die technische Leitung des Hochofenbetriebes. Damit war der junge Römheld in einem auch für damalige Verhältnisse unerhörten Tempo innerhalb Jahresfrist vom Betriebsassistenten bis zum technischen Leiter eines immerhin bedeutsamen Unternehmens aufgestiegen.

Die Gründe, die nun Römheld Mitte Juli 1847 Veranlassung gaben, „die ersten Schmelzversuche mit Coaks im Hochofen zu machen“, wie er in seinem Tagebuch schreibt, sind zweierlei Art. Das eine Mal war es, wie Römheld später dem verdienstvollen Verfasser der „Geschichte des Eisens“, Ludwig Beck³⁾, selbst noch mitgeteilt hat, ein Steigen der Holzpreise und ein billigeres Angebot von Steinkohlen im Jahre 1846, was den damaligen Besitzern der Hütte Veranlassung gab, der Frage der Koksverhüttung näherzutreten. Dazu kam, wie Römheld in seinem Tagebuch schreibt, daß ihn die Uebertragung der Leitung des Hochofenbetriebes reizte, sich mit der Erzverhüttung durch Koks zu befassen. Wie er feststellte, konnte „bei einer näheren Vergleichung der westfälischen mit der belgischen Kokskohle ein Behinderungsgrund nicht gefunden werden“. Darauf wurde, als am Ende der Hüttenreise der Holzkohlenofen der Hütte ausgeblasen wurde, ein Versuch mit Stein-

kohlenkoks gemacht. Den Koks hierzu lieferte die Zeche Sälzer und Neuack, deren Kohlen damals für die am wenigsten schwefelhaltigen gehalten wurden. Unweit des Kohlensturzes stellte die Zeche das Gelände für die zu erbauenden Koksöfen unentgeltlich zur Verfügung. Die Zeche verpflichtete sich, nur Kohlen aus ihren zwei reinsten Flözen Rötgesbank und Dickebank zu liefern, „den gehäuftten Bergscheffel, und zwar garantiert zu 120 Pfund, zu 2½ Silberroschen am Hochofen“. Für das Versuchsschmelzen wurde ein zarter, reicher Roteisenstein von der Lahn beschafft nebst einem kugeligen Toneisenstein aus der Wahner Heide. „In dem alten Holzkohle-Ofen wurde ein über alles Erwarten günstiges Resultat erzielt, derart, daß das gewonnene Eisen aus dem Hochofen direkt zu Poterie- und Handelsgußwaren vergossen werden konnte. Das Eisen war dünnflüssig, grau, weich und fest.“

Dieses überaus günstige Ergebnis bewog anscheinend die Leitung der Friedrich-Wilhelms-Hütte, Römheld mit dem Bau eines neuen Kokshochofens zu betrauen, der denn auch trotz der ungünstigen Auswirkungen, die das Jahr

1848 für die Hütte hatte — so mußte beispielsweise die Belegschaft von 415 auf 216 Arbeiter verringert werden —, im gleichen Jahre in Angriff, aber wegen der Ungunst der Verhältnisse erst 1849 in Betrieb genommen werden konnte. Zu diesem Hochofen fertigte Römheld selbst die Pläne, die leider bis heute noch nicht aufgefunden werden konnten. Wir wissen aber aus Mitteilungen des zeitgenössischen Schriftstellers⁴⁾, daß dieser erste Kokshochofen Rheinlands 41 Fuß = 12,86 m hoch war und eine Kohlensackweite von 11 Fuß = 3,45 m besaß. Nach Bildern der Hütte aus der damaligen Zeit war der Römheldsche Ofen mit Raughemäuer und senkrechtem Giehtaufzug versehen (Bild 1).

Zunächst ließ sich der Betrieb des Hochofens recht günstig an. „Der Betrieb dieses neuen Hochofens mit Coaks“, schreibt Römheld in seinem Tagebuch, „lieferte so lange günstige Resultate, als zarte Rotheisensteine von der Lahn und sphärosideritische Thoneisensteine von Siegburg zur Verfügung standen, deren Beschaffung bei den damaligen Verkehrsmitteln nicht in ausreichendem Maße möglich wurde, weshalb zu einem neu aufgefundenen, ockerigen, feinkörnigen Brauneisenstein aus Ratingen übergegangen wurde. Der Hochofengang blieb bei Anwendung dieses neuen Eisensteins zwar ganz regelmäßig, das daraus erzeugte Eisen erwies sich jedoch als wenig brauchbar.“ Auch ein alter erfahrener belgischer Schmelzmeister namens Biou, der den Rotheisenstein für gut erklärt hatte, konnte nach Römhelds Tagebuch in mehrwöchiger Betriebsleitung kein besseres Ergebnis erzielen.

Aber Römheld war nicht der Mann, sich durch derartige Schwierigkeiten aus der Fassung bringen zu lassen. In den Jahren 1850 und 1851 warf er sich eifrig auf das Studium der Chemie, um hinter die Ursache des Versagens zu kommen. Er fand dann schließlich, daß der „große Gehalt an Weiß-

³⁾ Geschichte des Eisens, 4. Abt. Braunschweig 1899. S. 704/05.

⁴⁾ Berg- u. hüttenm. Ztg. 10 (1851) Sp. 744.

blei-Erz den Eisenstein so leichtflüssig machte, daß derselbe zur Schmelzung gelangte, bevor das Eisenoxydul vollständig reducirt war“. Und tatsächlich gelang es ihm nach und nach, die Kinderkrankheiten dieses ersten rheinisch-westfälischen Kokshochofens zu überwinden.

Freilich konnte sich Römhelds schöpferische Eigenkraft auf der Friedrich-Wilhelms-Hütte nicht mehr lange auswirken. Als die Hütte 1852 in eine Aktiengesellschaft verwandelt wurde, verpflichtete Peter Göring, der inzwischen ebenfalls aus der Leitung der Hütte ausgeschieden war, Römheld als technischen Direktor der im Jahre 1852 ins Leben gerufenen Niederrheinischen Hütte, deren Hochofenanlagen Römheld erbaute. Im September 1854 wurde Römheld dann als technischer Leiter der von holländischen Finanzleuten gegründeten Gewerkschaft Vulcan zu Duisburg für die Erbauung eines neuen Hochofenwerkes gewonnen. Als 1855 das noch im Umbau begriffene Werk nicht gleich die von den Geldgebern erwarteten Gewinne abwarf und zudem eine schlechte Wirtschaftslage einsetzte, kam es zu Meinungsverschiedenheiten zwischen dem Vorstand des „Vulcan“ und dem technischen Direktor, dessen Tätigkeit jedoch in einem Gutachten des Königl. Oberhütteninspektors und Direktors Engels volle Anerkennung fand.

Und nun begann Römheld, der im Jahre 1852 eine Mülheimerin, Wilhelmine Jungeblodt, geheiratet hatte, sich einer unternehmerischen Tätigkeit zuzuwenden. Am 1. April 1859 eröffnete er in Weisenau bei Mainz mit sechs Arbeitern eine Eisengießerei, die bald größere Aufträge für die Ausrüstung der Festung Mainz, dann von der Eisenbahn und größeren Maschinenfabriken erhielt und sich schnell ausdehnte. 1863 wurde der Betrieb nach Gartenfeld, einer Vorstadt von Mainz, verlegt und eine Bearbeitungswerkstätte und Eisenbauabteilung angegliedert. Beim vierzigjährigen Bestehen des Unternehmens im Jahre 1899 zählte es 120 Gefolgschaftsmitglieder. Inzwischen hatte sich Römheld, nach Eintritt seiner beiden Söhne in die Firma, immer mehr der Förderung des Gewerbes und besonders dem Ausbau der Reichsunfallversicherung zugewandt. Es trat also neben den Techniker und Unternehmer noch der Soziologe. Seine fruchtbringende Tätigkeit auf sozialem Gebiete brachte ihm viele Ehrungen, u. a. die Ernennung zum Kommerzienrat und zum Geheimen Kommerzienrat. Als er am 7. November 1904 nach einem arbeitsreichen und gesegneten Leben im Alter von 81 Jahren starb, schied mit ihm sicherlich eine der eigenartigsten Persönlichkeiten aus der Frühzeit der heimischen Industrie.

Die größte Auswirkung Römheldschen Schaffens geht zweifellos von der Errichtung des ersten Kokshochofens in Rheinland-Westfalen auf der Friedrich-Wilhelms-Hütte aus. Die Gegenüberstellung einiger Zahlen möge diese Auswirkung der Römheldschen Pionierleistung erläutern:

1837 wurden noch 90,4 % des gesamten in Preußen hergestellten Roheisens mit Holzkohle, 0,8 % mit gemischtem Brennstoff und nur 8,8 % mit Koks erblasen. 1851 zählte der Regierungsbezirk Düsseldorf 1 Kokshochofen, den der Friedrich-Wilhelms-Hütte, 1853 waren es schon 3, im selben Jahre plante die Gutehoffnungshütte den Bau von 6 Kokshochöfen, 1854 wurden im rheinisch-westfälischen Industriegebiet allein 23 im Bau befindliche Kokshochöfen gezählt, 1856 entstanden allein im Gebiete des Oberbergamtes Dortmund 7 neue Kokshochöfen. Jetzt waren schon 27 Kokshochöfen in diesem Gebiet in Betrieb, und sie erzeugten bereits 94,8 % des gesamten Roheisens. Ueberall schossen die Hochofenwerke buchstäblich aus der Erde. 1850 bauten Ch. Détilleux & Co. in Berge-Borbeck — der spätere „Phoenix“ — den ersten Kokshochofen; dieser sowie die Hochofenbauten des Dortmund-Hoerder Hüttenvereins, der Niederrheinischen Hütte und des „Vulcan“ in Duisburg sowie der Henrichshütte zu Hattingen sind zweifellos unmittelbare Folgen des durch Römheld praktisch durchgeführten Beweises, daß die heimische Steinkohle für Hochofenzwecke brauchbar war.

Und gleichzeitig bedeutete dieser Beweis das Zeichen für eine Reihe von Zechengründungen! Neben ihnen erstreckten sich nunmehr die neuen Fronten langgegliederter Kokereien. Zählte man 1850 in Preußen erst 448 Koksöfen mit einer Erzeugung von 73 000 t, so betrug 1870 die Koks-erzeugung im Gebiet des Oberbergamtes Dortmund allein schon 341 000 t, 1880 war sie in diesem Gebiet bereits auf 2 280 000 t gestiegen. Und wenn man sich vergegenwärtigt, daß diese neuen Zechen, Kokereien und Hochofenwerke erst wieder den Schlüssel für die Entstehung einer Anzahl weiterer Industriezweige abgaben, dann rundet sich das Bild der Auswirkung der Römheldschen Leistung zu einer der folgeträftigsten Taten aus der Frühzeit der westdeutschen Industrie ab.

Gewiß, günstige Umstände, vor allem die endlich vernünftige Schutzzollpolitik der 1850er Jahre und die Auf- und Verwertung des Blackband, haben wesentlich zu dem gewaltigen Aufschwung der westdeutschen Industrie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts beigetragen. Aber es bleibt zweifellos das Verdienst Römhelds, die erste Bresche für diese Entwicklung gelegt zu haben. Kühne Tatkraft, zähe Beharrlichkeit und umfassendes Können seiner schöpferisch begabten Persönlichkeit haben zweifellos an der Formung des großindustriellen Gesamtbildes Rheinlands und Westfalens entscheidend mitgearbeitet.

Außer den angegebenen Quellen wurden noch benutzt: Polytechn. Cbl. 13 (1847) Sp. 917/19; Berg- u. hüttenm. Ztg. 6 (1847) Sp. 665/66; Akten des Werkarchivs der Friedrich-Wilhelms-Hütte, Mülheim (Ruhr).

Bild und Tagebuch Römhelds wurden aus dem Familienarchiv Römheld, Hannover-Kirchrode, zur Verfügung gestellt.

Umschau.

Untersuchung über die Möglichkeit der Verminderung des Seilgewichtes bei der Erzförderung.

Die Frage der Verminderung des Eigengewichtes von Förderseilen wird bekanntlich dringend für große Förderteufen. Obgleich die Förderteufen der schwedischen Eisenerzgruben meistens nur zwischen 300 und 400 m liegen, und neuere Fördereinrichtungen für etwa 600 m Teufe vorgesehen werden, untersucht Ernst Rothelius¹⁾ eingehend die Einflußgrößen, durch die das Seilgewicht bestimmt wird, nämlich die Zugfestigkeitsgrenze der Drähte, die Sicherheitszahl und die Totlast.

Zur Kennzeichnung des rechnerischen Einflusses der Zug-

festigkeit dient eine zeichnerische Darstellung von F. Herbst²⁾ der erforderlichen Seilquerschnitte bei Teufen bis zu 1500 m und Festigkeiten von 150, 180 und 200 kg/mm². Die hieraus hervorgehenden Vorteile hoher Zugfestigkeiten kommen aber praktisch nicht voll zur Geltung wegen der verhältnismäßig geringen Dauerfestigkeit der hochfesten Drähte, wofür Ergebnisse von Dauerversuchen der Seilprüfstelle der Westfälischen Bergwerkschaftskasse³⁾ angeführt werden. Auch in England fand Seoble bei den höchsten Zugfestigkeiten ein Nachlassen der Lebensdauer der Seile. In Schweden stellte B. G. Markman⁴⁾

²⁾ Z. Berg-, Hütt.- u. Salinenw. 63 (1915) S. 303. — ³⁾ Z. VDI 73 (1929) S. 1623. — ⁴⁾ Tekn. T. 52 (1922) S. 756/60.

¹⁾ Jernkont. Ann. 125 (1941) S. 615/50.

für das Jahr 1921 fest, daß nur bei 3 von 51 Fördereinrichtungen Seile mit Zugfestigkeiten zwischen 160 und 170 kg/mm² verwendet wurden. Bei den übrigen waren die Festigkeiten kleiner bis herab zu 120 kg/mm².

Für die Berechnung der Sicherheitszahl, also des Verhältnisses zwischen Bruchbelastung des Seiles und der Seilbelastung, werden in den verschiedenen Ländern verschiedene Grundlagen angenommen. In Deutschland gilt als Bruchbelastung des Seiles die Summe der Bruchbelastungen der einzelnen Drähte, soweit sie von ausreichender Beschaffenheit sind, während in den Vereinigten Staaten, in Südafrika und in Schweden dabei ein Ver-seilverlust in Rechnung gestellt wird. In Schweden ist dieser auf 10 % festgesetzt, während er in den erstgenannten Ländern in den Angaben der Seilfabriken über die gewährleisteten Bruchbelastungen berücksichtigt ist.

Als Seilbelastung gilt allgemein nur die statische Zugbelastung des geraden Seiles. Dynamische Beanspruchungen und Biegespannungen werden bei der Berechnung des Sicherheitsgrades vernachlässigt. Als Begründung hierfür wird in Schweden angeführt, daß die Größe der dynamischen Beanspruchungen zu unsicher sei und sie am besten durch einen entsprechend hoch gewählten Sicherheitsgrad berücksichtigt werde. Die größten Biegespannungen treten jeweils nur in einem beschränkten Teil der verschiedenen Drähte auf, wo sie allerdings vorzeitig Drahtbrüche verursachen können. Man trägt infolgedessen den Biegespannungen am besten Rechnung, indem man Seilscheiben von angemessener Größe wählt und die Seile auf entstehende Drahtbrüche hin überwacht. Die Auffassung deckt sich daher mit der bei uns geltenden. Die von L. Klein⁵⁾ vorgeschlagene Verbesserung der Seilherstellung kann nach Auffassung von Rothelius auch zu einer Verbesserung der Seilherstellung in Schweden führen.

Die Sicherheitszahlen für neue Seile sind hier in folgender Höhe festgesetzt: Bei Vorhandensein von Fangvorrichtungen in seigeren Schächten 8 und in tonnlägigen 10. Ohne Fangvorrichtungen gelten die entsprechenden Werte 10 und 12. Die Seile müssen abgelegt werden, wenn ihre Sicherheit auf drei Viertel der obigen Werte gesunken ist.

Bei der guten Ausführung der schwedischen Fördereinrichtungen hält Rothelius eine Verringerung der Sicherheit bei Teufen über 400 m für möglich, da man in den Vereinigten Staaten sowohl als auch in Südafrika damit befriedigende Erfahrungen gemacht habe. Hier ist man in neuerer Zeit dazu übergegangen, an Stelle einer einheitlichen festen Sicherheitszahl eine mit zunehmender Teufe kleiner werdende einzuführen, die für die größten Teufen in den Vereinigten Staaten den geringsten Wert 4, in Südafrika 5 erreicht. Als Grund wird angegeben, daß in vielen tiefen Gruben eine kleinere Sicherheit mit Rücksicht auf die Abmessungen der Seile notwendig wird, und daß die dynamischen Beanspruchungen bei längeren Seilen geringer ausfallen als bei kurzen.

In Deutschland müssen die Seile abgelegt werden, wenn ihre Sicherheit bei der Seilfahrt unter 8 und bei der Förderung unter 6 sinkt. Die Sicherheitszahlen neuer Seile werden infolgedessen etwa zu 9,5 und 7 gewählt. Für Koepe-Seile sind die zuletzt genannten Werte vorgeschrieben.

Von großem Einfluß auf das Seilgewicht sind ferner die Totlasten, in diesem Falle ausschließlich des Seilgewichtes. Sie sind bei der Gefäßförderung am kleinsten, die deshalb am weitesten in den Vereinigten Staaten und in Südafrika wegen der dortigen großen Teufen verbreitet ist. Hier ist man auch vielfach bereits zu Gefäßen aus Leichtmetallen übergegangen. Die Totlast ist dadurch auf 90 bis 75 % der Nutzlast herabgedrückt, wobei allerdings zu beachten ist, daß der Sicherheitsgrad in diesen Ländern kleiner als in Deutschland und Schweden gewählt wird. Ueber die in Schweden vorkommenden Verhältnisse der Tot- zu den Nutzlasten unterrichtet die folgende Zahlentafel.

Tot- zu Nutzlast	Zahl der Förderungen	Verhältniszahl %
2,0 bis 1,5	10	18
1,5 bis 1,25	9	16
1,25 bis 1,0	22	38
1,0 bis 0,75	11	19
0,75 bis 0,5	5	9
	57	100

Bei 28 % der Förderungen liegt also das Verhältnis unter 1,0, darunter befinden sich vier Gefäßförderungen. Bei Erzförderungen im besonderen ist die Tot- im Verhältnis zur Nutzlast noch kleiner. Das Verhältnis liegt hier bei 36 % der Förderungen unter 1,0. Es beträgt im Durchschnitt 1,04, bei Kohleförderungen dagegen 1,54.

Hermann Herbst.

⁵⁾ Glückauf 77 (1941) S. 257/64.

Dauermagnetstähle mit magnetischer Vorzugslage

In der Entwicklung der Dauermagnetwerkstoffe wurden besonders seit dem Jahre 1930 große Fortschritte erzielt, worüber H. Krainer und F. Raidl¹⁾ berichten. Beim Vergleich der magnetischen Werte kann man erkennen, daß mit der erzielten Erhöhung der Koerzitivkraft im allgemeinen eine Verringerung der Remanenz verbunden ist. Diese Eigenschaft der Dauermagnetwerkstoffe ist physikalisch begründet. Nach R. Becker und W. Döring²⁾ gilt für die Koerzitivkraft H_c nachstehende Gleichung:

$$H_c = \frac{3}{2} p_c \frac{\lambda \cdot \sigma_i}{I_\infty} \tag{1}$$

worin I_∞ die magnetische Sättigung, λ die longitudinale Magnetostraktion, σ_i die inneren Spannungen und p_c einen Faktor bedeuten. Die Größe der inneren Spannungen liegt etwa in der Höhe der Zugfestigkeit und wird zu 100 bis 250 kg/mm² gefunden. Der Beiwert p_c , der in der Größenordnung von etwa 1 liegt, hängt von der Verteilung der inneren Spannungen ab und kann aus der nachstehenden Gleichung ermittelt werden:

$$H_c = \frac{1}{3} p_c \cdot \frac{I_\infty}{\chi_a} \tag{2}$$

Hierin bedeutet χ_a die Anfangsuszeptibilität. Die Koerzitivkraft wird also vor allem von der Magnetostraktion und von der Größe der inneren Spannungen abhängen; die Dauermagnetwerkstoffe mit hoher Koerzitivkraft haben alle auch eine hohe Magnetostraktion und große innere Spannungen. Weiter folgt aus der Gleichung (2), daß die Koerzitivkraft um so größer ist, je geringer die Sättigung des Dauermagnetwerkstoffs ist.

Der wichtigste Kennwert der Dauermagnetwerkstoffe ist der Energiewert $(B \cdot H)_{\max}$. Aus diesem Güterwert und dem Leistungsprodukt $B_r \cdot H_c$ erhält man den Ausbauchungsbeiwert nach folgender Gleichung:

$$\frac{(BH)_{\max}}{B_r H_c} = \gamma, \tag{3}$$

wobei γ ein Maß für die Krümmung der Entmagnetisierungslinie ist. Wäre die Entmagnetisierungslinie z. B. rechteckig, hätte γ den Wert 1. Je größer γ ist, ein um so höherer Energiewert $(BH)_{\max}$ läßt sich bei gegebener Remanenz und Koerzitivkraft erreichen. Die Remanenz beträgt ohne magnetische Vorzugsrichtung etwa das 0,5- bis 0,8fache der Sättigung. Das Verhältnis $B_r : I_\infty$ sei i_r . Man kann daher auch die Verhältniszahl

$$\frac{(BH)_{\max}}{I_\infty \cdot H_c} = \gamma' = \gamma \cdot i_r \tag{4}$$

als Maß für die Krümmung der Entmagnetisierungslinie heranziehen. Diese Gleichung (4) gibt eine einfache Beziehung zwischen dem durch die Größe der Magnetostraktion und der inneren Spannungen gegebenen Wert $I_\infty \cdot H_c$ und dem für die praktische Beurteilung des Dauermagnetwerkstoffes wesentlichen Wert $(BH)_{\max}$. Der Ausbauchungsbeiwert γ und der Beiwert γ' sinken mit wachsender Koerzitivkraft. Bildet man das Verhältnis $\gamma : i_r$, so findet man, daß auch diese Verhältniszahl mit steigender Koerzitivkraft niedrigere Werte annimmt und, was besonders bemerkenswert ist, auch bei Magnetwerkstoffen mit Vorzugslage nur von der Koerzitivkraft abhängt.

Die Entwicklung der Dauermagnetstähle war bisher durch das Bestreben gekennzeichnet, Legierungen mit einem höheren Produkt $I_\infty \cdot H_c$ zu finden. Dieser Wert hängt von dem Produkt $\lambda \cdot \sigma_i$ ab, und diese beiden Größen lassen sich nicht unbegrenzt erhöhen, so daß das Produkt $I_\infty \cdot H_c$ begrenzt ist. Der an Kobalt-Platin-Legierungen gefundene Wert von $21,7 \cdot 10^6$ für $I_\infty \cdot H_c$ dürfte dem oberen Grenzwert schon sehr nahe gekommen sein.

Eine Möglichkeit von entscheidender Bedeutung zur Verbesserung des Güterwertes von Dauermagnetwerkstoffen besteht nun darin, den Verlauf der Entmagnetisierungslinie zu verändern, d. h. sie der rechteckigen Form anzunähern. Es ist bekannt, daß Einkristalle der ferromagnetischen Metalle magnetisch anisotrop sind. In der Richtung der leichtesten Magnetisierbarkeit nähert sich die Form der Entmagnetisierungslinie der Rechteckform. In Vielkristallhaufwerken ist daher die Erzeugung einer kristallographisch bedingten magnetischen Vorzugslage durch eine Textur denkbar, die z. B. durch eine Kaltverformung hervorgerufen werden könnte. Da der Großteil der neuzeitlichen Dauermagnetwerkstoffe im magnetisch wertvollen Zustand mechanisch spröde ist, kann dieser Weg nur bei den wenigen plastisch verformbaren Dauermagnetlegierungen beschritten werden.

¹⁾ Berg- u. hüttenm. Mh. 90 (1942) S. 99/106.

²⁾ Ferromagnetismus. Berlin 1939. S. 214 u. 400.

Eine weitere Möglichkeit, magnetische Anisotropie hervorzurufen, besteht in der Glühbehandlung im magnetischen Feld. H. Pender und R. L. Jones³⁾ haben schon 1913 beobachtet, daß durch eine Glühbehandlung im Magnetfeld die magnetischen Eigenschaften von Eisen beeinflusst werden können. R. M. Bozorth, J. F. Dillinger und G. A. Kelsall⁴⁾ haben diesen Effekt 1934 an Nickellegierungen mit 20 bis 40 % Fe neuerlich entdeckt. Den eingehenden Arbeiten von J. F. Dillinger und R. M. Bozorth⁵⁾ können folgende wesentliche Tatsachen entnommen werden. Legt man während des Glühens bei Temperaturen nahe unterhalb des Curie-Punktes ein magnetisches Feld an, so ist nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur die Richtung des beim Glühen angelegten Magnetfeldes eine Vorzugsrichtung der spontanen Magnetisierung geworden. Dieser Effekt konnte an Kobalt-Eisen-Nickel-Legierungen, deren Curie-Punkt über 500° liegt, nachgewiesen werden. Die Hysteresisschleife nimmt in der Vorzugslage eine steile, fast rechteckige Form an. Die Wirkung des Glühens im Magnetfeld ist um so stärker, je höher die Curie-Temperatur und je langsamer die Abkühlung im Magnetfeld ist. Zur Erklärung dieses Effektes schlagen Dillinger und Bozorth folgende Deutung vor. Beim Abkühlen im Magnetfeld bilden sich unterhalb des Curie-Punktes magnetostruktive Gitterspannungen, die zunächst Spannungen im Werkstoff verursachen. Unter dem Einfluß einer genügend hohen Temperatur gleichen sich diese Spannungen durch plastisches Fließen aus, was zur Folge hat, daß das Gitter bei isotroper und positiver Magnetostruktion an jeder Stelle in der Richtung der spontanen Magnetisierung um einen bestimmten Betrag spannungsfrei gedehnt ist. Nimmt man weiter an, daß nach Abkühlen auf Raumtemperatur diese Dehnung unveränderlich festgehalten wird, also im Werkstoff gerichtete elastische Spannungen verursacht, dann ist tatsächlich die bei der Wärmebehandlung vorgegebene Richtung der Magnetisierung eine Vorzugslage geworden.

Für die Uebertragung dieser Erkenntnisse auf Dauermagnetwerkstoffe ergeben sich daraus wichtige Schlüsse. Eine Aussicht auf Erfolg wird eine Magnetfeldbehandlung nur bei solchen Legierungen haben, die einen hohen Curie-Punkt aufweisen, unterhalb des Curie-Punktes keine Phasenumwandlung mitmachen und bei denen das langsame Durchlaufen des Temperaturbereiches unterhalb des Curie-Punktes nicht zu einer Verschlechterung der magnetischen Sättigung und magnetischen Härte führt. Es scheiden also die umwandlungshärtbaren, martensitischen Stähle von vornherein aus. Am aussichtsreichsten scheint die Magnetfeldbehandlung von ausscheidungshärtbaren Legierungen, besonders der Eisen-Nickel-Aluminium-Legierungen mit Kobaltzusätzen⁶⁾.

D. A. Olliver und J. W. Shedden⁷⁾ waren die ersten, die den Einfluß einer Wärmebehandlung im Magnetfeld an Eisen-Nickel-Aluminium-Kobalt-Legierungen beobachteten. Sie haben gefunden, daß bei einer solchen Behandlung Remanenz und Energiewert $(BH)_{\max}$ in der Richtung des beim Abkühlen angelegten Magnetfeldes erhöht werden, die Koerzitivkraft hingegen nicht wesentlich beeinflusst wird. In der Querrichtung haben Remanenz und Güterwert $(B \cdot H)_{\max}$ abgenommen.

Eine stärkere Wirkung der Magnetfeldbehandlung war auf Grund der bei den magnetisch weichen Legierungen von Dillinger und Bozorth⁵⁾ gemachten Beobachtungen nur bei Dauermagnetlegierungen mit höheren Curie-Punkten zu erwarten. Mit steigenden Kobaltzusätzen wird die Curie-Temperatur erhöht und daher eine Wärmebehandlung im Magnetfeld wirksamer. Es wurde eine Reihe von Eisenlegierungen mit 8 bis 13 % Al, 0 bis 25 % Co und 15 bis 24 % Ni untersucht; wegen der Einzelergebnisse sei auf die Originalarbeit¹⁾ verwiesen. Mit mehr als 25 % Co haben sich die Legierungen magnetisch schlechter gezeigt. Die günstigste Zusammensetzung wurde zu 8 % Al, 24 % Co, 3,5 % Cu und 14 % Ni gefunden⁸⁾.

Die Wärmebehandlung im Magnetfeld kann man während der Abkühlung nach dem Gießen, besonders bei Kokillenguß, wobei die Kokillen aus unmagnetischen Legierungen bestehen müssen, durchführen. Die Abkühlung kann aber auch im Magnetfeld nach einer besonderen Erwärmung vorgenommen werden, wobei zwei Wege gangbar sind. Man erwärmt einmal die zu behandelnden Magnete auf etwa 850 bis 900°, also auf die

Temperatur des Curie-Punktes, und läßt sie dann mäßig beschleunigt unter der Einwirkung des Magnetfeldes abkühlen. Nach den Versuchen haben sich Abkühlungsgeschwindigkeiten von 25 bis 100°/min als brauchbar erwiesen. Bei höheren Erwärmungstemperaturen von 950 bis 1200° ergeben sich Mißerfolge, da die Legierungen innerhalb dieser Temperaturen ihre guten Dauermagneteigenschaften verlieren. Erst oberhalb 1250 bis 1300° erhalten sie wieder, mit richtiger Geschwindigkeit abgekühlt, ihre wertvollen magnetischen Eigenschaften. Man kann daher das Abkühlen im Magnetfeld auch nach einer Erwärmung auf etwa 1275° in Anwendung bringen. Ist durch eine fehlerhafte Wärmebehandlung dieser Stahl verdorben worden, so läßt er sich durch eine mäßig beschleunigte Abkühlung von 1250 bis 1300° wieder verbessern.

Ueber die notwendige Stärke des Magnetfeldes konnte im Gegensatz zu den Angaben des Schrifttums^{6) 7) 8)} festgestellt werden, daß die Anwendung von Feldstärken über 1000 Oersted nicht begründet ist, da bereits mit dieser Feldstärke der volle Richteffekt erzielt wird.

Die für die volle Richtwirkung notwendige Einwirkungszeit des Magnetfeldes hängt mit dem Ablauf des bildsamen Fließvorganges zusammen. Da dieser Fließvorgang zum vollständigen Ablauf eine bestimmte Mindestzeit benötigt, muß auch die Einwirkungszeit des Magnetfeldes eine gewisse Mindestdauer haben. Die durchgeführten Versuche ergaben, daß der Fließvorgang zu seinem Ablauf etwas mehr als 1 min benötigt. Die Einwirkungszeit des Magnetfeldes muß daher diese Mindestdauer haben.

Eine längere Einwirkungszeit läßt keine weitere Erhöhung der Remanenz und des i_r -Wertes erzielen, ist jedoch nicht von Nachteil. Da das Magnetfeld zwischen dem Curie-Punkt 880° und einer Temperatur von 750° einwirken muß, weil unter 750° der Fließvorgang nicht mehr abläuft, ergibt sich bei der oben angegebenen unteren Grenze der Einwirkungszeit eine Abkühlungsgeschwindigkeit von weniger als 100°/min. Eine Verringerung der Abkühlungsgeschwindigkeit unter 25°/min führt zu einer Verschlechterung der magnetischen Eigenschaften dieser Legierungen.

Nach der Magnetfeldbehandlung sind die Dauermagnete zwischen 550 und 560° anzulassen, um die Koerzitivkraft auf ihren Höchstwert zu bringen. Je niedriger die Koerzitivkraft vor dem Anlassen ist, um so längere Anlaßzeiten sind erforderlich.

Durch die Behandlung im Magnetfeld wird von den magnetischen Kennwerten die Remanenz erhöht, die Entmagnetisierungslinie nähert sich der Rechteckform, wodurch der $(BH)_{\max}$ -Wert außerordentlich gesteigert wird. Die magnetische Sättigung im gerichteten Zustand ist gleich hoch wie im nichtgerichteten Zustand. Die Koerzitivkraft wird durch die Magnetfeldbehandlung gegenüber einer nicht im Magnetfeld, jedoch sonst gleich behandelten Probe in der Vorzugsrichtung um etwa 100 Oersted erhöht, in der Querrichtung hingegen um 150 bis 200 Oersted erniedrigt. Die aufgenommenen Entmagnetisierungskurven zeigen eine Remanenz von 11 500 bis 12 500 Gauß, eine Koerzitivkraft von 600 bis 700 Oersted und einen $(BH)_{\max}$ -Wert von 4 bis $5 \cdot 10^6$ Gauß \times Oersted. In der Vorzugslage werden i_r -Werte bis zu 0,9 und γ -Werte bis gegen 0,7 erreicht. Das Verhältnis $\gamma : i_r$ liegt für den gerichteten und nicht gerichteten Zustand praktisch gleich hoch und ist nur von der Höhe der Koerzitivkraft abhängig. Man kann mit dieser Größe aus der Veränderung der Remanenz auf die Veränderung des $(BH)_{\max}$ -Wertes schließen. Weiter kann daraus der Schluß gezogen werden, daß der Ausbauchungsbeiwert γ , selbst wenn die Ausbildung der Vorzugslage noch weiter getrieben werden könnte, über einen offenbar von der Koerzitivkraft abhängigen Wert nicht ansteigen kann. Selbst wenn es gelänge, die Vorzugslage so weit auszubilden, daß die Remanenz gleich der Sättigung wäre, würde γ nicht über das Verhältnis $\gamma : i_r$ anwachsen. Für $i_r = 1$ würde $\gamma : i_r$ auch den Grenzwert für γ' darstellen. Damit ist es möglich, größenordnungsmäßig den theoretisch wahrscheinlichen Grenzwert für $(BH)_{\max}$ zu berechnen, der sich etwa mit 10 bis $15 \cdot 10^6$ Gauß \times Oersted ergibt.

Die Steigerung des $(BH)_{\max}$ -Wertes auf 4 bis $5 \cdot 10^6$ Gauß \times Oersted durch die Vorzugslage bedeutet nicht nur eine Verbesserung der Legierungsausnutzung, sondern eröffnet der Magnetechnik ganz neue Wege, da es dadurch möglich wurde, größte magnetische Energie auf kleinsten Raum zusammenzuballen.

Helmut Krainer und Franz Raidl.

⁷⁾ Nature, Lond., 142 (1938) S. 209; nach Chem. Zbl. 109 (1938) II, S. 3517/18.

⁸⁾ Jellinghaus, W.: Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 3 (1940) S. 143/45.

³⁾ Phys. Rev. 1 (1913) S. 259.

⁴⁾ Phys. Rev. 45 (1934) S. 742. Siehe auch Bozorth, R. M.: Phys. Rev. 46 (1934) S. 232/33; vgl. Chem. Zbl. 105 (1934) II, S. 3172. Kelsall, G. A.: Physics 5 (1934) S. 169/72; vgl. Chem. Zbl. 105 (1934) II, S. 2375.

⁵⁾ Physics 6 (1935) S. 279/84 u. 285/91.

⁶⁾ Vgl. Zumbusch, W.: Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 101/12 (Werkstoffaussch. 603).

Einfluß von Chrom auf die Zunderbeständigkeit von Gußeisen.

C. O. Burgess¹⁾ berichtet über Zunderversuche an chromhaltigem Gußeisen mit der aus *Zahlentafel 1* ersichtlichen Zusammensetzung. Der Werkstoff wurde wahrscheinlich im Elektrofen erschmolzen. Die angegebenen Biegefestigkeiten beziehen sich auf den amerikanischen Biegestab von 28,6 mm Dmr. und 305 mm Auflageentfernung; sie sind in internationale Maße (theoretisches Verhalten) umgerechnet; bei der praktischen Prüfung mit dem Probestab von 30 mm Dmr. und 600 mm Auflagelänge hätten die Biegefestigkeiten vermutlich um etwa 7 %, die Durchbiegungen um 16 % niedriger gelegen²⁾. Zur Zunderprüfung wurden von den Biegestäben Scheiben von 13 mm Dicke abgeschnitten, wobei die Zylinderfläche der Probe

Zahlentafel 1. Zusammensetzung, Gefüge und Biegefestigkeit der von C. O. Burgess untersuchten Gußeisen.

% C gesamt	% C gebunden	% Si	% Cr	Bruch	Lage im Zustandsschaubild ³⁾	Karbidgephase	Biegefestigkeit kg/mm ²	Durchbiegung mm
2,98	0,40	2,22 ¹⁾	0,01	grau bis meliert	untereutektisch	(Cr, Fe) ₃ C	36,0	8,1
2,98	0,63	2,21	0,54	grau bis meliert	untereutektisch	(Cr, Fe) ₃ C	49,6	10,1
3,05	1,26	2,28	1,06	grau bis meliert	untereutektisch	(Cr, Fe) ₃ C	36,0	9,1
3,09	2,98	2,32	1,99	grau bis meliert	untereutektisch	(Cr, Fe) ₃ C	38,4	6,1
3,08	—	2,46	3,81	weiß	untereutektisch	(Cr, Fe) ₃ C	33,5	5,1
3,10	—	2,52	6,15	weiß	eutektisch	(Cr, Fe) ₇ C ₃ + (Cr, Fe) ₃ C	26,0	4,1
3,03	—	2,53	8,27	weiß	eutektisch		43,5	6,1
2,88	—	2,45	11,00	weiß	eutektisch	(Cr, Fe) ₃ C	38,4	6,1
2,92	—	2,66	13,28	weiß	eutektisch		52,1	7,1
2,90	—	2,40 ²⁾	17,06	weiß	eutektisch	(Cr, Fe) ₇ C ₃	36,0	5,1
2,94	—	2,40	25,18	weiß	übereutektisch		60,7	7,1

¹⁾ Dazu 0,56 % Mn, 0,106 % P und 0,024 % S. ²⁾ Dazu 0,66 % Mn, 0,103 % P und 0,023 % S. ³⁾ Nach W. Tofaute, A. Sponheuer und H. Bennek sowie W. Tofaute, C. Küttner und A. Büttinghaus.

mit Gußhaut blieb, nur wenige Proben wurden auf 25 mm Dmr. geschliffen. Die Proben wurden 360 h bei 700, 800, 900 und 1000° in Luft geblüht, wobei jeweils nach 24, 72, 120, 168, 216, 264 und 312 h der Versuch unterbrochen wurde und die Proben völlig abkühlen konnten. Dabei standen die Proben auf einer 13 mm dicken Platte aus einer Eisenlegierung mit 25 % Cr und 12 % Ni, und zwar in 6 mm tiefen Ausdrehungen mit 35 mm Dmr.

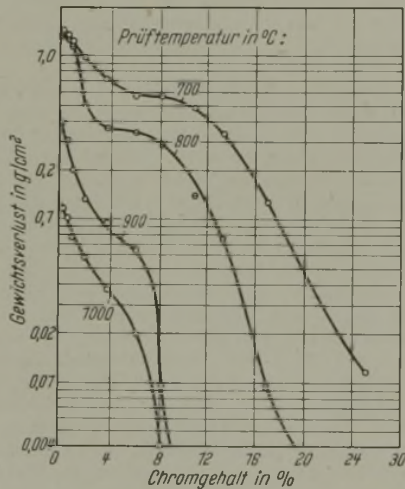


Bild 1. Einfluß des Chromgehaltes von Gußeisen auf den Zunderverlust nach 360 h.

Hierdurch war es möglich, die durch die Oxydation eingetretene Gewichtszunahme der Proben genau zu erfassen, da etwa abgesprungener Zunder in die Taschen fiel und für die Wägung der Proben gesichert werden konnte. Zur Ermittlung des Probengewichtes ohne Zunder wurden die Proben gesandstrahlt.

Bild 1 gibt den Gewichtsverlust der entzündeten Proben nach 360 h wieder; Verluste unter 0,004 g/cm² liegen unterhalb des Beobachtungsfehlers. Die Kurven zeigen vor allem, daß bei 800, 900 und 1000° Chromzusätze von etwa 2 bis 4 % zunächst einen Zunderschutz geben; ein nennenswerter Schutz darüber hinaus ist erst wieder durch Erhöhung des Chromgehaltes auf 6 bis 11 % möglich. *Bild 1* zeigt aber auch, daß Chromgehalte

¹⁾ Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 39 (1939) S. 604/25.

²⁾ Heller, P. A., und H. Jungbluth: Techn. Mitt. Krupp 2 (1934) S. 106/16, vor allem *Zahlentafel 12*; Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 75/82.

von 1 %, wie sie häufig empfohlen werden, nur eine so geringe Wirkung ausüben, daß heute ein solcher Chromzusatz nicht vertreten werden kann. Ueber den Einfluß des Kohlenstoffgehaltes zeigt *Zahlentafel 2*, daß bei 17 und 25 % Cr Kohlenstoffgehalte bis 3 % den Zunderschutz nicht beeinflussen.

Zahlentafel 2. Vergleich der Zunderbeständigkeit von Chromstahl und Chromgußeisen.

% C	% Cr	Gewichtsverlust nach 360 h in g/cm ² bei			
		700°	800°	900°	1000°
0,13	17,56	0,001	0,001	0,013	0,222
2,90	17,06	0,003	0,001	0,009	0,124
0,12	27,25	0,001	0,001	0,003	0,009
2,94	25,18	0,002	0,001	0,001	0,011

Daß die Zunderung zuerst schneller und dann langsamer vor sich geht, ist bekannt und wird für chromhaltiges Gußeisen erneut durch *Bild 2* für 800° belegt. Die Folgerungen für die Berechnung der voraussichtlichen Verzunderung für lange Zeit aus Kurzversuchen sind bekannt. Man kann aber auf Grund von Kurven ähnlich der in *Bild 2* sagen, daß bei 700° etwa 6 % Cr, bei 800° etwa 8 % Cr, bei 900° etwa 17 % Cr und bei 1000° etwa 25 % Cr benötigt werden, um eine sicher haftende Schutzschicht zu bilden, wenn schon bei 700 bis 800° auch 2 % Cr einigen Schutz geben.

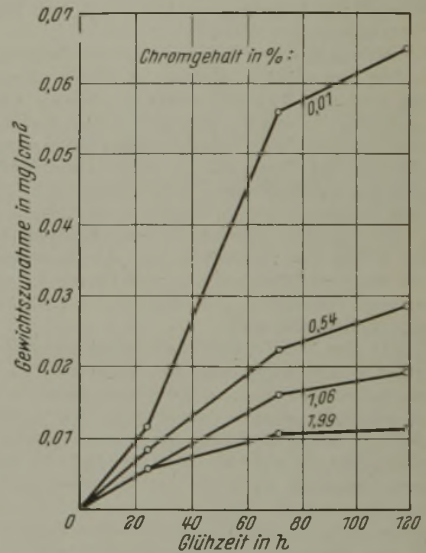


Bild 2. Abhängigkeit der Verzunderung von Gußeisen bei 800° von der Glühzeit.

Die Gefügeuntersuchungen ergaben im Grunde keine neuen Erkenntnisse gegenüber denen nach den Arbeiten von W. Tofaute, A. Sponheuer und H. Bennek³⁾ sowie W. Tofaute, C. Küttner und A. Büttinghaus⁴⁾. Vielleicht ist bemerkenswert, daß nach Zunderung bei 700° bis 2 % Cr noch eine dünne Ferrithaut gefunden wurde, die erst bei 6 % völlig verschwand; bei 800° lagen die Gehalte bei 2 und 8 %, bei 900° bei 4 und 13 % sowie bei 1000° bei 4 und 17 %. Auch will Burgess bei unlegiertem Gußeisen und bei den Proben mit höchstens 2 % Cr in der Zunderschicht einen neuen Gefügebestandteil gefunden haben, den er „Metall-Oxyd-Bestandteil“ (metalloxyde-constituent) nennt und den er für eine feine Ausscheidung von Eisenoxyd aus einem übersättigten Ferrit hält. In den beigegebenen Bildern kommt aber dieser neue Bestandteil so schlecht zum Ausdruck, daß der Berichterstatter auf eine Stellungnahme zu dieser Angabe verzichten möchte.

Hans Jungbluth.

³⁾ Techn. Mitt. Krupp 4 (1936) S. 172/80; Arch. Eisenhüttenw. 8 (1934/35) S. 499/506 (Werkstoffaussch. 302).

⁴⁾ Techn. Mitt. Krupp 4 (1936) S. 181/94; Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 607/17 (Werkstoffaussch. 343).

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 42 vom 15. Oktober 1942.)

Kl. 7 a, Gr. 15, D 74 189. Schrägwalzwerk zur Herstellung insbesondere dünnwandiger nahtloser Rohre. Erf.: Josef Mehren, Düsseldorf, und Dr. Fritz Kocks, Berlin-Zehlendorf. Anm.: Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 18 b, Gr. 18, R 98 387. Verfahren zum Abscheiden von Silizium, Mangan, Vanadin u. dgl. aus Roheisen. Erf.: Dr. Hermann Röchling, Völklingen (Saar). Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar).

Kl. 18 c, Gr. 2/24, D 82 301; Zus. z. Anm. D 82 250. Verfahren und Vorrichtung zum Härten langer Voll- oder Hohlkörper. Erf.: Adolf Stodt, Sandberg über Wuppertal-Vohwinkel, und Andreas Groote, Dortmund. Anm.: Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 18 c, Gr. 3/15, D 84 176. Aufkohlen von Chromstählen. Erf.: Dr.-Ing. Gerhard Riedrich, Krefeld. Anm.: Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 18 c, Gr. 3/25, S 129 777. Wälzlagerstahl. Società Anonima Officine di Villar Perosa, Turin (Italien).

Kl. 18 c, Gr. 5/30, H 163 366. Vorrichtung zum Anlassen länglicher Werkstücke an ihrem einen Ende. Erf.: Carl Hummel, Stuttgart-Degerloch. Anm.: Hahn & Kolb, Stuttgart.

Kl. 18 c, Gr. 11/40, S 146 927. Verfahren zum Betrieb von gasgefeuerten Wärmöfen. Erf.: Otto Steuer, Berlin-Rahnsdorf. Anm.: Friedrich Siemens, K.-G., Berlin.

Kl. 21 g, Gr. 31/01, D 79 442. Dauermagnetsystem. Erf.: Dr.-Ing. Franz Pölguter und Hans Peter Kienberger, Bochum. Anm.: Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 24 k, Gr. 5/02, O 24 852. Gewölbe für Industrieöfen, insbesondere für Drehrohr- oder Trommelöfen. Erf.: Dipl.-Ing. Rudolf Hauenschild und Dipl.-Ing. Rudolf Maurer, München. Anm.: Oesterreichische Magnesit-A.-G., Radenthein, München.

Kl. 40 b, Gr. 2, K 157 795. Verfahren zur Herstellung von sinterungsfähigen Formkörpern. Erf.: Dr. Walther Dawihl, Kohlhasenbrück bei Berlin, Post Potsdam-Babelsberg. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 48 a, Gr. 1/04, M 143 078. Verfahren zur Verringerung bzw. Verhinderung der Säurekorrosion von Metallen oder Metalllegierungen, besonders von Eisen und Eisenlegierungen. Erf.: Dipl.-Ing. Dr. techn. Willibald Machu und Dipl.-Ing. Dr. techn. Oskar Ungersböck, Wien. Anm.: Dipl.-Ing. Paula Machu, geb. Kohlmüller, und Dipl.-Ing. Dr. techn. Oskar Ungersböck, Wien.

Kl. 49 c, Gr. 20/01, D 80 951. Vorrichtung zum elektroinduktiven Erhitzen von metallischen, spanabhebend zu bearbeitenden Werkstücken. Erf.: Dr.-Ing. Gerh. Seulen und Jean v. d. Koehn, Remscheid. Anm.: Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 49 h, Gr. 34/02, K 163 221. Verfahren zum Herstellen einer Auflage von warmfester Bronze bei schweißempfindlichen Stählen, insbesondere Chrom- oder Kupfer-Molybdän-Stahlguß. Erf.: Dipl.-Ing. Arthur Peters, Kiel-Gaarden. Anm.: Fried. Krupp Germania-Werft, A.-G., Kiel-Gaarden.

Kl. 49 h, Gr. 37, G 103 897. Schälmaschine zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer oder aller Längsflächen von Walzblöcken mittels Sauerstoffs. Erf.: Alfred J. Miller, Garwood, N. J. (V. St. A.), James H. Bucknam, Cranford, N. J. (V. St. A.), und W. C. Weidner, Neuyork. Anm.: Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, A.-G., Höllriegelskreuth bei München.

Kl. 49 i, Gr. 4, Sch 123 344. Verfahren zur Herstellung von Schraubenbolzen hoher Festigkeit. Dr.-Ing. Karl Schimz, Berlin-Halensee.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 42 vom 15. Oktober 1942.)

Kl. 21 h, Nr. 1 524 074. Induktionsofen. Dr.-Ing. Ulrich Schwedler, Essen.

Kl. 24 k, Nr. 1 523 917. Winderhitzer. Vereinigte Korkindustrie, A.-G., Berlin-Schöneberg.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 49 h, Gr. 36₀₁, Nr. 721 920, vom 2. März 1938; ausgegeben am 23. Juni 1942. Steirische Gußstahlwerke, A.-G., in Wien. (Erfinder: Dr. Hans Legat in Köln-Deutz.) *Gasschmelz- oder Lichtbogenschweißdraht für die Verbindung von Stahlteilen.*

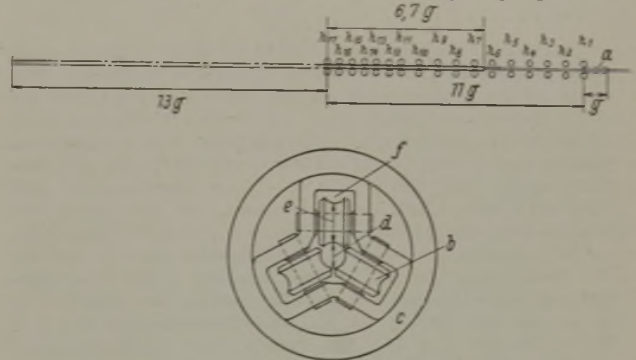
Der Schweißdraht besteht aus im wesentlichen ferritischem oder austenitischem Stahl und enthält noch gleichzeitig Alu-

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

minium, Mangan, Niob und Tantal in einer Gesamtmenge von 1,6 bis 3,2% mit der Maßgabe, daß sich der Aluminiumgehalt zum Manganengehalt wie 1:12 bis 1:16 verhält, der Niobgehalt kleiner als der Manganengehalt ist und sich der Niob- zum Tantalgehalt wie 4,5:5,5 bis 6,4 verhält.

Kl. 7 b, Gr. 3₀₀, Nr. 721 927, vom 5. Januar 1937; ausgegeben am 22. Juni 1942. Französische Priorität vom 20. Juli 1936. Tube Industrial Participation Ltd. in Breganzona, Lugano, Schweiz. (Erfinder: Dipl.-Ing. Károly Korbuly in Csepel, Ungarn.) *Stoßbank zum Strecken von vorgelochten becherförmigen Luppen in einem Hub auf mindestens die zehnfache Länge.*

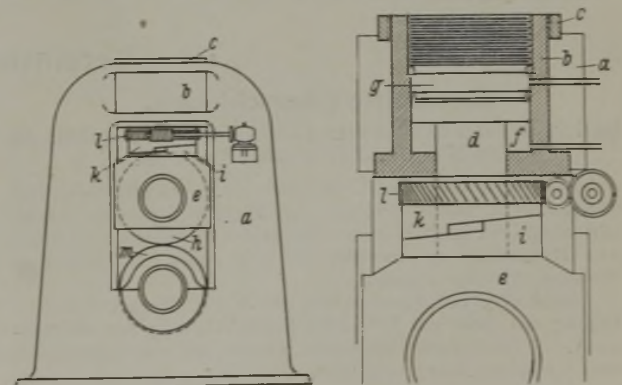
Die vorgelochte Lupe a wird in einem Hub auf mindestens die zehnfache Länge in Kalibern gestreckt, die aus antriebslosen Rollen b gebildet sind; diese sind in einem Träger c gelagert und



umschließen, unter Winkeln von 120° versetzt, ein Kaliber vom Durchmesser d, wobei sich der Durchmesser e der Rollen am Boden der Rille f gemessen versteht. Die Stoßbank enthält eine Anzahl von Kalibern, die größer ist als das Streckungsverhältnis, d. h. das Verhältnis des gestreckten Rohres zu der als Ausgangswerkstück benutzten Lupe. Soll die Lupe a der Länge g auf z. B. die dreizehnfache Länge 13 g gestreckt werden, so hat die Stoßbank mehr als 13, z. B. 17 Kaliber h_1 bis h_{17} , die so nahe aneinandergerückt und derart abgestuft sind, daß sich das Werkstück bei seinem Eintritt in das kleinste Kaliber mindestens auf die halbe Länge 6, 7 g der Kaliberreihe 11 g erstreckt und sich dabei mindestens in der Hälfte der Gesamtanzahl der Kaliber befindet, z. B. in den 11 Kalibern h_7 bis h_{17} .

Kl. 7 a, Gr. 23, Nr. 721 951, vom 4. April 1939; ausgegeben am 24. Juni 1942. Wilhelm Schagen in Düsseldorf-Oberkassel. *Anstellvorrichtung für Walzwerke.*

Im Ständer a liegt ein Druckzylinder b, der durch die Ringmutter c im Ständer befestigt ist und einen Doppelkolben d enthält; dieser ist mit dem Walzenlager e fest verbunden und kann durch die Druckkammern f und g nach oben oder unten gedrückt werden. Zum Einstellen eines bestimmten Walzenabstandes wird



die Walze h zunächst dadurch gesenkt, daß auf die Druckkammer g ein höherer Druck als die Belastung der z. B. ständig unter Akkumulatordruck stehenden Druckkammer f beträgt. Im dadurch entlasteten aus zwei Drehkeilen i, k bestehenden Keilgetriebe wird der Drehkeil k, der um den Kolbenhals drehbar ist, gegen den Keil i, der mit dem Lager e fest verbunden ist, mit Hilfe des Schneckenrades l mit Handrad oder Motorantrieb versetzt, wodurch bei der dann folgenden Entlastung der Druckkammer g eine Veränderung des Abstandes zwischen Lager e und Zylinder b erreicht wird. Das Maß der Versetzung des Drehkeils i richtet sich nach dem zwischen den Walzen h und m gewünschten Abstand.

Wirtschaftliche Rundschau.

Die Stahlerzeugung der Vereinigten Staaten von Amerika im ersten Halbjahr und im Juli 1942.

Die Stahlerzeugung entwickelte sich bis Juli 1942 wie folgt:

	1942	1941 (in 1000 t)	1940
Januar	6 450	6 286	5 230
Februar	8 477	5 659	4 106
März	6 695	6 470	3 982
insgesamt 1. Vierteljahr	19 622	18 415	13 318
April	6 541	6 131	3 720
Mai	6 695	6 443	4 507
Juni	6 368	6 169	5 132
insgesamt 2. Vierteljahr	19 604	18 743	13 359
insgesamt 1. Halbjahr	39 226	37 158	26 677
Juli	6 486	6 188	5 193

Im ersten Halbjahr 1942 erreichte die Stahlerzeugung einen neuen Höchststand. Das Ergebnis des ersten Halbjahrs 1941 wurde um 5,6 % übertroffen, das des ersten Halbjahrs 1940 um 47 %. Selbst die Höchstzahlen des zweiten Halbjahrs 1941 (38 118 000 t) wurden um 3 % überschritten. Von der gesamten Stahlerzeugung entfielen 34 914 000 t oder 89 % auf Siemens-Martin-Stahl, 2 550 000 t oder 6,5 % auf Bessemerstahl und 1 765 000 t oder 4,5 % auf Elektro Stahl. Die Erzeugung von Siemens-Martin-Stahl hat gegenüber dem ersten Halbjahr 1941 um 2 % zugenommen, die von Bessemerstahl um 8 % und die von Elektro Stahl um 47 %. Die Ausnutzung der Leistungsfähigkeit schwankte bei Siemens-Martin-Stahl zwischen 95,4 % im Januar und 99,5 % im Mai, bei Bessemerstahl zwischen 79,5 % im Mai und 88 % im Februar und bei Elektro Stahl zwischen 96,2 % im Februar und 104,8 % im Juni.

Spaniens Außenhandel in den Jahren 1940 und 1941.

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1940 t	1941 t	1940 t	1941 t
Roheisen und Eisenlegierungen . . .	862	174	5 820	24 706
Gewöhnlicher Stahl in Blöcken und Halbzeug	92 642	16 436	183	427
Legierter Stahl	144	56	8	15
Stabstahl	184	864	10 473	11 413
Bleche	565	176	486	1 824
Weißblech	699	337	346	225
Bandstahl	110	274	248	89
Röhren und Verbindungsstücke . . .	49	230	488	609
Schienen	—	—	116	148
Schwellen, Laschen, Unterlagsplatten, Weichen	—	2	87	99
Achsen und Räder	—	0,4	21	35
Konstruktionsteile	22	2	697	970
Schmiede- und Preßstücke	25	28	22	41
Draht und Drahtzeugnisse	167	273	1 520	1 802
Sonstiges	3 186	741	490	913
insgesamt	98 655	19 593,4	21 005	43 316

Spaniens Eisen- und Manganerzförderung sowie Ferromangan- und Ferrosilizium-Erzeugung im ersten Halbjahr 1942.

Die spanische Eisenerzförderung betrug im ersten Halbjahr 1942 695 980 t gegen 522 008 t zur gleichen Zeit des Vorjahres, was eine Zunahme von 33 % bedeutet. Gegen das erste Halbjahr 1940 (855 609 t) blieb das Ergebnis allerdings noch um 19 % zurück. An Manganerz wurden 9714 t gefördert, an Schwefelkies 197 638 t. Die Erzeugung an Ferromangan stellte sich auf 3 846 t, die an Ferrosilizium auf 2 506 t.

Spaniens Roheisen- und Flußstahlerzeugung im ersten Halbjahr und im Juli 1942.

	Spanien			Roheisenerzeugung			Flußstahlerzeugung		
	1942	1941	1940	1942	1941	1940	1942	1941	1940
Januar	43 843	38 013	46 183	55 764	56 764	64 043	t	t	t
Februar	36 498	33 963	41 413	44 217	54 733	61 335	t	t	t
März	54 663	42 049	49 890	54 520	56 448	64 772	t	t	t
insgesamt									
1. Vierteljahr	135 004	114 025	137 486	154 501	167 945	190 150			
April	44 776	45 011	47 663	53 296	63 510	69 301			
Mai	47 313	49 190	47 994	57 872	65 599	64 581			
Juni	46 654	49 697	49 438	51 057	61 458	64 490			
insgesamt									
2. Vierteljahr	138 743	143 898	145 095	165 225	190 567	198 372			
1. Halbjahr	273 747	257 923	282 581	319 726	358 512	388 522			
Juli	47 600	50 537	51 543	55 224	60 403	66 446			

Die Roheisenerzeugung ist im ersten Halbjahr 1942 gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres demnach um 6 % gestiegen, allerdings gegen 1940 noch um ein geringes, und zwar um 3 %, gesunken. Gegen das zweite Halbjahr 1941 (279 103 t) blieb sie um 2 %, gegen das von 1940 (298 190 t) um 8 % zurück. Bei Flußstahl konnten die Zahlen der beiden vorhergehenden Halbjahre gleichfalls nicht erreicht werden, sondern blieben um 10 % gegenüber denen des ersten Halbjahrs von 1941 und um 17,7 % gegenüber denen von 1940 zurück; gegenüber dem zweiten Halbjahr 1941 (328 832 t) betrug der Rückgang 2,9 % und gegenüber dem von 1940 (391 400 t) 22,5 %.

In der Provinz Biskaya wurden erzeugt:

	Roheisen t	Flußstahl t
Januar	26 540	31 902
Februar	19 949	23 214
März	26 749	32 242
insgesamt 1. Vierteljahr 1942	73 238	87 358
April	26 288	31 175
Mai	29 737	34 920
Juni	27 972	30 448
insgesamt 2. Vierteljahr 1942	83 997	96 552
insgesamt 1. Vierteljahr 1942	157 235	183 910
Juli	29 152	31 147

Von der gesamtspanischen Roheisen- und Flußstahlerzeugung entfielen im ersten Halbjahr 1942 mithin jedesmal rd. 58 % auf die Provinz Biskaya.

Vereinsnachrichten.

Eisenhütte Oberschlesien,

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

Am Sonnabend, dem 3. Oktober 1942, hatte die Eisenhütte Oberschlesien, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., ihre Mitglieder in Gleiwitz zu einer Arbeitstagung versammelt, die sich eines sehr lebhaften Besuches erfreuen konnte.

Dank dem Entgegenkommen der Werksleitung konnte die Tagung mit einer gut besuchten Besichtigung der Oberhütten A.-G., Drahtwerke, eingeleitet werden, die den Teilnehmern viele wertvolle Anregungen bot.

In der sich anschließenden und besonderen fachlichen Aufgaben gewidmeten Vortragssitzung im Stadttheater zu Gleiwitz nahm nach Begrüßung durch den Vorsitzenden der Eisenhütte Oberschlesien, Gauamtsleiter im Amt für Technik Dr.-Ing. S. Kreuzer, Gleiwitz, zunächst Dr.-Ing. H. Bansen, Rheinhansen, das Wort zu seinem Vortrage:

Kritische Betrachtungen der eisenhüttenmännischen Verfahren und die Folgerungen für die oberschlesische Eisenindustrie.

Der Vortragende führte dabei etwa folgendes aus: Die Nachfrage nach Kohle und Koks für die Kohlechemie und die Sorge

um die abbauwürdigen Fettkohlenmengen zwingen dazu, den Koksverbrauch je t Roheisen zu senken. Das Verhältnis CO₂/CO im Hochofen ist praktisch bei etwa 30/70 begrenzt, weil bei Verbrennung mit Luft der Heizwert des Gases unter die Brennfähigkeit sinkt. Beim Arbeiten mit Sauerstoff fällt diese Grenze fort. Auch kann man durch vorheriges Rösten von Erz und Kalkstein das CO₂/CO-Verhältnis für die Reduktion verbessern. Das Arbeiten mit klassiertem Möller und die Sinterung der Feinerze wirken auch in dieser Richtung. Bei Vergleichmäßigung des Möllers durch Erzschichtung und maschinelle Abtragung kann man auf Einhaltung des Basenrades und Mangangehaltes und damit auf eine gleichmäßige Roheisenanalyse kommen. Das Ziel zur Senkung des Koksverbrauches für eine Schlackenmenge von etwa 1000 kg auf 1000 kg je t Roheisen in der Richtung auf 800 kg liegt vor allem für Oberschlesien vor, weil für eine zu steigende Roheisenerzeugung nur beschränkte Mengen gut backender Koks kohlen verfügbar sind. Der mit der Schmelkokserzeugung steigende Koksgrusanfall dient zur thermischen Vorbereitung der Erze und des Kalksteins. Auch ist es zum Rennen der sauersten Erze und zum Brikettieren mit Feinerzen zu verwenden. Ascheärmerer Hochofenkoks senkt den Koksverbrauch. Die Energieerzeugung auf den Zechen für Eigenbedarf und Zuschuß für die Eisenindustrie ist auf Mittelprodukte und ärmere Flöze zu verlegen. Koksofenbeheizung auf der Hütte soll durch

Gichtgas erfolgen. Koksofengas soll nur für hochwertige Zwecke verwendet werden. Schwelkoks ersetzt Hochtemperaturkoks im Hausbrand und an Gaserzeugern.

Ein nächster wichtiger Punkt betrifft die Ausrichtung der hüttenmännischen Verfahren nach der Mangan-, Schwefel- und Phosphorfrage. Die Manganversorgung fordert auch für die Zukunft ein manganarmes Roheisen für die Stahlerzeugung, um den Manganverlust in der Hochofenschlacke zu senken. Gegenwirkung gegen die Erhöhung des Schwefelgehaltes im Roheisen durch Rösten der Erze, Erniedrigung des Kokssatzes, ascheärmeren Koks, gleichmäßigen Möller, basische Schlacke, so daß der Siliziumgehalt zwischen 0,5 und 1 % gehalten werden kann. Einsatz im Siemens-Martin-Ofen ist silizium-, phosphor- und schwefelarm zu halten. Schrott ist schon an der Entfallstelle einsatzfähig zu machen. Bei sauberem Einsatz und kleinster Schlackenmenge Leistungssteigerung und gutes Manganansbringen auch bei niedrigem Mangananteil im Roheisen. Siemens-Martin-Stahlerzeugung ist auf Schrott mit etwa 30 % phosphorärmeren Roheisen für Qualitäten zu beschränken. Phosphorhaltige Erze und Schlacken sind auf Thomasroheisen zu verarbeiten. Windfrischwerke, die mit Kalkbühne, Dolomitanlage und Schlackenmahlanlage ausgerüstet sind, gestatten besser als der Siemens-Martin-Ofen die Anpassung an jede Roheisenzusammensetzung. Als chemischer Wärmeträger dient entweder Phosphor oder Mangan. In dem einen Falle wird eine verkaufsfähige Phosphatschlacke (Thomasmehl), im anderen Falle ein Mangankonzentrat, das auf Ferromangan verarbeitet werden kann, erzeugt; bei vanadinhaltigen Erzen ist auch die Herstellung eines Vanadinkonzentrats möglich. Auch Vereinigung von Mangan und Phosphor zur gestuften Mangan- oder Phosphorkonzentration ist möglich.

Der große Anteil von Handelsgüte in der Erzeugung der oberschlesischen Hüttenwerke und der große Thomasmehlbedarf des Ostens drängen zum Bau von Thomaswerken. Die Erzesbeschaffung muß durch einen Ausgleich mit den westlichen Werken erfolgen, um deren phosphorarme Versorgung zu verbessern. Durch erhöhten Roheisenverbrauch beim Thomasverfahren erfährt die Schrottversorgung der Siemens-Martin- und Elektro Stahlwerke eine Verbesserung.

Mit lebhafter Anteilnahme war die Versammlung den richtungweisenden Ausführungen des Vortragenden gefolgt und dankte mit reichem Beifall.

Der nächste Vortrag von Dr.-Ing. O. Kukla, Kattowitz, beschäftigte sich mit dem Thema:

Neue Wärmebehandlungsverfahren zur Verbesserung unserer heutigen Stähle.

Durch die Entwicklungsarbeit in den letzten Jahren ist es gelungen, so führte der Vortragende aus, an Stelle der hochlegierten Stähle sogenannte Austauschstähle zu schaffen, die nach entsprechender Wärmebehandlung die gleichen Eigenschaften aufweisen wie die früher verwendeten Werkstoffe. Der Wärmebehandlung kommt bei diesen Arbeiten besondere Bedeutung zu, und so liegt auch die Aufgabe nahe, Arbeitsverfahren zu entwickeln, durch die die qualitativen Eigenschaften der Stähle im allgemeinen, also nicht nur die der Austauschstähle, gehoben werden. Auf zwei derartige Verfahren, nämlich die Härtung und Vergütung unmittelbar aus der Walzwärme und die besondere Homogenisierungsglühung, ging der Vortragende sodann näher ein. Das erste Verfahren besteht darin, daß man die Wärmebehandlung, also Härtung oder Vergütung der Stähle, unmittelbar an ihre Warmverformung anschließt, wobei die Abhärtung bei tieferen Temperaturen vorgenommen wird als sonst üblich. Der Vortragende gab eine Deutung der nach dieser Arbeitsweise erhaltenen Ergebnisse, die letzten Endes eine Gütesteigerung bedeuten. Bei dem zweiten Verfahren wurden Steigerungen der Gütewerte dadurch erreicht, daß der Werkstoff nach der abgeschlossenen Endverformung langfristig bei sehr hohen Temperaturen geglüht und erst hieran anschließend vergütet wird. Es wurde über eine Reihe von Versuchen mit den verschiedensten Werkstoffen berichtet. Die Verbesserung des Feingefüges durch den eintretenden Konzentrationsausgleich und durch die Aenderung von Gehalt und Verteilung der nichtmetallischen Verunreinigungen geben die Erklärung für die erreichte Wirkung. Durch die Anwendung dieser Behandlung ist es möglich, auf einzelnen Gebieten Sonderwirkungen zu erreichen, die sonst nicht möglich sind, z. B. Zähigkeit bei tiefer Temperatur. Ueberraschend war vor allem auch die wesentliche Erhöhung der Standzeiten von Schnellarbeitsstählen. Beide Verfahren werden angewendet, um durch hohe Temperaturen Stör- und Lockerstellen im Feingefüge auszugleichen und hierdurch den wahren idealen Festigkeitseigenschaften nahezukommen.

Auch dieser Vortrag fand den lebhaften Beifall der Versammlung.

*

Am Nachmittag des gleichen Tages folgte sodann, ebenfalls in den Räumen des Stadttheaters, unter stärkerer Beteiligung von Gästen und Freunden die Fortsetzung der Arbeitstagung. Dr.-Ing. S. Kreuzer, Gleiwitz, hieß hierbei mit herzlichen Worten alle Erschienenen, Gäste und Berufskameraden, willkommen. Ein besonderer Gruß galt dem ständigen Vertreter des Herrn Oberpräsidenten in Kattowitz, Regierungspräsidenten Dr. Faust, sodann den Vertretern der Wehrmacht, an ihrer Spitze Generalleutnant Leykauf, den Vertretern der Partei und ihrer Gliederungen, an ihrer Spitze Kreisleiter de Bruyn, und vielen namhaften Vertretern aus Staats-, Kreis- und Kommunalbehörden.

In seinen weiteren Ausführungen gab Dr. Kreuzer dann zunächst einen Ueberblick über die Tätigkeit der Eisenhütte Oberschlesien und insonderheit ihrer Fachausschüsse, die sich ebenso wie die Zweigstelle Oberschlesien der Energie- und Betriebswirtschaftsstelle unseres Vereins auch im abgelaufenen Jahre wieder mit all den vordringlichen Aufgaben beschäftigt haben, die der oberschlesischen Eisenindustrie gestellt sind und die durch die Neuordnung in der Eisenindustrie jetzt eng verknüpft sind mit den Aufgaben des Hauptringes Eisen- und der Reichsvereinigung Eisen. Allen Beteiligten sagte er für ihre anerkennenswerte aktive Mitarbeit seinen und aller Fachgenossen herzlichen Dank. Mit der Bekanntgabe der gegenwärtigen Zusammensetzung des Vorstandes vollzog er, kraft seines Amtes, zugleich die Berufung von Dr. H. Malzacher, Teschen, zum neuen Mitglied des Vorstandes.

Er ging sodann auf die zukünftigen Aufgaben ein, die innerhalb der Fachausschüsse besonders eingehender Behandlung bedürfen. Von diesen ist die Fortsetzung der Arbeiten zur Verbesserung der Koksbeschaffenheit und die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Hochofen- und Stahlwerke hervorzuheben. Darüber hinaus sei den Stahlveredlungsverfahren gerade im oberschlesischen Gebiet besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Schließlich bleibe als besonders wichtige Aufgabe die Förderung des Nachwuchses in den eisenhüttenmännischen Berufszweigen.

Das Bedürfnis zur Abhaltung von Arbeitstagungen wie der gegenwärtigen, so führte er weiter aus, sei schon an der großen Zahl der Teilnehmer erkennbar. Es genüge nicht, im gegenwärtigen Kampf aller Zeiten sich allein mit dem Alltäglichen zu beschäftigen, es müsse auch Tage geben der Einkehr, an denen sich jeder einzelne über das Erarbeitete Rechenschaft ablege und erneut auf die großen gemeinsamen Ziele ausgerichtet werde.

In ehrenden Worten würdigte der Vorsitzende sodann die Leistungen unserer Wehrmacht und leitete damit über zur Ehrung der Toten. Er schloß dabei auch alle diejenigen ein, die aus der Eisenhüttengemeinde nach getaner Arbeit oder auch aus vollem Schaffen heraus im Kampfe um Deutschlands Freiheit abberufen worden sind. Mit besonders tief empfundenen Worten gedachte er auch des so schweren Verlustes, den die deutsche Technik durch den tragischen Tod des Reichsministers Dr. Todt erlitten hat.

Zur Tagesarbeit übergehend, nahm daraufhin Professor Dr. F. Körber, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung, Düsseldorf, das Wort zu seinem Vortrage:

Ziel und Wege der Eisenforschung.

Der Wortlaut des Vortrages ist an anderer Stelle dieser Zeitschrift (S. 893/903 dieses Heftes) veröffentlicht. Mit lebhaftem Beifall dankte die Versammlung für die ausgezeichneten Darlegungen, die einen Einblick in die wissenschaftliche Arbeit auf dem Gebiete des deutschen Eisenhüttenwesens gewährten und den Teilnehmern viele wertvollste Anregungen boten.

Anschließend daran führte Major Dr. H. Ellenbeck vom Oberkommando der Wehrmacht, Berlin, mit seinem Vortrage:

Aufgaben der wehrgeistigen Kriegführung

die Versammlung aus dem Fachlichen hinaus. In überaus fesselnder Weise verstand es der Vortragende, die Zuhörer in die großen Aufgaben, die hier vorliegen, einzuführen. Entscheidend für ihre Lösung, so führte Major Ellenbeck in etwa aus, ist die Tatsache, daß in unserer Geschichtsepoche das Zeitalter der Aufklärung abgelöst wird durch eine Zeitenwende, in der Glaube, Wille und politische Leidenschaft die tragenden Kräfte sind. Am Anfang dieser Zeit steht die Persönlichkeit des Führers, dessen Gedanken und Willen die Ziele setzt, die Wege weist und das deutsche Volk zur höchsten Anspannung aller Kräfte aufruft. Die Hoffnungen und Pläne und die Sehnsucht der besten Deutschen in den vergangenen Jahrhunderten

werden durch sein Genie wie Lichtstrahlen in einem Brennspiegel zusammengefaßt und durch seine Schöpferkraft verwirklicht. Ein Organ dieses Führers zu sein ist für jede deutsche Persönlichkeit unserer Tage der erste Lebensauftrag, dessen Erfüllung außerordentliche Möglichkeiten eröffnet. Die im 19. Jahrhundert nicht gelöste Aufgabe der Menschenführung ist durch die Synthese des Nationalsozialismus, welche die bis 1932 anscheinend nicht zu vereinigenden Kräfte des Nationalismus und Sozialismus eint, zur großen Führungsaufgabe dieses Krieges geworden. Es ist die Aufgabe der wehrgeistigen Kriegführung, die vom Führer geweckten und eingesetzten Energien des deutschen Volkes zu steigern, zu stählen, Sinn und Inhalt des deutschen Freiheitskampfes zu deuten und sie für den Sieg und die darauf folgende Gestaltung des Friedens fruchtbar zu machen.

Der Redner zeigte an zahlreichen Beispielen, wie die Feindpropaganda, ähnlich wie im ersten Weltkrieg, versucht, in diesem Charakterkrieg die seelischen Kräfte des deutschen Volkes anzugreifen. Er schilderte die Mittel und Wege der Abwehr.

Es kommt darauf an, das deutsche Volk, das jahrhundertlang unter engen Gesichtspunkten der Kleinstaaterei als Volk ohne Raum gelebt hat, in die Weite der Großraumpolitik zu führen. Der Führer hat die Tore der Welt für das deutsche Volk aufgerissen. Das deutsche Volk tritt in die Zeit seiner größten Bewährung ein. Die Front gibt das Vorbild, wie diese Bewährung geleistet wird.

Der Krieg aber wird auf drei Ebenen geführt: an der Front im Kampf, in der Heimat bei der Arbeit und an der Front des geistigen Kampfes, der durch die Aetherwellen, mit Flugblättern und Flüsterpropaganda mit größter Intensität geführt wird.

Der Redner schilderte sodann die Kräfte, welche Deutschland und die gesamte abendländische Kultur tragen und die heute im Entscheidungskampf gegen die chaotischen Gewalten des Bolschewismus und der Plutokratie stehen.

Wie in der Wehrmacht jeder, der an irgendeiner Stelle Verantwortung zu tragen hat, mit besonderem Ernst die daraus erwachsenden Führerplichten zu erfüllen sucht, so ist auch im Lande das Vertrauen des Volkes zu allen zur Führung berufenen Stellen die stärkste Quelle einer unermeßlichen Kraft. Der Vortragende schloß mit dem Appell, in der Schicksalsstunde des Landes der Front wert zu sein.

Dem aufrichtigen Dank, den die Versammlung Major Ellenbeck für seine formvollendeten und aufrüttelnden Ausführungen schon durch begeisterten Beifall kundgetan hatte, gab der Vorsitzende in seinem Schlußwort an alle Vortragenden noch besonderen Ausdruck und schloß mit der Führerehrung die in allen Teilen wohlgelungene Tagung.

In den Abendstunden vereinte die Teilnehmer ein kameradschaftliches Beisammensein im Hause Oberschlesien, bei dem Gedankenaustausch und Aussprache zu ihrem Recht kamen.

Fachausschüsse.

Dienstag, den 10. November 1942, 9.30 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

49. Vollsitzung des Stahlwerksausschusses

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Der Einfluß des Phosphors auf die Metallurgie und Wirtschaftlichkeit des basischen Duplexverfahrens. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. Debuch, Duisburg-Huckingen.
3. Fortschritte im Thomasbetrieb. Berichterstatter: Dr.-Ing. W. Eichholz, Duisburg-Hamborn.
4. Untersuchungen im Dreistoffsystem $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$ und ihre Bedeutung für die Erzeugung von Thomaschlacken. Berichterstatter: Dr. G. Trömel, Düsseldorf.

Eisenhütte Oberschlesien,

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

Dienstag, den 27. Oktober 1942, 15.00 Uhr, findet in der Juliehütte in Bobrek-Karf (Treffpunkt Tor 1) die

57. Sitzung des Hochofenausschusses

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Besichtigung der Erzbrech- und Sinteranlage und des neuen Hochofens. Einführender Bericht: Dr.-Ing. H. Reinfeld.
2. Aussprache über die Steigerung der Koks- und Roheisenerzeugung in Oberschlesien.
3. Bericht über Manganerzeugung und -verbrauch.
4. Verschiedenes.

Donnerstag, den 29. Oktober 1942, 15.30 Uhr, findet im Bismarckzimmer des Kasinos der Donnersmarckhütte, Hindenburg (O.-S.), die

6. Sitzung des Maschinenausschusses der Eisenhütte Oberschlesien statt mit nachstehender Tagesordnung:

1. Einsatz der Ultraviolett-Strahlung in Großbetrieben. Berichterstatter: Dr. E. O. Seitz, Hanau a. M.
2. Gasgebläse oder Turbogebälde zur Erzeugung von Hochofenwind. Berichterstatter: Dipl.-Ing. F. Thöneßen, Gleiwitz.
3. Betriebsfragen.

Eisenhütte Südwest,

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

Dienstag, den 3. November 1942, 15.30 Uhr, findet im Haus der Technik Westmark, Saarbrücken, Hindenburgstr. 7, eine Sitzung des

Fachausschusses „Hochofen“

statt mit folgender

Tagesordnung:

1. Die Aufgaben des Arbeitsringes „Schlackenwirtschaft“. Berichterstatter: Dr. Fritz Keil, Düsseldorf.
2. Aussprache über den zweckmäßigen Ausbau der Schlackewirtschaft in der Westmark.
3. Verschiedenes.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Arndt, Max*, Dipl.-Ing., Hüttdirektor, stellv. Vorstandsmitglied der Neunkircher Eisenwerk A.-G. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen (Saar); Wohnung: Landsweiler Str. 4. 28 005
- Barthe, Hans*, Leiter der Verbindungsstelle Düsseldorf der „Berg- hütte“ Berg- u. Hüttenwerks-Gesellschaft Teschen, Düsseldorf 1, Ludwig-Knickmann-Str. 20. 28 010
- Brandl, Hermann*, Dipl.-Ing., Bergwerksverwaltung Oberschlesien G.m.b.H. der Reichswerke A.-G. „Hermann Göring“, Hauptverwaltung, Abt. A 6, Hohenlohehütte (Oberschles.). 34 025
- Hergeth, Franz*, Ingenieur, Zipser Neudorf (Slowakei), Kleine Gasse 5. 37 167
- Hofer, Johann*, Dr. phil., stellv. Abteilungsleiter, Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Essen-Haarzopf, Sonnenscheinweg 13. 41 053
- Niedenthal, Alfred*, Dr.-Ing., Direktor, stellv. Vorstandsmitglied der Königs- u. Bismarckhütte A.-G., Königshütte-Bismarck (Oberschles.), Braunauer Str. 6; Wohnung: Kattowitz (Oberschles.), Ludendorffstr. 15 a. 32 053
- Richter, Peter*, Arbeitsstudien-Ingenieur, Direktionsassistent, Vereinigte Stahlwerke A.-G., Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf 10, Marschallstr. 6. 40 056
- Rohland, Walter*, Dr.-Ing., stellv. Vorsitzender des Vorstandes der Verein. Stahlwerke A.-G., Düsseldorf 1, Schließfach 320; Wohnung: Krefeld, Vluyner Platz 6. 22 150
- Säglitz, Werner*, Werkstoff-Prüfingenieur, Hauptamt für Technik, Amt für techn. Wissenschaften, Verschleißreferat, Stuttgart-Bad Cannstatt, Brückenstr. 45; Wohnung: Stuttgart-Kaltental, Feldbergstr. 70. 42 178
- Schnötzinger, Franz*, Dr. rer. pol., techn. Dipl.-Volkswirt, Sächsische Gußstahl-Werke Döhlen A.-G., Freital; Wohnung: Dresden A 1, Moltkeplatz 2. 38 289

Gestorben:

- Oertel, Wilhelm*, Dr.-Ing. habil., Aachen. * 15. 1. 1891, † 4. 10. 1942. 18 077
- Peters, Oskar*, Fabrikant, Aachen. * 1. 3. 1863, † 9. 10. 1942. 00 039

Neue Mitglieder.

- Abhöb, Walter*, Betriebsingenieur, Hoesch A.-G., Dortmund; Wohnung: Hamburger Str. 93. 42 257
- Borchart, Kurt*, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Ruhrgas A.-G., Essen; Wohnung: Essen-Rellinghausen, Stiftmühlenbrink 31. 42 258
- Flamme, Wilhelm*, Betriebsingenieur, Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Oberhausen (Rheinl.); Wohnung: Martin-Luther-Str. 33. 42 259
- Habeck, Wilhelm*, Betriebsingenieur, Norddeutsche Hütte A.-G., Bremen-Oslebshausen; Wohnung: Oslebshausen Heerstr. 54. 42 260
- Rieger, Theodor*, Betriebsingenieur, Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Oberhausen (Rheinl.); Wohnung: Essener Str. 94. 42 261
- Siepmann, Heinrich*, Dipl.-Ing., Assistent, Fried. Krupp A.-G., Versuchsanstalt, Essen; Wohnung: Mülheim (Ruhr), Oberheidstr. 143. 42 262