

STAHL UND EISEN.

ZEITSCHRIFT

FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN.

Nr. 47.

25. November 1926.

46. Jahrgang.

Ueber die Tätigkeit des Vereins deutscher Eisenhüttenleute im Jahre 1926.

Werden und Wirken eines technischen Fachvereins hängen eng zusammen mit dem Schicksal der Industrie, für die und mit der ein solcher Verein zu arbeiten hat. Das gilt auch wieder, wie die folgenden Ausführungen zeigen werden, von unserem Verein, seiner äußeren Entwicklung und seiner Tätigkeit auf Grund der Aufgaben, die ihm Gegenwart und Zukunft der deutschen Eisenhüttentechnik im abgelaufenen Jahre gestellt haben.

== Mitgliederbewegung. ==

Die schlechte wirtschaftliche Lage der Eisenindustrie in den letzten Jahren und die durch sie bedingte zunehmende Rationalisierung der Betriebe drückte auch der Bewegung unserer Mitgliederzahl ihren Stempel auf. An die Stelle der steten, nur in einem Jahre unterbrochenen Aufwärtsentwicklung der Vorkriegs- und Kriegszeit trat in den Nachkriegsjahren eine wechselnde Auf- und Abwärtsbewegung, wie sich aus folgenden Zahlen ergibt:

Mitgliederzahl	Mitgliederzahl	Mitgliederzahl
November 1918 . . 6498	November 1921 . . 6079	November 1924 . . 6030
„ 1919 . . 6165	„ 1922 . . 6329	„ 1925 . . 6190
„ 1920 . . 6220	„ 1923 . . 6066	„ 1926 . . 6157

Seit der letzten Hauptversammlung im November 1925 verlor der Verein durch Tod, Austritt und Streichung 289 Mitglieder, während 256 Mitglieder neu bzw. wieder aufgenommen wurden. Bei der Betrachtung der Mitgliederbewegung darf man nicht außer acht lassen, daß die Entwicklung der letzten Jahre nicht allein auf die Folgen der wirtschaftlichen Verhältnisse zurückzuführen, sondern zum Teil auch der schärferen Handhabung der Aufnahmebedingungen zuzuschreiben ist; durch sie soll erreicht werden, daß nur solche Personen in den Kreis der Mitglieder aufgenommen werden, die nach Tätigkeit und Ausbildung zu ihm gehören.

Eine bedauerlich große Zahl von Mitgliedern wurde uns seit der letzten Hauptversammlung durch den Tod entrissen: 79 Mitglieder, darunter Männer, die sich sowohl um die deutsche Eisenindustrie als auch um die Gesamtwirtschaft Deutschlands unschätzbare Verdienste erworben haben. An ihrer Spitze steht unser Ehrenmitglied August Thyssen. Wir nennen ferner Louis Röchling, den langjährigen, verdienstvollen Vorsitzenden des Stahlwerks-Verbandes, sowie unser Vorstandsmitglied Alfred Groebler, aus der kleinen Zahl der noch verbliebenen Mitbegründer unseres Vereins August Bender und unser Vorstandsmitglied Wilhelm Brüggemann. Von sonstigen verstorbenen Mitgliedern, von denen unser Verein und die Eisenindustrie wirksam gefördert worden sind, seien genannt: Heinrich Bannehr, Otto di Biasi, Josef Biro, J.A. Brinell, Erich Glitz, Ernst Hinselmann, Gustav Klein, Rudolf Korten, Gustav Krauthelm, Andrea Joh. Nägel, Hans Pengg-Auheim, Otto Renz, Anton von Rieppel, Franz Schultz, Walther Siebel, Anton Titze, Hugo R. Trenkler, Arnold Woltmann. Diesen wie allen übrigen heimgegangenen Mitgliedern werden wir ein ehrendes Andenken bewahren.

Das Mitgliederverzeichnis, das wir unseren Mitgliedern unter den Verhältnissen der Nachkriegszeit nur auf Wunsch und gegen Zahlung eines Kostenbeitrages liefern konnten, wurde im laufenden Jahre sämtlichen Mitgliedern wieder wie vor dem Kriege kostenlos zugestellt. Das Verzeichnis gibt nicht nur über die Mitgliederzahl selbst, sondern auch über die Geschichte und den Aufbau des Vereins, seine Fachausschüsse, die Wege zur ersprießlichen Benutzung seiner wertvollen Fachbücherei, seine Zweigvereine, die Ergebnisse seiner literarischen Tätigkeit und sonstige für die Mitglieder wichtige Dinge Aufschluß. Es darf daher als ein unerläßliches Hilfsmittel für alle Mitglieder bezeichnet werden, die Nutzen aus den Einrichtungen des Vereins zu ziehen wünschen.

== Literarische Tätigkeit. ==

Unsere Zeitschrift „Stahl und Eisen“ erschien im Berichtsjahre regelmäßig in einem Umfange, der hinter dem des Vorjahres etwas zurücksteht. Diese Verringerung ist zum Teil darauf zurückzuführen, daß man davon absehen konnte, die zahlreichen Berichte der einzelnen Fachausschüsse wie früher vollinhaltlich in „Stahl und Eisen“ wiederzugeben, weil sie den Vereinsmitgliedern gegen geringes Entgelt bereits als Sonderveröffentlichungen ohnehin zur Verfügung stehen. Die Schriftleitung beschränkt sich deshalb unter den heutigen Verhältnissen darauf, in „Stahl und Eisen“ selbst nur einzelne von diesen Berichten in vollem

Wortlaute zu veröffentlichen, den Inhalt der übrigen Berichte aber lediglich in kurzen Auszügen wiederzugeben. Den Lesern wird so der Ueberblick über die umfangreichen Arbeiten der Fachausschüsse sicherlich erleichtert. Darüber hinaus blieb die Schriftleitung bemüht, die Veröffentlichungen möglichst kurz zu fassen und den in der Zeitschrift verfügbaren Raum durch möglichst gedrungene Satzanordnung für den überreichlich vorliegenden Stoff weitgehend auszunützen. Das ihr vorschwebende Ziel, in „Stahl und Eisen“ einen lückenlosen Ueberblick über alle Fortschritte auf dem Gebiete des Eisenhüttenwesens und der zahlreichen Nachbargebiete zu geben, hofft die Schriftleitung auch im Berichtsjahre erreicht zu haben.

Zu besonderen Gelegenheiten wurden auch im verflossenen Jahre Sonderhefte von erhöhtem Umfange herausgegeben; so erschien gelegentlich der in Düsseldorf abgehaltenen diesjährigen Tagung des Vereins deutscher Stahlformgießereien ein Heft, das der Stahlgießerei gewidmet war, während ein weiteres Sonderheft für die Hauptversammlung 1926 bestimmt sein wird.

Am 1. Januar 1926 trat Dr. M. Schlenker, Geschäftsführer der Nordwestlichen Gruppe des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller zu Düsseldorf, mit in die Schriftleitung des wirtschaftlichen Teiles von „Stahl und Eisen“ ein.

In erfreulichem Umfange wirkte sich wiederum die Tätigkeit unserer Fachausschüsse, auf die wir im einzelnen noch zurückkommen werden, literarisch aus. In der Reihe der „Berichte der Fachausschüsse des Vereins deutscher Eisenhüttenleute“ erschienen seit der Hauptversammlung des Jahres 1925 98 neue Berichte, so daß bis heute insgesamt 583 Berichte vorliegen. Aus der folgenden Uebersicht ergibt sich der Anteil der einzelnen Ausschüsse an diesen Zahlen (in Klammern die Gründungsjahre der Ausschüsse):

	Zahl der erschienenen Berichte			Zahl der erschienenen Berichte	
	im Berichtsjahre	seit Bestehen des Ausschusses		im Berichtsjahre	seit Bestehen des Ausschusses
Erzausschuß (1919)	2	12	Ausschuß für Betriebs-		
Kokereiausschuß (1912)	2	24	wirtschaft (1924)	10	14
Hochofenausschuß (1907)	5	77	Chemikerausschuß (1911)	7	49
Ausschuß für Verwertung der			Werkstoffausschuß (1920)	18	93
Hochofenschlacke (1921)	2	7	Hochschulausschuß (1921)	3	3
Stahlwerksausschuß (1911)	24	115	Rechtsausschuß (1912)	—	13
Walzwerksausschuß (1913)	5	45	Wärmestelle (1919)	14	94
Maschinenausschuß (1918)	4	31	Gemeinschaftsstelle Schmier-		
			mittel (1920)	2	6

Die Berichte, die der Verlag Stahleisen m. b. H. zu Düsseldorf sowohl einzeln als auch im Dauerbezuge abgibt, sind allmählich zu einer wertvollen Handbücherei des Eisenhüttenwesens angewachsen, deren literarischer Wert um so höher zu veranschlagen ist, als das Uebermaß des Schrifttums auf eisenhüttemännischem Gebiete, wie schon ausgeführt, ihre gleichzeitige Veröffentlichung in „Stahl und Eisen“ nicht mehr in allen Fällen erlaubt.

In diesem Zusammenhange seien auch gleich die „Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung“ erwähnt, von denen im Berichtsjahre Band VII mit den Lieferungen 5 bis 10 zu Ende geführt und Band VIII mit den Lieferungen 1 bis 9 eröffnet wurde. Insgesamt liegen bisher seit dem Jahre 1920 68 Abhandlungen vor.

An sonstigen Schriften erschienen im Verlag Stahleisen m. b. H. das Buch „Der Roheisen-Verband (ein geschichtlicher Rückblick auf die Zusammenschlußbestrebungen in der deutschen Hochofenindustrie)“ von A. Klotzbach und die umfangreiche Abhandlung „Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in den technischen Betrieben der Grobeisenindustrie“ von K. Rummel. Erwähnt sei schließlich noch das von der Bücher-Vertriebsstelle des Verlags Stahleisen m. b. H. herausgegebene Bücher-Verzeichnis, das in übersichtlicher Anordnung eine Zusammenstellung der gesamten neueren eisenhüttemännischen Literatur gibt und soeben unter dem Titel „Die Fachbücherei des Hüttenmannes“ in neuer Auflage herausgekommen ist.

== Vereinsbücherei. ==

Nach den bisherigen Ergebnissen ist zu erwarten, daß die Benutzung unserer Bücherei, die sich im Vorjahre auf 23 044 Druckschriften erstreckt hatte, im laufenden Jahre die alte Ziffer wieder erreichen, wenn nicht gar übertreffen wird. Dabei nahm die Zahl der Leihsendungen nach auswärts, die im Vorjahre 578 betragen hatte, in erheblichem Umfange zu, während die Lieferung von Lichtabdrucken (an Stelle des früheren Versandes einzelner Zeitschriftenhefte) hinter den Ziffern des Jahres 1925 (3771 Abdrucke in 383 Sendungen) kaum zurückbleiben dürfte. Recht erfreulich entwickelte sich der Verkehr im Lesesaal; er wird im Berichtsjahre mit voraussichtlich etwa 8000 Besuchern (gegen 7062 im Vorjahre) ohne Zweifel den Beweis dafür erbringen, daß die Benutzung der Bücherei ständig zunimmt. Dieser Erfolg ist zum Teil wohl dem Umstande zu verdanken, daß der Lesesaal seit etwa Jahresfrist jeden Dienstag und Freitag über die sonstige Zeit hinaus bis 9½ Uhr abends ununterbrochen geöffnet ist, und infolgedessen manche Leser, die tagsüber geschäftlich gebunden sind, den Lesesaal wieder regelmäßig aufsuchen können. Trotz aller durch die wirtschaftlichen Verhältnisse gebotenen Zurückhaltung bei den Anschaffungen für die Bücherei wird auch der Zugang an Druckschriften mit annähernd 1500 Büchern und Zeitschriftenbänden die Ziffer des Vorjahres (1429

Bände) erneut übersteigen. Der Gesamtbestand unserer Bücherei würde sich demnach bis zum Schlusse des Berichtsjahres auf rund 43 800 Druckschriften vermehren.

Die Tätigkeit der Bibliographischen Auskunftsstelle erstreckte sich, neben der Erteilung zahlreicher kleinerer Auskünfte, besonders in der zweiten Hälfte der Berichtszeit auf die Ermittlung verschiedener umfangreicher Literaturquellennachweise, die anderen Stellen wesentliche Zeitersparnisse ermöglichten und als Grundlage für größere wissenschaftliche Arbeiten zu dienen bestimmt waren. Die Mitarbeit der Abteilung bei der Zusammenstellung der „Zeitschriftenschau“, von der wir im Vorjahre berichten konnten, bewährte sich in jeder Beziehung aufs beste.

Sehr lebhaft wurde in der Berichtszeit die mit unserer Bücherei verbundene amtliche Patentschriften-Auslegestelle in Anspruch genommen; die Benutzungsziffer sowohl für einzelne Patentschriften als auch für ganze Patentschriftengruppen hatte schon im Oktober die Gesamtziffer des Vorjahres erreicht. Mit der Verwaltung der Auslegestelle leistet unsere Bücherei dauernd eine umfangreiche, vor allem für die in Düsseldorf und Umgegend ansässigen Angehörigen von Technik und Gewerbe nicht gering einzuschätzende Arbeit, die beweist, daß unser Verein bestrebt ist, auch über sein Fachgebiet hinaus der Allgemeinheit zu dienen.

== Zweigvereine. ==

In unseren Zweigvereinen herrschte während des Berichtsjahres reges Leben. Die Eisenhütte Südwest hielt ihre Hauptversammlung am 17. Januar 1926 in Saarbrücken unter dem Vorsitz von Generaldirektor Paul Boehm ab, der einleitend über die Wirtschaftslage der Eisenindustrie an der Saar mit ihren Schwierigkeiten und Aussichten berichtete. Ferner wurden Vorträge über Neuerungen im Gasmaschinenbau sowie über die Verwendung von Mischgas zur Beheizung von Siemens-Martin-Oefen gehalten und ein Bericht über eine Reise durch die südliche Mandchurei erstattet¹⁾.

Die Hauptversammlung der Eisenhütte Oberschlesien fand am 25. April 1926 unter der Leitung ihres Vorsitzenden, Generaldirektors Dr.-Ing. G. h. R. Brennecke, in Hindenburg statt. Außer einem wirtschaftlichen Vortrage, über „Staat und Wirtschaft“, wurden Vorträge über die Entstehung von Hochofengichtstaub und dessen Abscheidung nach verschiedenen Gasreinigungsverfahren und über die Charakterisierung und Verarbeitung von Kohlenschlämmen erstattet²⁾. Um das Leben in der Eisenhütte noch reger zu gestalten, bereitete deren Vorstand eine Reihe von dankenswerten Einrichtungen vor. So sollen in bestimmten Zeitabständen Vortragsabende veranstaltet werden, von denen der erste bereits am 23. September 1926 stattfand mit einem Vortrage über „Wirtschaftliche Kesselumbauten während des Betriebes“. Ein zweiter Vortragsabend ist für Ende November vorgesehen. Weiterhin wurden im Rahmen der Eisenhütte nach dem Vorbilde des Hauptvereins technische Fachausschüsse gebildet, um den Mitgliedern, besonders den jüngeren Ingenieuren, Gelegenheit zu geben, in unmittelbarem Meinungsaustausch mit Fachgenossen ihre Kenntnisse zu erweitern, Erfahrungen zu sammeln und Anregungen für die Praxis entgegenzunehmen. Eingesetzt wurden zunächst drei Fachausschüsse für die folgenden zusammenhängenden oder miteinander verwandten technischen Arbeitsgebiete: für Hochofen- und Kokereifragen, für Stahlwerke und Werkstoffe, für Walzwerke und weiterverarbeitende Betriebe.

Aus der Tätigkeit der Eisenhütte Oesterreich ist zunächst die Hauptversammlung vom 20. November 1925 in Leoben unter dem Vorsitz von Rektor Dr.-Ing. O. von Keil zu erwähnen; Vorträge über Beobachtungen und Erfahrungen bei der Herstellung von Stahlformguß und über Sauerstoffrotbruch und seine Beseitigung bildeten hier außer geschäftlichen Punkten die Gegenstände der Tagesordnung³⁾. Am 13. März 1926 fand in Leoben eine Versammlung mit einem Bericht über eine Studienreise nach Schweden und England statt⁴⁾. Die Hauptversammlung 1926 wurde vom 15. bis 17. Mai in Leoben unter dem Vorsitz von Generaldirektor Dr. mont. E. h. A. Apold abgehalten, der einleitend ausführlich über die Lage der österreichischen Eisenindustrie berichtete. Weitere Vorträge befaßten sich mit der Verbesserung des Gußeisens durch Rüttelung, der Vergasung österreichischer Braunkohle und der Bewirtschaftung menschlicher Arbeitskräfte in den Betrieben. Werksbesichtigungen beschlossen diese Tagung, die aus allen Teilen Oesterreichs recht zahlreich besucht war⁵⁾.

== Hauptversammlung. ==

Die Hauptversammlung des Jahres 1925 fand am 28. und 29. November in Düsseldorf statt. Sie erhielt durch Vereinigung der früher getrennt abgehaltenen Sitzungen der Fachausschüsse mit der Hauptversammlung zum ersten Male einen größeren Rahmen. Am ersten Tage, der mit einem Begrüßungsabend schloß, wurde in zwei Gruppensitzungen und in zwei Vollsitzungen eine Reihe wertvoller Vorträge erstattet, während die eigentliche Hauptversammlung am 29. November die geschäftlichen Angelegenheiten erledigte und außer dem Tätigkeitsbericht des Geschäftsführers Dr.-Ing. O. Petersen einen Vortrag über „Europas Völker und das Meer“ von Professor Dr. L. Mecking entgegennahm, dem sich längere Ausführungen des Vorsitzenden Dr.-Ing. A. Vögler über Fragen der Wirtschaft anschlossen⁶⁾.

¹⁾ Vgl. den ausführlichen Bericht über die Hauptversammlung in St. u. E. 46 (1926) S. 229/30.

²⁾ Vgl. den ausführlichen Bericht über die Hauptversammlung in St. u. E. 46 (1926) S. 644/6.

³⁾ Vgl. den Bericht über diese Versammlung in St. u. E. 45 (1925) S. 2061.

⁴⁾ Vgl. den Bericht über diese Versammlung in St. u. E. 46 (1926) S. 449/50.

⁵⁾ Vgl. den ausführlichen Bericht in St. u. E. 46 (1926) S. 786/8.

⁶⁾ Vgl. den ausführlichen Bericht in St. u. E. 45 (1925) S. 2073/85.

== Fachausschüsse. ==

Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß aus der Tätigkeit unserer Fachausschüsse, der Hauptträger unserer Arbeiten, im Berichtsjahre wieder eine große Zahl von Berichten erwuchs. Angesichts des außerordentlich regen Lebens, das in den Ausschüssen herrschte, glauben wir, daß die Unsumme von Arbeit, die sie geleistet haben, auch Erspreibliches erbracht hat. Näheres darüber ergibt sich aus den nachstehenden Ausführungen.

Die 6. Gemeinschaftssitzung der Fachausschüsse, die am 30. Mai 1926 in Düsseldorf stattfand, brachte zwei bedeutsame Vorträge. Geheimrat Professor Dr. Wüst sprach „Ueber den Einfluß von Oxydationsvorgängen auf den Hochofenprozeß“, der zweite Redner, Geheimrat Professor Dr. Schenck, behandelte „Eisen, Kohlenstoff und Sauerstoff in ihren wechselseitigen Beziehungen“.

Den Hochofenausschuß beschäftigte zunächst die Reinigung und wirtschaftliche Ausnutzung von Hochofengichtgas; er stellte dabei, im Anschluß an einen Bericht über eine elektrische Gasreinigung im Großbetriebe, ihre Betriebsbedingungen und Ergebnisse, einen wirtschaftlichen Vergleich mit den bisherigen Gasreinigungsverfahren an. Zur Klärung der zweckmäßigsten Ausnutzung der Gichtgase im Winderhitzer wurden in der Vollsitzung vom 16. März 1926 die verschiedenen gebräuchlichen Formen von Fullkörpern für Wärmespeicher gegenübergestellt und Vorschläge für eine neue Winderhitzerbauart eingehend erörtert. Auch der Brenner- und Ausrüstungsfrage bei Winderhitzern widmete der Ausschuß besondere Aufmerksamkeit. Auf Grund einer Umfrage über die beim Betriebe von Hochofengas-Naßreinigungen, Ofenkühlung und Kühlwasserpumpen störenden Einflüsse der Steinansätze und Korrosionen wurden in einem Bericht vor der Vollversammlung wertvolle Mitteilungen gemacht, wobei die verschiedenen Wasserreinigungsverfahren und der Betrieb von Kläranlagen in den Kreis der Betrachtung gezogen wurden.

Von den im Vorjahre eingehend behandelten Agglomerier-Verfahren erfuhr das Greenawalt-Verfahren noch eine abschließende Beurteilung auf Grund einer Studienreise verschiedener deutscher Hochofener nach England. In diesem Zusammenhange wurden auch sonstige bemerkenswerte Eindrücke vom Stande des englischen Hochofenwesens besprochen. Die Behandlung der Frage der Stückigmachung von Erzen dehnte der Ausschuß auch noch auf die verschiedenen Brikettierungsverfahren aus, wozu durch eine Umfrage die erforderlichen Unterlagen gesammelt wurden. In der gleichen Weise soll auch die Zyanbildung im Hochofen durch Sammlung von Beobachtungen und Erfahrungen geklärt werden.

Der vom Hochofenausschuß und der Wärmestelle gemeinsam eingesetzte Unterausschuß für Hochofenuntersuchungen gab mit den Berichten über die Einwirkung der Temperatur im Hochofen auf die Eigenschaften des Roheisens sowie über Hochofenuntersuchungen und ihre rechnerische Auswertung einige Ergebnisse seiner Tätigkeit bekannt. Die noch nicht abgeschlossenen weiteren Arbeiten in dieser Richtung befassen sich mit dem Einfluß von Ofengang, Möller- und Schlackenführung auf die Beschaffenheit des Roheisens und werden als Gemeinschaftsarbeit mit dem Technischen Hauptausschuß für Gießereiwesen durchgeführt. Bei Gelegenheit einer im Saargebiet abgehaltenen Sitzung standen konstruktive Einzelheiten des Hochofens und ihre Einflüsse auf die Betriebsergebnisse sowie Richtlinien für die Profilierung unter besonderer Berücksichtigung der Saarverhältnisse zur Erörterung. Ferner wurde der Einfluß der Erzstückgröße auf den Hochofengang unter Zugrundelegung ganz verschiedener Möllerszusammensetzungen behandelt.

Beim Ausschuß für Verwertung der Hochofenschlacke stand im Berichtsjahre die Verwendung der Hochofenschlacke als Straßenbaustoff im Vordergrund. Den Anlaß hierzu bot der Umstand, daß die Ministerialkommission zur Untersuchung der Verwendbarkeit der Hochofenschlacke einen Entwurf der „Richtlinien für die Herstellung und Lieferung von Hochofenschlacke als Straßenbaustoff“ zur Erörterung stellte. In einer gemeinsamen Sitzung wurden die vorher geltend gemachten Einwände und Wünsche des Ausschusses zur Sprache gebracht und überwiegend in unserem Sinne berücksichtigt.

Der wachsenden Bedeutung des Teerstraßenbaues entsprechend wurde von einer Vollsitzung am 14. Januar 1926 ein eingehender Bericht über die Eignung von Hochofenschlacke für diesen Zweck entgegengenommen, während sich ein zweiter Vortrag mit dem Einfluß des Tonerdegehaltes auf die Hydraulizität der Hochofenschlacke mit Rücksicht auf die Zementherstellung befaßte.

Im Kokereiausschuß kam die Behandlung der Frage der Koksbewertung vorläufig zum Stillstand. Da jedoch die großen Konzernbildungen in der Eisenindustrie neuerdings gewisse Sonderregelungen zwischen ihren Kokereien und Hüttenwerken zur Folge hatten, so ist zu hoffen, daß sich hieraus in absehbarer Zeit für die Allgemeinheit brauchbare Grundlagen ergeben werden. Auf Grund eines Berichtes über vergleichende Untersuchungen von trocken- und naßgelöschtem Koks wurde der Einfluß der Abkühlungsart auf die mechanische Beschaffenheit und die chemische Zusammensetzung, insbesondere den Schwefelgehalt des Kokes, eingehend erörtert. Dasselbe gilt für die lebenswichtige Frage der Verbesserung des oberschlesischen Kokes, die in einem Berichte über einschlägige Großbetriebsversuche behandelt worden war.

Die Verwendung geeigneter feuerfester Baustoffe für Koksöfen mit besonderer Berücksichtigung der Silikasteine wurde gemeinsam mit dem Werkstoffausschuß besprochen. Die Vollversammlung am 31. März 1926 nahm einen ausführlichen Vortrag über den gegenwärtigen Stand des Kokereiwesens in Amerika entgegen, der sich mit den Einzelheiten der Bau- und Betriebsweise der Koksöfen sowie mit der Art und Beschaffenheit von Kokskohle und Koks in den Vereinigten Staaten befaßte.

Der Erzausschuß beschäftigte sich in seiner sechsten Vollsitzung am 18. Januar 1926 zunächst mit dem Ergebnis der Umfrage über den Phosphorgehalt schwedischer Eisenerze; dabei wurden die Lagerungsverhältnisse im Zusammenhang mit einem fesselnden Reisebericht eingehend erörtert. Ausführlich behandelt wurde ferner die Geologie, Beschaffenheit, Entstehung und Ausbeutung des Wabana-Erz-Vorkommens von Neufundland. Die gemeinsam mit dem Fachausschuß für Erzaufbereitung der Gesellschaft deutscher Metallhütten- und Bergleute am 28. Oktober 1926 abgehaltene siebente Vollversammlung des Erzausschusses widmete den Manganerzvorkommen sowie der Gewinnung und Aufbereitungsmöglichkeit ihre besondere Aufmerksamkeit; sowohl die Entstehungsvorgänge der deutschen Eisenmanganerzlagertstätten im Taunus und Hunsrück wurden behandelt, als auch das große Vorkommen von Tschiaturi im Kaukasus in bezug auf seine bergtechnischen Arbeits-, Wirtschafts-, Absatz- und Verkehrsverhältnisse beleuchtet. In die Untersuchung der Aufbereitungs- und Anreicherungs-möglichkeit, die der Ausschuß hauptsächlich unter Mitwirkung der Aufbereitungsabteilung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung durchführte, wurde auch die elektromagnetische Aufbereitung des Siegerländer Spateisensteins einbezogen.

Die mit dem Erzausschuß auf das engste zusammenarbeitende Erzabteilung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung untersuchte in weiterer Verfolgung der Aufbereitungsversuche mit Erzen des Salzgitterer Höhenzuges ein oolithisches Tiefenerz und stellte fest, daß seine wirtschaftliche Verarbeitung ausschließlich von einer zweckmäßig durchgeführten Läuterung abhängt. Außerdem wurden umfassende Versuche mit mulmigen Eisenmanganerzen der Gewerkschaft Doktor Geier in Waldalgesheim abgeschlossen; sie erbrachten leider den Nachweis, daß die hochdisperse Verwachsung des Erzes auch bei Anwendung der neuesten Aufbereitungsverfahren eine getrennte Gewinnung des Eisen- und Mangangehaltes unmöglich macht, wie sie auf Grund wirtschaftlicher Ueberlegungen gefordert werden muß. Diese letzten Versuche führten zur weiteren Ausgestaltung der Aufbereitungsabteilung in flotationstechnischer Beziehung, so daß heute die Möglichkeit besteht, alle in Betracht kommenden Aufbereitungsfragen versuchsmäßig durchzuführen.

Daneben gingen die wissenschaftlichen Arbeiten weiter, die sich mit der genauen Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Aufbereitungen auf Grund aufbereitungstechnischer Untersuchungen befassen und zu einem abgeschlossenen Verfahren führten.

Der Stahlwerksausschuß hielt im Berichtsjahre mehrere Vollversammlungen zur Klärung wenig erschlossener Vorgänge aus den verschiedenen Gebieten der Stahlerzeugung ab. In der 21. Sitzung am 29. Mai 1926 wurden wichtige Aufgaben aus dem Gebiete der Thomasstahlerzeugung behandelt auf Grund von Berichten über den Einfluß der Stoffe und der Chargendauer auf Wärmebilanz und Temperaturverlauf einer Thomascharge sowie über die Erzielung einer höheren Zitronensäurelöslichkeit der Thomasschlacke bei siliziumarmem Roheisen und die Einflüsse, von denen diese Löslichkeit im wesentlichen abhängt. Ferner wurde in einem umfangreichen Bericht ein Ueberblick über die bei Siemens-Martin-Oefen angewendeten Kühleinrichtungen gegeben. Die 22. Sitzung am 4. November 1926 brachte Berichte über die Belastungsfähigkeit, Bauart und Bemessung der Transformatoren für Lichtbogen-Elektrostahlöfen, über das Schrottkohlungsverfahren sowie über die Erfahrungen beim Auskleiden von Stahlgießpfannen durch Ausmauern, Ausstampfen und Torkretieren. Die eingehenden Erörterungen, die sich in diesen Sitzungen an die Berichte anschlossen, gaben weitere wertvolle Anregungen für die aufgeworfenen Fragen.

Der von dem Stahlwerksausschuß gemeinsam mit der Wärmestelle eingesetzte Unterausschuß für den Siemens-Martin-Betrieb setzte seine schon früher begonnenen fruchtbaren Arbeiten eifrig fort. Die Ergebnisse seiner neuen Untersuchungen über die Wärmeverhältnisse des Siemens-Martin-Ofens wurden in einer Sitzung am 5. Februar 1926 eingehend erörtert; die vorgetragenen Berichte behandelten Strahlungsmessungen, Untersuchungen über den Temperaturverlauf in örtlicher und zeitlicher Richtung, Bestimmung des Strahlungsverlustes u. dgl. Nach Abschluß dieser Untersuchungen wurden in einer Sitzung am 18. März 1926 die Richtlinien für weitere Versuchsarbeiten über den Einfluß verschiedener Gasarten sowie karburierender Zusätze auf den Ofengang aufgestellt. Die hierüber bei einigen Werken ausgeführten Versuche stehen vor dem Abschluß; ihre Ergebnisse werden wichtige Anhaltspunkte für den Ofenbetrieb unter verschiedenen Brennstoffbedingungen liefern. Um weiterhin Unterlagen für eine Verbesserung der Flammenführung zu gewinnen, wurden Versuche ausgeführt mit dem Ziele, ein Bild der Verbrennungsvorgänge im Herdraum zu erhalten. Diese Versuche begegneten infolge der im Ofen herrschenden hohen Temperaturen erheblichen Schwierigkeiten; diese wurden aber überwunden durch Entnahme von Gasproben mittels langer wassergekühlter Rohre aus den verschiedenen Stellen des Herdraumes. Die neue Arbeitsweise wird es später wohl auch ermöglichen, durch weitere Versuche Anhaltspunkte zu gewinnen für die jeweilig zweckmäßigste Brennerform, für den Einfluß der Vorwärmung und der Gaszusammensetzung auf die Verbrennungszeit sowie für den Einfluß der Verbrennungsgase auf die Frischvorgänge im Bade.

Die Ergebnisse der inzwischen abgeschlossenen weiteren Untersuchungen wurden in einer Sitzung des Unterausschusses am 13. Juli 1926 vorgelegt und erörtert. Die verschiedenen Berichte behandelten die Verbrennungsvorgänge im Herdraum, die Wärmeübertragung in den Kammern, die Berechnung der Strahlung leuchtender Flammen, die Ausflammerverluste im Rahmen der sonstigen Wärmeverlustquellen sowie die Aufstellung von Wärmebilanzen des Siemens-Martin-Betriebes.

Mit diesen Arbeiten beendete der Unterausschuß den ersten Teil seines Versuchsplanes, der den Zweck verfolgte, allgemein einen Einblick in das Wesen des Siemens-Martin-Ofens zu gewinnen. Die Ergebnisse dieser

Arbeiten sind im ganzen in 20 wertvollen Berichten niedergelegt; in der bevorstehenden Hauptversammlung wird zusammenfassend über die wesentlichen Ergebnisse dieser Untersuchungen berichtet werden.

Nach diesen vorbereitenden Arbeiten nahm der Unterausschuß wichtige praktische Untersuchungen in Angriff, und zwar über den Einfluß verschiedener Schrott- und Roheisenverhältnisse auf die Wirtschaftlichkeit des Siemens-Martin-Betriebes, z. B. in bezug auf Kohlenverbrauch, Schmelzdauer, Roheiseneinsatz, Ausbringen, Abbrand und Ofenhaltbarkeit. Der Versuchsplan für diese Untersuchungen, die zur Zeit bei mehreren Werken im Gange sind, wurde in einer Sitzung des Unterausschusses am 7. Mai 1926 aufgestellt.

Der Unterausschuß für das Thomasverfahren bearbeitete im Berichtsjahre ebenfalls eine Reihe von Aufgaben aus seinem besonderen Fachgebiete. Verschiedene Aussprachen betrafen zunächst die Mittel und Wege, um die Zitronensäurelöslichkeit der Thomasschlacke zu erhöhen. In diesem Zusammenhang beschäftigte sich der Unterausschuß auch mit einem Verfahren, das jenes Ziel mit Hilfe eines besonderen Zusatzmittels erhöhen will. Außerdem verfolgte der Unterausschuß weiter die schon früher angeregte Frage der Verwendung eines wassergekühlten Konverterbodens aus Metall; verschiedene auf den beteiligten Thomasstahlwerken ausgeführte Versuchsreihen lieferten Unterlagen zur Beurteilung der etwaigen Verwendungsfähigkeit eines solchen Bodens.

Der Unterausschuß für Elektrostahlöfen schloß inzwischen seine Untersuchungen über die Belastungsfähigkeit, Bauart und Bemessung der Transformatoren für Lichtbogen-Elektrostahlöfen ab. Die Ergebnisse dieser Arbeit, bei der auch die transformatorbauenden großen Elektrizitätsfirmen ihre Erfahrungen zur Verfügung gestellt haben, sind bereits veröffentlicht. Auf Grund dieser Untersuchungen wird es jetzt möglich sein, die bisher übliche empirische Bestimmung von Größe und Belastung des Transformators durch eine genauere zu ersetzen. Weitere Ergebnisse der von dem Unterausschuß geleisteten Arbeiten wurden in einer Sitzung am 23. Juli 1926 vorgelegt und erörtert in Berichten über die Arbeitsweise von Lichtbogen-Elektrostahlöfen sowie über die Wärmebilanz eines Hochleistungs-Elektrostahlofens Bauart Héroult-Lindenbergs. Zur Zeit ist der Unterausschuß auf Grund einer Umfrage bei den beteiligten deutschen Elektrostahlwerken mit der Aufstellung von Einschmelz-Wärmebilanzen von Lichtbogen-Elektrostahlöfen beschäftigt.

Der Arbeitsausschuß des Stahlwerksausschusses befaßte sich im Berichtsjahre neben seinen laufenden Arbeiten weiterhin mit einer großen Reihe sonstiger einschlägiger Fragen, von denen u. a. genannt seien: Verwendung verschiedener Kohlunsmittel in Siemens-Martin-Oefen, Abscheidung des Schwefels aus Koks-ofengas, Gewinnung von zink- und bleioxydhaltigem Flugstaub aus den Abgasen von Siemens-Martin-Oefen, hochsilizierter Baustahl, Aufstellung der Selbstkosten für Siemens-Martin- und Thomasstahlwerke, Normung von feuerfesten Baustoffen.

In die Berichtszeit fielen zwei Vollversammlungen des Walzwerksausschusses, und zwar die 12. Sitzung am 15. Dezember 1925 und die 13. am 29. Mai 1926. In beiden Sitzungen wurde die Frage der Walzwerksöfen weiterbehandelt. Zur Sprache kamen wiederholt sowohl die gichtgas- und koks-ofengasgefeuerten Oefen in ihren neueren Ausführungsformen, als auch die kohlenstaubgefeuerten Oefen. Einen Abschnitt für sich bildeten die Berichte über elektrische Glühöfen, insbesondere in ihrer Anwendung als Blankglühöfen. Es kann festgestellt werden, daß auf diesem Gebiete durch die auf deutschen Hüttenwerken geleistete Versuchsarbeit ganz erhebliche Fortschritte gemacht worden sind, und daß die elektrische Glüherei für Bandeisen heute bereits durchaus wettbewerbsfähig erscheint mit dem alten Glühverfahren. Die Aufgabe der elektrischen Feinblechglühung ist noch nicht zufriedenstellend gelöst.

Die im Walzwerksausschuß regelrecht durchgeführten Berichte über Umbauarbeiten gaben den Teilnehmern einen Blick in die konstruktive Entwicklung der Walzwerksanlagen. Ein im Verein mit der Gemeinschaftsstelle Schmiermittel angesetzter Bericht über Walzenschmierung zeigte Wege zum Fortschritt auf diesem so vielfach vernachlässigten Gebiete.

In den Sitzungen des Arbeitsausschusses stand neben der Vorbereitung der Hauptsitzungen die Zusammenarbeit mit dem Selbstkostenausschuß auf der Tagesordnung. Zweifelsfragen bei der Aufstellung des Selbstkostenvordruckes für Walzwerke kamen zur Erörterung. Des weiteren wendet der Arbeitsausschuß seine Aufmerksamkeit der Unterstützung des vom Verein durch Dr.-Ing. J. Puppe und Professor Dr.-Ing. G. Stauber herauszugebenden Handbuches des Walzwerkswesens zu. In einer Sondersitzung wurde die Walzwerkstheorie lebhaft erörtert.

Der Maschinenausschuß hielt seine 9. Vollsitzung am 10. März 1926 ab. Der Tag stand im Zeichen der Selbstkostenfragen, die vom Standpunkte des Ingenieurs und Kaufmannes behandelt wurden, mit dem Ziele, zu zeigen, daß diese nicht gegeneinander, sondern miteinander arbeiten müssen. Die Selbstkostenfrage ist gerade für den Maschineningenieur, der auf Grund seiner Stellung gezwungen ist, mit sämtlichen Betriebsabteilungen zu arbeiten, von besonderer Bedeutung, damit die Tätigkeit der Maschinenabteilung ebenso zum eigenen wie zum Nutzen des ganzen Werkes richtig gewertet wird.

Die technische Einzelarbeit spielte sich in erweitertem Umfange im Arbeitsausschuß ab, der neben einer geschäftsmäßigen Sitzung gelegentlich der Vollversammlung des Walzwerksausschusses am 10. Februar eine Sitzung in Dortmund bei dem Eisen- und Stahlwerk Hoesch und am 3. November bei den Westfälischen Eisen- und Drahtwerken in Hamm abhielt, beide verbunden mit Besichtigungen der Werke und Vorträgen aus dem Arbeitsgebiete und der Organisation der genannten Werke. Das von den Werken in diesen Sitzungen gezeigte Entgegenkommen wurde dank der Möglichkeit, vielseitige Anregungen zu gewinnen, von den Teilnehmern

besonders dankbar begrüßt. Durch alle diese Veranstaltungen zieht sich als roter Faden die Erkenntnis und die Lehre, daß die Organisation und die Arbeit des Maschineningenieurs sich den örtlichen und geschichtlich gewordenen Verhältnissen anpassen muß, wenn im Einzelfalle nicht nur ein technisch brauchbares, sondern auch wirtschaftliches Ergebnis erreicht werden soll.

Ein besonderer Unterausschuß beschäftigte sich mit den Unfallverhütungsvorschriften für Laufkrane. Es ergab sich dabei zunächst die Notwendigkeit, sich einmal über den Umfang der durch die Vorschriften erfaßten Einrichtungen klar zu werden. Die vorliegenden umfangreichen Vorschläge wurden auf das hin geprüft, was als Vorschrift zur Erreichung des gewollten Zweckes unbedingt gefordert werden muß und kann, ohne die konstruktive Weiterentwicklung zu gefährden, und was ohne diese Bindung immerhin als Richtlinie für die Beschaffung und den Betrieb von Krananlagen zusammengestellt werden sollte. Der letzte Teil der Arbeit überschreitet damit den Rahmen der Unfallverhütungsvorschriften und nähert sich der allgemeinen Normung. Die Fragen werden gemeinsam mit der Hütten- und Walzwerksberufsgenossenschaft in Essen und dem Kranbauverband weiterverfolgt. Die Bestrebungen der Berufsgenossenschaften wurden außerdem noch unterstützt durch gelegentliche Veröffentlichung von Unfallverhütungsbildern in „Stahl und Eisen“.

Unter der Förderung des Maschinenausschusses wurde ferner der beachtenswerte Versuch gemacht, den jungen Maschineningenieuren auf den Hüttenwerken eine besondere Gelegenheit zur Fortbildung und zur nutzbringenden Anwendung ihrer auf der Hochschule erworbenen Kenntnisse zu geben. Auf einen Vorschlag, der aus dem Kreise der Beteiligten selbst gekommen ist, finden etwa monatlich zwanglose Zusammenkünfte der jungen Maschineningenieure der Hüttenwerke von Duisburg und dessen näherer Umgebung statt, in denen im Anschluß an einen kurzen Bericht über ein den Teilnehmern naheliegendes Gebiet eine Erörterung herbeigeführt wird. Bisher bewegte sich die Aussprache im wesentlichen auf dem Gebiete der Dampfwirtschaft. Der Verlauf der Veranstaltungen entspricht in wachsendem Maße den Erwartungen. Die aus den Kreisen der Teilnehmer vorliegenden Meldungen für Berichte decken bereits heute den Bedarf für den laufenden Winter. Es wird der Erwägung wert sein, ob man die Einrichtung auch auf andere örtlich zusammenfaßbare Bezirke und auf die Betriebszweige des eigentlichen Hüttenfaches übertragen soll.

Im Rahmen des Ausschusses für Betriebswirtschaft, der seiner früher erläuterten Natur nach mehr den Arbeitsausschüssen der Fachausschüsse als einem selbständigen Fachausschuß entspricht, nur mit dem Unterschiede, daß in ihm Vertreter sämtlicher Betriebszweige von Hüttenwerken vertreten sind und insbesondere auch Kaufleute an den einschlägigen Fragen mitarbeiten, fanden zwei Sitzungen statt. Die erste Sitzung, am 29. Januar 1926, zu der außer den Mitgliedern in größerem Umfange Vertreter der einzelnen Werke als Gäste hinzugezogen worden waren, behandelte in zwei Berichten die allgemeine Organisation der Betriebswirtschaft und gab in einem dritten Vortrag ein Beispiel für die Anwendung von Zeitstudien im Zusammenhange mit dem Akkordwesen auf Hüttenwerken. Die zweite Sitzung, am 8. Oktober 1926, brachte die Fortsetzung der Erörterung und Beispiele über die Zeitstudien. Es besteht wohl kein Zweifel, daß die betriebswirtschaftlichen Fragen zu den wichtigsten Aufgaben gehören, die zur Zeit ihrer Lösung harren. Das macht es verständlich und nötig, daß auch unser Verein diesem Gebiete einen erheblich größeren Teil seiner Arbeit widmete als früher. Daß über die einschlagenden Wege bisweilen Zweifel entstehen, kann bei einem derart in der Entwicklung begriffenen Gebiete nicht überraschen. Vereinzelt ist in diesem Sinne die Befürchtung aufgetaucht, daß die in der Zwischenzeit geleisteten Arbeiten einer Untergruppe, des sogenannten „Selbstkostenausschusses“, sich zu sehr auf theoretische Gebiete verlieren könnten. Eine Klärung der Grundlagen, für die man eine gewisse Menge von theoretischen Überlegungen nicht zu entbehren vermag, war aber unbedingt erforderlich. Die mittlerweile ausgeführten praktischen Arbeiten des Selbstkostenausschusses haben denn auch die ersten Bedenken wohl zerstreut. In zahlreichen Sitzungen stellte der Selbstkostenausschuß Vordrucke für Hochofenwerk-, Siemens-Martin-Werk-, Thomaswerk-, Blockwalzwerk-, für Dampf-, Strom- und Gaserzeuger-Selbstkostenberechnungen auf, die bereits den Selbstkostenberechnungen bei einer Reihe großer Werke zugrunde gelegt werden. In Behandlung befindet sich die Frage der Abfallstoffbewertung; die weitere Entwicklung drängt nach der Richtung erweiterter Arbeit auf dem Gebiete der Zeitstudien.

Nachdem die Gründung des Deutschen Instituts für technische Arbeitsschulung (Dinta) sich hat auswirken können, und das Institut durch die Einweihung der neuen Räume in Düsseldorf am 30. Mai 1926 auch rein wörtlich genommen festen Boden unter den Füßen gewonnen hat⁷⁾, konnten diesem die wichtigen Aufgaben der Ausbildung und der richtigen Pflege des Arbeiters mit großem Erfolge überlassen werden. Seinem Ziele entsprechend, verbreitete sich die Tätigkeit des Instituts bereits weit über den Rahmen der Hüttenindustrie hinaus. Außerlich kennzeichnete u. a. das starke Anwachsen der Werkszeitungen und die schnelle Ausbreitung seiner betrieblichen Ausbildungseinrichtungen die Vergrößerung des Wirkungsbereiches. Mit dem Arbeitsausschuß für Berufsausbildung in Berlin bleibt das Institut in ständiger Fühlung.

Der Chemikerausschuß hielt seine 11. Vollversammlung am 18. Mai 1926 ab; in ihr wurde ein wertvoller Bericht über die Bestimmung der Gase in Eisen und Stahl erstattet und ferner über die Ergebnisse der laufenden planmäßigen Versuchsarbeiten berichtet, die der Arbeitsausschuß bzw. die Unterausschüsse des Chemikerausschusses vorher abgeschlossen hatten. Diese Berichte behandelten die Bestimmung der Kieselsäure in Erzen, Schlacken, Zuschlägen und feuerfesten Stoffen bei Gegenwart von Fluor, die chemische Untersuchung von feuerfesten Stoffen sowie die Bestimmung des Kobalts und der Nebenbestandteile in Kobaltmetall

⁷⁾ Vgl. St. u. E. 45 (1925) S. 1660; 46 (1926) S. 816/7.

und Kobaltstählen. Die von dem Arbeitsausschuß weiterhin ausgeführten kritischen Untersuchungen über die Siliziumbestimmung in Roheisen und Stahl wurden ebenfalls beendet; die Bearbeitung der verschiedenen Verfahren zur Siliziumbestimmung in Ferrolegierungen wurde neuerdings in Angriff genommen. Der Arbeitsausschuß beschäftigte sich ferner mit Untersuchungen zur Feststellung des Raummetergewichtes von Hochofenkoks im Anlieferungszustande. Ueber diese Frage, die sowohl für die Hochofen- als auch die Koksofenleute bei der Berechnung der Kokslieferungen von gleich großer Bedeutung ist, gingen die Ansichten bisher auseinander, so daß es zweckmäßig erschien, Richtlinien für diese Gewichtsbestimmung aufzustellen, um Unstimmigkeiten zwischen Hochofenwerk und Kokerei zu vermeiden. Außer diesen größeren Versuchsarbeiten widmete sich der Arbeitsausschuß noch zahlreichen anderen einschlägigen Dingen, von denen als Beispiele genannt seien: Probenahme, Anordnung der Reihenfolge bei Angabe von Roheisen- und Stahlanalysen, Beschaffung von Reagenzien und Apparaten, Angestelltenversicherungspflicht der Laboranten usw.

Die von dem Chemikerausschuß für die Bearbeitung wichtiger Einzelaufgaben eingesetzten Unterausschüsse führten im Berichtsjahre wertvolle Untersuchungen aus. Der Unterausschuß für die Kobaltbestimmung schloß die kritische Bearbeitung der verschiedenen Verfahren zur Bestimmung der einzelnen Bestandteile der Hartschneidmetalle ab. Die Arbeit, die demnächst im Druck erscheinen soll, wird von den Fachleuten sicherlich sehr begrüßt werden, da die Bestimmung der Zusatzmetalle nebeneinander, namentlich des Vanadins und Molybdäns, bisher sehr große Schwierigkeiten bereitete. Anschließend bemühte sich der Unterausschuß um die Ausfüllung einer weiteren im Schrifttum noch vorhandenen Lücke, nämlich die kritische Bearbeitung der verschiedenen Verfahren zur chemischen Untersuchung der Sonderstähle; er wandelte sich zu diesem Zwecke in den Unterausschuß zur Analyse von Sonderstählen um. Der neue Unterausschuß begann inzwischen seine Arbeiten mit der Untersuchung der Chromstähle.

Der Unterausschuß für die Untersuchung feuerfester Stoffe beendete die Aufgabe, Richtverfahren zur Analyse feuerfester Stoffe aufzustellen, und berichtete darüber bereits in der letzten Vollversammlung des Chemikerausschusses. Mit dieser Arbeit hat der Unterausschuß einem in den beteiligten Kreisen lange gehegten Wunsche entsprochen; er stellte deshalb auch die Ergebnisse dem beim Normenausschuß der deutschen Industrie eingesetzten zuständigen Unterausschuß, in dem sowohl die Erzeuger der feuerfesten Steine als auch die meisten Verbraucherverbände vertreten sind, zur Verfügung. Da es angesichts der Natur der chemischen Analyse nicht möglich erscheint, Analysenverfahren zu normen, werden die jetzt aufgestellten Richtverfahren sicherlich gute Dienste leisten, namentlich bei der Ausführung von Schiedsanalysen. Darüber hinaus beschäftigte sich der Unterausschuß auch mit Untersuchungen über den Genauigkeitsgrad der rationellen Analyse von Ton. Nach Abschluß des ersten Teiles seiner Arbeit hat der Unterausschuß jetzt den zweiten Teil in Angriff genommen, betreffend die kritische Untersuchung der Verfahren zur Analyse der übrigen feuerfesten Stoffe (Dolomit, Magnesit, Chromeisenstein, Anstrichmassen usw.); die Bearbeitung der Verfahren zur Analyse des Dolomits ist zur Zeit im Gange.

Der Unterausschuß für die Schwefelbestimmung in festen Brennstoffen durch direkte Verbrennung im Sauerstoffstrom schloß im Berichtsjahre die Untersuchung der Schwefelbestimmung in der Steinkohle ab. Die hierzu erforderlichen umfangreichen Versuchsarbeiten nahmen geraume Zeit in Anspruch, da es notwendig war, die einzelnen Bedingungen, unter denen die Verbrennung vorgenommen werden muß, um einwandfreie Ergebnisse zu erzielen, genau festzulegen; die Ergebnisse werden der nächsten Vollversammlung des Chemikerausschusses vorgelegt werden. Zur Zeit ist der Unterausschuß mit der gleichartigen Bestimmung des Schwefels in der Braunkohle beschäftigt; danach wird er sich der Schwefelbestimmung im Koks zuwenden.

Der Werkstoffausschuß berief im Berichtsjahre zwei Vollversammlungen ein, und zwar für den 26. Februar und den 5. November 1926. In der ersten Sitzung wurden die Warm- und Kaltverformungsvorgänge, die Rekristallisationserscheinungen und die theoretischen Grundlagen der Verformung behandelt. Ferner wurde über die Prüfung der Leistungsfähigkeit von Schnellstahlmessern berichtet. In der zweiten Vollversammlung wurden die bisherigen Ergebnisse der Gemeinschaftsarbeit über die Elastizitäts- und Streckgrenze mitgeteilt und über die Arbeitsfestigkeit von Eisen und Stahl bei erhöhten Temperaturen berichtet, wobei gleichzeitig ein neues abgekürztes Verfahren zur Bestimmung dieser wichtigen Eigenschaft der Stähle entwickelt wurde. Ein weiterer Bericht beschäftigte sich mit der Frage, wieweit und unter welchen Bedingungen die verschiedenen Härteprüfverfahren zur Bestimmung der Härte zementierter Randschichten anwendbar sind.

Von der vielseitigen Tätigkeit des Arbeitsausschusses und der verschiedenen Unterausschüsse zeugen die im Berichtsjahre veröffentlichten 22 Berichte, von denen ein großer Teil die Zusammenfassung der in den Ausschüssen geleisteten Gemeinschaftsarbeiten darstellt.

So konnte der Unterausschuß für Schneidversuche den ersten Teil der von ihm übernommenen Aufgabe als gelöst betrachten und mit den Ergebnissen an die Öffentlichkeit treten. In dem Bericht wurden die einzelnen Umstände untersucht und klargelegt, die auf die Schneidfähigkeit von Drehmessern von entscheidender Bedeutung sind. Zweifellos werden diese bemerkenswerten Untersuchungen dazu beitragen, auf dem bisher so verworrenen Gebiet der Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Schnellstahlmessern aufklärend zu wirken. Die weiteren Arbeiten des Ausschusses erstrecken sich auf ähnliche Untersuchungen an Fräsern und Spiralbohrern, ferner auf die Untersuchung der Bearbeitbarkeit der Werkstücke, einmal gemessen an der Haltbarkeit der Drehmesser, zum anderen an der Oberflächenbeschaffenheit des bearbeiteten Stückes.

Der Unterausschuß für Verschleißprüfung setzte seine Untersuchungen über die verschiedenen Verfahren zur Messung der Verschleißfestigkeit fort, ohne daß es jedoch bis heute möglich gewesen wäre, Klarheit in dieses schwierige Gebiet zu bringen. Es kann heute auf Grund der Prüfung noch keine Festlegung bestimmter absoluter Verschleißwerte erfolgen; demgemäß ist es natürlich auch nicht möglich, die Bestimmung der Verschleißfestigkeit etwa einer Abnahmebedingung zugrunde zu legen. Möglich ist vielmehr, unter Einhaltung ganz bestimmter Voraussetzungen und einheitlicher Versuchsbedingungen, lediglich die Aufstellung von Verhältniszahlen für eine vergleichende Bewertung der geprüften Stoffe. Dabei muß man jedoch im Auge behalten, daß diese vergleichende Bewertung jedesmal nur für das betreffende Prüfverfahren und die dabei verwandte Prüfvorrichtung gelten kann. In dieser Weise angewandt, bleibt also jede Abnutzungsprüfung vorläufig nur eine Vergleichsprüfung innerhalb von Versuchsreihen, bei denen die Einheitlichkeit sämtlicher Versuchsbedingungen völlig gewahrt werden konnte. Eingehende Untersuchungen wurden noch über die Verschleißmaschine Bauart Spindel ausgeführt und in einem besonderen Berichte niedergelegt. Die Untersuchungen erstreckten sich vorläufig auf die Maschine an sich, ohne auf den Verschleißvorgang selbst einzugehen.

Der Unterausschuß zur Festlegung der Härteprüfung zementierter Stähle, der es sich zur Aufgabe gesetzt hat, die Anwendungsmöglichkeit der verschiedenen Härteprüfverfahren zur Bestimmung der Oberflächenhärte gehärteter zementierter Randschichten klarzustellen, schloß seine Untersuchungen ab. Bisher war es üblich gewesen, die Härte zementierter Schichten lediglich mit der Feile festzustellen. In dem Bestreben, diese subjektive Prüfung zu ersetzen, wurde eine sämtliche Härteprüfverfahren umfassende Gemeinschaftsarbeit in Angriff genommen, mit dem Ergebnis, daß die Bedingungen festgelegt wurden, unter denen die Verfahren noch anwendbar sind, d. h. unter denen sie noch tatsächlich Auskunft geben über die Härte der Oberfläche allein, auf die es ja nur ankommt.

Der Unterausschuß für Streckgrenze befaßte sich eingehend mit den Grob- und Feinmessungen beim Zerreißversuche und konnte durch seine Untersuchungen außerordentlich bemerkenswerte Ergebnisse erzielen, die von weittragender Bedeutung sind, insofern als sie manche Unterschiede, die in letzter Zeit bei der Prüfung desselben Werkstoffes bei verschiedenen Prüfstellen auftraten, aufzuklären vermochten. Dabei arbeitete der Unterausschuß in reger Weise zusammen mit dem Deutschen Verbands für die Materialprüfungen der Technik. Die bisherigen Ergebnisse wurden in einem besonderen Berichte zusammengefaßt.

Der Unterausschuß für Rostschutz befaßte sich in letzter Zeit sehr eingehend mit der Frage, inwieweit ein Kupfergehalt im Stahl die Rostbeständigkeit hebt. Diese Frage war schon in früheren Jahren im Auftrage des Vereins deutscher Eisenhüttenleute vom Staatlichen Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem behandelt worden. Wenngleich die neueren Untersuchungen des Unterausschusses bis zu ihrem endgültigen Abschluß naturgemäß noch längere Zeit in Anspruch nehmen werden, so haben sie doch schon klar erkennen lassen, daß ein Kupferzusatz im Stahl von etwa 0,3 % die Witterungsbeständigkeit erheblich fördert und ebenso den Widerstand gegen den Angriff durch Säuren hebt, ohne daß die sonstigen Eigenschaften irgendwie besonders beeinflußt werden.

Der Unterausschuß für Gußeisen, dem von dem Technischen Hauptausschuß für Gießereiwesen die Aufgabe übertragen worden war, in gemeinschaftlicher Arbeit mit dem Technischen Ausschuss des Vereins deutscher Eisengießereien (Gießereiverbandes) die Frage des Wachsens des Gußeisens bei erhöhten Temperaturen zu klären, hielt mit dem letztgenannten Technischen Ausschuss eine Sitzung ab, in der eine eingehende Durchberatung der Versuchsprogramme erfolgte. Die Arbeiten wurden bereits aufgenommen.

Im Unterausschuß für feuerfeste Werkstoffe entstanden während des Berichtsjahres wieder verschiedene Forschungsarbeiten, die einen Fortschritt auf diesem für den Eisenhüttenmann so wichtigen Gebiete bedeuten. In verschiedenen Gemeinschaftsarbeiten wurden die heute bestehenden Prüfverfahren zur Beurteilung der feuerfesten Stoffe kritisch behandelt. In erheblichem Maße arbeitete der Unterausschuß im letzten Jahre wieder mit dem Normenausschuß der deutschen Industrie zusammen, um eine Normung auf dem Gebiete der feuerfesten Steine zu erreichen. Die Arbeiten hatten den Erfolg, daß die hauptsächlichsten Prüfverfahren für die Beurteilung feuerfester Steine in Normblättern festgelegt wurden. Ebenso wurde ein Normblatt aufgestellt über die Abmessungen von Normalsteinen. Nunmehr soll die Gütenormung der feuerfesten Erzeugnisse in Angriff genommen werden. In gemeinsamer Arbeit mit den übrigen Fachausschüssen des Vereins sollen die Anforderungen ermittelt werden, die für den jeweiligen Verwendungszweck an die feuerfesten Stoffe zu stellen sind.

Neu in die Aufgaben des Werkstoffausschusses einbezogen wurden Untersuchungen über die wichtige Eigenschaft der Schwingungsfestigkeit und der Tiefziehfähigkeit.

Vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik wurde die Aufstellung von Prüfverfahren für Drahtseile und Drähte in Angriff genommen. Daß derartige Verfahren in einer sachlichen Aussprache zwischen Erzeugern und Verbrauchern besprochen und durchberaten werden, ist sehr zu begrüßen, denn gar zu oft macht sich das Bestreben der Verbraucher geltend, möglichst viele Verfahren zur Gütebestimmung der Werkstoffe vorzuschreiben, ohne daß immer Klarheit darüber besteht, in welchem wirklichen Verhältnis die geforderten Eigenschaften zu den Anforderungen stehen, denen der Werkstoff später im Betriebe tatsächlich ausgesetzt ist. An der Beratung des von dem genannten Verbands aufgestellten Entwurfes nahm unser Verein tätigen Anteil. Während der Entwurf in einigen wesentlichen Punkten geändert wurde, konnten weitere Punkte noch nicht sofort klargestellt werden; sie werden noch in Unterausschüssen beraten.

Die Tätigkeit der Wärmestelle Düsseldorf spielte sich während des Berichtsjahres im großen und ganzen in dem bisherigen Rahmen ab.

Ein wesentlicher Teil dieser Tätigkeit entfiel auf Werksbesuche; dabei wurden die früheren allgemeinen Aussprachen und allgemeinen Raterteilungen immer mehr durch Versuche abgelöst, an denen die Wärmestelle entweder auf Wunsch der Werke teilnahm oder die sie auf Ersuchen der Werke leitete, oder die Wärmestelle trat an die Werke heran, um allgemein wichtige Feststellungen zu machen.

Im Berichtsjahre wurden 12 „Mitteilungen“, 25 Rundschreiben, etwa 100 Versuche, über 300 Werksberichte und 1000 kleinere Notizen ausgearbeitet und 34 Vorträge oder mündliche Berichte erstattet. Die Arbeiten befaßten sich im Zusammenwirken mit den Werken sowohl mit der Klärung wichtiger technischer und wirtschaftlicher Fragen, als auch mit solchen wissenschaftlichen Forschungen, die baldige praktische Erfolge erhoffen lassen, mit der weiteren Ausbildung des Meßwesens, und schließlich mit Verrechnungsfragen. Zu dem erstgenannten Gebiete gehören vor allem die erschienenen Berichte über Versuche an Gichtgasbrennern, Winderhitzern und Druckluft-Schmiedehämmern sowie die Versuche an verschiedenen Oefen und einer großen Urteeranlage, Versuche, von denen die zuletzt erwähnten der Wärmestelle die Behandlung der zeitgemäßen Frage der Kohle als Wertstoff wieder näherbrachten. Bei den umfangreicheren Arbeiten handelte es sich durchweg um wochenlange Versuche mit großem Personal- und Apparaturaufwand. Durch wissenschaftliches Arbeiten wurde vor allem der Wärmeübergang und der Flammenweg und die Flammenwirkung untersucht. Die Erkenntnisse kamen hier im Berichtsjahre ein gutes Stück Weges vorwärts: So wurde nicht nur eine neue sehr vereinfachte Berechnung der sogenannten theoretischen Verbrennungstemperatur gefunden, sondern es wurden auch Rechnungsgrundlagen für den sehr verwickelten, aber praktisch sehr wichtigen und in der Versuchstechnik zu vielen Fehlern führenden Wärmefluß in Wänden und die damit zusammenhängenden Speichervorgänge ausgearbeitet. Mehrere meßtechnische Aufsätze wurden veröffentlicht, neue Verfahren der Messung und Ueberwachung erdacht und erprobt, wobei die Messung von hohen Temperaturen, besonders von Gas-temperaturen im Vordergrund steht. Das Gebiet der Verrechnung wurde durch die schon erwähnte Ausarbeitung der im sogenannten Selbstkostenausschuß ausführlich besprochenen Selbstkostenbogen für Dampf, Strom und Generatorgas behandelt. Die zahlenmäßigen Kosten des Gaserzeugerbetriebes einer großen Zahl von Werken wurden in mühevoller Vergleichsarbeit gesammelt; gleiche Arbeiten betreffend Preßluft sind im Gange. Die schwierige kalkulationstechnische Bewertung der Brennstoffe wurde erneut aufgenommen, die Unterlagen für die Bestellung von Isolierstoffen wurden zusammengestellt.

Hinzu kam noch die Verfolgung großer Ziele unserer Industriezentren, z. B. die wirtschaftlichste Verwendung des Koksofengases und die Steigerung seines Absatzes, die Verwertung minderwertiger Brennstoffe, die Nutzbarmachung der zeitweilig recht großen Gichtgasüberschüsse auf den Werken, die allein im Ruhrgebiete monatlich bis zu 350 Millionen m³ erreichen.

Kleinere Arbeiten beschäftigten sich mit den Explosionen an Siemens-Martin-Oefen, mit der Sicherheit der Kohlenstaubanlagen, mit der Isoliertechnik, mit der Wirtschaftlichkeit der Kohlenstaubfeuerungen und anderem mehr. Eine Statistik der Kohlenstaubfeuerungen in Deutschland und der mit ihnen gemachten Erfahrungen wurde gesammelt und veröffentlicht.

Sehr umfangreiche Versuche an Regeneratoren, also den Kammern der Regenerativöfen, und Hochofenwinderhitzern wurden vorbereitet; eine Versuchsanlage hierfür befindet sich im Bau.

Außerdem arbeitete die Wärmestelle in den anderen Fachausschüssen des Vereins mit. Diese Mitarbeit hat sich immer stärker entwickelt, und es kann heute bestätigt werden, daß das seit langen Jahren erstrebte Zusammenarbeiten mit den Betriebsleitern und ihren Hilfskräften sich gerade hierdurch erfreulich und fruchtbar gestaltet hat. An den Arbeiten des Unterausschusses für den Siemens-Martin-Betrieb nahm die Wärmestelle vielfach, zum Teil recht aktiv, teil. Die Versuche des Unterausschusses für Hochofenuntersuchungen lagen zu einem nicht unerheblichen Teile in den Händen der Wärmestelle. Sie stellte ferner eine ganze Reihe von betriebswirtschaftlichen Untersuchungen, insbesondere Zeitstudien, an Walzenstraßen an.

Bei Beantwortung der zahlreichen technischen Anfragen war die Wärmestelle zumeist in der Lage, zahlenmäßige Auskünfte zu erteilen. Als ein Zeichen der Zeit sei hervorgehoben, daß außerordentlich viele Anfragen nach Aufgaben für Doktorarbeiten bei der Wärmestelle eingehen. Das hängt damit zusammen, daß die jungen Diplom-Ingenieure nur zum Teil Stellung finden und zudem zahlreiche andere Fachgenossen infolge der Stilllegung von Werken stellungslos sind. Leider haben die jüngeren Ingenieure meist nicht die notwendige meßtechnische und wärmewissenschaftliche Erfahrung, um ohne Anleitung Versuche an den Einrichtungen der Praxis ausführen zu können. Die Wärmestelle mußte daher zwar erhebliche Arbeit aufwenden, um solchen Untersuchungen den Erfolg zu sichern, sie glaubt aber, sich dieser Arbeit nicht entziehen zu dürfen. Ferner arbeitete eine Anzahl Praktikanten zu ihrer Ausbildung bei der Wärmestelle.

Die Gemeinschaftsstelle Schmiermittel beriet die angeschlossenen Werke bei zahlreichen Werksbesuchen. Ueber die Lage des Oelmarktes wurden 12 Berichte erstattet. Es fanden vier Beiratssitzungen statt; ferner wurde in einer gemeinsam mit dem Walzwerksausschuß einberufenen Sitzung ein Vortrag über Walzenzapfenschmierung mit Fettdriketts gehalten. Der Ausschuß für Alterserscheinungen von Turbinenölen setzte seine Forschungen fort; die Ergebnisse seiner bisherigen Untersuchungen können demnächst bekanntgegeben werden. Die Untersuchungen auf dem Gebiete der Schmierölemulsion wurden noch nicht abgeschlossen und werden weitergeführt. Außerdem ist zur Zeit eine Feststellung der spezifischen Oelverbrauchszahlen an Walz-

werken im Gange, während zur Vervollständigung und Neugestaltung der „Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln“ Vorarbeiten geleistet werden.

Im Technischen Hauptausschuß für Gießereiwesen, dessen Geschäftsführung am 1. Januar 1926 für zwei Jahre auf den Verein deutscher Gießereifachleute in Berlin überging, wurden die uns im Vorjahre zugewiesenen Aufgaben im Hochofenausschuß und Werkstoffausschuß in Gemeinschaft mit den anderen beteiligten Vereinen auf breiter Grundlage fortgeführt. Die Untersuchung der Beschaffenheit des Roheisens wurde planmäßig auf die Einflüsse von Ofengang, Möller- und Schlackenführung ausgedehnt, und besondere Versuchsschmelzen wurden unter Festlegung aller Betriebsverhältnisse, wie Durchsatzzeit, Windtemperatur und Schlackenmenge, hergestellt. Diese Versuchsschmelzen wurden nun in den beteiligten Gießereien auf ihre hart- und weichmachenden Eigenschaften untersucht, um etwaige Zusammenhänge mit den Hochofenbetriebsverhältnissen ermitteln zu können. Abschließende Ergebnisse liegen noch nicht vor.

Die frühere Technische Kommission der Vereinigung der Grobblechwalzwerke hat nach dem Zustandekommen des neuen Grobblech-Verbandes als Technische Kommission des Grobblech-Verbandes wieder einen festeren Rückhalt gewonnen. Ein Teil ihrer Tätigkeit erstreckte sich naturgemäß auf besondere Verbandsaufgaben. Im übrigen überwog auch im Berichtsjahre die Arbeit an den neuen Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel, die mit einigen kleinen Ausnahmen nach langjähriger Arbeit am 18. Juni 1926 vom Deutschen Dampfkesselausschuß verabschiedet wurden und vor wenigen Wochen erschienen. Neben den Vorschriften wurden von einem kleinen Kreise Sachverständiger Erläuterungen ausgearbeitet, bei deren Aufstellung die Technische Kommission gleichfalls gehört wurde. Wenn im Laufe der Tätigkeit auf dem Gebiete des Dampfkesselwesens mitunter der Eindruck der Unfruchtbarkeit nicht unterdrückt werden konnte, so muß zurückblickend doch festgestellt werden, daß die letzten Jahre auf technischem Gebiete ein ungewöhnliches Leben in den Dampfkesselbau gebracht haben. Fortschritte auf dem Gebiete der Bauart und Bauausführung, des Werkstoffes und der Erfassung der Betriebseinflüsse waren in reichem Maße zu verzeichnen. Auffällig ist bei den Trommeln insbesondere das Bestreben des Ueberganges von den Nietverbindungen zu stetigen Verbindungen, d. h. zu den geschmiedeten und geschweißten Ausführungsformen. Wie auf anderen Gebieten, findet auch die Frage des härteren und legierten Materials für den Kesselbau immer weitergehende Beachtung.

Als wesentlicher Fortschritt ist auch die Verwendung tiefgewölbter Böden mit großen Kremenradien an Stelle der früheren flachgewölbten Böden zu bezeichnen, ferner die Gewinnung neuer Erkenntnisse der Bedeutung der Bodenunterbrechungen, die nicht zum wenigsten dank der Untersuchungen des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung gewonnen worden sind. Die des weiteren von diesem Institut veranlaßten Versuche über Altern und Blaubrüchigkeit, über das Verhalten des Materials bei hohen Temperaturen sind noch im Lauf. Auch auf dem Gebiete der Normung von Kesselteilen betätigte sich die Technische Kommission. Sie veranstaltete ferner eine Zusammenstellung der ausländischen Liefervorschriften für Bleche.

Der Hochschulausschuß nahm sich der eisenhüttenmännischen Abteilungen der technischen Hochschulen und Bergakademien in gewohnter Weise an und konnte ihnen auch geldliche Unterstützungen in dem bisherigen Rahmen zuwenden, während darüber hinaus, vielfach in größerem Umfange, den Hochschulen naheliegende Werke mit Mitteln einsprangen. Leider mußte festgestellt werden, daß die Mittel des Staates für die Aufrechterhaltung eines geordneten Lehrbetriebes in vielen Fällen durchaus unzureichend sind, da die Institute bestenfalls den Vorkriegsetat erhalten, obwohl die Besucherzahl und die Preise der benötigten Betriebsstoffe oft sehr stark gestiegen sind. Wenn auch bisher noch auf dem oben angedeuteten Wege ein Ausgleich gefunden worden ist, so wird der jetzige Zustand auf die Dauer doch unerträglich. Er beweist nur, daß die schon in früheren Jahren an dieser Stelle in gleichem Sinne erhobenen Forderungen bisher leider wenig Erfolg hatten.

Die Zahl der Studierenden geht trotz der Ungunst des Stellenmarktes für Hütteningenieure immer noch nicht zurück. Auch die Klagen, daß die Einstellung zur Wissenschaft bei den Studierenden unter ihrer ständig gewachsenen Zahl gelitten habe, wollen nicht verstummen. Aufgabe der Hochschulen muß es sein, dafür zu sorgen, daß sie nur solche Diplom-Ingenieure hinausschicken, die den berechtigten Forderungen genügen.

Die Ansichten über das Ausbildungsziel sind auch heute noch nicht zu einer vollkommenen Einheitlichkeit gelangt. Die Ausführungen in unserem Tätigkeitsbericht für 1925 gaben den Anlaß zu einer Reihe von Denkschriften, die in den Berichten des Hochschulausschusses niedergelegt sind und in einer Sondersitzung des Hochschulausschusses am 31. Mai 1926 weiter erörtert wurden. Diese Aussprache zeitigte zunächst einige Ergebnisse, die außerhalb der eigentlichen Hochschulausbildung liegen, nichtsdestoweniger aber von sehr großer Bedeutung sind. Der erste Punkt betrifft scheinbar eine Aeußerlichkeit, die indes bisher zu vielen Schwierigkeiten Anlaß gegeben hat, nämlich die Freizügigkeit des Studiums. Hier wurde eine Einigung dahingehend erzielt, daß die Vorprüfung hüttenmännischer Fachrichtung (Eisen- und Metallhüttenkunde) gegenseitig von allen in Frage kommenden technischen Hochschulen und Bergakademien ohne jeden Vorbehalt anerkannt werden soll. Die Anerkennung der Vorprüfungen anderer Fachrichtungen, wie Chemie und Maschinenbau, ist nach Möglichkeit zu erleichtern. Es darf angenommen werden, daß die eisenhüttenmännischen Abteilungen, soweit es erforderlich ist, mit Unterstützung der zuständigen Ministerien, diesen Beschluß restlos durchführen werden.

Der zweite Punkt betrifft die Regelung der praktischen Arbeitszeit. Die Ueberzeugung von der Wichtigkeit der praktischen Arbeitszeit ist heute allgemein, ebenso die Ansicht, daß diese Zeit noch planmäßiger

ausgenutzt werden muß. Bezüglich der Zeit der Ausbildung wurde der bisherige Zustand anerkannt. Nach der sachlichen Seite soll die Ausbildung durch eine eingehende Ueberwachung der einzelnen Praktikanten mit Hilfe der beim Verein bestehenden Praktikantenstelle gesichert werden, nachdem die Werke sich zur Aufnahme einer entsprechenden Zahl von Praktikanten und ihrer Ausbildung in dem damit gegebenen Rahmen verpflichtet haben.

Der dritte und vielleicht wichtigste Punkt betrifft die Fortbildung der jungen Diplom-Ingenieure und ihre Einführung in die praktische Tätigkeit. Schon lange hatte man als Mangel empfunden, daß den jungen Diplom-Ingenieuren bei ihrem Eintritt in die Praxis die nötige Anleitung fehlt und ihre Entwicklung deshalb oft mehr oder minder dem Zufall überlassen bleibt. Nach dem großzügigen Vorschlage des Vorsitzenden unseres Vereins haben sich die Werke bereit erklärt, sogenannte Ingenieur-Praktikantenstellen zu schaffen, d. h. es soll eine an die Hochschule anschließende bezahlte Ausbildungszeit mit der Dauer von etwa drei Jahren eingeführt werden, in der die jungen Leute als verantwortliche Assistenten etwa ein Jahr der Versuchsanstalt oder gleichartigen Betrieben, wie Wärme- oder Betriebswirtschaftsstelle, ein zweites Jahr dem Hochofen- oder Stahlwerk und ein drittes Jahr dem Walzwerk oder Nebenbetrieben zugeteilt werden. Der Bedarf der Betriebe nach neuen Kräften soll dann aus diesem Kreise gedeckt werden. Um keinen falschen Eindruck zu erwecken, sei vorweg bemerkt, daß sich die Anstellungsmöglichkeiten nicht ändern, sondern daß sich damit eine wesentliche Verschiebung nur in der Art der Aufnahme anbahnt. Wenn die Werke sich auch zur Aufnahme einer bestimmten Zahl von Ingenieur-Praktikanten verpflichtet haben, so wird bei dem heutigen Zustande doch immer nur ein Teil der jungen Diplom-Ingenieure auf diese Weise eine Aufnahme und Weiterbildung erfahren, auf die große Hoffnungen gesetzt werden. Nach wie vor muß also vor der Wahl des eisenhüttenmännischen Studiums gewarnt werden, weil sich wirklich nur den Befähigtesten Aussichten für das erwartete Weiterkommen bieten, übersteigt doch die Zahl der Studierenden der Eisenhüttenkunde mit etwa 650 heute noch immer die Vorkriegsziffer trotz des wesentlich verringerten Umfanges der deutschen Eisenindustrie.

Ueber die Ausgestaltung des Hochschulstudiums herrscht insoweit Einigkeit, daß bis zur Vorprüfung lediglich eine Ausbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern zu erfolgen hat, und daß dann der Ausbildung auf den einzelnen Hochschulen, deren Eigenart man nicht antasten will, ein möglichst weiter Spielraum gelassen werden soll. Die eisenhüttenmännischen Abteilungen der Hochschulen haben es übernommen, auf dieser Grundlage geeignete Lehrpläne auszuarbeiten.

Inzwischen wurde die Frage der technischen Ausbildung noch von anderer Seite aus aufgegriffen, da auch auf sonstigen Gebieten der Technik, z. B. bei der Chemie und im Maschinenbau, ähnliche Zweifel über die Zweckmäßigkeit der heutigen Ausbildung aufgetaucht sind wie im Hüttenfach. Aufgeworfen und zur öffentlichen Behandlung gestellt wurden alle diese Zweifelsfragen durch den Plan der Universität Münster, sich eine technische Fakultät anzugliedern, ein Plan, der offenbar von den maßgebenden Ministerien, wenn vielleicht auch aus anderen Gründen, als sie in Münster vorliegen, ernsthaft in Erwägung gezogen wird. Unser Verein ist über diese Pläne unterrichtet worden, hat sich jedoch abwartend verhalten. Daß die Trennung von Universitäten und technischen Hochschulen vor 100 Jahren ein Fehler war, wird heute wohl allgemein anerkannt. Ob es möglich sein wird, die Entwicklung heute noch umzukehren, muß dahingestellt bleiben. Entscheidende Schritte in der Angelegenheit sind nicht zu erwarten, bevor nicht die Gesamtheit der technischen Hochschulen, wie es in Aussicht steht, dazu Stellung genommen hat. Wie aber auch immer die Angelegenheit schließlich auslaufen wird, so sollte sie doch erneut den technischen Hochschulen ein Anstoß werden, darüber zu wachen, daß sie ihren hohen wissenschaftlichen Stand wahren.

Die Wirtschaftshilfe der Deutschen Studentenschaft hat neben ihren sonstigen wertvollen Einrichtungen auch einen sogenannten Amerika-Werkstudenten-Dienst eingerichtet, der es befähigten jüngeren Diplom-Ingenieuren ermöglicht, sich als Arbeiter in der amerikanischen Industrie für die Dauer von ein bis zwei Jahren zu betätigen. Die Geschäftsstelle des Vereins nahm in der Berichtszeit gerne Gelegenheit, bei dem Ausbau dieser Einrichtung und der Auswahl geeigneter junger Diplom-Ingenieure aus der Eisenindustrie mitzuwirken.

== Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung. ==

Die Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung nahmen im Berichtsjahre ebenfalls einen regen Fortgang. Die vom Vorstande des Vereins deutscher Eisenhüttenleute im Frühjahr bewilligten Haushaltsmittel gestatteten den Personalbestand an wissenschaftlichen und technischen Hilfskräften aufrechtzuerhalten und so die begonnenen Forschungsarbeiten weiterzuführen. Daß das Institut darüber hinaus noch weitere größere Aufgaben in den Kreis der von ihm bearbeiteten Fragen hincinziehen konnte, war erneuten dankenswerten Zuwendungen der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft an wertvollen Apparaturen und an Forschungsstipendien für einige jüngere wissenschaftliche Mitarbeiter (im Rahmen der von ihr in großzügiger Weise zum Nutzen der nationalen Wirtschaft in Angriff genommenen Förderung von Metallforschungsarbeiten) sowie dem Umstande zu danken, daß von anderen Stellen dem Institut für die wissenschaftliche Bearbeitung besonders wichtiger und dringender technischer Fragen beträchtliche Sonderzuwendungen gemacht wurden. Von jenen Apparaten sind neben der Ergänzung der für die Strahlungsmessungen und die Bestimmung der thermischen Konstanten der metallurgisch wichtigen Stoffe erforderlichen Einrichtungen besonders zu nennen: eine vollständige Hochfrequenz-Schmelzanlage von 32 kW Leistung, zu der allerdings auch die Helmholtz-Gesellschaft einen namhaften Zuschuß geleistet hat, eine Luftverflüssigungs-

anlage und eine vollständige Epstein-Apparatur für magnetische Untersuchungen. Durch leihweise Aufstellung einer neuzeitlichen 30-t-Universal-Werkstoffprüfungsmaschine (Losenhausenwerk) und mehrerer neuartiger Härteprüfer, ferner durch die Beschaffung einer Maschine für Dauerbelastungsversuche und einer Dauerbiegungsmaschine erfuhr das mechanische Prüflaboratorium eine wertvolle Vermehrung seiner Hilfsmittel. Außer der Beschaffung einer Reihe kleinerer Apparaturen, die zum überwiegenden Teil in der Werkstatt des Instituts gebaut wurden, seien ferner die Ergänzung der apparativen Einrichtungen zur Gasbestimmung im Stahle sowie die geschenkweise Ueberlassung einer Stangenziehbank besonders hervorgehoben. Durch Hinzumietung eines weiteren Gebäudeteiles von der Rheinischen Metallwaaren- und Maschinenfabrik wurde die Möglichkeit geschaffen, neue Räume zu gewinnen, in denen vor allem ein Teil der räumlich besonders beengten physikalischen Abteilung (Wärmestrahlungslaboratorium) ein Unterkommen finden wird.

Die auf Anregung der Technischen Kommission der Grobblechwalzwerke vom Institut übernommenen umfangreichen Untersuchungen über die Eigenschaften von unlegierten und legierten Kesselblechen nähern sich ihrem Abschluß, die Ergebnisse der schon erwähnten Untersuchungen über die Formänderungen und die Anstrengung von gewölbten Kesselböden wurden in mehreren umfangreichen Arbeiten niedergelegt, die zum größeren Teil bereits erschienen sind. In Verbindung mit dem Wasserrohrkesselverband wurde inzwischen eine planmäßige Untersuchung über das Einwalzen von Rohren begounen. Mit der neuen Schmelzeinrichtung wurden unter Ausnutzung der besonderen metallurgischen Bedingungen des Hochfrequenzofens Versuche unternommen, die zur Erzeugung von Stahlqualitäten mit beachtenswerten Eigenschaften geführt haben. Von den zahlreichen weiteren, zum Teil abgeschlossenen, zum Teil noch laufenden Untersuchungen sei an dieser Stelle nur eine Auswahl genannt: Kritische Bearbeitung der Rückstandsbestimmungsverfahren, Apparatur zur Bestimmung sehr geringer Kohlenstoffgehalte, Untersuchung über Beiz- und Korrosionsvorgänge von Stahl, Ergänzungen und Nachprüfung von Zustandsdiagrammen des Eisens mit technisch wichtigen Legierungszusätzen, Untersuchungen über die Aenderungen des Feinbaues und der mechanischen Eigenschaften weitgehend kaltgewalzter Metallfolien, Untersuchungen über die Gefügeänderungen des Stahles bei der Wärmebehandlung, Gesamtstrahlungsmessungen fester Körper als Grundlage optisch-pyrometrischer Messungen, Bestimmung der spezifischen Wärme metallurgisch wichtiger Stoffe, Entwicklung eines Verfahrens zur Messung der wahren Gastemperatur, Bestimmung der Dauerstandfestigkeit von Stählen, besonders von Kesselbaustoffen bei höheren Temperaturen, vergleichende Untersuchung der Verfestigungsvorgänge beim Zug- und Druckversuch, Versuche über den Einfluß der Vorbehandlung auf die Eigenschaften kaltgezogener nahtloser Stahlrohre, Bestimmung des Kraftaufwandes und der Eigenschaftsänderungen bei Walz- und Ziehversuchen bei Temperaturen bis zu 500°, kritische Untersuchungen über die Streckgrenze als Grundlage der Güte- und Abnahmeprüfung, Untersuchung von Ribbildungen und Anfressungen an Dampfkessелеlementen, Schwindungsversuche mit Stahlguß zur Gewinnung von Unterlagen für die Ursache der Warmrißbildung, Untersuchung des Vorganges der Entschwefelung von Gußeisen mit Hilfe von Alkalien, die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von Metalldrähten von der Vorbehandlung, die gleichfalls schon erwähnten Aufbereitungsversuche mit Eisen-Manganerzen der Braunsteinbergwerke Dr. Geier, Entwicklung der Grundlagen für die technische und wirtschaftliche Erfolgsermittlung bei der Erzaufbereitung.

Ueber die Ergebnisse der im Jahre 1925 zu Ende geführten Untersuchungen berichten die zehn Abhandlungen des 7. Bandes der „Mitteilungen“, von denen oben bereits die Rede war; der 8. Band wird mit Ende des Jahres zum Abschluß gebracht werden. Auch in diesem Jahre wurde wiederum durch eine Reihe von Vorträgen der wissenschaftlichen Mitglieder des Instituts und durch eine große Zahl von Veröffentlichungen in geeigneten Fachzeitschriften außerhalb des Rahmens der Institutsmitteilungen über die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts berichtet.

= Sonstige Arbeiten. =

Die „Werkstoffnormen Stahl und Eisen“ wurden im Berichtsjahre nur erweitert durch die Herausgabe der Blätter über Eisenbahnoberbaustoffe. Vorentwürfe für die Normung der Stähle für den Kraftfahrzeugbau liegen vor. Die Werkstoffnormen für Rohre konnten noch nicht abgeschlossen werden.

Die Hauptsorge auf dem Gebiete der Normung verursachte im Berichtsjahre die Aufgabe, die Normen in die Praxis einzuführen. Zu diesem Zwecke fand eine eingehende Aussprache zwischen Vertretern der Erzeuger- und der Verbrauchergruppen statt. Als eines der wirksamsten Mittel wurde die Aufstellung von „Schlüssel-listen“ sowohl bei Erzeugern als auch bei Verbrauchern angesehen, d. h. von Listen, in denen festgelegt wird, ob und welche der bisherigen Stähle durch Normenstähle ersetzt werden können. Eine wesentliche Stütze der Bestrebungen liegt darin, daß der Stahlwerks-Verband seine Ueberpreislisten zum größten Teile bereits auf Normenmarken eingestellt hat und für den Rest diese Umstellung vorbereitet. Die meisten Schwierigkeiten für die Einführung der Normen ergeben sich für die im Maschinenbau gebrauchten Werkstoffe, weil der Maschinenbau eine Vielzahl von Werkstoffmarken braucht bei einem insgesamt nur beschränkten Anteile am Verbrauch von Stahlerzeugnissen überhaupt. Es ist bezeichnend, daß gerade auf diesem Gebiete auch bereits einige Aenderungsvorschläge zu dem maßgebenden Normblatt vorliegen.

Eine besondere Verständigung wurde mit einem der größten Eisenverbraucher, der Reichsbahn, erzielt, deren Bestimmungen in mancherlei Punkten von den Normen abwichen. Es gelang, die Reichsbahnbestimmungen den deutschen Industrie-Normen anzupassen, soweit hier nicht als berechtigt anzuerkennende Sonder-

anforderungen der Reichsbahn vorlagen. Im Laufe des Jahres konnte auch ein auf dem Normblatt für Schrauben und Nieteisen vorhandener Mangel behoben werden, indem über die Toleranzen für Schraubeneisen eine Verständigung zwischen Hüttenwerken und Schraubenfabriken zustande kam. Erhebliches wurde in der Normung der Walzprofile geleistet. Nach Abschluß der Arbeiten in der Normalprofilbuchkommission konnten die Normreihen für I-, U- und Z-Eisen, gleich- und ungleichschenkelige Winkeleisen, T-Eisen und Belageisen veröffentlicht werden. Die Blätter für Schiffbau-Wulsteisen stehen vor dem Abschluß.

In den letzten Jahren wurde von den Verbrauchern in steigendem Maße das Verlangen nach hochwertigem Baustahl zum Ausdruck gebracht. Die Verbraucher machen geltend, daß sie bei Stählen höherer Festigkeit die zulässige Spannung erhöhen können und somit eine Ersparnis an Werkstoff erzielen. Ueber die Frage, in welchem Umfange die zulässige Beanspruchung gesteigert werden kann, und ob die Festigkeit, die Streckgrenze oder irgendeine andere Eigenschaft dem Konstrukteur als Grundlage seiner Berechnungen zu dienen hat, gehen die Ansichten der Fachleute heute noch auseinander. Zunächst war es die Reichsbahn, die mit ihrer Forderung, für den Brückenbau einen Stahl höherer Festigkeit vorzusehen, den Fortschritt, der in der Verwendung dieser hochwertigen Stähle unverkennbar liegt, einleitete. Von diesem sogenannten Hochbaustahl wird eine Festigkeit von 48 bis 58 kg/mm², eine Streckgrenze von 29 kg/mm² und eine Dehnung von 18 % verlangt. Daneben wurde in allerneuester Zeit von der Reichsbahn, ebenfalls für den Hochbau, ein Siliziumstahl mit etwa 1 % Si gefordert, der, in der Festigkeit dem St 48 entsprechend, eine Mindeststreckgrenze von 36 kg/mm² bei 22 % Dehnung haben soll. Auch der Schiffbau ging neuerdings dazu über, für seine Zwecke einen hochwertigen Stahl zu verlangen. Die Anforderungen, die an diesen Stahl gestellt werden, sind folgende: 52 bis 60 kg/mm² Festigkeit, 20 % Dehnung und eine bleibende Dehnung von nicht mehr als 0,005 % nach einer Belastung auf 23,6 kg/mm², bei einer Vorbelastung auf 3,15 kg/mm². Die Anforderungen, besonders bei diesem letzten Stahl, sind vor allem deshalb bemerkenswert, weil hier zum ersten Male die Gewährleistung einer Elastizitätsgrenze bei der Abnahme in Erscheinung tritt, die noch dazu in ihrer reinen Definition über die bisher bei uns üblichen Bestimmungen um ein bedeutendes hinausgeht. Daß die Forderung einer derartigen Prüfung, die nur mit Feinmeßinstrumenten auszuführen ist, das Abnahmengeschäft ganz außerordentlich erschwert, braucht nicht besonders betont zu werden. Denn bei Feinmessungen dieser Art führen rein meßtechnische Fehlermöglichkeiten und Beeinflussungen durch den Zustand der Proben leicht zu schwerwiegenden Fehlschlüssen.

Es sei ausdrücklich betont, daß es sich bei den erwähnten Stählen nicht etwa um neue Stahlsorten handelt, sondern um Stähle, die schon lange für diesen oder jenen Zweck im Gebrauch waren. Neu ist lediglich die Ausdehnung des Anwendungsgebietes. Ein Grund dafür, daß diese hochwertigen Stähle früher nicht in größerer Menge verbraucht wurden, liegt auch darin, daß die Behörden bis vor einigen Jahren nicht gewillt waren, entsprechend den höheren Festigkeitswerten auch eine höhere Beanspruchung des Werkstoffes zuzulassen, so daß damit die Vorbedingungen für die erhöhte Wirtschaftlichkeit bei der Verwendung solcher Stähle nicht gegeben waren. Die Fragen sind nichtsdestoweniger von weittragender Bedeutung. Sie bringen auf der einen Seite zweifellos eine Erschwerung und Zersplitterung der Erzeugung mit sich, sind andererseits aber geeignet, die Wettbewerbsfähigkeit des Eisens und damit letzten Endes seinen Verbrauch wesentlich zu heben.

Unsere Auskunftstätigkeit in allen Fragen, die Eisen und Stahl betreffen, war auch im vergangenen Jahre wieder außerordentlich rege. Insbesondere sei die Auskunftserteilung auf dem Gebiete der Werkstoffbeschaffenheit und des Abnahmewesens hervorgehoben. Erwähnt sei ferner die nicht unerhebliche beratende Tätigkeit, die in Fortsetzung der Arbeiten des ehemaligen statischen Büros des Stahlwerks-Verbandes geleistet wurde. Erfreulich ist in diesem Zusammenhange die Feststellung, daß die im vorjährigen Bericht ausgesprochene Hoffnung, die Beziehungen zwischen den technischen Ausschüssen der Verkaufsverbände auf der einen und unserem Verein auf der anderen Seite möchten sich festigen und vertiefen, sich bis zu einem gewissen Grade erfüllt hat. Von der Technischen Kommission des Grobblech-Verbandes, deren Federführung beim Verein liegt, wurde oben bereits gesprochen. Sehr eng sind auch die Beziehungen zu der Technischen Kommission des Stahlwerks-Verbandes, mit der viele Fragen gemeinsam behandelt wurden, und zu dem Technischen Ausschuß des Edelstahl-Verbandes.

Die Regelung des Patentwesens bleibt leider nach wie vor eine offene Frage. Es liegt in der Natur des Patentwesens und der ganzen Patentgesetzgebung, daß hier ein befriedigender Zustand schwer zu erreichen ist. Im Mittelpunkt der Erörterung stand die Frage, wie die Stellung der Patentanwälte neu zu gestalten sei. Wenn man auch zugeben muß, daß die Einheitlichkeit der Ausbildung der Beamten des Patentamtes und der Patentanwälte sehr große Vorzüge haben würde, so muß es doch abgelehnt werden, einen besonderen Berufszweig, den des Patentingenieurs, schon auf der Hochschule zu schaffen. Es wird vielmehr für richtig gehalten, daß sich die Sonderschulung des Patentfachmannes auch auf einer allgemeinen technischen Ausbildung aufbaut. Mit dieser Stellungnahme ist die Forderung durchaus vereinbar, daß von den technischen Hochschulen die Möglichkeit einer erweiterten Ausbildung in patentrechtlichen Dingen verlangt werden muß. Der an und für sich begrüßenswerte Vorschlag, nur einer einzigen Klasse von Patentanwälten Vertretungsbefugnis beim Patentamt zu geben, stehen derzeit noch kaum überwindliche Schwierigkeiten entgegen. Unter allen Umständen muß aber die Selbstvertretungsbefugnis der Patentanmelder aufrechterhalten bleiben, soweit sie Firmen sind, auch eine Vertretung durch ihre bevollmächtigten Angestellten.

Erfreulich gut war im Berichtsjahre wiederum das Verhältnis unseres Vereins zu den ihm befreundeten Vereinen im Reiche, mit denen uns unsere Aufgaben zu gemeinsamer Arbeit zusammenführten. Wir erwähnen besonders den Verein deutscher Ingenieure und den Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine. Auch die Beziehungen zum Auslande konnten sich weiter festigen. Der wissenschaftliche Austausch mit den amerikanischen und englischen Fachgenossen belebte sich in erfreulicher Weise. Die zahlreichen gegenseitigen Werksbesuche nahmen eher zu als ab, und es kann festgestellt werden, daß man beiderseits bemüht war, das mögliche Entgegenkommen zu zeigen. Eigens hervorgehoben zu werden verdient unser freundschaftliches Verhältnis zu den schwedischen Fachgenossen, das von jeher besonders herzlich war und sich auch im vergangenen Jahre wieder zum Nutzen beider Teile auswirken konnte.

Aus der Fülle der sonstigen Einzelarbeiten seien weiter die ideelle und materielle Beihilfe bei der Herausgabe von Büchern, Zeitschriften, Doktor-Arbeiten usw., die Behandlung der technischen Seite von Zoll- und Gütertariffragen, die Verfolgung der Patentanmeldungen zur Wahrung der Gesamtbelange der Eisenindustrie mit einem Worte erwähnt. Wenn wir dann schließlich noch hinweisen auf die Mitwirkung der Geschäftsstelle bei der Helmholtz-Gesellschaft zur Förderung der physikalisch-technischen Forschung, e. V., und bei der Gesellschaft von Freunden der Aachener Hochschule, deren Geschäfte der Verein seit ihrer Gründung führt, so dürfte der Zweck, dem der vorliegende Rechenschaftsbericht dienen soll, erfüllt sein.

Der heutige Stand unserer Kenntnisse vom Siemens-Martin-Ofen.

Von Betriebsdirektor Dr.-Ing. E. Herzog in Hamborn¹⁾.

(Tätigkeit des von Stahlwerksausschuß und Wärmestelle eingesetzten Unterausschusses für den Siemens-Martin-Betrieb. Entwicklung der Anschauungen über den Wärmeübergang im Herdraum. Gase, Schlacken- und Metall-oxyddämpfe und Flammenruß als Träger der Flammenstrahlung. Rußbildung aus Teer und durch Zersetzung der gasförmigen Kohlenwasserstoffe. Entleuchtende Wirkung des Wasserdampfes. Besondere Bedeutung hoher Vorwärmung des Hochofen-Koksofen-Mischgases. Karburierende Zusätze. Grundsätzliches über den Temperaturverlauf des wärmeren und kälteren strömenden Mittels in Gas- und Luftpakammern. Hoher Abgasverlust und ungenügende Gasvorwärmung durch ungünstige Abgasverteilung. Beeinflussung der Abgasverteilung. Falschluff. Wärmespeicherung und -entspeicherung. Temperaturschwankungen in Abhängigkeit von der Umschaltdauer und den Eigenschaften der Kammer und der strömenden Mittel. Ausgitterungsarten. Kammerbauarten. Speichervermögen einseitig beheizter Wände. Wand- und Ausflammlverluste im Rahmen der Wärmebilanz. Schlußbemerkung.)

Der Bericht, den ich heute zu erstatten die Ehre habe, soll vor allem eine Zusammenfassung der bisherigen Arbeiten des von Stahlwerksausschuß und Wärmestelle gemeinsam eingesetzten Unterausschusses für den Siemens-Martin-Betrieb sein. Gleichzeitig werde ich aber versuchen, einer weiteren Aufgabe gerecht zu werden, der Aufgabe, ein möglichst geschlossenes Bild von unserem heutigen Wissen über den Siemens-Martin-Ofen zu geben. Naturgemäß können hierfür die Unterausschußberichte allein, so zahlreich sie auch sind, eine ausreichende Grundlage nicht bilden. In diesen Berichten kommt aber die Tätigkeit des Unterausschusses auch durchaus nicht erschöpfend zum Ausdruck. Auch der angeregte und fruchtbare Meinungsaustausch, der sich an die Erstattung der Berichte jeweils angeschlossen hat, wird in dem folgenden einen Niederschlag finden. Ferner werde ich auf eine Reihe von grundlegenden, wenn auch heute durch die Entwicklung teilweise überholten Arbeiten der Wärmestelle unseres Vereins zurückzugreifen haben. Aber auch bei gewissenhafter Heranziehung dieser und mancher anderer Arbeiten werden sich nicht alle Lücken schließen lassen. Der Unterausschuß ist sich heute auch klarer denn je darüber, daß seine Arbeiten noch lange nicht abgeschlossen sind, sondern erst einen Anfang bedeuten.

Die vielverzweigten Fragen und Erscheinungen wärmetechnischer und hydrodynamischer Natur, mit denen wir es beim Siemens-Martin-Ofen zu tun haben,

lassen sich in zwei große Abschnitte einordnen. Der eine ist die Uebertragung von Abgaswärme auf Frischgas und Luft zur Erzielung des erforderlichen Temperaturgefälles im Herdraum, der andere die Wärmeübertragung von der Flamme auf das Bad.

Beginnen wir mit demjenigen von diesen beiden Fragenkreisen, der bis vor ganz kurzer Zeit noch sehr umstritten war, mit demjenigen der Wärmeübertragung von der Flamme auf das Bad. Es ist lehrreich, den verschlungenen Pfaden noch einmal nachzugehen, die schließlich, wenn vielleicht auch nicht zu einem ganz scharf umrissenen Ziel, so doch auf festen Grund und Boden geführt haben. Es ist bekannt, daß schon Friedrich Siemens, als er für die freie Flammenentfaltung im Siemens-Martin-Ofen eintrat, den Standpunkt vertreten hat, daß die Wärmeübertragung ausschließlich durch Strahlung erfolge. Wenn man trotzdem im Stahlwerksbetrieb jahrzehntelang überwiegend an der Ansicht festgehalten hat, daß die Wärmeübertragung im Siemens-Martin-Ofen hauptsächlich durch Konvektion erfolge, so hatte das seinen Grund in der alltäglichen Beobachtung, daß eine gute Wärmeübertragung nur bei guter Flammenführung gegeben war, d. h. dann, wenn der Flammenstrom sich dem Bad möglichst vollkommen anschmiegte. Auch konnte die Erfahrung, daß eine das Gewölbe treffende Flammenspitze unter Umständen in wenigen Minuten zu einer Ueberhitzung des betreffenden Gewölbestückes führt, den Praktiker in seiner Ansicht, daß der Wärmeübergang ganz überwiegend konvektiver Art sein müsse, nur bestärken. In neuerer Zeit wurde im Schrifttum meines Wissens

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 27. November 1926 zu Düsseldorf.

an diesen Dingen erstmals wieder gerüttelt durch eine Veröffentlichung der Wärmestelle und einer solchen von Bansen, die fast gleichzeitig Anfang August 1923 erschienen sind²⁾. In beiden Veröffentlichungen wurde rechnerisch nachgewiesen, daß die Annahme, daß die Wärmeübertragung durch Konvektion erfolge, zu einer unmöglich hohen Wärmeübergangszahl führt, daß also der Wärmeübergang ganz überwiegend durch die Eigenstrahlung der Gase erklärt werden müsse. An dieser Erkenntnis war nun nicht mehr zu rütteln. Immer noch klaffte aber ein Widerspruch zwischen der Praxis, die eine gute Flammenführung als das wichtigste Erfordernis erachtete, und der Theorie, die von der Flammenführung nichts wissen wollte, vielmehr eine Verbrennung auf kleinstem Raum in kürzester Zeit verlangte, damit der Strahlungseinfluß sich möglichst vollkommen auswirken könne, teils durch unmittelbare Wärmeabstrahlung auf das Bad, teils mittelbar über die Ofenwände, denen ein wesentlicher Anteil am gesamten Strahlungsaustausch zugesprochen wurde. Die vorstehende Auffassung erhielt eine starke Stütze durch die bekannte verdienstvolle Arbeit von Schack³⁾ über die Theorie der Gasstrahlung, in der er Näherungsformeln für die Gesamtstrahlung der Kohlensäure und des Wasserdampfes aufstellte und an Hand dieser Formeln nachwies, daß die Eigenstrahlung der Kohlensäure und des Wasserdampfes den Wärmeübergang durch Konvektion bei genügender Schichtdicke schon bei Temperaturen oberhalb 800° ganz erheblich übertrifft. Wie sollten aber diese Feststellungen und die daraus abgeleiteten Anschauungen in Einklang gebracht werden mit der Beobachtung des Betriebsmannes, daß das Bad nur so weit „arbeitet“, wie die Flamme reicht, daß es aber von der Stelle an, wo die Verbrennung beendet ist und von wo an die hohe Kohlensäure- und Wasserdampfkonzentration nunmehr eine besonders energische Wärmeabstrahlung bewirken müßte, wie tot daliegt. Noch eine andere wesentliche Feststellung hatte der Betriebsmann entgegenzuhalten, nämlich die Beobachtung, daß beim Loskochen und Fertigmachen der Schmelzung eine übermäßig hohe Gewölbetemperatur keineswegs mit einer raschen, geschweige denn mit einer beschleunigten Aufheizung des Bades verbunden ist. In Übereinstimmung mit dieser Beobachtung fand man ferner durch Messungen mit dem optischen Pyrometer, daß nach beendetem Loskochen der Schmelzung die Gewölbetemperatur nicht selten unter die Temperatur der Badoberfläche zu liegen kam, und zwar vorzugsweise bei gutgehenden Öfen⁴⁾.

Auch in der Arbeit von Wilhelm⁵⁾ über den örtlichen und zeitlichen Temperaturverlauf im Herdraum eines Siemens-Martin-Ofens finden wir diese Tatsache belegt. In Abb. 1 übertrifft die durch große Quadrate gekennzeichnete Badoberflächentemperatur von 4⁰⁰ Uhr an,

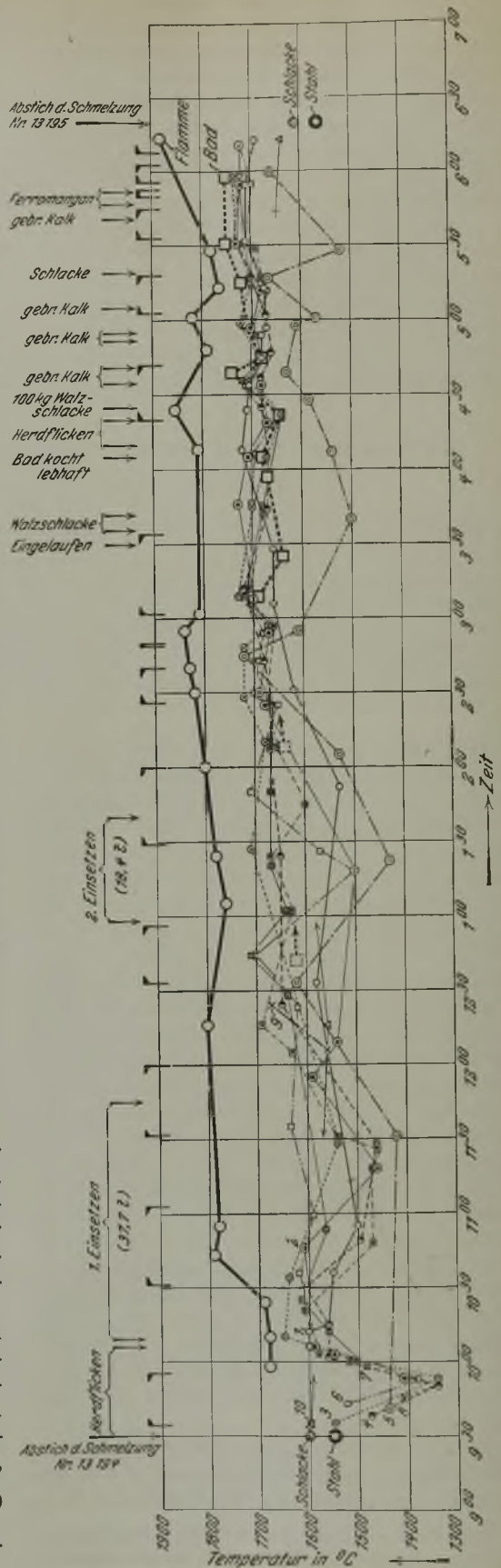


Abbildung 1 Temperaturverlauf im Herdraum eines Siemens-Martin-Ofens

²⁾ Mitt. Wärmestelle V. d. Eisenh. Nr. 51 (1923) S. 27/9; ferner St. u. E. 43 (1923) S. 1038.
³⁾ Mitt. Wärmestelle V. d. Eisenh. Nr. 55 (1923).
⁴⁾ St. u. E. 45 (1925) S. 791.
⁵⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 106 (1926).

d. h. $\frac{1}{2}$ st nach dem Beginn lebhaften Kochens, sämtliche sonstigen Wandlungstemperaturen des Herdraumes, und Wilhelm bemerkt hierzu, daß diese Erscheinung kennzeichnend für heißgehende Schmelzungen zu sein scheine. Nicht ganz so deutlich ausgeprägt finden wir diese Verhältnisse in dem Unterausschuß-Bericht von Rotter⁶⁾ über Temperaturmessungen im Herdraum eines Talbot-Ofens. Immerhin zeigen auch hier einzelne Kurvenbilder, wie z. B. Abb. 2, daß die Badoberflächentemperatur zeitweise um ein geringes oberhalb der Gewölbetemperatur liegt.

Aus diesen Beobachtungen mußte geschlossen werden, daß der mittelbare Wärmeaustausch über die Ofenwände, wenn er auch an sich nicht zu bestreiten war, doch nicht die bedeutende Rolle spielen konnte, die man bis dahin angenommen und auch rechnerisch belegt hatte. Zwei Gründe können hierfür maßgebend sein. Erstens dürfte die für diesen

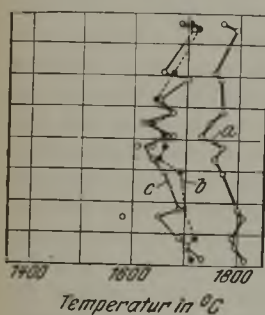


Abbildung 2. Temperaturverlauf im Herdraum eines Talbot-Ofens.

Wärmeaustausch eingesetzte Strahlungszahl⁷⁾ zu hoch angenommen worden sein. Leider ist der tatsächliche Wert dieser Strahlungskonstanten auch heute noch nicht mit einiger Sicherheit anzugeben. Zweitens beeinträchtigt die heiße strahlende und Strahlung absorbierende Gasschicht sehr erheblich den Strahlungsaustausch zwischen Gewölbe, Seitenwänden und Bad. In dem Grenzfall, in dem das Gas als schwarzer Körper strahlt und dementsprechend alle einfallende Strahlung absorbiert, würde jeder Strahlungsaustausch zwischen den einzelnen Ofenteilen vollständig unterbunden werden.

Offenbar standen die beiden Einwände der Stahlwerkspraxis in einem gewissen Zusammenhang. Verbrennung auf kleinstem Raume bedeutet Verteilung der Rauchgase über den ganzen Herdraum und allseitige Beheizung der Innenfläche. Genügte aber ein gewisser durch die Haltbarkeit der feuerfesten Steine begrenzter Temperaturunterschied zwischen Gewölbe und Badoberfläche nicht zur Aufheizung des Bades durch mittelbare Wärmeübertragung — und die Praxis lehrte, daß er nicht genügt —, so war damit auch der Forderung einer Verbrennung auf kleinstem Raume das Urteil gesprochen. Nicht die allseitige Beheizung, wie sie etwa die Innenfläche eines Kesselrohr erfährt, konnte dann im Herdraum des Siemens-Martin-Ofens zum Ziele führen, sondern nur die bevorzugte Beheizung eines Teiles der Innenfläche des Ofenraumes, nämlich der Badoberfläche, und diese bevorzugte Beheizung wiederum konnte nur dadurch zustande kommen, daß der Wärmeüber-

gang stark überwiegend durch unmittelbare Wärmeabgabe von den Feuergasen auf das Bad erfolgte. Voraussetzung für eine solche einseitige Wärmeübertragung, und zwar nicht nur beim konvektiven, sondern auch beim Wärmeübergang durch Strahlung, ist aber, daß die Feuergase sich möglichst dicht über der aufzuheizenden Fläche bewegen. Denn die Einheit der Badoberfläche erhält durch Strahlung von einem Flammenteilchen bestimmter Temperatur und bestimmter Konzentration der Strahlungsträger um so mehr Wärme, je größer der Raumwinkel der Strahlung ist, d. h. je kleiner der Abstand des Flammenteilchens von der Badoberfläche ist⁸⁾. Außerdem wird dadurch die Bildung toter Schichten über dem Bade verhindert, die den Wärmeübergang durch Strahlung und Konvektion gleichmäßig verschlechtern. Zu der Aufgabe, das ganze Volumen der Feuergase möglichst dicht über die Badoberfläche hinwegzuführen, scheint aber nur der in der Verbrennung begriffene Gasstrom, d. h. die eigentliche Flamme, befähigt zu sein, während die aus der Verbrennung hervorgehenden Rauchgase erfahrungsgemäß zu rasch diffundieren und den ganzen Herdraum erfüllen.

Damit ist nun klargestellt, warum wir trotz der Tatsache, daß der Wärmeübergang von den Feuergasen auf das Bad im Siemens-Martin-Ofen überwiegend durch Strahlung erfolgt, Flamme und Flammenführung nicht entbehren können. Es war aber bisher immer nur von Bad und Badoberfläche die Rede. Man hatte im ganzen Verlauf der Austragung der geschilderten unterschiedlichen Auffassungen den Blick immer nur auf die schwierigste der Fragen geheftet und dabei wohl zu wenig berücksichtigt, daß man mindestens während der Hälfte der ganzen Schmelzungsdauer noch gar kein Bad hat. Selbstverständlich bestehen aber während des Einsetzens und Niederschmelzens ganz andere Wärmeübergangsverhältnisse, und zur Kennzeichnung dieses Unterschiedes zergliedert man die Schmelzung am zweckmäßigsten in drei Abschnitte, in die Zeit des Einsetzens und Niederschmelzens, die Zeit des Loskochens und in die des Fertigmachens, die von dem Beginn des eigentlichen lebhaften Kochens an gerechnet werden soll. Wie leicht zu erkennen ist, können unsere bisherigen Ausführungen nur für das Loskochen und das Fertigmachen Geltung haben. Beim Einsetzen und Niederschmelzen dagegen tritt an Stelle des den Herdraum fast ungestört durchstreichenden Flammenstromes ein ganz anderes Bild. Die den Brennerkopf verlassende Flamme stößt auf Schrottberge, die Eigengeschwindigkeit des Flammenstroms wird dadurch zum großen Teil vernichtet, die Verbrennung auf diese Weise wie auch infolge der gleichzeitigen starken Wärmeentziehung durch den Schrott gestört und verschleppt, und nach der abziehenden Seite zu ist der ganze Herdraum mit wirbelndem Gas angefüllt, das zum Teil erst in den abziehenden Kammern verbrennt. Im Herdraum selbst aber sind niedrige Temperatur der Verbrennungsgase und ungünstigere Bedingungen für den Wärmeübergang durch Strahlung die Folge. Dem

⁶⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 93 (1925).

⁷⁾ Siehe hierzu auch: Mitt. Warmestelle V. d. Eisenh. Nr. 65 (1924) S. 212/3.

⁸⁾ St. u. E. 45 (1925) S. 791.

stehen allerdings günstigere Voraussetzungen für den konvektiven Wärmeübergang gegenüber. Einmal bietet der sperrige Schrott der Ofenflamme ein Vielfaches an wärmeaufnehmender Oberfläche dar, und weiterhin muß die konvektive Wärmeübergangszahl als wesentlich über der normalen Höhe liegend angenommen werden, weil der Wärmeübergang nicht einfach durch Vorbeistreichen an einer wärmeaufnehmenden Fläche in gerader Richtung, sondern hauptsächlich durch Aufprallen auf sperrige Schrotstücke erfolgt. Endlich ist durch die niedrigere Lage der Herdraum- und Flammentemperatur sowieso schon eine Verschiebung zugunsten des konvektiven Wärmeübergangs gegeben. Gleichgültig aber, welcher Anteil in diesem Falle jeder der beiden Wärmeübergangsarten zukommt, der Wirkungsgrad der Gasverbrennung während der Zeit des Einsetzens und Niederschmelzens bleibt in Anbetracht der durch den kalt eingesetzten Schrott entstehenden großen Temperaturabfalls ein schlechter. Aus dem Bestreben, diesem Nachteil zu begegnen, ist die bekannte Brennerkopf-Bauart des Moll-Ofens⁹⁾ hervorgegangen, bei der der Beginn der Gasverbrennung schon vor dem Eintritt in den eigentlichen Herdraum gelegt ist, so daß die Flammenspitze mit sehr hoher Temperatur auf die Schrottberge auftritt. Ist das Niederschmelzen beendet, so läßt sich bei diesem Ofen durch Verringerung der Luftzufuhr ebenfalls eine lange Flamme, somit dieselbe Voraussetzung für hohe Wärmeübertragung durch Strahlung, herstellen wie beim Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart.

Der kritischste Zeitabschnitt für den Wärmeübergang ist bekanntlich der des Loskochens. Die wärmeaufnehmende Fläche des Einsatzes beschränkt sich nunmehr auf die Badoberfläche. Gleichzeitig ist der Temperaturunterschied zwischen Flamme und Badoberfläche gering, da das Kochen, das die kalten Badteile von unten nach oben und die heißen in der umgekehrten Richtung zu befördern hat, noch nicht eingesetzt hat. Dafür werden naturgemäß die Ofenwände um so stärker beheizt. Von der Badoberfläche nach unten bis zum Herd aber hat man einen starken Temperaturabfall, weshalb die eine bestimmte Temperatur benötigende Kochreaktion schwer in Gang kommt. Starke Gasstrahlung und hoher Wärmeübergang in diesem Zeitabschnitt sind daher ein besonders wichtiges Erfordernis.

Bemerkenswert ist noch, daß beim Uebergang vom Loskochen zum Kochen und zum Fertigmachen die stärkste Heizwirkung immer an der Stelle zu beobachten ist, wo die Flamme auf das Bad auftritt. Berücksichtigt man noch, daß es sich auch hier nicht um ein einfaches Anschmiegen und Berühren, sondern um ein mit Stoßwirbeln verbundenes Auftreffen handelt, daß also die konvektive Wärmeübergangszahl erheblich über der normalen liegen muß, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß an dieser Stelle auch der konvektive Wärmeübergang eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt, und daß die besonders kräftige Heizwirkung

an der Auftreffstelle durch das Zusammenwirken von starker Wärmestrahlung und starkem konvektiven Wärmeübergang erzeugt wird. Diesem Umstande kommt eine besondere Bedeutung deshalb zu, weil von dieser Stelle aus das Kochen des gesamten Bades seinen Ausgang nimmt. Ist die Flamme nicht befähigt, das Kochen in dieser Weise energisch einzuleiten und bald auch weiter auf den ganzen von der Flamme bedeckten Badstreifen zu übertragen, so beginnt das Bad zu schäumen anstatt zu kochen. Das Schäumen ist wohl im wesentlichen als die Folge eines zu geringen spezifischen Wärmeübergangs von der Flamme auf das Bad zu betrachten. Es tritt daher auch mit Vorliebe bei zu kurzer Flamme auf der abziehenden Seite auf.

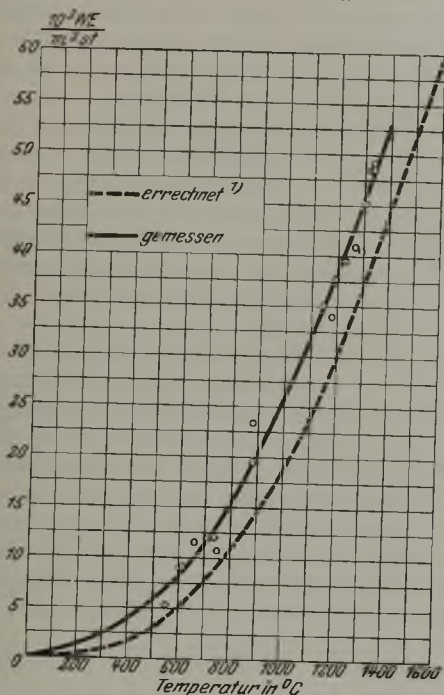
Von der Zeit des Loskochens unterscheidet sich die des Fertigmachens grundsätzlich dadurch, daß die Badoberfläche dank der kräftigen Durchmischung des kochenden Bades nunmehr auf einer niedrigeren, die mittlere Badtemperatur nicht mehr so sehr übertragenden Temperatur gehalten wird. Dadurch vergrößert sich der Temperaturunterschied zwischen Flamme und Badoberfläche, und die Aufheizung des Bades schreitet nunmehr so rasch voran, daß man bei einem gutgehenden Ofen die Gaszufuhr schließlich in der Regel drosseln muß. Uebrigens zeigt auch während der eigentlichen Zeit des Kochens nicht die ganze Badoberfläche ein gleichmäßig starkes Kochen. Vielmehr arbeitet der von der Flamme bedeckte Badstreifen stets am stärksten. Somit erhalten die zu beiden Seiten der Flamme liegenden Badteile genau so wie die tief unter der Oberfläche liegenden ihre Wärme in der Hauptsache durch die mit der Kochreaktion verbundene Durchmischung des Bades.

Wie soeben ausgeführt wurde, ist insbesondere für das Loskochen ein hoher Wärmeübergang erforderlich, und ein solcher muß wiederum nach dem Vorausgeschickten hauptsächlich von den Strahlungseigenschaften sowie von der Gestalt und der Führung der Flamme abhängig gemacht werden. Die Flammenerscheinungen in Abhängigkeit von der Eigenart der verschiedenen Gasarten ist als ein noch wenig erforschtes Gebiet zu bezeichnen. Verbrennung und Diffusion gehen hier Hand in Hand, und zwar je nach der Gasart in sehr verschiedener Weise. Genaueres wissen wir aber, wie gesagt, hierüber noch nicht. Bei der Bedeutung, die dieser Sache zukommt, hat sich jedoch der Unterausschuß auch eingehend mit der Frage befaßt, welche Untersuchungsverfahren hier Erfolg versprechen. Als gangbarster Weg, den Verlauf der Verbrennung im Herdraum zu erfassen, wurde die Gasanalyse befunden. Der an sich etwas kühn erscheinende Weg, mittels wassergekühlter Rohre dem Herdraum an den verschiedensten Stellen, teils durch die Türen, teils durch das Gewölbe, Gasproben zu entnehmen, ist von Schleicher auch schon mit bestem Erfolg beschritten worden, und die hierbei erhaltenen wertvollen Ergebnisse haben Anlaß gegeben, in derselben Weise auch Messungen auf anderen Werken an Oefen, die mit unterschiedlichen Gasarten betrieben werden, bzw. unterschiedliche Brennerkopf-Bauarten besitzen, vorzunehmen.

⁹⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 76 (1923).

Ein zusammenfassender Bericht über diese teils abgeschlossenen, teils noch im Gang befindlichen Untersuchungen wird demnächst erscheinen.

Auf einen anderen gleichfalls Erfolg versprechenden Versuchsweg hat Dichmann¹⁰⁾ in seinem bekannten Buche hingewiesen. Er vergleicht dort den in der Flamme vor sich gehenden Verbrennungsvorgang mit der Aufzehrung eines in eine Eisenoxydulsalzlösung einfließenden Strahles von Kaliumpermanganatlösung. Man kann sich durch eine Nachbildung des Versuchs leicht davon überzeugen, daß man auf diese Weise ein treffliches Spiegelbild der Flamme erhält. Von den sich hierbei ergebenden Analogien ist besonders eine wichtig, die auch von



¹⁾ Nach Mitt. Warmestelle V. d. Eisenh. Nr. 55 (1923).

Abbildung 3. Strahlung einer 1,23 m starken Gasschicht mit 21 % CO₂, 2,4 % H₂O.

Dichmann unterstrichen wird Zwei Lösungen, bei deren Zusammenbringen unmittelbar eine chemische Reaktion ausgelöst wird, entsprechen genau den beiden gasförmigen Flüssigkeiten Frischgas und Luft, wenn deren Temperatur beim Zusammentreffen über der Entzündungstemperatur liegt. In beiden Fällen muß die Reaktion in dem Augenblick erfolgen, in dem die beiden Stoffe miteinander in Berührung kommen. Mit anderen Worten: „Eine Mischung der Reagenzien vor beendeter Reaktion ist ausgeschlossen.“ Der in dieser Weise auch von Dichmann vertretene Standpunkt ist heute zwar noch nicht allgemein anerkannt, doch glaube ich, daß ihm die allgemeine Zustimmung auf die Dauer nicht versagt werden kann.

In bezug auf die im Flammenstrom sich abspielenden Verbrennungsvorgänge ist noch zu erwähnen, daß nach neueren Untersuchungen¹¹⁾ die

¹⁰⁾ C. Dichmann: Der basische Herdofenprozeß, 2., verb. Aufl. (Berlin: Julius Springer 1920) S. 106 u. ff.

¹¹⁾ Techn. mod. 17 (1925) S. 473/4.

Gasverbrennung auch durch Pulsierungen günstig beeinflußt wird. Falls sich dies bestätigt, würde auch den bei jedem Siemens-Martin-Ofen schon mit bloßem Auge zu beobachtenden starken Pulsierungen, die der in den Herdraum eintretende Flammenstrom aufweist, eine Bedeutung zukommen.

Neben der räumlichen Entwicklung der Flamme und ihrer Lage zur Badoberfläche ist, wie schon erwähnt, die Gasstrahlung ausschlaggebend für den Wärmeübergang. Auch hier kommen wir nochmals auf ein Gebiet, auf dem erst die allerjüngste Zeit bis zu einem gewissen Grad Klarheit gebracht hat. Schon während der Kriegszeit, als die Urteergewinnung im Vordergrund der allgemeinen Beachtung stand, war diese Frage einmal brennend gewesen, und zwar in der Fragestellung, ob man im Siemens-Martin-Ofen ebensogut mit nichtleuchtender Flamme schmelzen kann wie mit leuchtender. Diejenigen, die diese Frage mit Ja beantworteten, wiesen darauf hin, daß der weitaus größte Teil der technisch wirksamen Wärmestrahlung im Gebiete der unsichtbaren ultraroten Strahlung liegt, und gaben meist der Meinung Ausdruck, daß das Ganze nur eine Frage der Gewöhnung der Schmelzer an den Betrieb mit nichtleuchtender Flamme wäre. Die Frage ruhte dann, bis sie im Jahre 1923 durch die Arbeiten von Schack einerseits und durch Untersuchungen von Lent und seinen Mitarbeitern andererseits wieder aufgerührt wurde. Auf die wichtige Arbeit von Schack über den Wärmeübergang unter dem Einfluß der Eigenstrahlung der Gase ist schon vorhin verwiesen worden. Die von Schack aufgestellten Formeln für die von kohlenäure- und wasserdampfhaltigen Gasen abgestrahlte Energiemenge haben sich in der Folge bei allen Forschungsarbeiten, bei denen von ihnen Gebrauch gemacht wurde, als richtig erwiesen und die Erkenntnis von der Bedeutung, die dieser Strahlung zukommt, wesentlich geschärft. U. a. sind sie von Lent und Thomas¹²⁾ an der auf den Rheinischen Stahlwerken befindlichen Brennversuchsstrecke nachgeprüft worden mit dem in Abb. 3 gezeigten Ergebnis. Hier lag die beobachtete Gasstrahlung noch etwas über der nach Schack errechneten, in Uebereinstimmung mit der von Schack gemachten Angabe, daß die nach seinen Formeln errechneten Werte Mindestwerte darstellen. Lent und Thomas wiederholten dann den Versuch an einem mit Mischgas gefeuerten Siemens-Martin-Ofen und fanden hierbei unverhältnismäßig viel höhere Beträge für die Gasstrahlung, als nach den Schackschen Formeln zu erwarten war. Die Erklärung hierfür war in der schon im Jahre zuvor von Lent und Aye gemachten und durch Rundschreiben der Warmestelle des Vereins d. Eisenh. Nr. 164 bekannt gemachten Feststellung gegeben, daß eine von Rußteilchen erfüllte und dadurch leuchtende Flamme einerseits eine niedrigere Flammentemperatur, andererseits aber ein größeres Wärmestrahlungsvermögen hat als eine nichtleuchtende Flamme bei gleicher Gasmenge und gleichem Heizwert. Dieses

¹²⁾ Mitt. Warmestelle V. d. Eisenh. Nr. 65 (1924)

Ergebnis, das durch vergleichende Untersuchungen an einer Kerzenflamme, einer Koksofengasflamme, einer Wasserstoff- und einer Kohlenoxydgasflamme gewonnen war, fanden Lent und Thomas nunmehr dadurch bestätigt, daß sich bei den Messungen am Siemens-Martin-Ofen selbst eine 2,5mal so starke Strahlung ergab, wie sich nach Schack errechnen ließ. Daraufhin wurden zur Nachprüfung nochmals an der Brennvorschleife Untersuchungen durchgeführt in der Weise, daß zuerst wieder die reine Gichtgasstrahlung gemessen und dann die Flammenstrahlung beim Ein-

an einem mit kaltem Koksofengas gefeuerten Stoßofen durchgeführt hat. Gleichgültig, ob er die Flamme durch Drosselung der Luftzufuhr oder durch Zusatz von Benzol auf die Mitte des Ziehherdes leuchtend machte, immer erhielt er eine Senkung der Abgastemperatur um etwa 100°.

In der eben genannten Arbeit dringt Schack in die Bedingungen, unter denen der Ruß der leuchtenden Flamme strahlt, noch weiter ein. Er hebt hervor, daß die feinen Rußteilchen, deren Durchmesser er zu 0,0003 mm angibt, alles andere als schwarze Strahler sind, daß sie vielmehr weitgehend durchlässig für Strahlung sind, und erläutert dann weiter, wie diese Durchlässigkeit eine bestimmte Schichtdicke bzw. Konzentration der Kohlenstoffteilchen nötig macht, damit die aus dem Innern der Flamme kommende Strahlung so stark ist wie die Strahlung eines schwarzen Körpers gleicher Temperatur.

Mit der Betrachtung der gasförmigen Strahler, von denen Kohlendioxid und Wasserdampf die wichtigsten sind, sowie des festen Strahlers Kohlenstoff ist aber die Reihe der für den Siemens-Martin-Ofen in Frage kommenden Strahler noch nicht erschöpft. In seiner Arbeit über Strahlungsmessungen im Herdraum eines Siemens-Martin-Ofens hat Polak¹⁴⁾ darauf hingewiesen, daß den während des Kochens sich entwickelnden Schlacken- und Metall-

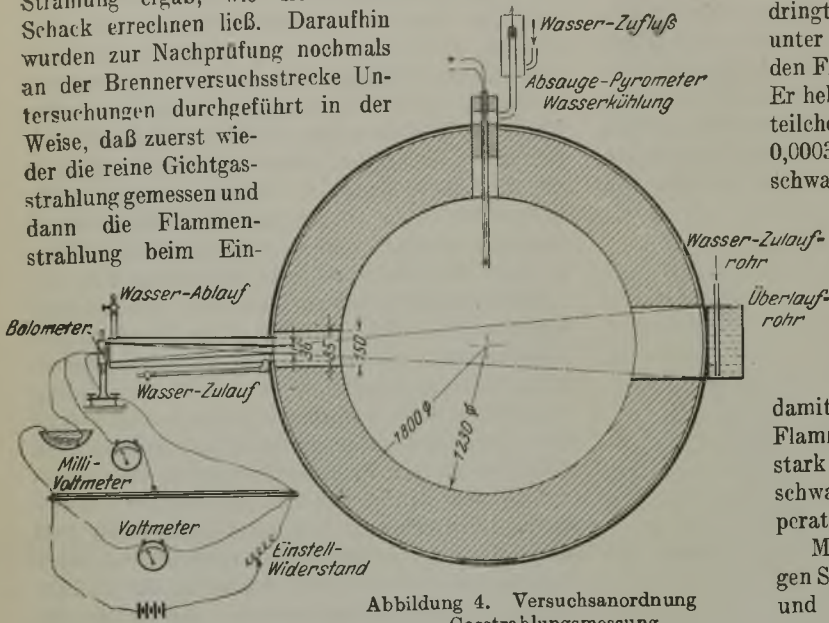


Abbildung 4. Versuchsanordnung zur Gasstrahlungsmessung.

spritzen von Benzol bestimmt wurde. Hierbei ergab sich, daß die durch Benzolzusatz leuchtend gemachte Flamme durchschnittlich viermal so stark strahlte wie die nichtleuchtende Flamme, d. h. annähernd soviel wie ein schwarzer Körper von derselben Temperatur. Damit war die ungemein wichtige Rolle, die den Rußteilchen der leuchtenden Flamme beim Strahlungsaustausch zukommt, klar erwiesen. Die Rußteilchen der Flamme sind als Hauptüberträger der Wärme zu betrachten. Die außerordentliche Feinheit des Rußes hat einen sehr hohen konvektiven Wärmeübergang vom Gas zum Ruß zur Folge, „und der Ruß befördert die Wärme im Strahlungsaustausch mit der festen bzw. flüssigen Umgebung sogleich weiter“. Der diese wichtige Rolle spielende Ruß „findet nun in der sogenannten Leuchtkraft der Flamme seinen sichtbaren Ausdruck, während, wie immer wieder betont werden muß, die Leuchtkraft an sich kein Maß für die Strahlungskraft ist“. — Eine Bestätigung der Feststellungen von Lent und Thomas im praktischen Betriebe haben Versuche gebracht, die Schack¹³⁾

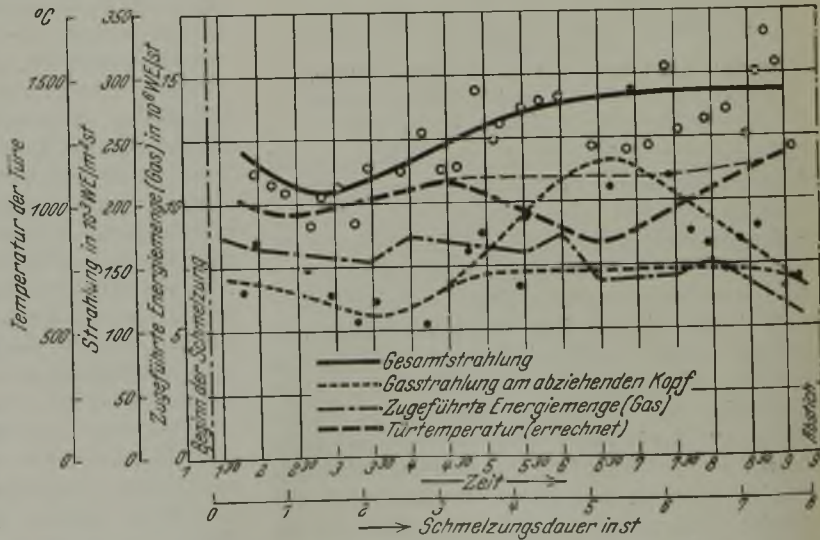


Abbildung 5. Allgemeiner Verlauf der Gesamt- und Gasstrahlung während einer Schmelzung.

oxyddämpfen gleichfalls eine nicht zu vernachlässigende Rolle hinsichtlich der Stärke der Gasstrahlung zukommen dürfte. Polak hat sich bei

¹³⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 113 (1926).

¹⁴⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 103 (1926).

seinen an einem 60-t-Siemens-Martin-Ofen durchgeführten Messungen derselben Meßanordnung bedient wie schon Lent und Thomas (s. Abb. 4), nur wurde die Strahlungsmessung mit einem neu entworfenen vollkommeneren Strahlungsmesser durchgeführt. Ich muß mich an dieser Stelle darauf beschränken, auf das Wichtigste der von Polak gebrachten Schaubilder einzugehen, auf den Strahlungsverlauf während einer ganzen Schmelzung, wobei nur am abziehenden Kopf gemessen wurde (Abb. 5). Die oberste Kurve zeigt die mit der Innentemperatur des Ofens zunächst — während des Beschickens — abfallende und dann ansteigende Gesamtstrahlung (Gasstrahlung plus Wandstrahlung abzüglich des von der Flamme absorbierten Teiles der Wandstrahlung), während die unterste Kurve die reine Gasstrahlung darstellt. Außerdem ist in dem Schaubild noch die mit dem Frischgas zugeführte Energiemenge eingetragen sowie die Turtemperatur, die aus den Strahlungsmessungen nach einem Rechenverfahren errechnet wurde, das, wie Polak selbst betont, allerdings nur zulässig ist, solange die beobachtete Gassaule keinerlei fremde Strahlungsträger wie leuchtende Kohlenstoffteilchen oder Metall- und Schlackendämpfe mit sich führt. Wie das Bild zeigt, ergaben die Messungen ein Ansteigen der Gasstrahlung während der Zeit des Kochens bis auf 230 000 kcal/m²st, während die reine Gasstrahlung rechnerisch nur auf rd. 140 000 kcal/m² st ansteigen konnte, entsprechend der in dem Kurvenbild eingezeichneten wagerechten Verbindungslinie. Gleichzeitig mußte, da die Gesamtstrahlung nicht nennenswert stieg, die auf dem Umweg über Gesamt- bzw. Wandstrahlung errechnete Wandtemperatur stark sinken. Da aber während des Kochens eine derartige Erscheinung nicht möglich ist, so wurde von Polak der Schluß gezogen, daß während des Kochens in den abziehenden Gasen Schlacken- bzw. Metalloxyddämpfe mitgeführt werden, die selbst in der Lage sind, ganz erhebliche Wärmemengen durch Strahlung abzugeben. Allerdings ist bei der Besprechung des Polakschen Berichts seinerzeit eingewandt worden, daß diese Schlußfolgerung deshalb nicht ganz zwingend sei, weil mit einem Mischgas von Hochofengas und Koksofengas — sogar einschließlich eines geringen Teerölzusatzes — gearbeitet wurde, so daß keine Sicherheit dafür gegeben gewesen sei, daß die abziehende Flamme frei von Kohlenstoffteilchen war. Polak hat darauf erwidert, daß bei der dicht vor dem abziehenden Kopf erfolgten Messung von einer Flammenerscheinung nichts mehr zu sehen gewesen sei. Immerhin dürfte es bei dieser Sachlage bedenklich sein, die als von Metalloxyd- und Schlackendämpfen abgestrahlte Wärmemenge quantitativ gleich der Fläche zwischen den beiden die Gasstrahlung darstellenden Kurven zu setzen. Andererseits ist aber kaum daran zu zweifeln, daß auch den Schlacken- und Metalloxyddämpfen ein gewisser Anteil an der Uebertragung der Wärme zukommt.

Ein Hauptüberträger der Wärmestrahlung beim Siemens-Martin-Ofen bleibt aber unzweifelhaft der

Flammenruß, und deshalb haben wir uns nunmehr weiterhin der Frage zuzuwenden, auf welche Weise und in welchem Maße bei den verschiedenen im Siemens-Martin-Ofenbetrieb verwendeten Gasarten eine Rußabscheidung eintritt, und welche Hilfsmaßnahmen bei unzureichender Rußabscheidung in Frage kommen.

Wir haben da zunächst zu unterscheiden zwischen Gasarten, die mit leicht zersetzlichen Teernebeln bzw. mit aus Teer stammendem Ruß am Gasventil ankommen, und zwischen teerfreien Gasarten, bei denen sich Ruß nur aus gasförmigen Kohlenwasserstoffen bei der Vorwärmung und Verbrennung abscheiden kann. Die beiden Hauptvertreter der ersteren Art sind das Steinkohlengeneratorgas und das Braunkohlenbrikettgas. Daß beim Steinkohlengeneratorgas reichliche Rußabscheidung schon im Gaserzeuger selbst anfängt, und daß man bei guter Generatorkohle und ordentlicher Führung der Gaserzeuger stets eine Flamme von ausgezeichneter Wärmeübertragungsfähigkeit erhält, darüber brauche ich hier weiter kein Wort zu verlieren. Schwieriger liegt die Sache aber schon beim Braunkohlenbrikettgas. Die mit ihm gemachten Betriebserfahrungen sind unterschiedlich. Es gibt Werke, die mit reinem Braunkohlenbrikettgas durchaus gut arbeiten, und solche, die damit überhaupt nicht zu arbeiten vermögen und zum mindesten zu einem Gemisch von Braunkohlenbriketts und Steinkohle greifen müssen. Die Ursache ist in dem verschiedenen Grade der Entleuchtung zu suchen, die auf der Umsetzung der Braunkohlenteernebel mit den aus den Briketts stammenden großen Mengen Wasserdampf beruht. Diese Umsetzung nimmt natürlich mit dem Grade der Gasvorwärmung zu und ab, und es ist kaum zweifelhaft, daß die eben erwähnten unterschiedlichen Betriebserfahrungen in erster Linie mit der Höhe der Gasvorwärmung zusammenhängen. Einen tieferen Einblick in die beim Braunkohlenbrikettgas im Siemens-Martin-Ofen sich vollziehende Umsetzung hat erstmals Schleicher¹⁵⁾ gegeben. Die starke Temperaturabhängigkeit der Umsetzungsvorgänge innerhalb des durch eine Umsteuerzeit gegebenen Temperaturgebietes geht aus seinen Feststellungen überzeugend hervor. Während der 30 min dauernden Umstellzeit geht die Menge des zersetzten Wasserdampfes von 4,5 % auf 1,3 % und das durch die Zersetzung vergrößerte Gasvolumen von 109,5 % auf 104,5 % zurück.

Die stark entleuchtende Wirkung des Wasserdampfes beschränkt sich aber natürlich nicht auf das Braunkohlenbrikettgas allein. Sie tritt zweifellos bei jeder Art von Kohlenwasserstoffen auf, die mit größeren Mengen Wasserdampf zusammen auf hohe Temperatur gebracht werden. Für Teeröl und Benzol wurde diese Tatsache durch Untersuchungen von A. Ziegler¹⁶⁾ bestätigt. In seinem Bericht über den Einfluß der Karburierung und des Wasserdampfgehalts von Heizgasen auf den Wärmeübergang im Siemens-Martin-Ofen be-

¹⁵⁾ St. u. E. 43 (1923) S. 593 ff.

¹⁶⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 96 (1925).

zeigen die beiden Zersetzungen, die mit der Abscheidung von feinem Kohlenstoff verbunden sind. Am wichtigsten ist natürlich die Methankurve mit Rücksicht auf den hohen Methangehalt des Koksofengases. Wie man sieht, steigt die Zerfallskurve des Methans zwischen 1100 und 1180° besonders stark an. Gleichzeitig ist 1180° auch die Grenztemperatur, bei der die schweren Kohlenwasserstoffe völlig zersetzt sind. Freilich ist mit steigender Gasvorwärmungstemperatur auch eine teilweise Wiedervergasung von festem Kohlenstoff verbunden. Diese Wiedervergasung ist auf zwei Reaktionen zurückzuführen. Die eine ist durch die uns schon gelaufene Einwirkung

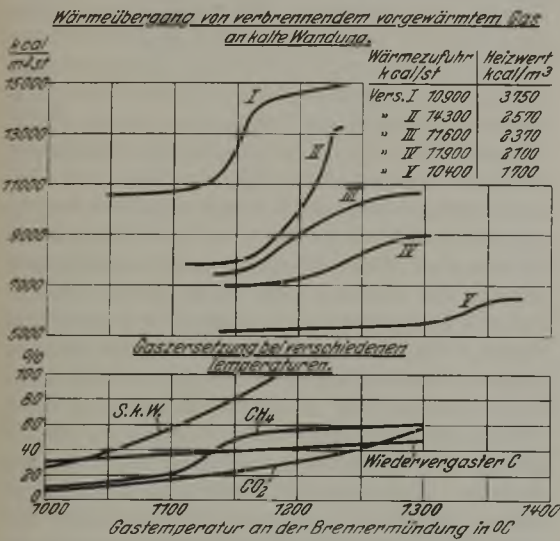


Abbildung 7. Wärmeübertragung und Gaszersetzung leuchtender Flammen bei verschiedenen Temperaturen.

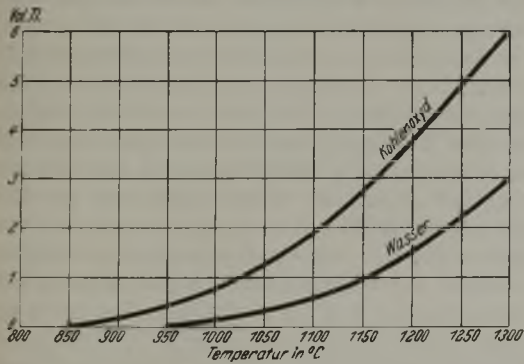


Abbildung 8a. Wasserzersetzung und Kohlenoxydzunahme in Abhängigkeit von der Temperatur.

von Wasserdampf unter Neubildung von Kohlenoxydgas und Wasserstoff dargestellt, die andere durch die Einwirkung von Kohlensäure auf fein zerteilten Kohlenstoff unter Entstehung von Kohlenoxydgas. Die auf diese Weise wiedervergaste Kohlenstoffmenge und in Abgang kommende Kohlensäuremenge ist noch aus derselben Abb. 7 zu ersehen; die in Abhängigkeit von der Vorwärmungstemperatur zersetzte Wasserdampfmenge und neugebildete Kohlenoxydgasmenge geht aus Abb. 8a hervor. Den von Hülbruch festgestellten Einfluß der Erhitzungsdauer auf die Gaszersetzung läßt die Abb. 8b erkennen. Da die Aufenthaltsdauer des Gases in einem

80-t-Kippofen 9 bis 10 sek beträgt, wovon nur ein Teil in den für die Gaszersetzung in Frage kommenden Temperaturbereich fällt, so erkennt man, daß die im praktischen Betriebe gegebene Erhitzungsdauer unbefriedigend ist. Man wird also darauf abzielen, daß sich eine möglichst große Strecke des Gaszug- und Gitterwerkweges,

dessen Länge selbst unter diesem Gesichtspunkt natürlich auch wichtig ist, innerhalb des genannten hohen Temperaturbereichs befindet. Die Mittel, die diesem Zweck dienen, sind dieselben, die auch zu einer möglichst hohen Gasvorwärmungstemperatur führen. Näheres darüber wird im zweiten Teil dieses Berichts gesagt werden. Endlich läßt die Abb. 8c erkennen, daß die prozentuale Zersetzung des Methans und der schweren Kohlenwasserstoffe um so höher ist, je reicher die Gasmischung an Koksofengas ist. Hierüber hat Bansen

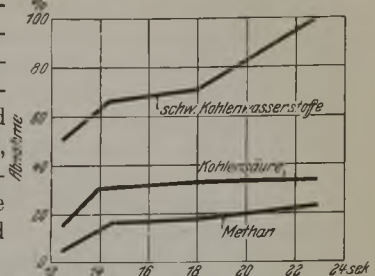


Abbildung 8b. Prozentuale Abnahme von schweren Kohlenwasserstoffen, Methan und Kohlensäure bei verschiedener Erhitzungsdauer.

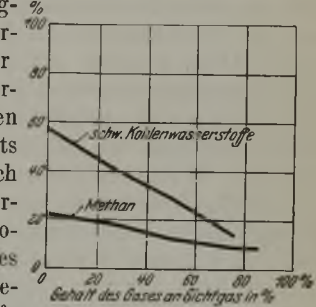


Abbildung 8c. Prozentuale Abnahme von schweren Kohlenwasserstoffen und Methan in Abhängigkeit von der Gaszusammensetzung.

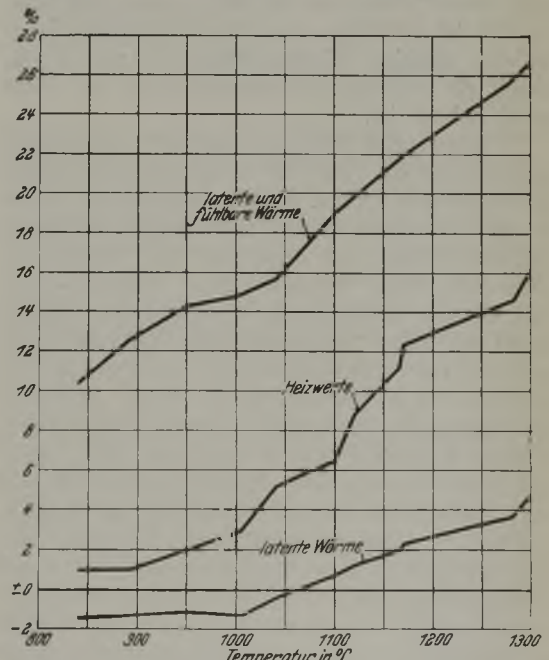


Abbildung 9. Prozentuale Aenderung der latenten und der Gesamtwärme und Abnahme des unteren Heizwertes bei verschiedener Vorwärmung.

noch genauere Untersuchungen an einer regenerativ geheizten Versuchsstrecke angestellt²¹⁾, die zu demselben Ergebnis geführt haben. Das obere Bild der Abb. 7 zeigt den hierbei erhaltenen Wärmeübergang von verbrennendem, vorgewärmtem Gas unterschiedlichen Mischungsverhältnisses an kalte Wandung. Die bei der Verbrennung reinen Koksofengases erhaltene Kurve I läßt erkennen, daß der rasche Wärmeübergangsanstieg in genau demselben Temperaturbereich liegt wie der Anstieg der Methanzersetzungskurve, daß also der beim Methanzerfall abgeschiedene Kohlenstoff ausschlaggebend für die Wärmestrahlung der Flamme ist. Das obere Bild der Abb. 7 zeigt aber vor allem auch, daß die untere Grenztemperatur für die Vorwärmung um so höher liegt, je ärmer das Gemisch ist. Damit ist eine Teilbeantwortung der Frage nach dem günstigsten Mischungsverhältnis gegeben: das Mischungsverhältnis kann um so ärmer sein, je höher die Gasvorwärmungstemperatur liegt. Das Bild läßt aber weiterhin erkennen, daß die mit Rücksicht auf den Methanzerfall aus dem Kurvenbild Hülbruches (Abb. 7 unten) sich ergebende Mindestvorwärmungstemperatur von 1150 bis 1180° für Mischgas noch gar nicht ausreicht, daß vielmehr für das übliche Mischgas von 2200 bis 1900 kcal/m³ Heizwert eine Mindestvorwärmungstemperatur von 1250 bis 1300° gefordert werden muß. Daß eine derartig hochgetriebene Vorwärmung auch hinsichtlich der von dem Frischgas in den Herdraum mitgebrachten Gesamtwärme nur von Vorteil ist, zeigt der Verlauf der prozentualen Zunahme der Summe von latenter und fühlbarer Wärme in Abb. 9, die ebenfalls der Arbeit von Hülbruch entnommen ist. Voraussetzung für die Zweckmäßigkeit einer möglichst weitgehenden Steigerung der Gasvorwärmung und damit überhaupt für einen guten Mischgasbetrieb ist allerdings, um darauf nochmals hinzuweisen, niedrige Mischgastemperatur am Ventil, damit ein niedriger Wasserdampfgehalt des Gases gewährleistet ist.

Während also beim Betriebe mit Steinkohlengeneratorgas die Höhe der Gasvorwärmung keinen nennenswerten Einfluß auf die hauptsächlich schon in den Gaserzeugern und Gasleitungen erfolgende Rußabscheidung und damit auf die Wärmeübergangszahl beim Wärmeübergang Flamme—Bad hat, vielmehr nur für das im Herdraum zu erzielende möglichst hohe Temperaturgefälle mitbestimmend ist, sieht man, daß beim Betriebe mit Mischgas aus Hochofen- und Koksofengases die Frage nach der zweckmäßigsten Gasvorwärmung gleichzeitig zu den beiden Aufgabenkreisen in Beziehung steht, nach denen wir eingangs alle wärmetechnischen Fragen des Siemens-Martin-Ofens unterteilen zu können glaubten. Beim Mischgasbetrieb beeinflußt die Gasvorwärmung sowohl Temperaturgefälle als auch Wärmeübergangszahl, d. h. also die beiden Faktoren, deren Produkt — in großen Zügen betrachtet — die im Herdraum auf das Bad übergehende Wärmemenge darstellt, und nicht nur das Temperaturgefälle allein.

Daraus geht die hohe Bedeutung, die im besonderen der Gasvorwärmung beim Mischgasbetrieb zukommt, eindringlich hervor. Diese Bedeutung ist lange nicht erkannt worden. Vielmehr hat man genau so wie früher beim Generatorgasbetriebe die Vorwärmungstemperaturen des Gases einerseits und der Luft andererseits so hingenommen, wie sie sich bei der gleichfalls nicht absichtlich beeinflussten Abgasverteilung auf Gas- und Luftkammer von selbst einstellen. Daß aber hierbei die Gasvorwärmungstemperatur in der Regel unter der Lufttemperatur liegt, ist bekannt. Schon beim Steinkohlengeneratorgas war das der Fall, und beim kalten Mischgas mußte dies erst recht eintreten. Der unbefriedigende Ofengang, der sich hieraus ergab, führte bei vielen Werken zur Anwendung eines Steinkohlengeneratorgaszusatzes als Karburierungsmittel, nicht bei allen Werken, sondern hauptsächlich nur bei den mit neueren Ofen, Kippöfen oder doch Öfen mit geräumigen Schlackenkammern ausgerüsteten Werken. Auf diese Zusammenhänge wird nachher noch eingehend zurückgekommen. An dieser Stelle soll zunächst der Abschnitt vom Wärmeübergang damit abgeschlossen werden, daß wir noch einen Blick auf die verschiedenen in Frage kommenden Karburierungsmittel werfen. Während man in den Vereinigten Staaten, wo man offensichtlich unter den gleichen Schwierigkeiten gelitten hat, schon seit langem auf vielen Werken zu einem Teer- oder Teerölzusatz für die Zwecke der Karburierung gegriffen hat, war auf deutschen Werken bis vor kurzem das allein übliche Karburierungsmittel, wie gesagt, Generatorgas. Die Anwendung gerade dieses Mittels war auf den meisten Werken schon dadurch gegeben, daß beim Uebergang zur Mischgasbeheizung die zuvor benutzte Gaserzeugeranlage brach lag. Daß bei der Verwendung von Generatorgas als Zusatz dessen Güte auf die karburierende Wirkung einen großen Einfluß hat, liegt auf der Hand. Nun ist aber meist die Möglichkeit der Erzeugung eines Generatorgases von ideal zu nennender Güte dadurch gegeben, daß eine ausreichende Anzahl von Gaserzeugern aus der Zeit der ausschließlichen Generatorgasfeuerung vorhanden ist, wodurch die Gaserzeuger mit denkbar geringem Durchsatz betrieben werden können, beispielsweise mit 5 bis 7 t täglichem Durchsatz bei einem Nenndurchsatz von 15 bis 20 t. Durch eine derartige Betriebsweise wird das Generatorgas zwar nicht billiger; man kommt aber dafür mit einem geringeren Zusatz zum Mischgas bei bester Schmelzwirkung aus. Daneben hat sich in jüngster Zeit auf einzelnen deutschen Werken auch die zusätzliche Verwendung von Teeröl bzw. Teer trotz der verhältnismäßig hohen Preise dieser Brennstoffe eingeführt, und zwar, nachdem man gelernt hatte, mit geringen Mengen dieses Zusatzes auszukommen, auch mit wirtschaftlichem Erfolg. Freilich wird die Frage, welches das wirtschaftlichste Karburierungsmittel ist, immer von den stark schwankenden Teerpreisen abhängig bleiben.

Bei alledem bleibt es aber doch dort, wo ein Ueberfluß an Hochofen- und Koksofengas zur Verfügung

²¹⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 117 (1926).

steht, zum Nutzen der gesamten Bewirtschaftung der Brennstoffe ein erstrebenswertes Ziel, die Siemens-Martin-Oefen im wesentlichen nur mit den beiden erwähnten gasförmigen Nebenerzeugnissen und nicht auch noch unter Aufwendung frischer Steinkohle zu betreiben. Wie wir noch sehen werden, ist dies bei einer richtigen Anlage und Führung der Oefen auch durchaus möglich. Freilich haben bisher

die außerordentlich kurzen Schmelzung dauern, die bei alleiniger Verwendung von bestem St.inkohlengeneratorgas erzielt werden können, mit nicht karburisiertem Mischgas, wenigstens in den Grenzen der bis heute erreichten Gasvorwärmung nicht ganz erreicht werden können. Dahin zu gelangen, ist eine der wichtigsten Zukunftsaufgaben, die dem Stahlwerker gestellt sind. (Fortsetzung folgt.)

Ueber die Verwendung des Hochfrequenz-Induktionsofens für die Edeltahlerzeugung.

Von Friedrich Körber, Franz Wever und Heinz Neuhauf in Düsseldorf¹⁾.

(Elektrische Grundlagen. Frischen und Desoxydieren. Die Erzeugung kohlenstoffarmer und kohlenstoffhaltiger Stähle im Hochfrequenzofen. Erklärung der Wirkungsweise. Entwicklungsmöglichkeiten.)

Die Entwicklung der Elektrostahlerzeugung wird wesentlich durch die Gesichtspunkte Güte und Wirtschaftlichkeit bestimmt. Ueber die Frage der Güte des heutigen Elektrostahls herrscht insofern keine Meinungsverschiedenheit, als von zuständigen Fachleuten²⁾ in den letzten Jahren wiederholt ausgesprochen worden ist, daß die Güte des Tiegelstahls vom Elektrostahl nicht ganz erreicht wird. Trotzdem deckt der Elektrostahl den überwiegenden Teil des Gesamtbedarfs an Edeltahl, weil seine in den meisten Fällen ausreichende hohe Güte mit bedeutend größerer Wirtschaftlichkeit zu erreichen ist als im Tiegel. Die Entwicklung der Elektrostahlöfen führte auf Grund der seit dem Jahre 1900 gesammelten Erfahrungen zu großer Vollkommenheit und Betriebssicherheit. Bei dem heutigen hohen Stande der Elektrostahlmetallurgie wird daher eine neue Elektroofen-Bauart sich nur dann durchsetzen können, wenn sie mindestens einen dieser beiden Punkte, die Güte des heutigen Elektrostahls oder die Wirtschaftlichkeit der bisherigen Erzeugungsverfahren, übertrifft.

Im folgenden soll auf Grund der Erfahrungen, die im Laufe des letzten Jahres mit der Hochfrequenz-Schmelzanlage des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung gesammelt worden sind, die Frage erörtert werden, wie weit diese neue Ofenart unter den erwähnten Gesichtspunkten einen Fortschritt für die Edeltahlerzeugung erwarten läßt.

Elektrische Grundlagen.

Den Induktionsöfen der verschiedenen Bauarten liegt die physikalische Tatsache zugrunde, daß sich die pulsierende Energie eines magnetischen Wechselfeldes in einem in diesem Felde befindlichen Leiter zu einem Teil in Wärme umwandelt; dabei ist die entwickelte Wärme proportional dem Kopplungsgrad,

der Feldstärke sowie der Anzahl der Wechsel in der Zeiteinheit. Bei normaler kleiner Wechselzahl muß daher die Kopplung eng und das induzierende magnetische Feld stark sein, wenn eine merkliche Erwärmung zustande kommen soll; das ist praktisch nur dann der Fall, wenn die Magnetisierungsspule mit einem Eisenkern gefüllt ist. Man gelangt so zu dem normalen eisengeschlossenen Niederfrequenz-Induktionsofen. Der in der Primärspule durch die aufgedrückte elektromotorische Kraft erzeugte Wechselstrom J induziert in der einlagigen Sekundärspule, die durch das zu erheizende Metallbad dargestellt wird, einen Strom i , der eine Erwärmung

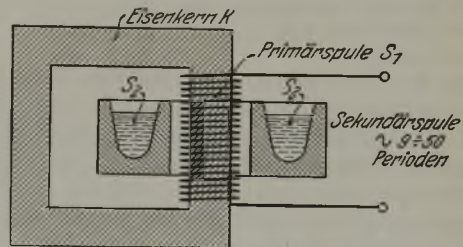


Abbildung 1. Eisengeschlossener Niederfrequenz-Induktionsofen.

proportional i^2 und dem Widerstande w bewirkt. Dabei wird durch den Eisenkern die gegenseitige Induktion proportional der Permeabilität μ verstärkt und der gegenseitige Kopplungsgrad von Primär- und Sekundärseite verbessert (Abb. 1). Andererseits führt der geschlossene Eisenkern unabhängig von der sonstigen Ausbildung des Ofens zwangsläufig zu dem thermisch wie metallurgisch gleich ungünstigen ringförmigen Herd, dessen außerordentliche Nachteile wesentlich für die geringe Verbreitung des Niederfrequenzofens verantwortlich sind. Wenn jedoch entsprechend Abb. 2 der Eisenkern entfernt und damit die Möglichkeit gewonnen wird, den Sekundärkreis durch einen massiven Zylinder zu ersetzen, so ist bei gleicher primärer Amperewindungszahl die gegenseitige Induktion auf den μ -ten Teil verkleinert; der entsprechend geschwächte Sekundärstrom bewirkt überdies infolge des sehr viel größeren Stromquerschnittes und damit verringerten Widerstandes eine verhältnismäßig geringere Erwärmung. Da andererseits die primären Stromverluste ungeändert bestehen bleiben, wird der Wirkungsgrad bei niedrigen

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 27. November 1926 in Düsseldorf. Eine ausführliche Darstellung bringen die Arbeiten: F. Wever und W. Fischer, Zur Kenntnis des Hochfrequenz-Induktionsofens, I; Theorie und Bau eisener Induktionsöfen. F. Wever und H. Neuhauf, Zur Kenntnis des Hochfrequenz-Induktionsofens, II; Zur Metallurgie des eisernen Induktionsofens. Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. VIII (1926).

²⁾ F. Sommer: St. u. E. 44 (1924) S. 557. W. Eilender: St. u. E. 44 (1924) S. 1643. P. Goerens: Z. V. d. I. 70 (1926) S. 1138.

Frequenzen so schlecht, daß die praktische Verwendung eisenloser Niederfrequenz-Induktionsöfen ausgeschlossen ist.

Entsprechend dem gekennzeichneten Zusammenhang zwischen Feldstärke, Wechselzahl und in Wärme umgesetzter Energie ergibt sich nach E. F. Northrup³⁾ eine neue Möglichkeit für die Entwicklung eisenloser Induktionsöfen auf dem Wege über eine wesentliche Vergrößerung der Wechselzahl durch Uebergang zu hochfrequenten Strömen. Damit wird nicht nur das primäre Energieangebot entsprechend der Steigerung der Frequenz größer, vielmehr ergibt sich gleichzeitig auch auf der Sekundärseite eine erhebliche Verbesserung der Umsetzung in Wärme durch eine Erhöhung des wirksamen Widerstandes

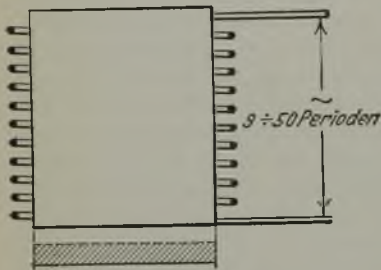


Abbildung 2. Schema eines eisenlosen Niederfrequenz-Induktionsofens.

----- Relative Stromdichte über den Querschnitt.

infolge der Verdrängung des induzierten Stromes in die Außenseite. Auf der anderen Seite zieht allerdings der Verzicht auf die Kopplung durch einen geschlossenen Eisenkreis eine erhebliche Vergrößerung der Streuung nach sich. Damit wird der zwischen Ofenspule und Stromquelle leer hin und her schwingende Energieanteil sehr groß, so daß günstige Betriebsverhältnisse nur erreicht werden können, wenn diese Energie jeweils in einer Kondensatorbatterie aufgespeichert wird. Damit ergibt sich für die Schaltung des Hochfrequenz-Induktionsofens das in Abb. 3 angedeutete Schema; die Ofenspule ist mit einer Kapazität in einen Kreis geschaltet, in dem durch irgendeine geeignete Stromquelle hochfrequente Schwingungen erzeugt werden. Die außerordentlichen Vorteile dieser neuen Ofenart liegen auf der Hand. Sie sind die Vorteile der induktiven Beheizung überhaupt: unmittelbare Umsetzung elektrischer Energie in Wärme nur an der Stelle, wo diese gebraucht wird, ohne jede örtliche Ueberhitzung und Warmstauung. Dem Niederfrequenzofen gegenüber entfällt nun auch der Zwang zur Ausbildung des Schmelzherdes als ringförmige Rinne, so daß dieser in einwandfreier, gedrängter Form mit einem Mindestmaß von Abstrahlungs- und Ableitungsverlusten im Innern der Ofenspule untergebracht werden kann (Abb. 4).

Die von dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung gemeinsam mit der Firma C. Lorenz, A.-G., Berlin-Tempelhof, seit dem Jahre 1924 beschrifteten

³⁾ Trans. Am. Electrochem. Soc. 35 (1919) S. 69 und J. Frankl. Inst. 201 (1926) S. 221.

Wege in der Weiterbildung des Hochfrequenzofens weichen nicht unerheblich von den amerikanischen Vorbildern ab. Zunächst wurde bei der Auswahl einer geeigneten Erzeugungsart für den hochfrequenten Strom von der Auffassung ausgegangen, daß die angedeuteten Vorzüge nur dann zur Geltung gebracht werden können, wenn die bei den ursprünglichen Anlagen benutzte Erregung mit Funkenstrecke durch ein neuzeitliches Verfahren ersetzt würde. Dafür kam nur der Hochfrequenz-Maschinengenerator in Frage, wie er seit einer Reihe von Jahren besonders von der A.-G. C. Lorenz aus den Bedürfnissen der drahtlosen Telegraphie heraus entwickelt worden war.

Die Uebernahme dieser Maschine für den Hochfrequenz-Schmelzbetrieb stellte auch hinsichtlich der benutzten Schaltung insofern eine grundsätzliche Neuerung dar, als sich damit äußerst scharfe, den amerikanischen Anordnungen weit überlegene Regelmöglichkeiten ergaben, die den Ofen erst zu einem den höchsten metallurgischen Anforderungen entsprechenden Gerät machen.

Die mit der Schmelzanlage des Instituts⁴⁾ im

Winter 1925/26 gemeinsam von F. Wever und W. Reinecken aufgenommenen Arbeiten führten nach Durchbildung der erforderlichen Apparaturen sehr bald zu der Erkenntnis, daß die sehr starke Durchwirbelung des Metallbades ganz neue Arbeitsbedingungen für die Durchführung metallurgischer Reaktionen liefert. Diese Durchwirbelung wird durch die gegenseitige Abstoßung der phasenverschobenen Primär- und Sekundärströme bzw. der Anziehung

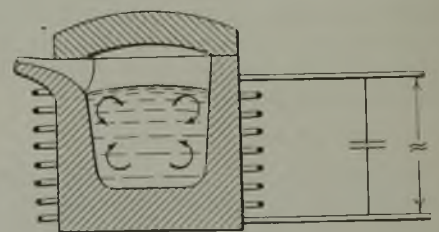


Abbildung 4. Schema des Hochfrequenz-Induktionsofens.

der Sekundärströme untereinander erklärt, die in ihrem Zusammenwirken das in Abb. 4 schematisch angedeutete Strömungsbild ergeben. Damit erwuchs die Aufgabe, die in dem vorliegenden Schrifttum noch gar nicht berührte Frage der Geeignetheit des Hochfrequenzofens für die Stahlherstellung einer planmäßigen Untersuchung zu unterziehen; über die Ergebnisse dieser von F. Wever und H. Neuhauf während des Sommers 1926 durchgeführten Arbeiten soll im nachstehenden berichtet werden.

⁴⁾ Vgl. hierzu F. Wever: St. u. E. 46 (1926) S. 533.

Das Frischen im Hochfrequenzofen.

Die Steigerung der Frischgeschwindigkeit durch die lebhaftere Badbewegung war schon bei den ersten Vorversuchen erkannt worden; so berichtet F. Wever⁴⁾ über ein Beispiel, in dem das Stahlbad unter einer normalen Frischschlacke in 2 min von 0,14 % C auf 0,03 % C heruntergefrischt worden war.

Daß sich für das Frischen im Hochfrequenzofen tatsächlich neue Gesichtspunkte ergeben, geht aus Frischversuchen mit hartem Ferrochrom hervor, die auf Anregung von Geheimrat Wüst durchgeführt wurden. Während der direkte Weg des Herausfrischens von Kohlenstoff aus Ferrochrom auf Schwierigkeiten stößt, deren

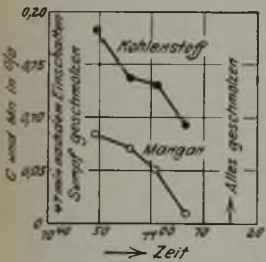


Abbildung 5. Frischvorgänge im Sumpf beim Einschmelzen.

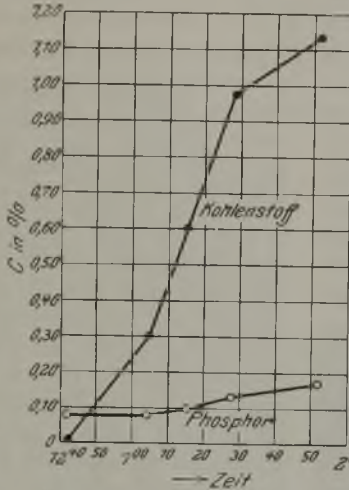


Abbildung 6. Rückphosphorung beim Aufkohlen.

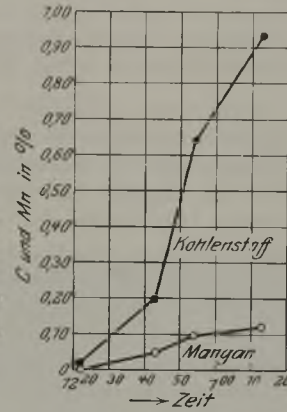


Abbildung 7. Manganreduktion beim Aufkohlen.

Beseitigung noch weitere Versuche bedingt, erwies sich ein indirekter Weg als durchführbar. Es wurde niedriggekohlter, nichtrostender Stahl dadurch hergestellt, daß Ferrochrom mit 4,8 % C und 64,9 % Cr einem kohlearmen Bade zulegiert wurde. Nach dem Chromzusatz enthielt die Schmelze 1,04 % C und 14,5 % Cr. Nach einer Frischdauer von 96 min war die Analyse 0,16 % C, 13,42 % Cr und 0,43 % Mn. Dieses Erzeugnis zeigte sich in der Verarbeitung einwandfrei. Es wurden bei dem J. A. Henckels-Zwillingswerk, Solingen, Tischgabeln daraus hergestellt. Ferner wurden bei Gebr. Arns, Walzwerk in Remscheid, ein Blech und Ruten von 18 x 4,5 mm gewalzt, was sich ohne Anstände durchführen ließ. Der Walzausschuß vom vorgeschmiedeten Knüppel bis zum Fertigprofil betrug 1,34 %. Ein anderer auf die gleiche Weise hergestellter weicher Chromstahl mit 0,15 % C, 13,2 % Cr und 0,44 % Mn wurde zu einem nahtlosen Rohr verwalzt, worüber später berichtet wird.

Den günstigen Auswirkungen der starken Badbewegung beim Frischen stehen andererseits auch unangenehme Erscheinungen gegenüber. Beim Einschmelzen von festem Schrott bildet sich auf dem Boden des Ofens ein flüssiger Sumpf, der der Eigenart des Ofens entsprechend dauernd un-

gerührt wird. Der fortlaufend wechselnde blanke Badspiegel nimmt ununterbrochen aus der Ofenatmosphäre Sauerstoff auf. Abb. 5 zeigt als Beispiel den Abfall des Kohlenstoff- und Mangangehaltes im Sumpf beim Einschmelzen eines feinstückigen Einsatzes mit 0,9 % C. Der Endgehalt beträgt 0,04 % C und 0,01 % Mn. Das niedergeschmolzene Bad ist also in der Regel überfrischt.

Der langsam steigende Sumpfspiegel gibt an seinem jeweiligen Rande die fortlaufend gebildeten Oxydationsprodukte, Manganoxydul und Phosphorsäure, in irgendeiner Bindung ab, die bei basischer Zustellung an den Wänden auch dann noch haften bleiben, wenn der Badspiegel seinen Höchststand erreicht hat. Die auf diese Weise beim Einschmelzen aus dem Bad entfernten Eisenbegleiter können beim Aufbringen der Phosphorschlacke von dieser nicht erfaßt und nicht mit ihr entfernt werden. Infolgedessen

werden beim darauffolgenden desoxydierenden Aufkohlen unter der weißen Schlacke Mangan und Phosphor durch den Kohlenstoff des Bades in dieses zurückreduziert. Daß dies in recht erheblichem Ausmaß eintreten kann, zeigen Abb. 6 und 7. Aus diesen Gründen wird man bei der Verwendung des

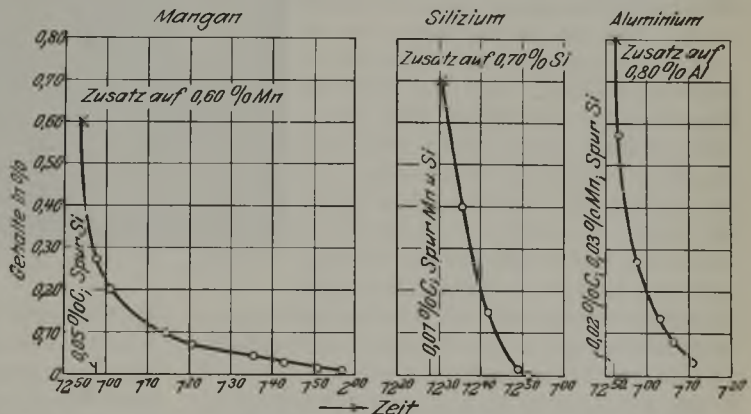


Abbildung 8, 9 und 10. Mangan-, Silizium- und Aluminiumabscheidung im basischen Ofen.

Hochfrequenzofens als Stahlofen dem Arbeiten mit flüssigem Einsatz den Vorzug geben müssen.

Die Desoxydation im Hochfrequenzofen.

Zur Klärung der Vorgänge, die sich bei der Desoxydation im stark rotierenden Bad abspielen, wurde zuerst das Verhalten von Mangan, Silizium und Alu-

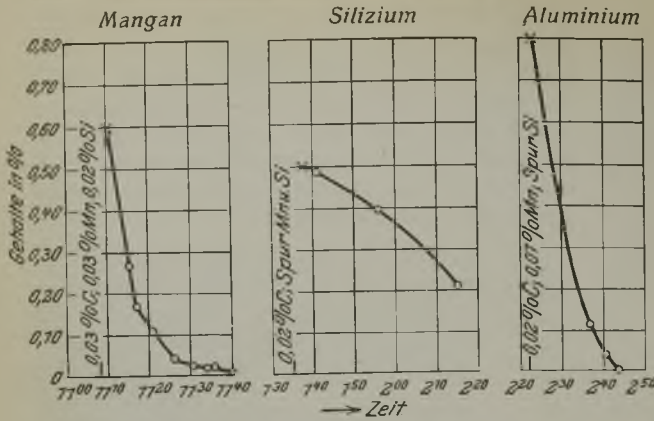


Abbildung 11, 12 und 13. Mangan-, Silizium- und Aluminiumabscheidung im sauren Ofen.

minium einzeln in überfrischten Schmelzen untersucht, wobei die basische Versuchsreihe im Magnesitfutter, die saure Versuchsreihe im Klebsandfutter ausgeführt wurde. Das Gewicht der Versuchsschmelzen betrug 40 kg. Der Zusatz der Metalle Mangan, Silizium und Aluminium erfolgte, nachdem die Schmelzen auf 0,01 bis 0,03 % C heruntergefrischt waren, unter einer Kalk-Flußspat-Schlacke bzw. Sandschlacke. Die Abscheidung der Eisenbegleiter wurde durch fortlaufende Proben festgestellt und ist aus Abb. 8 bis 13 zu ersehen. Beim basischen Futter fallen die Silizium- und Aluminiumgehalte entsprechend dem chemischen Charakter der sich bildenden Oxyde besonders schnell, die Mangangehalte etwas langsamer ab. Im sauren Futter sinkt dagegen der Gehalt an Mangan und Aluminium schnell und der an Silizium etwas langsamer. Besonders bemerkenswert ist außer der Steilheit der Abfallkurven das Herabsinken der Gehalte auf 0,01 % und darunter, ohne daß Frischmittel zugesetzt worden wären. Die Abfallkurven bieten nur ein qualitatives Bild und sind nicht miteinander vergleichbar, weil der Grad der Ueberfrischung des Bades nicht gleichmäßig getroffen werden konnte. Man kann aus dem Verlauf der Abscheidung von Mangan, Silizium und Aluminium folgern, daß infolge der energischen Badbewegung eine sehr schnelle Reaktion des an Eisen gebundenen Sauerstoffs mit dem Desoxydationsmittel erfolgt, und daß die Desoxydationsprodukte bei richtiger Schlackenführung sehr vollständig aus dem Bad in die Schlacke gehen.

Die Schnelligkeit der geschilderten Vorgänge gestattet bei kohlenstoffarmem Stahl ein Auswaschen des Sauerstoffs aus dem Stahlbade derart, daß nach verhältnismäßig hohem Zusatz eines Desoxydationsmittels in dem Augenblick abgestochen wird, in dem die Hauptmenge des Sauerstoffs gebunden und an die Schlacke abgeführt ist. Dazu sind nur wenige Minuten notwendig, so daß eine erneute Oxydation durch die Schlacke hindurch kaum Bedeutung erlangt. Zu diesem Zeitpunkt sind die Restgehalte an Eisenbegleitern im vergießfertigen, rotbruchfreien Stahl niedrig.

Die im folgenden beschriebenen Schmelzversuche wurden basisch, d. h. in einem aus gemahlenem Magnesit (mit 1 bis 3 mm Körnung) aufgestampften Ofen mit 40 kg Einsatz ausgeführt. Nach dem Einschmelzen wurden jeweils zwei Phosphorschlacken gemacht und anschließend entschweifelt. Die Schmelzen wurden nach Fertigstellung in eine vorgewärmte Pfanne abgestochen und nach Entnahme einer Gießprobe in eine 90-mm-Vierkantkokille mit Haube vergossen.

Erzeugung von kohlenstoffarmem Stahl im Hochfrequenzofen.

Daß die Folgerungen aus den Kurven, die die Mangan-, Silizium- und Aluminiumabscheidung zeigen, richtig sind, beweisen die basischen Schmelzen Nr. 69, 71 und 103 in Zahlentafel 1; diese Schmelzen sind rotbruchfrei, obwohl aus den angegebenen Analysen folgt, daß diese Stähle bei dem sehr niedrigen Kohlenstoffgehalt von 0,01 % nur einen sehr geringen Mangan- und Siliziumrestgehalt besitzen. Die Rotbruchproben wurden aus einer 3 kg wiegenden Gußprobe von 50 mm □ erschmiedet, wobei das erste Ausrecken in der Gießwärme ohne Nachwärmung durchgeführt wurde. Das Umschlagen der Probe erfolgte bei nur schwacher Rotglut. Abb. 14 zeigt die Rotbruchproben der Schmelzen Nr. 69, 71 und 103, aus denen zu ersehen ist, daß diese Stähle für normale Beanspruchungen als rotbruchfrei gelten dürfen. Der Block Nr. 103 wurde ferner auf der Feinstraße



Abbildung 14. Rotbruchproben der Schmelzen Nr. 103, 71 und 69.

des Walzwerkes Gebr. Arns in Remscheid auf Ruten von $18 \times 4,5$ mm ausgewalzt. Der Ausschub betrug vom vorgeschmiedeten Knüppel bis zum Fertigprofil 1,51 %. Außerdem wurde ein einwandfreies Blech von 2 mm warm gewalzt, das auf dem Hochleistungs-Kaltwalzwerk der Kalker Maschinenfabrik, vormals Breuer & Schumacher, in 50 und 100 mm breiten Streifen in 9 bis 11 Stichen bei einer Walzgeschwindigkeit von 30 m/min ohne Zwischenglühung weiter auf 0,2 mm (90 % Querschnittsabnahme) kalt ausgewalzt wurde.

Auf die metallurgische Seite unserer Betrachtung angewandt, bestätigt dieses Ergebnis, daß das Auswaschen des Sauerstoffs mittels fester Desoxydations-

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung verschiedener kohlenstoffarmer, im Hochfrequenzofen erschmolzener Stähle.

Nr. der Schmelze	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Al %	Cr %
69	0,01	0,15	0,17	0,015	0,033	0,10	0,01	—
71	0,01	0,15	0,13	0,014	0,017	0,09	0,02	—
103	0,01	0,22	0,14	0,010	0,010	0,05	—	—
95	0,01	0,22	0,46	0,005	0,017	n. b.	n. b.	—
99	0,02	0,22	0,49	0,006	0,013	n. b.	n. b.	12,67
105	0,01	0,23	0,52	0,010	0,012	n. b.	n. b.	12,22
102	0,16	0,09	0,43	0,008	0,049	n. b.	n. b.	13,42
106	0,15	0,17	0,44	0,010	0,020	n. b.	n. b.	13,20

mittel möglich ist, indem durch die Rührbewegung eine besonders schnelle Bindung und Abscheidung der Desoxydationsprodukte an die Schlacke erreicht wird. Die Schmelzen Nr. 69, 71 und 103 wurden unmittelbar nach dem Auswaschen abgestochen, um zu beweisen, daß sie tatsächlich nach dieser Behandlung schon rotbruchfrei sind. Fügt man zu derart behandelten Schmelzen nunmehr normale Gehalte an Mangan und Silizium hinzu, so kann mit großer Sicherheit damit gerechnet werden, daß diese Zusätze wirklich legiert sind und nicht in oxydischer Form im Stahl verbleiben. Ein derart behandelter Stahl wird selbst bei den höchsten Bearbeitungsbeanspruchungen mit sehr geringem Ausschuß verarbeitbar sein. Hierfür soll Block Nr. 95 mit 0,01 % C, 0,46 % Mn und 0,22 % Si ein Beleg sein. Er wurde nach Vorschmiedung des Blockes von 90 mm □ auf 88 mm ϕ und Abdrehen auf 85 mm ϕ auf dem Stiefelwalzwerk der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., Abteilung Phoenix, Düsseldorf, gelocht und in zwei weiteren Stichen in der gleichen Hitze auf einem Automatikgerüst einwandfrei zu einem Rohr von 89 \times 3,25 mm ϕ verwalzt. Das Rohr ist vollkommen fehlerfrei. Aus den Ergebnissen dürfte gefolgert werden, daß einwandfreies Weicheisen bei einiger Uebung in der Führung der Schmelze mit noch niedrigeren Mangangehalten hergestellt werden kann.

Das kohlenstoffarme Weicheisen wurde nur zum Zwecke der metallurgischen Beweisführung erschmolzen. Es würde über den Rahmen der Arbeit hinausgehen, auf seine Verwendungsmöglichkeiten einzugehen. Es soll nur auf die Bedeutung der Verwendung des Weicheisens für Tiefstanzzwecke und auf seine Korrosionsbeständigkeit hingewiesen werden. Armeo-Eisen, das in dieser Richtung besondere Vorzüge besitzen soll, ist zwar noch reineres Eisen, es ist aber nicht rotbruchfrei.

In diesem Zusammenhang lag es nahe, auch sehr kohlenstoffarmen rostfreien Chromstahl herzustellen (s. Analyse des Blockes Nr. 99 in Zahlentafel 1). Der Stahl wurde auf dem großen Sack-Gassen-Versuchswalzwerk der Firma Sack, Düsseldorf-Rath, nach einer Vorschmiedung von 90 mm □ auf 58 mm ϕ und Abdrehen auf 55 mm ϕ einwandfrei in einem Stich auf ein Rohr von 65 \times 3,5 mm ϕ verwalzt. Das Rohr zeigt weder innen noch außen den geringsten Fehler (s. Abb. 15). Der Arbeitsaufwand beim Walzen dieses Stahles betrug nur zwei Drittel desjenigen von Flußstahl mit 0,08 % C. Abb. 15 zeigt weitere Walz-

proben von 41 \times 4 mm ϕ , die auf einem kleineren Versuchswalzwerk Sack-Gassen ebenfalls aus dem vollen Material ohne Fehler verwalzt wurden. Weder Kopf- noch Fußende ist eingerissen.

Veranlaßt durch diese günstigen Ergebnisse, wurde Block Nr. 105 von der gleichen Analyse (s. Zahlentafel 1) auf dem normalen Stiefelwalzwerk der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., Abteilung Phoenix, Düsseldorf, nach einer sehr geringen Vorschmiedung des Gußblocks von 90 mm □ auf 85 mm ϕ gelocht und in der gleichen Hitze in zwei weiteren Stichen auf dem Automatikgerüst auf ein Rohr von 89 \times 3,5 mm Durchmesser verwalzt. Das Rohr ist innen und außen vollkommen glatt und fehlerfrei, obwohl es beim letzten Stich auf unter 700° abgekühlt war. Ein Stück des Rohres wurde in zwei Kaltzügen ohne Zwischenglühung auf 88 \times 3,5 mm ϕ und auf 87 \times 3 mm ϕ heruntergezogen.

Nach den Erfolgen mit dem aus kohlefreiem Ferrochrom hergestellten Gußblock Nr. 105 wurde das gleiche mit Block Nr. 106 mit 0,15 % C, 13,20 % Cr und 0,44 % Mn versucht. Diese Schmelze war, wie

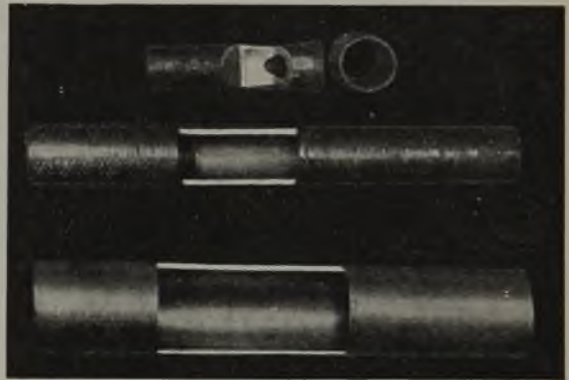


Abbildung 15. Aus nichtrostendem Chromstahl auf dem Versuchswalzwerk Sack-Gassen gewalzte nahtlose Rohre.

anfangs beschrieben, mit hartem Ferrochrom legiert und von einem Kohlenstoffgehalt von 1,04 % auf seinen Endgehalt heruntergefrischt worden. Nach Umschmieden des Gußblocks von 90 mm □ auf 80 mm ϕ und Abdrehen auf 75 mm ϕ wurde er auf dem Stiefelwalzwerk gelocht und in vier Stichen auf dem Automatikgerüst zu einem einwandfreien Rohr von 76 \times 3 mm ϕ verwalzt.

Zur Ueberprüfung der Brauchbarkeit der entwickelten Arbeitsweise für die Herstellung weicher Baustähle wurde der in Zahlentafel 2 beschriebene weiche Chrom-Nickel-Stahl erschmolzen, der bei dem verhältnismäßig niedrigen Mangan- und Siliziumgehalt sehr gut rotbruchfrei ist. Dieser Stahl hat, wenn ihm auch vielleicht wegen seines Preises eine praktische Bedeutung nicht zukommt, somit als ein außerordentlich zäher Einsatzstahl zu gelten. Die niedrige Dehnungszahl bedeutet in Verbindung mit der hohen Kontraktion keine Einschränkung der Güte des Werkstoffs, da sie in diesem Falle durch die Ausbildungsform der örtlichen Einschnürung bedingt ist.

Zahlentafel 2. Festigkeitseigenschaften eines weichen Chrom-Nickel-Einsatzstahles.
Analyse: 0,04 % C, 0,17 % Mn, 0,22 % Si, 0,01 % P, 0,011 % S, 1,68 % Cr, 4,70 % Ni.

Nr.	Wärmebehandlung	Zugfestigkeit kg/mm ²	Streckgrenze kg/mm ² (0,2 %-Grenze)	Dehnung %	Einschnürung %	Kerbzähigkeit mkg/cm ²	Dauerschlagzahl bei 100/min
1	3 st Glühung zwischen 850 und 930 °	71,3	44,4	12,7	65,0	>19,6	18 508
2		71,8	44,7	12,7	62,9		
3	Nach Glühung wie oben gehärtet bei 800 bis 830 ° in Oel	99,2	76,4	7,9	61,4	16,4	28 337
4		99,2	75,3	8,0	58,8		
		99,1	74,2	8,1	55,2	15,4	38 854

1) Beide Proben durchgezogen.

Zahlentafel 3. Zusammenstellung der Vielhärtungsergebnisse.

Herkunft	Nr.	C %	Si %	Mn %	P %	S %	As %	Cu %	Al %	O ₂ %	Zahl der Härtungen bis zum ersten Riß. An- wärmung im Salzbad und Abschrecken in Salzwasser
Stahl aus dem Hochfrequenzofen	61	0,82	0,26	0,39	0,013	0,018	—	0,08	0,02		12 12 13
	58	0,93	0,14	0,16	0,013	0,024	0,02	0,16	0,01		12 12 12
	98	0,93	0,17	0,27	0,030	0,020	n. b.	n. b.	Spuren		20 20 21
	52	1,07	0,07	0,17	0,017	0,018	n. b.	n. b.	n. b.		17 18 17
	100	1,11	0,15	0,28	0,023	0,014	n. b.	0,06	Spuren		18 22 24
	59	1,14	0,13	0,16	0,020	0,016	n. b.	0,07	0,02		17 18 19
	68	1,30	0,27	0,28	0,014	0,013	n. b.	0,09	0,01	0,033	27 27 27
	96	1,30	0,18	0,26	0,017	0,009	n. b.	n. b.	Spuren		28 28 29
	97	1,32	0,12	0,25	0,013	0,011	n. b.	n. b.	Spuren		29 31 32
Tontiegelstahl		1,11	0,26	0,64	0,026	0,032	n. b.	0,10	Spuren		17 19 19
		1,30	0,17	0,26	0,019	0,019	Spuren	0,04	Spuren		19 19 20
Graphittiegelstahl		1,19	0,22	0,38	0,016	0,040	0,019	0,12	0,024 Sn		23 24 25
		0,94	0,19	0,34	0,010	0,038	0,020	0,12	0,018 „		14 14 15
Elektrostahl		0,78	0,24	0,27	0,014	0,013	n. b.	n. b.	n. b.	0,039	9 10 10
		1,15	0,21	0,26	0,009	0,014	n. b.	n. b.	n. b.	0,039	25 25 26

Erzeugung kohlenstoffhaltiger Stähle im Hochfrequenzofen.

Für die Herstellung höher gekohlter Stähle schafft die energische Rührbewegung noch günstigere Bedingungen, weil das Herauswaschen des Sauerstoffs aus dem Bade mit Kohlenstoff durchgeführt werden kann, dessen gasförmiges Reaktionsprodukt, Kohlenoxyd, entweicht. Die Arbeitsweise ist hierbei derart, daß nach Entfernung der Phosphorschlacke Kohlestücke auf das Bad aufgelegt werden, während eine Kalk-Flußspat-Kohleschlacke den Badspiegel bedeckt. Die Badbewegung führt immer neue Teile der Schmelze an die Kohle heran, so daß die im Bad enthaltenen Oxyde fortlaufend unter Kohlenoxydentwicklung reduziert werden. Bei Beginn dieses Vorganges ist das Bad sehr unruhig. Es wird mit zunehmender Desoxydation schließlich ganz ruhig.

Die Voraussetzung für die volle Ausnutzung der Desoxydation mit aufgelegter Kohle ist eine dichte, weiße und stark kohlehaltige Schlacke. Die schnelle Badbewegung würde bei ungenügendem Abschluß des Badspiegels eine dauernde und schnelle Sauerstoffaufnahme durch den sich fortlaufend erneuernden Badspiegel bewirken. Auch hat das Bestreben der Badbewegung, die Schlackendecke nach den Wänden zu ziehen, zur Folge, daß mit einer verhältnismäßig dicken Schlackendecke gearbeitet werden muß. Für das Weißhalten der Schlacke sind die Wärme-

verhältnisse in dem kleinen Versuchsofen besonders ungünstig. Wenn die Ergebnisse bei der Desoxydation mit aufgelegten Kohlestücken unter einer desoxydierenden weißen, dichten Schlacke trotzdem sehr gut sind, so kann dies von einem größeren Ofen noch mehr erwartet werden.

Um das Ergebnis richtig zu bewerten, sei daran erinnert, daß auch bei diesen Versuchen mit festem Einsatz gearbeitet wurde, so daß nach dem Niederschmelzen das Bad immer überfrischt war. Die Schmelzen Nr. 70 und 72 sollen zeigen, daß bei Desoxydation durch aufgelegte Kohle unter einer dichten Kalk-Flußspat-Kohleschlacke das überfrischte Schmelzgut vollständig regeneriert werden kann (vgl. die Analysen zu Abb. 16). Beide Schmelzen sind trotz der geringen Mangengehalte vollkommen rotbruchfrei. Von beiden wurden Knüppel von 40 mm ϕ geschmiedet und im Walzwerk Arns auf Ruten von 18 \times 4,5 mm einwandfrei verwalzt.

Um einen zahlenmäßigen Ausdruck über die Güte der erschmolzenen Kohlenstoffstähle im Vergleich zu Tontiegel-, Graphittiegel- und Elektrostählen ähnlicher Zusammensetzung zu erhalten, wurde das Vielhärtungsverfahren von Maurer angewandt. Die Kohlenstoffstähle wurden in ähnlicher Zusammensetzung erschmolzen, wie sie der Arbeit von E. Maurer und W. Haufe⁵⁾ bei den Unter-

⁵⁾ St. u. E. 44 (1924) S. 1720/6.

Zahlentafel 4. Biegefestigkeit, Bruchbeurteilung und Härte eines Kugellager-Stahles (Schmelze Nr. 75) nach verschiedener Härtung.

Nr.	Behandlung	Außen- durch- messer mm	Wand- stärke mm	Länge mm	Mittlerer Durch- messer mm	Be- lastung kg	Biege- festigkeit σ_b kg/mm ²	Bruch	H 5/750	Rockwell C
1	780 ° Oel	53,92	6,00	9,92	47,92	1430	183,7	feinkörnig	241	24,3
2	800 ° „	53,91	6,02	9,96	47,89	1780	226,0	sehr feinkörnig	653	63,2
3	820 ° „	53,98	6,00	9,95	47,98	1150	147,3	samtartig	653	64,5
4	820 ° „	53,98	5,97	9,96	48,01	1520	196,5	„	653	65,1
5	820 ° „	53,97	6,00	9,90	47,97	1340	172,8	„	653	65,3
6	840 ° „	53,94	5,94	9,89	48,00	1170	154,0	feinkörnig	653	66,7
7	840 ° „	53,95	5,96	9,93	47,99	1290	167,9	„	653	66,6
8	840 ° „	53,95	5,97	9,93	47,98	1100	143,1	„	653	66,4
9	860 ° „	53,98	5,96	9,95	48,02	1040	135,2	„	653	67,9
10	880 ° „	53,97	6,00	9,96	47,97	1045	134,9	teilweise überhitzt	653	68,2

Chemische Zusammensetzung der Schmelzen.

Nr. 70	{ 1,14 % C; 0,23 % Si; 0,06 % Mn; 0,011 % P;
	{ 0,005 % S; 0,02 % As; 0,05 % Cu; 0,01 % Al
Nr. 72	{ 0,84 % C; 0,19 % Si; 0,05 % Mn; 0,006 % P;
	{ 0,007 % S; 0,02 % As; 0,04 % Cu; 0,01 % Al



Abbildung 16. Rotbruchproben der Schmelzen Nr. 70 und 72.

suchungen über Vielhärtung zugrunde gelegt worden sind. Die Ergebnisse sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt. Die Proben (20 mm □ und 85 mm lang) waren einseitig senkrecht zur Längsachse durch einen Sägenschnitt von 1,5 mm Breite und 3 mm Tiefe eingekerbt. Sie wurden in der Versuchsanstalt der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., Abt. Bochumer Verein, bis zum Auftreten der ersten Härterisse bei 780° in Salzwasser gehärtet. Unsere eigenen Härtungen mit 150 mm langen Proben gleichen Querschnitts ohne Kerbung zeigten gleiches Verhalten. Die Ergebnisse sind hier nicht aufgeführt, da sie infolge der Unzulänglichkeit des verfügbaren kleinen Härtebades eine größere Streuung zeigen.

Ins Einzelne gehende Folgerungen aus dem Vergleich der vorgelegten Werte zu ziehen, ist nicht möglich. Die Frage, ob der Stahl aus dem Hochfrequenzofen die Güte des Tiegelstahls erreicht, kann endgültig nur der Großversuch nach längerer Schmelzerfahrung beantworten. Immerhin zeigen die angeführten Beispiele, daß die erreichte Beschaffenheit sehr gut ist.

Zur Prüfung der Empfindlichkeit der Stähle gegen Überhitzung wurden die Brüche nach Härtungen

zwischen 760 und 950° untersucht. Alle in Zahlentafel 3 aufgeführten Stähle aus dem Hochfrequenzofen zeigen eine sehr geringe Empfindlichkeit gegen Überhitzung. Abb. 17 gibt einige Beispiele dieser Härtebrüche wieder. Nach Vorwärmung auf 850° wurden die dort gezeigten Proben 8 min lang im Salzbade auf die jeweils angegebenen Härtetemperaturen erwärmt und darauf in Salzwasser gehärtet.

Um auch ein Beispiel eines legierten harten Stahles zu bringen, wurde ein Chrom-Kugellager-Stahl erschmolzen, der vom Stahlwerk Becker, A.-G., Willich, verarbeitet wurde und der nach dem Durchgang durch die Fehlerkontrolle folgende Beurteilung erfuhr. Die Analyse der Schmelze Nr. 75 war: 1,18 % C, 0,46 % Mn, 0,09 % Si, 1,45 % Cr, 0,02 % P, 0,012 % S, 0,072 % O₂. Es wurde im normalen Arbeitsgang ein Rohr von 55,5 × 39 mm Φ hergestellt. Beim Ziehen fiel auf, daß sich der Stahl besonders leicht verarbeiten ließ. Die Prüfung einzelner abgestochener Ringe ergab nachstehendes Ergebnis: Härte im Anlieferungszustande H 5/750 = 186÷181 gehärtet bei 825° in Oel . . . H 5/750 = 653÷670 Der Bruch war sehr feinkörnig, Schlackenfehler waren nicht festzustellen. Der Stahl war gut. Die

Chemische Zusammensetzung der Proben.

Nr. = 52	72	96	97	68	70	98
% C = 1,07	0,84	1,30	1,32	1,30	1,14	0,93
% Si = 0,07	0,19	0,18	0,12	0,27	0,23	0,17
% Mn = 0,17	0,05	0,26	0,27	0,28	0,06	0,27

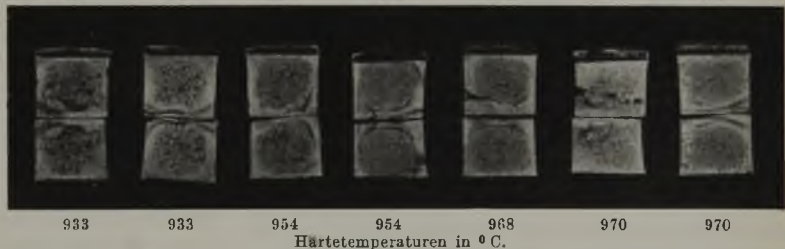


Abb. 17. Härtebrüche verschiedener Stahlproben aus dem Hochfrequenzofen.

metallographische Untersuchung zeigte ein vollkommen einwandfreies Gefüge. Zahlentafel 4 enthält die Angaben über die Biegefestigkeit, Bruchbeurteilung und Härte bei verschiedener Härtung.

Angeregt durch das Verhalten des Blockes Nr. 75 beim Ziehen wurde auf dem Sack-Gassenschen Versuchswalzwerk der Firma Sack ein in gleicher Weise hergestellter Kugellagerstahl (Block Nr. 107 mit 1,15 % C, 0,28 % Mn, 0,13 % Si, 0,015 % P, 0,014 % S,

1,39 % Cr) auf ein Rohr 67 × 8 mm Φ verwalzt. Der Gußblock von 90 mm \square war auf 59 mm Φ geschmiedet und auf 56 mm Φ abgedreht worden. Der Stahl zeigte einen um etwa 10 % geringeren Kraftbedarf als ein vorher und hinterher gewalzter schwedischer Kugellagerstahl mit nur 0,98 % C, 1,40 % Cr und 0,23 % Mn. Die erhaltenen Rohre sind innen und außen vollkommen glatt.

Schlußfolgerungen.

Auf Grund der im vorliegenden besprochenen Ergebnisse unserer bisherigen Schmelzversuche halten wir den Schluß für berechtigt, daß der Hochfre-

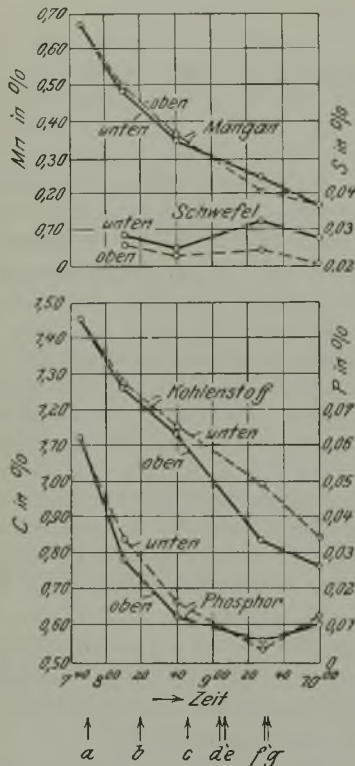


Abbildung 18. Badzusammensetzung einer Elektro-Stahlschmelzung in verschiedener Badtiefe. Einsatz 6800 kg Schrott.

a = 8 Schaufeln Erz, 10 Schaufeln Kalk, 2 Schaufeln Flußspat. b = 12 Schaufeln Erz, 14 Schaufeln Kalk, 1 Schaufel Flußspat. c = 3 Schaufeln Erz, 5 Schaufeln Kalk. d = abschlacken. e = 9 Schaufeln Erz, 13 Schaufeln Kalk, 3 Schaufeln Flußspat. f = mit Krätzen durchföhrt. g = 10 Schaufeln Kalk.

quenz-Induktionsofen eine wichtige Rolle in der weiteren Entwicklung der Elektro-Edelstahlerzeugung spielen wird. Dabei verdient hervorgehoben zu werden, daß dieses Ergebnis nicht etwa auf die Anwendung besonderer, allein im Laboratorium anwendbarer Arbeitsweisen zurückzuführen ist. Wir erblicken die innere Ursache für die Hochwertigkeit des Hochfrequenz-Stahles vielmehr in der wesentlichen Verbesserung der physikalisch-chemischen Bedingungen durch die Badbewegung.

Die grundlegenden Umsetzungen der Stahlherstellungsverfahren sind als heterogene Reaktionen

zwischen den beiden Phasen Metallbad und Schlacke in ihrem Ablauf wesentlich durch die Größe der Berührungsflächen zwischen diesen und durch die Diffusionsgeschwindigkeit bestimmt, mit der sich die entstehenden Konzentrationsunterschiede ausgleichen. Die Diffusionsgeschwindigkeiten sind jedoch im Verhältnis zu den eigentlichen Reaktionsgeschwindigkeiten meist sehr klein. So ergaben Versuche von H. Neuhauß, bei denen mittels einer besonderen Vorrichtung gleichzeitig Proben an der Oberfläche und am Boden einer etwa 40 cm tiefen 7-t-Schmelzung aus dem Héroult-Ofen während des Frischens genommen wurden*), erhebliche Konzentrationsunterschiede, die während langer Zeiten erhalten blieben (Abb. 18). Damit wird der günstige Einfluß einer Badbewegung auf Verlauf und Vollständigkeit der chemischen Reaktionen unmittelbar klar. So müssen z. B. bei der Desoxydation unbeweglich liegender Metallbäder erhebliche Ueberschüsse an Desoxydationsmitteln gegeben werden, weil sich die für die Verteilung des gebundenen Sauerstoffs zwischen Metall und Schlacke maßgeblichen Verteilungskoeffizienten nur langsam einstellen. Im Hochfrequenz-Induktionsofen ist dagegen, wie die besprochenen Versuche gezeigt haben, auch mit sehr geringen Mangangehalten eine Desoxydation unter Rotbruchgrenze möglich, weil sich die Sauerstoffkonzentrationen in Bad und Schlacke sehr schnell entsprechend den Verteilungskoeffizienten des Massenwirkungsgesetzes einstellen. Gleichzeitig bewirkt die Badbewegung eine schnelle Zusammenballung der bei der Desoxydation gebildeten hochdispersen, unlöslichen Oxyde und erleichtert damit ihre Abscheidung in die Schlacke. Da aber diese Grundlage im Großofen mit der gleichen Wirksamkeit besteht, glauben wir bestimmt, daß eine Uebertragung unserer Ergebnisse auf den Großbetrieb möglich sein wird. Es darf vielleicht sogar angenommen werden, daß sich in größeren Verhältnissen noch Verbesserungen gegenüber den vorgelegten Ergebnissen erzielen lassen, da die außerordentlichen Schwierigkeiten, die sich dem Arbeiten in kleinen Oefen infolge des überaus ungünstigen Verhältnisses der Arbeitsöffnung zu der Gesamtoberfläche entgegenstellen, weitgehend in Fortfall kommen.

Entwicklungsmöglichkeit.

Die hier zu lösende Aufgabe spitzt sich damit auf die Kernfrage zu, ob es bei dem heute erreichten Stande der Technik möglich ist, Hochfrequenzöfen von der im Stahlbetrieb erforderlichen Größe betriebssicher zu bauen und wirtschaftlich zu betreiben.

*) Die Vorrichtung zur Probenahme besteht aus einem Schamottehohlkörper, der mit zwei Oeffnungen von 8 mm Φ bzw. 1 mm Φ versehen ist. Die größere Oeffnung ist durch eine Eisenniete verschlossen, die durch Bindendraht festgehalten und an ihren Rändern mit Lehm gedichtet wird. Etwa 30 bis 45 sek nach dem Eintauchen ist der Verschuß durchgeschmolzen, der Stahl dringt meist mit fühlbarem Stoß in den Hohlraum ein und erstarrt. Die kleinere Oeffnung dient dem Druckausgleich.

Zunächst ist zu bemerken, daß die Anlage des Instituts mit einem Einsatz von 40 bis 50 kg, entsprechend dem beim Tiegelverfahren üblichen, schon eine brauchbare Ofengröße für die betriebsmäßige Herstellung von Sonderlegierungen darstellt; bei flüssigem Einsatz wird diese Anlage Schmelzungen von 100 kg gestatten. Die mit dieser Anlage inzwischen gesammelten Erfahrungen lassen zunächst den Schluß zu, daß der Groß-Hochfrequenz-Induktionsofen hinsichtlich seiner thermischen Wirtschaftlichkeit nicht wesentlich hinter den bisher gebräuchlichen Elektrofenbauarten zurückbleiben wird, vielleicht diese sogar noch übertrifft. So beträgt bereits in unserem kleinen Ofen der Einschmelzenergiebedarf bei Einsätzen von 40 kg nur etwa 1,5 kWst je kg, während für das Feinen etwa 1 kWst/kg benötigt wird. Dabei ist die elektrische Bemessung der Abstimmungsvorrichtungen keineswegs günstig, vor allem aber die thermische Isolation wegen der Notwendigkeit einer ausreichenden Oeffnung für die Durchführung der Schlackenarbeiten außerordentlich schlecht; praktisch hat der Ofen während des Feinens nach oben gar keinen Abschluß. Bisher sind Erfahrungen an Hochfrequenzöfen größerer Leistung nicht bekannt geworden; alle weiteren Schlußfolgerungen sind daher heute nur auf theoretische Ueberlegungen gestützt.

Der im Innern der zylindrischen Primärspule mit n Windungen untergebrachte Einsatz sei als massiver Metallzylinder angenommen; dieser stellt für den Primärkreis einen Belastungswiderstand R dar, dessen Betrag angenähert durch die Beziehung

$$R = \frac{2\pi^2 n^2 d}{h} \sqrt{2\pi\omega\rho} \text{ Ohm}$$

wiedergegeben ist, worin d und h die Abmessungen des Zylinders, ρ seinen spezifischen Widerstand und ω die Kreisfrequenz des aufgeprägten hochfrequenten Wechselstromes bedeuten. Die sekundär in Wärme umgesetzte Energie nimmt alsdann den Betrag

$$W = R \cdot J_{\text{eff}}^2 = \frac{2\pi^2 d}{h} \sqrt{2\pi\omega\rho} \cdot \eta^2 J_{\text{eff}}^2$$

an; sie ist also dem Quadrat der effektiven Amperewindungszahl und der Wurzel aus spezifischem Widerstand und Frequenz proportional. Bei ferromagnetischen Körpern tritt dabei an Stelle von ρ der Wert $\mu \cdot \rho$. Die angegebenen Formeln sind durch zahlreiche Versuche hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit für die vorliegenden Verhältnisse gesichert.

Für die Auswahl der Frequenz ist der Wirkungsgrad ausschlaggebend, der als Verhältnis der in der Schmelze nutzbar gemachten zur gesamten aufge-

wendeten Energie gekennzeichnet ist. Entsprechend den angegebenen Beziehungen mußte daher zunächst angenommen werden, daß die Frequenz zweckmäßig möglichst hoch gewählt wird. Dem steht jedoch entgegen, daß auch die Verluste in der Primärspule mit der Frequenz ansteigen; eine Ueberlegung ergibt vielmehr, daß schon bei Durchmessern des Schmelzraumes von wenigen Zentimetern und normalen Metall-Leitfähigkeiten die Frequenz nicht über 20 000 ansteigen darf. Im übrigen hängt der Gesamtwirkungsgrad einer Anlage außer vom Ofenwirkungsgrad noch vom Umformerwirkungsgrad ab; dieser ist bei Maschinenumformern von 500 Perioden auf etwa 75 bis 82 % anzusetzen und nimmt mit steigender Frequenz merklich ab. Die damit bereits gegebene Verschiebung des günstigsten Wirkungsgrades nach niedrigen Frequenzen erfährt von der wirtschaftlichen Seite her eine weitere Verstärkung durch die Verbilligung der Maschinenumformer mit abnehmender Frequenz sowie schließlich durch den Umstand, daß die zwischen Ofen und Generator leer schwingende Energie und damit der Bedarf an Kondensatoren mit steigender Frequenz außerordentlich stark zunimmt. Bei neueren amerikanischen Großöfen ist man aus diesen Gründen bis auf Frequenzen von 500 heruntergegangen; ebenso arbeitet ein in Deutschland vor wenigen Monaten in Betrieb genommener Metallofen mit einer Maschinenleistung von 100 kW mit 500 Perioden. Es liegen keinerlei Bedenken vor, diese Frequenz auch für einen Großstahlofen in Ansatz zu bringen. Die einer Vergrößerung des Ofens sich entgegenstellenden grundsätzlichen Schwierigkeiten der Zusammendrängung großer Energiemengen auf kleinen Raum können überwunden werden; der erforderliche Kapitalbedarf dürfte sich in wirtschaftlich tragbaren Grenzen halten.

Zusammenfassung.

Nach einer einleitenden Kennzeichnung der elektrischen Grundlagen der Hochfrequenzheizung werden die beim Frischen und Desoxydieren im Hochfrequenzofen beobachteten metallurgischen Eigenheiten beschrieben. An Hand einer Reihe von Beispielen wird die Möglichkeit der Erzeugung hochwertiger sehr kohlenstoffarmer sowie kohlenstoffhaltiger Edelmehle erwiesen.

Die besondere Wirkungsweise des Hochfrequenzofens wird durch die starke Badbewegung erklärt und abschließend die Möglichkeit der Entwicklung größerer Ofeneinheiten auf Grund der bisherigen Erfahrungen erörtert.

Vergleichende Zeitstudien an Walzwerken, insbesondere an Drahtstraßen.

Von K. Rummel und P. Berger in Düsseldorf¹⁾.

(Zeitstudien an fünf verschiedenen Drahtstraßen. Art der Vornahme mit einem Zeitschreiber; Ergebnisse; grundsätzliche Erörterungen über die Methodik der Zeitstudien, Gesamtstückzeit und Stückfolgezeit, sowie über die Ausgeglichenheit von Anlagen und Fließarbeit auf Hüttenwerken.)

1. Allgemeines über Zeitstudien.

Das Wesen der Zeitstudien ist Erkenntnis des Ablaufes des Betriebes. Eine quantitative Zeitanalyse ist sehr geeignet, eine solche Klarheit zu geben. Wie bei der chemischen Analyse können sehr verschiedene Verfahren in Betracht kommen. Die

folgenden Erörterungen sind ein Beitrag zur Methodik der Zeitstudie, über die bis heute außerhalb der Belange des Maschinenbaues wenig Richtlinien vorliegen. Das Verfahren muß sich nach dem Zweck,

¹⁾ Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 27. Nov. 1926 zu Düsseldorf.

den Mitteln zur Untersuchung und nach der Eigenart des Betriebes richten.

Der Zweck ist, wie erwähnt, die Erkenntnis der Vorgänge im Betriebe. Für die Praxis entsteht dann aber die wichtigere und meist schwierigere Aufgabe, die nötigen Folgerungen aus den gewonnenen Ergebnissen zu ziehen. Die Folgerungen können auf verschiedenen Gebieten liegen, und damit auch der engere Zweck, die Zeitstudie. Nachstehende Uebersicht kennzeichnet diese Einzelaufgaben.

I. Verbesserung des Betriebes		II. Akkordstellung
a) Erhöhung der Erzeugung	b) andere sachliche Verbesserungen	c) Menschenhaushalt
engster Querschnitt Stückfolgezeit	Güte Verbrauch	Leerlauf Ermüdung Unfall
Sachstudien		Personalstudien

Während sich die Arbeit von Kasper²⁾ vorzugsweise mit den unter II und Ib und c genannten Zielen beschäftigte, soll die vorliegende Arbeit in der Hauptsache dem Zweck unter Ia dienen.

Erhöhung der Erzeugung ist zunächst dort wichtig, wo volle Beschäftigungsmöglichkeit einer Anlage gegeben ist, sei es nun infolge günstiger Wirtschaftslage oder aus anderen Gründen, z. B. weil innerhalb eines Konzerns bei schlechter Marktlage den besten Werken durch Stilllegung anderer die volle Beschäftigung ermöglicht wird. Aber auch den schlechter beschäftigten Werken werden solche Zeitstudien eine zweckmäßige Vorbereitung für Zeiten der guten Wirtschaftslage sein.

Es wird ferner leicht übersehen, daß geschwinde Herstellung auch zu Zeiten schlechter Geschäftslage Vorteile bietet. Erstens wird weniger Betriebskapital in Anspruch genommen, zweitens wird schnellere Lieferung ermöglicht, und eine Abkürzung der Fristen bringt nicht zu unterschätzende Vorteile; drittens aber wird durch gute Ausnutzung auch gespart, nämlich an allen Kosten, die der Laufzeit der Anlage verhältnismäßig sind. An Walzenstraßen z. B. bildet der Anteil des Leerlauf-Kraftverbrauches eine wichtige Größe. (Er ist aus Abb. 16 für Drahtstraßen zu entnehmen; bei anderen Walzenstraßen ist dieser Einfluß noch erheblich größer.) Auch der Schmiermittelverbrauch und der Wasserbedarf ist der Laufzeit proportional; mit steigender Leistung je Zeiteinheit sinken diese Verbrauchszahlen; auch viele Zeitlöhne haben das gleiche Abhängigkeitsgesetz.

Die unter Ib, Ic und II genannten Zwecke der Zeitstudien kommen bei schlechter und guter Geschäftslage in gleichem Maße in Betracht.

Bei der Untersuchung eines Betriebes ist die erste Frage: Wie lange dauern die einzelnen Vorgänge des Arbeitsganges und was leistet der Betrieb gegenwärtig mit seinen jeweilig vorhandenen Arbeitern und Maschinen unter günstigsten praktisch möglichen Bedingungen? Dies ist die „Spitzenleistung“. Sie ist also eine Leistung, die praktisch für einige Zeit —

bei Drahtstraßen z. B. für eine oder mehrere Stunden — erreicht werden kann. Man könnte noch eine „theoretische Leistung“ einführen, die sich im Idealfalle ergeben könnte; solche Leistungen werden z. B. von Maschinenfabriken für ihre Erzeugnisse angegeben, z. B. Leistung einer Stanze je Tag = Zahl der Maschinenhübe. Die praktisch unter Berücksichtigung gewisser als unvermeidlich angesehener Störungen und Minderleistungen erreichbare und angestrebte Leistung, welche meist unter der „Spitzenleistung“ liegt, ist die „Sollleistung“. Dieser Sollleistung gegenüber steht die wirklich erzielte „Istleistung“. Die reziproken Werte dieser Leistungen in der Zeiteinheit (die Zeit für die Leistungseinheit) nennen wir Spitzenzeit, Sollzeit und Istzeit. Meist wird die Sollzeit = Spitzenzeit + % Zuschlag bestimmt. Bei der Akkordfestsetzung ist zu berücksichtigen, daß oft die auf Grund der Zeitstudien unter besonderer Anstrengung und zweckmäßig mit gutem Personal ermittelte Sollzeit bereits einen Zielwert bedeutet, für den ein höherer als der übliche Verdienst angemessen ist. Größere, sich nicht mit gewisser Regelmäßigkeit wiederholende Störungen werden nicht in den prozentualen Zuschlag hineingerechnet, sondern getrennt gebucht und getrennt in Zeitlohn verrechnet.

Jede Zeitstudie in Hüttenbetrieben zerfällt nach dem Gesagten in zwei Abschnitte:

1. Ermittlung der Spitzenleistung (Leistungsfähigkeit des störungsfreien Betriebes) und Auffinden des bestimmenden (unter allen Teilvorgängen am längsten dauernden und daher den engsten Querschnitt bildenden) Teilvorganges, nach welchem sich die Arbeit aller Glieder richten muß. Eine Vorstudie ist die „allgemeine“ Leistungsstudie, die zunächst einmal Beobachtungen über die tatsächliche Leistung des völlig unbeeinflussten Betriebes zusammenträgt, etwa aus den Betriebsbüchern oder durch besondere Aufschreibungen.

2. Feststellung der Störungen, um sie in Form von Zuschlägen zu der Spitzenleistung zu verrechnen und um die praktisch erreichbare Leistung als Teil der störungsfreien Höchstleistung auszuweisen.

Zur Akkordfestsetzung genügen diese beiden Studienarten, ebenso zur Erkenntnis der Schwächen des Betriebes. Sie können je nach der verfügbaren Beobachterzahl neben- oder nacheinander vorgenommen werden.

Da der Sinn der Untersuchung immer auch auf Erhöhung der Leistung und sonstige Verbesserungen gerichtet ist, so kommen zu diesen allgemeinen Studien noch folgende „Einzelstudien“ hinzu:

3. Eine nähere Analyse des engsten Querschnittes, die mit allen Mitteln Zeit- und gegebenenfalls auch Kraftverhältnisse überprüft, die sich sogar zu den verfeinerten Formen der Bewegungsstudien (Gilbreth) steigern darf.
4. Einzeluntersuchung sonstiger verbesserungsfähiger Stellen, namentlich auch der Störungsursachen.

²⁾ Ber. Aussch. Betriebswirtsch. V. d. Eisenh. Nr. 12 (1926).

Zur Bestimmung der Spitzenleistung genügt bei reichlichen Hilfskräften ein einziger Tag, eine Störungsstudie braucht unter Umständen Wochen, eine Analyse des engsten Querschnittes oder sonstige Einzelstudie kann sich noch länger hinziehen und soll zu neuen Bauarten und Verfahren führen.

Für alle Zeitstudien halte man den Weg fest, vom ganzen ins einzelne zu dringen. Dies wird sich schon empfehlen, weil der Zeitbeobachter mit dem Betriebe und den Bearbeitungsarten vertraut werden muß. Auch wird er mit seinen ersten zusammenfassenden Studien einem tüchtigen Betriebsleiter, der seinen Betrieb durch und durch kennt, oft nicht viel Neues sagen und wird nur die vom Betrieb gefühlsmäßig erkannten Mängel in Zahlen, also quantitativ, ausdrücken. Auf dieser Grundlage sollten dann Betriebsingenieure und Zeitstudieningenieure gemeinsam in die Verfeinerung der Arbeit eintreten.

Ein Anfänger macht sich nun leicht zu große Mühe. Er will jeden Stich genau untersuchen und womöglich noch die zwischen den Stichen liegenden Handierungszeiten bis ins kleinste in die Arbeitselemente auflösen, d. h. er will die Zeitstudienverfahren des Maschinenbaues anwenden. Dies ist unnötig, wenn es sich um Erzeugungssteigerung oder Akkordfestsetzung handelt.

Es gilt zunächst, eine Uebersicht über die Gesamtausnutzung zu gewinnen und den für das Arbeitszeitmaß allein wichtigsten engsten Querschnitt der gesamten Anlage zu bestimmen, und zwar vom Ofen bis zum Fertiglager, von einem Speicher bis zum anderen.

Gerade in Hüttenwerken liegen die Bedingungen für umfangreichere Studien recht verwickelt, da meist ganze Gruppen von Werkstücken, Maschinen und Arbeitern zusammenwirken. Deshalb sind die Fälle selten, wo der Zeitstudienbeamte sofort an die Einzelstudie gehen kann. Die Praxis hat ergeben, daß durch vorzeitige Einzelstudien viele Arbeit unnötig vertan wird. Im nachstehenden seien nur die Leistungsstudien des störungslosen Betriebes von Drahtstraßen besprochen. Die Untersuchungen sind aber grundlegend für die Zeitbeobachtungen an Walzenstraßen überhaupt, nicht nur an Drahtstraßen. Sie können auch auf andere Arten von fließender Fertigung angewandt werden.

2. Der Zeitschreiber.

Die „Mittel“ zur Untersuchung waren bei den Versuchen an Drahtstraßen eine verhältnismäßig reichliche Zahl von Beobachtern und ein „Zeitschreiber“. Die Beobachtungen wurden mit einem Siemensschen Zeitschreiber durchgeführt, indem verteilte Beobachter durch Schalten von Kontakten die Schreibfedern betätigten. Die Aufschreibungen des Zeitschreibers wurden durch Messungen mit der Stoppuhr geprüft und ergänzt.

Der allgemeine Grundsatz der Messung mit einem Zeitschreiber ist folgender:

Jeder wichtige Vorgang wird durch eine besondere selbsttätig oder von Hand geschaltete Feder niedergeschrieben. Alle Federn sind nebeneinander in einer

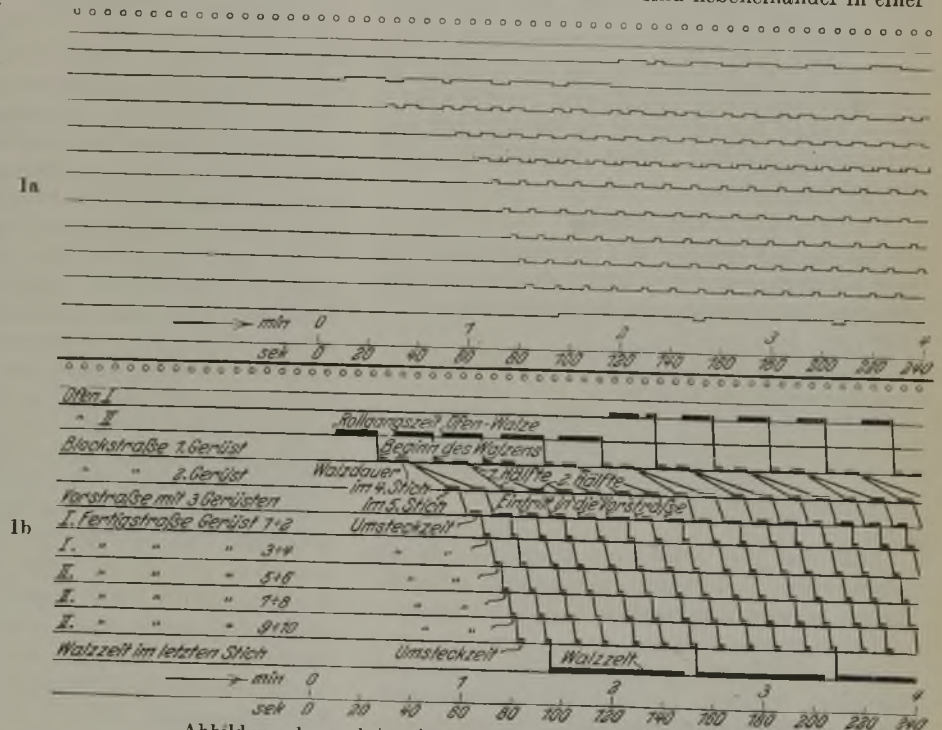


Abbildung 1a und b. Auswertung des Zeitschreiberstreifens.

Reihe angeordnet und zeichnen in Nullstellung auf den ablaufenden Papierstreifen parallele Linien ein. Bei jedem Arbeitsgang wird die Schreibfeder durch den elektrischen Strom einige Millimeter seitwärts gezogen (bei der Bauart Siemens 3 mm zum gelochten Rand hin) und schreibt dort weiter (Abb. 1a). Der erste Arbeitsvorgang ist ganz nahe an den gelochten Rand zu setzen, damit gleichmäßig für alle Zeitdarstellungen die Zeit auf der Abszisse von links nach rechts abläuft und alle Arbeitsvorgänge der Reihe nach von oben nach unten abgebildet werden. Bei der Auswertung wurden die Ausschläge der Schreibfedern, das sind also die Arbeitszeiten, schwarz angelegt und die zugehörigen Teilvorgänge durch schräge Linien verbunden (Abb. 1b). Erst diese Linienzüge der fortlaufenden Arbeit geben übersichtliche Aufschlüsse. So, wie der Streifen aus dem Zeitschreiber kommt, hat er meist ein sinnverwirrendes Aussehen, durch das sich nur der Versuchsleiter durchfindet, nach dessen Angaben die Schaltungen

vorgenommen wurden. Ratsam ist es, bei der Entwicklung der schrägen Verbindungslinien von einer Arbeitspause, z. B. einer Störung, auszugehen und anschließend nach links und rechts den Meßstreifen weiter zu entziffern. Beim Auslaufen oder Anlaufen des Betriebes wird am ehesten die Neigung der notwendigen Verbindungslinien kenntlich.

Der Zeitschreiber zeichnet alle Vorgänge auf, die sonst auf den bekannten Beobachtungsbogen (z. B. nach dem Refa-Bogen) notiert werden. Sein Diagramm kann auch genau so wie die üblichen Beobachtungsbogen [z. B. die Refa-Bogen³⁾] ausgewertet werden. Wie immer, hat die schaubildliche Darstellung den Vorteil größerer Uebersichtlichkeit, sie läßt z. B. jede Unregelmäßigkeit mit einem Blick erkennen. Zeigt das Bild für einige Zeit ein durchaus regelmäßiges Aussehen, so kann man sich die Einzelauswertung und Mittelbildung der Zeiten (die beim Auswerten des „Beobachtungsbogens“ unerlässlich ist) sparen und als Spitzenleistung die wirkliche Leistung (Istleistung) während dieses regelmäßigen Zeitabschnittes nehmen.

3. Beobachter.

An Personal erfordert eine Leistungsstudie einer größeren Drahtstraße, falls alle 12 Federn eines Zeitschreibers in Bewegung gehalten werden sollen:

- 1 Versuchsleiter mit Stoppuhr,
- 1 Beobachter mit Stoppuhr,
- 8 Beobachter für Kontakte,
- 1 Beobachter zur Aufsicht über die technischen Einzelheiten der Schaltung (Leitungen, Kontakte, Schreibfeder, Papiervorschub usw.)

11 Beobachter.

Läßt man eine Anzahl von Kontakten von den Bearbeitungs- und Bewegungsvorgängen selbst bedienen, so wird man weniger Beobachter brauchen und noch genauer messen.

Die selbsttätige Kontaktgabe kann z. B. durch Anschläge erfolgen; Versuche mit Kontaktgebung durch hintereinander geschaltete Thermoelemente waren gleichfalls erfolgreich.

Es zeigte sich, daß ein Beobachter, selbst bei kurzer Zeitfolge, oft zwei nacheinander folgende Vorgänge doppelhändig mit zwei Kontakten aufnehmen kann. Durchschnittlich hat die Hälfte der Beobachter zwei Kontakte. Natürlich strengt dies an, und, falls Beobachter genügend zu haben sind, ist es besser, jede Feder einzeln zu besetzen, besonders wenn der Versuch eine ganze Schicht durchläuft.

Eine Norm der Beobachtungsart (ob etwa nur der Eintritt in einen Stich oder die ganze Walzzeit oder nur der Austritt aus dem Stich, ob jeder einzelne Scherenschnitt oder nur der Eintritt des Stabkopfes in die Schere und der Austritt des Stabendes auf den Zeitschreiber gekennzeichnet werden soll) kann ebensowenig gegeben werden wie bei der Vornahme einer Zeitstudie mit einer Stoppuhr. Der Versuchsleiter muß alle Notierungs- oder Schaltungsmöglichkeiten im Kopf haben, um zweckmäßig hier und da durch

Sonderschaltungen und größeren Vorschub Einzelfragen zu klären. Auch ist es nicht erforderlich, daß alle Vorgänge unbedingt mit dem Zeitschreiber vorgenommen werden. Für Feinheiten in der Zeitbestimmung und für plötzlich auftauchende Fragen, ebenso auch zur Kontrolle der Schaltungen, ist die Stoppuhr unerlässlich. Sie hat den Vorteil der ständigen Bereitschaft und Beweglichkeit in Plan und Ausführung. Nach dem weiter unten entwickelten Schema können Leistungsstudien auch sehr gut nur mit Stoppuhren durchgeführt werden.

4. Einzelheiten über die Untersuchung von Drahtstraßen.

Die Drahtstraße stellt einen ziemlich verwickelten Fall fließender Fertigung dar. Nicht nur, daß sie aus verschiedenen Teilen — Block-, Vor-, Mittel- und Fertigstraße — besteht, sie kann wiederum in jeder Teilstraße kontinuierliche oder Reihengerüste, einfache und doppelte mechanische Umführungen enthalten. Außerdem laufen zumeist mehrere gleichwertige Arbeitsvorgänge nebeneinander her, denn es werden mehrere Stäbe, bis zu acht, gleichzeitig, teils hintereinander, teils nebeneinander, gewalzt.

Am besten wird der Weg der Arbeit unterteilt nach den vorhandenen Gruppen: Block-, Vor-, Mittel- und Feinststraße. Auch werden die Bewegung auf den Rollgängen, zwischen den Straßen, der Quertransport durch Schlepper, die Scherenarbeit usw. als besondere Teilvorgänge bewertet. In einer Vorbesprechung des Versuchs ist zu klären, wie weit in den einzelnen Straßen die einzelnen Stiche mit den dazwischen liegenden Hilfszeiten in die Untersuchung einzubeziehen sind, welche Stiche die Erzeugung bestimmen, wo ein Wechsel zwischen starr ablaufendem Arbeitsgang und speicherfähiger Verarbeitung eintritt. Was nicht mit dem Zeitschreiber festgehalten werden kann, wird mit der Stoppuhr gemessen.

Grundsätzlich sind folgende Zeiten von besonderer Bedeutung:

1. Wie lange wandert der Block vom Ofen bis zum Fertiglager („Gesamt-Blockzeit“ oder „Gesamt-Stabzeit“, allgemein „Gesamt-Stückzeit“), und wie groß sind dabei die Wanderzeiten von Stufe zu Stufe?
2. Wie groß ist der Zeitabstand zwischen zwei Blöcken („Blockfolgezeit“ oder „Stabfolgezeit“, allgemein „Stückfolgezeit“)?
3. Wie lange wird der Block wirklich bearbeitet, d. h. wie lang ist die „reine Walzzeit“ in jedem Stich („Bearbeitungszeit“)?
4. Wie groß sind die Lücken zwischen den Stichen („Hantierungszeit“)?
5. Wie groß sind die Zeiten, in denen überhaupt nichts mit dem Block geschieht („Blockwartzeiten“)?

5. Entwicklung der schaubildlichen Darstellung.

Schaubildlich lassen sich die Ergebnisse etwa nach Abb. 2 (Schema I) auftragen. In dieser Darstellung

³⁾ Refa = Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27.

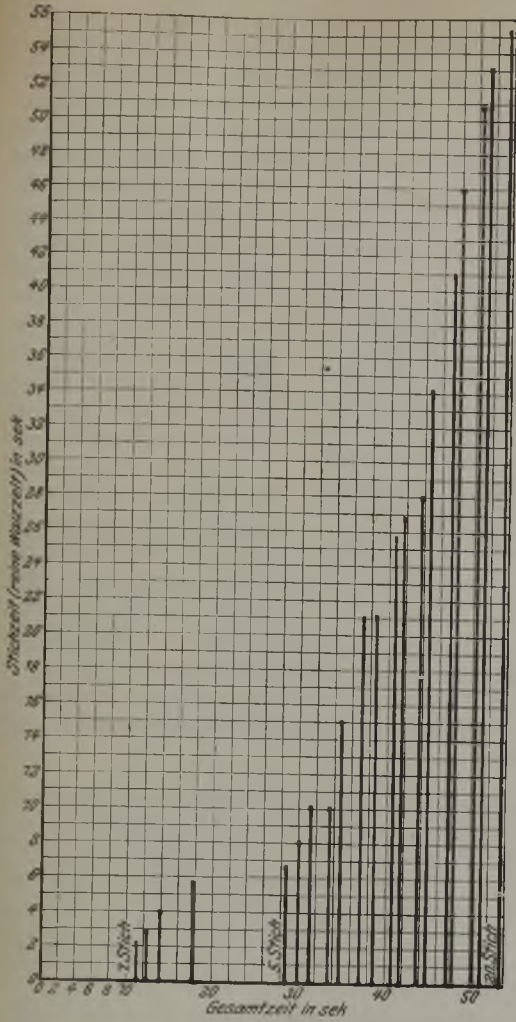


Abbildung 2. Schema I, Werk C.

ist die Zeit des Ziehens aus dem Ofen als Nullpunkt gewählt und auf der Abszisse vermerkt worden, nach wieviel Sekunden der Kopf in den ersten, zweiten oder dritten Stich usw. eintritt. Ueber jedem Stich wird dann als Ordinate die reine Walzzeit in diesem Stich aufgetragen.

Die stündliche störungslose Erzeugung ergibt sich zu $\frac{3600 \text{ sek}}{\text{Blockfolgezeit in sek}} \cdot \text{Blockgewicht}$ oder, in einer

$$\text{Formel ausgedrückt, } G = G_b \cdot \frac{3600}{X_b}$$

worin

G = stündliche Erzeugung in t/st,

G_b = Blockgewicht in t,

X_b = Blockfolgezeit in sek.

Eine „Blockfolgezeit“ kann sowohl für den gesamten betrachteten Vorgang (z. B. vom Ofen bis zum Fertiglager) entwickelt werden, als

4) Allgemein: Wenn bei fließender Fertigung die Stücke auf mehrere gleiche Maschinen verteilt werden.

auch für Teilvorgänge, z. B. für die Mittelstraße, oder für ein einzelnes Gerüst. Die Blockfolgezeit von mehreren fließend hintereinander arbeitenden Stichen ist durch den am längsten dauernden Stich gegeben; eine Besonderheit ergibt sich, wenn gleichzeitig mehrere gleiche Kaliber vorhanden sind, wie dieses in den Mittel- und Fertigstraßen der Drahtwalzwerke der Fall ist⁴⁾. Dort braucht nicht gewartet zu werden, bis der Stab in einem bestimmten Stich fertiggewalzt ist, sondern der Walzer kann einen neuen Stab annehmen, sobald ein Kaliber frei wird (es wird also „in mehreren Adern“ gewalzt). Die „Stabfolgezeit“ richtet sich nunmehr nach der Anzahl der Adern. Die Beziehung zwischen Stabfolgezeit, reiner Walzzeit und Anzahl der verwalzbaren Adern ist: mögliche Stabfolgezeit irgend eines Stiches = $\frac{\text{reine Walzzeit im Stich}}{\text{Anzahl der Adern}}$. Es ist dies die theoretische Stabfolgezeit, zu der man in der Praxis von Fall zu Fall eine kleine Mindestzeit hinzuzählen wird, um zur praktisch möglichen Stabfolgezeit zu kommen, da von dem Augenblick, wo der neue Stab eingeführt werden könnte, bis zur tatsächlichen Einführung noch eine gewisse Zeit vergeht. Dieser Zuschlag kann größere Werte annehmen, wenn der Kraftantrieb der Straße zu klein ist und auf die Erholung des Schwungrades gewartet werden muß. Das gleiche kann der Fall sein, wenn der Ofen nicht mitkommt; indessen wird die Blockfolgezeit des Ofens am besten für sich bestimmt, da der Ofen ja einen Arbeitsgang für sich bildet. Auch die „Stabfolgezeit der Antriebsmaschine“ kann in diesem Sinne für sich bestimmt werden.

Die stündliche Erzeugung eines Gerüstes, in welchem mehrere Adern laufen können, errechnet sich zu

$$G = G_r \cdot \frac{3600}{x_r}$$

worin G = Erzeugung in t/st,

G_r = durchschnittliches Gewicht eines fertigen Drahringes,

x_r = praktische Stabfolgezeit des Gerüstes,

ermittelt als $\frac{\text{reine Walzzeit}}{\text{Zahl der Adern}} + \text{Mindestzwischenzeit}$.

Auf Grund dieser Ueberlegungen ist in Abb. 3 das aus Schema I entwickelte Schema II gegeben. Auch hier ist, wie bei Schema I, auf der Zeitabszisse vermerkt, wann der Stab vom Ofen ausgeht, wann er

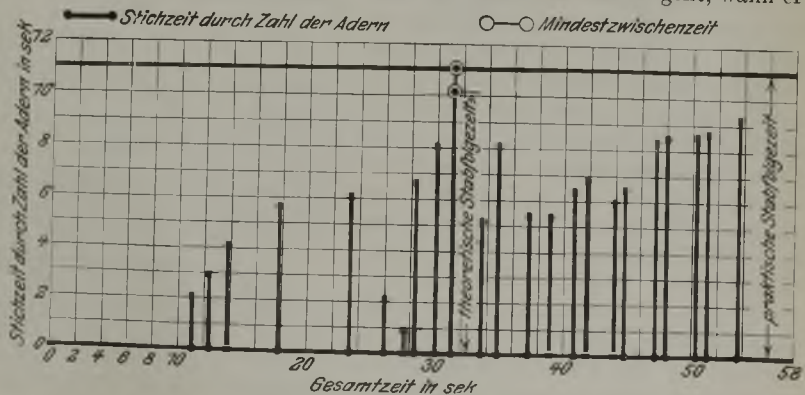


Abbildung 3. Schema II, Werk C.

in den ersten Stich, wann er in den zweiten, dritten usw. eingeht. Ordinate ist aber diesmal nicht die Walzzeit über jedem Stich, sondern die theoretische Stabfolgezeit als Quotient von Walzzeit und Anzahl der Adern. Das Schema II zeigt nun unmittelbar für jeden Stich die Größe an, nach welcher sich die Er-

Stückes auf einer Drehbank. Hierbei ist tatsächlich Stückfolgezeit = Gesamt-Stückzeit + Mindestzwischenzeit. Betrachtet man aber nicht einen derartigen Einzelvorgang, sondern eine Kette von solchen, bei der sich mehrere Stücke zugleich in verschiedenen Stufen der Bearbeitung im Arbeitsgang befinden, so entscheidet die Stückfolgezeit des am längsten dauernden Teilvorgangs; sie ist zugleich die Stückfolgezeit der gesamten Kette. Vom Erzlagerplatz bis zum Drahtlager spielen sich aber gleichzeitig mehrere Dutzend Verarbeitungsvorgänge ab.

Die Abb. 2 und 3 sowie die folgenden geben die Stichzeit (Ordinaten) als Funktion der Gesamtzeit (Abszissen) wieder; derartige Darstellungen sind

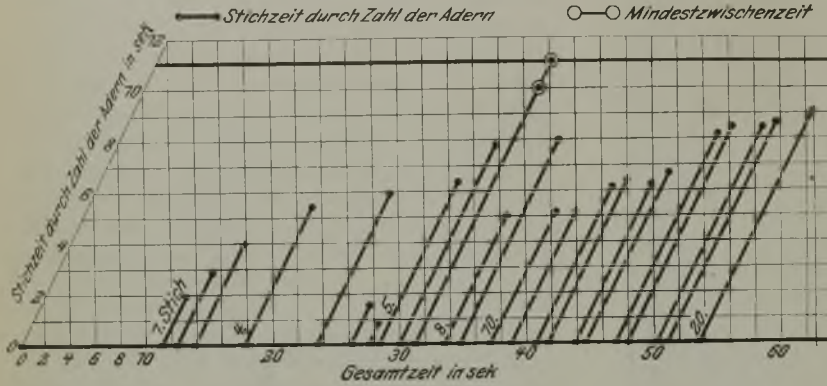


Abbildung 4. Schema III, Werk C.

zeugung richtet. Kleine Stabfolgezeit bedeutet große Leistung. Die längste aller im Schema ermittelten Stabfolgezeiten ist bestimmend für den ganzen Walzvorgang. Das Gerüst oder die Maschine (Schere, Uebergabe usw.) mit dem langsamsten Tempo gibt bei fließender Fertigung den Arbeitstakt und damit die Erzeugung an (genau wie für die Festigkeit jedes Bauwerks die schwächste Stelle maßgebend ist, und wie die Arbeit des Konstrukteurs darauf zielt, alle Teile gleich stark zu machen, so muß auch jede Betriebseinrichtung auf möglichst gleichmäßige Ausnutzung aller Teilvorrichtungen bedacht sein). Die längste Stabfolgezeit wird zwangsläufig auf alle andern Stufen übertragen. Die möglichste Stabfolge einer ganzen Straße kann man folglich durch einen geraden Strich parallel der Abszisse in der Höhe der längsten (praktischen) Stabfolgezeit angeben, wie dies im Schema II auch geschehen ist.

immer dann nötig, wenn die Zeiten einzelner Stiche (allgemein die Einzelzeiten) übereinander fallen.

Eine weitere Vervollkommnung des Schemas II ist durch Schrägstellung der Ordinaten möglich. Auf

Es ist notwendig, daß man sich über diese Verhältnisse vollkommen klar ist; sonst kommt man — und dies geschieht in der Praxis leider oft genug bei Zeitstudienarbeiten — in Versuchung, die Erzeugung irgendeines zusammengesetzten Arbeitsvorganges dadurch erhöhen zu wollen, daß man grundsätzlich untersucht, welche Einzelzeiten der Teilvorgänge sich verbessern lassen, dadurch verringert man nur die Stabzeit; die Stabfolgezeit und damit die Erzeugung verbessert man nur durch Verkürzung der Zeiten des engsten Querschnittes. Mitunter begegnet man der falschen Vorstellung, als ob die Erzeugung der Gesamt-Stabzeit umgekehrt proportional sei. Das ist nur dann der Fall, wenn der zweite Stab erst in Bearbeitung genommen werden kann, wenn der erste fertiggewalzt ist; vgl. z. B. die Bearbeitung eines

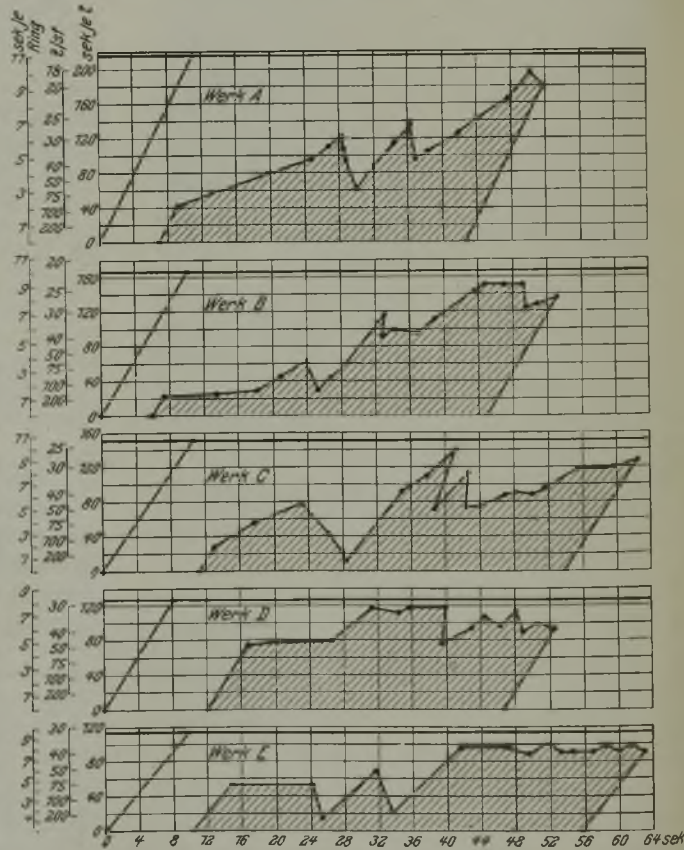


Abbildung 5. Ausgeglichenheit der Straßen.

den schrägen Ordinaten kann man die Einzelvorgänge verfolgen, ihren Zusammenhang dagegen sowie das Gesamtbild auf der Abszisse.

Abb. 4 zeigt das Schema III, abgeändert aus Schema II. Hier trägt die schräggestellte Ordinate

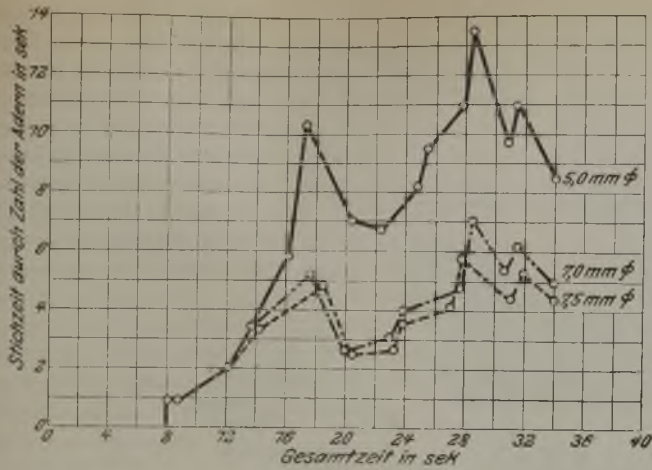


Abbildung 6. Straße bei verschiedenen Profilen (nach Schema II).

eine solche Einteilung, daß ihre Zeitpunkte senkrecht über den gleichbenannten Zeitpunkten der Abszisse liegen, d. h. sek 5 der Ordinate über sek 5 der Abszisse und ebenso sek 10 über sek 10. Das Herunterloten eines Ordinatenpunktes gibt dann sofort an, wie groß der gesamte zeitliche Abstand vom Nullpunkt ist. Dadurch steht z. B. bei den einadrig gewalzten Stichen durch das Herunterloten des Ordinatenpunktes fest, wann das Stabende austritt. Bei mehradrigen Stichen kann sofort gesagt werden, wann wieder eine Einführung frei wird. Wir haben hierdurch die gegenseitigen Beziehungen der Stiche zueinander wie auch die Gleichzeitigkeit verschiedener Vorgänge betont. Es wird

dadurch auch für das Walzwerk z. B. klar, wie das Eisen gleichzeitig bearbeitet und befördert wird. Betrachtet man in Abb. 4 die mechanische Umföhrung vom 5.

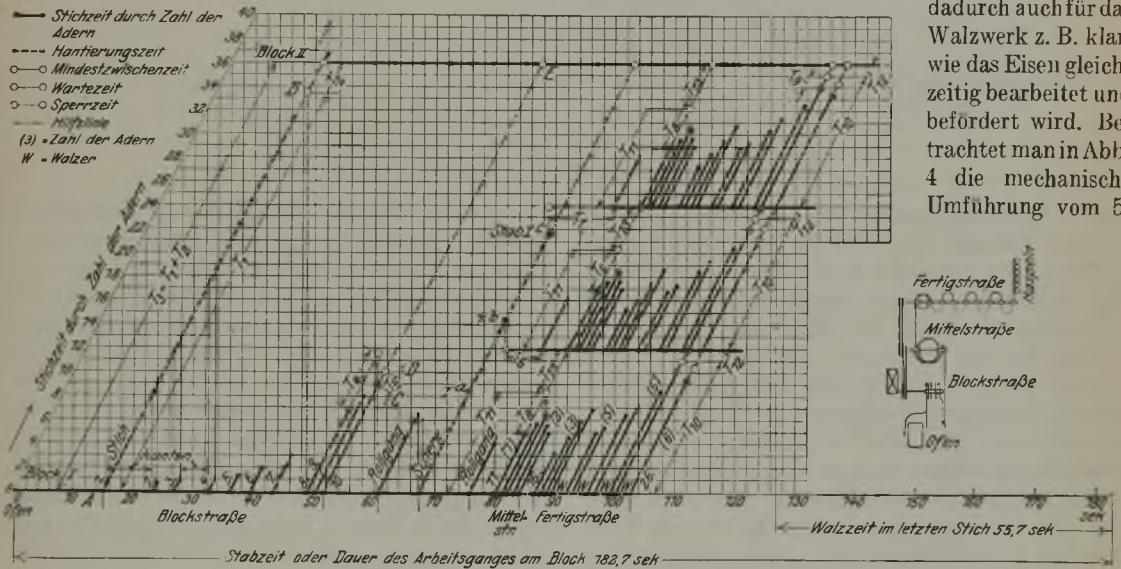


Abbildung 7. Werk A. Zeitbild einer Drahtstraße.

bis zum 7. Stich, die Weiterleitung in den 8. und die Umleitung in den 9. Stich, so ergibt sich, daß, während der Kopf des Stabes schon durch die Kaliber 6, 7

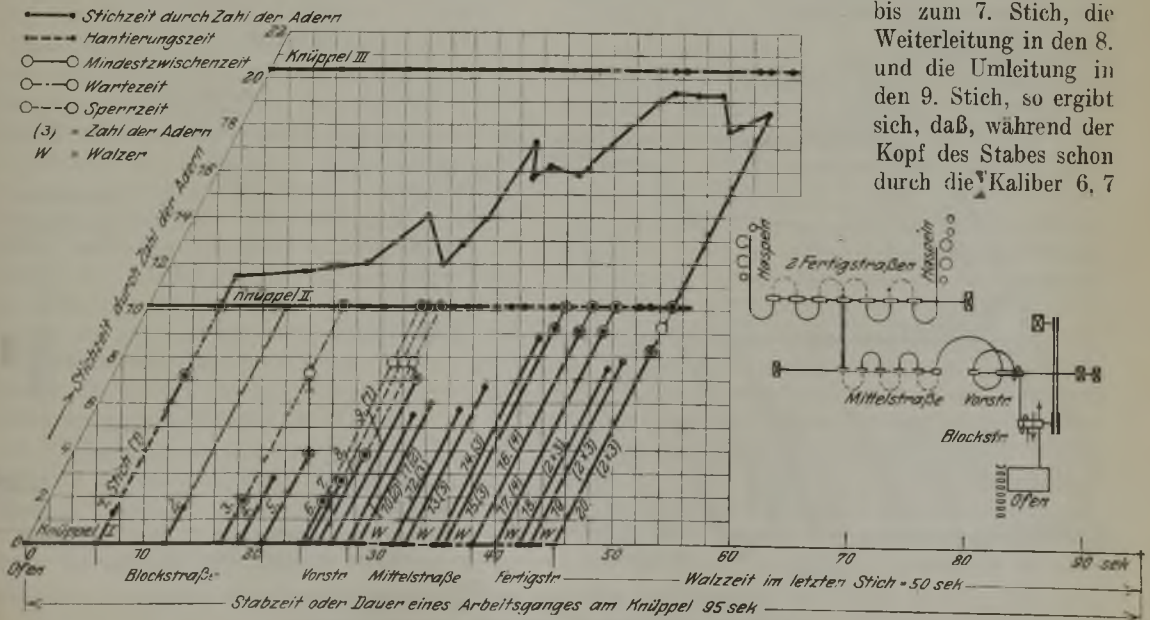


Abbildung 8. Werk B. Zeitbild einer Drahtstraße.

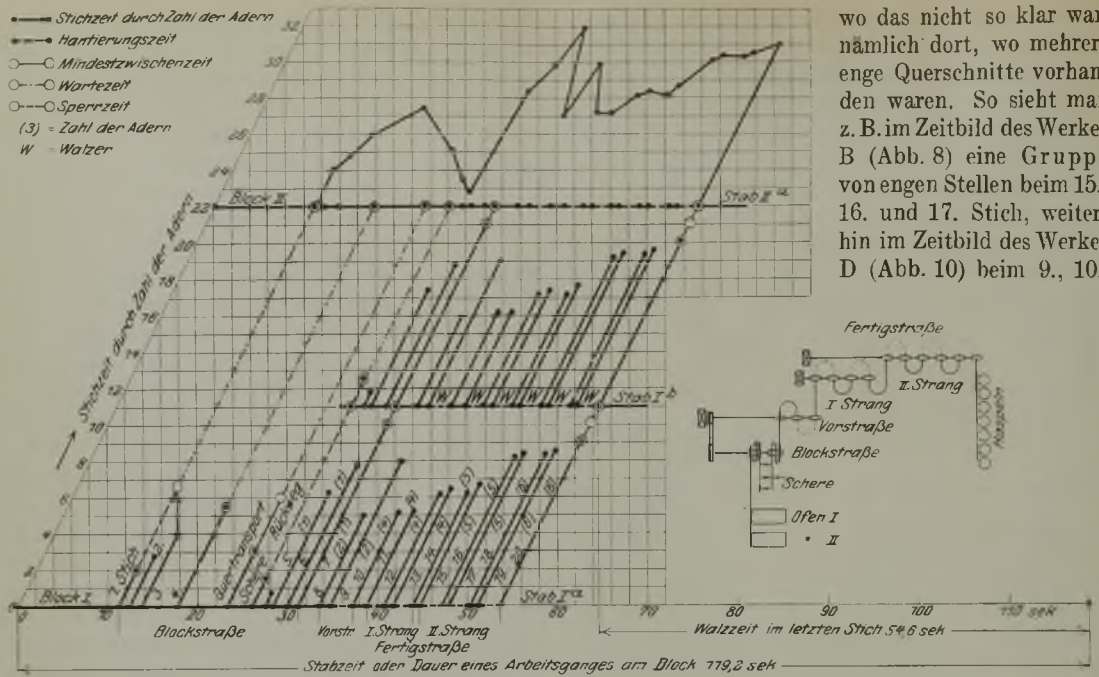


Abbildung 9. Werk C. Zeitbild einer Drahtstraße.

und 8 hindurchgegangen ist, das Eisen noch im 5. Stich gedrückt wird. Ist die Arbeit im 5. Stich zu Ende, tritt gerade der Kopf schon in den 9. Stich ein, ist mithin schon vier Arbeitsstufen höher.

Schema III wurde zur Darstellung der Zeitaufnahmen bei fünf Drahtstraßen benutzt.

Das Ergebnis einer solchen Zeitstudie wird zunächst einmal die Festlegung des engsten Querschnittes sein. Nun wird im allgemeinen ein guter Betriebsleiter schon wissen, wo der (augenblickliche!) engste Querschnitt vorhanden ist, besonders wenn sich eine so ausgeprägte Stelle zeigt wie beim Werk C, dessen Zeitbild (Abb. 9) im 7. Stich eine deutliche Spitze aufweist. Allerdings fanden sich auch Stellen,

11. Stich und bei der Laufrolle vor der Fertigstraße. Bei allen Zeitstudien und Betriebsverbesserungen dieser Art ergibt es sich bekanntlich, daß nach Abstellen eines engsten Querschnitts sofort an irgendeiner andern Stelle ein neuer engster Querschnitt auftritt. Hat man verschiedene enge Querschnitte, namentlich wenn sie zeitlich und mengenmäßig nicht sehr weit voneinander liegen, so kann man ohne Studien oft nicht übersehen, welcher Querschnitt der engste ist. Bei Werk D (Abb. 10) kann z. B. beim einfachen Betrachten der Straße auch der 16. Stich das Augenmerk auf sich ziehen. Er ist auch wirklich eine enge Stelle, doch ist er nicht die ausgeprägte engste Stelle. Ohne genaue Studien kann man auch nicht genau

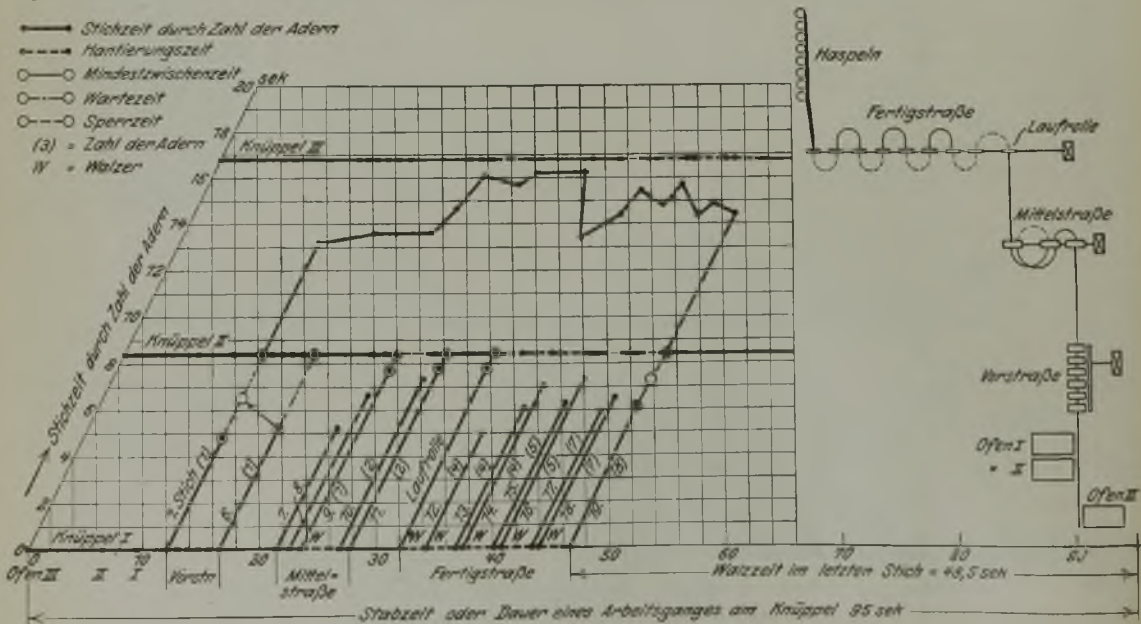


Abbildung 10. Werk D. Zeitbild einer Drahtstraße.

wissen, wie groß der Erfolg der Abstimmung des engsten Querschnittes ist; denn die Verbesserung reicht ja nur so weit, bis der nächstliegende engste Querschnitt die Leistung der ganzen Anlage bestimmt. Jede Schätzung ohne genaue Zeitstudien gibt eben nur einen qualitativen Ueberblick, während zur quantitativen Erfassung und für Verbesserungsmöglichkeiten auf lange Sicht, also für weitgehende Verbesserungen, die Zeitstudie unerlässlich ist. Auch für den Neubau von Straßen kann dieses Verfahren angewandt werden, indem auf Grund der theoretischen Walzgeschwindigkeit und der theoretischen Walzzeit in den einzelnen Stichen mit Hilfe der schaubildlichen Aufzeichnung die „Ausgeglichenheit“ der Straße bestimmt und verbessert werden kann.

der Ordinatenendpunkte eine Parallele zur Abszisse ergeben, was natürlich in der Praxis unerreichbar ist. Nur die Straßen mit hintereinanderliegenden kontinuierlichen Gerüsten kommen diesem Idealfalle nahe. Betrachtet man daraufhin Werk E (Abb. 11), ein Werk mit zwei kontinuierlichen Straßen und zwei Fertigstraßen mit nebeneinanderliegenden Duo-gerüsten, so fällt ein ziemlich guter Ausgleich ins Auge. Nicht nur die beiden kontinuierlichen Straßen (Vor- und Mittelstraße) zeigen eine ziemlich gerade Linie, sondern auch in der Fertigstraße sind alle Gerüste aufeinander abgestimmt. Wie sich bei einer Verbindung ihrer Stabfolgezeiten die vier anderen Straßen verhalten, zeigt Abb. 5. Hier wurden die fünf Straßen, nach ihrer möglichen stündlichen

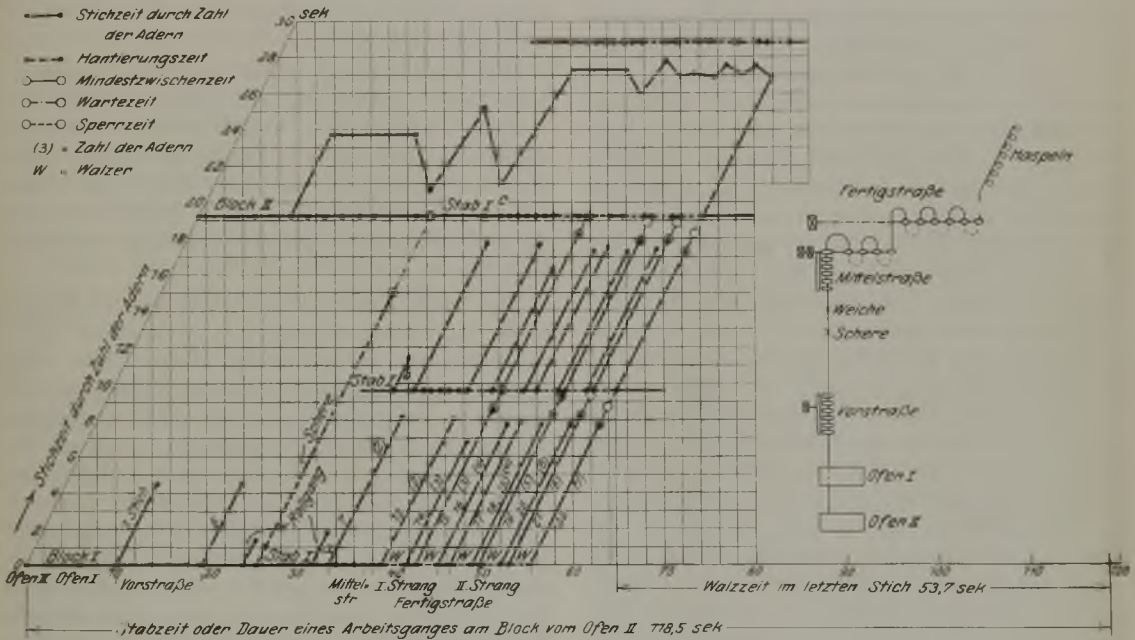


Abbildung 11. Werk E. Zeitbild einer Drahtstraße.

6. Die „Ausgeglichenheit“ einer Anlage.

Diese Ausgeglichenheit einer Straße ist ein Ausdruck, der noch näher erläutert werden muß. Abb. 11 (Werk E) veranschaulicht die Zusammenarbeit von großen Gruppen, wie Vor-, Mittel- und Fertigstraßen, und außerdem in der einzelnen Gruppe selbst noch die Zusammenarbeit der einzelnen Glieder (Gerüste). Soll weder in einzelnen Teilen schleppend, noch in anderen überhastet gearbeitet werden, so müssen möglichst alle Glieder gleichmäßig ausgenutzt sein. (Das gleiche gilt für die menschlichen Arbeitskräfte, die aber in dieser Abhandlung, einschließlich der Akkordfragen, nicht betrachtet werden sollen.) Jede Walzenstraße erzeugt nur das, was ihr schwächstes Gerüst oder der ungünstigste Stich leistet.

Die Notwendigkeit einer solchen Abstimmung trifft beim Drahtwalzen besonders für die Fertigstraßen zu. Werden in den Zeitbildern die Enden der Stabfolgezeiten durch Linien miteinander verbunden, so ergeben alle Straßen einen sie kennzeichnenden Kurvenzug. Bei der ideal ausgeglichenen (abgestimmten) Straße würde diese Verbindungslinie

Leistung geordnet, untereinander gestellt. Oben liegt die Straße mit der kleinsten Leistung.

In Abb. 5 ist zugleich noch eine Erweiterung der schaubildlichen Darstellung angewandt; die Ordinatenzeiten waren in den bisherigen Schaubildern die Zeiten für die Teilvorgänge, diese Zeiten sind nun aber für einen bestimmten Block zugleich proportional der Walzzeit je t, dem reziproken Wert der Erzeugung (Tonnenleistung) in der Zeiteinheit. Man kann daher in jedem Zeitbild der bisherigen Darstellungen neben den absoluten Zeitmaßstab (d. h. neben die Einteilung der Ordinate in sek) auch einen zweiten Ordinatenmaßstab setzen, der die Walzzeit je t angibt. Für jede Darstellung (jede Straße) ergibt sich dabei ein anderes Verhältnis zwischen dem reinen Zeitmaßstab und dem Walzzeit/t-Maßstab, hervorgerufen durch ein anderes Blockgewicht. In Abb. 5 sind nun für alle fünf Straßen die „Walzzeit/t-Maßstäbe“ gleich groß gemacht, wodurch die „reinen Zeitmaßstäbe“ der fünf Ordinaten ungleich werden und sich daher für jede Straße die Schräglage der Linien ändert. Auf diese Weise ermöglicht Abb. 5 auch einen Vergleich der

Erzeugungshöhen, die ja die reziproken Werte der Walzzeit/ t sind. Große Höhen bedeuten langsames Auswalzen der t . Die Schräge der Lage ist abhängig vom Ringgewicht.

Welche allgemeine Bedeutung hat nun die „Ausgeglichenheit“ eines Betriebes? Dieser Ausdruck ist gleichbedeutend mit Güte der zeitlichen Ausnutzung in der einzelnen Arbeitsstufe. Handelt es sich um maschinelle Bearbeitung, so wird der Kapitaldienst für diese Anlage am geringsten, wenn die Ausnutzung am höchsten ist. Handelt es sich um menschliche Tätigkeit, sowohl in der Bedienung der maschinellen Anlage als auch bei reinen Handzeiten, so bedeutet Unausgeglichenheit der menschlichen Arbeitszeiten Vergeudung menschlicher Arbeitskraft. Die Ausgeglichenheit der Anlage hat ihre Bedeutung sowohl für die einzelnen Arbeitsstufen eines Arbeitsganges als auch für die verschiedenen Abteilungen eines Betriebes, z. B. Abstimmung zwischen Walzenstraße und Zuricherei, und für die einzelnen Betriebe eines Werkes, z. B. Ausgeglichenheit zwischen Hochofenanlage, Stahlwerk und Walzwerk. Mit demselben Augenblick, in dem vollkommene Ausgeglichenheit besteht, ist die fließende Fertigung von selbst gegeben. Sie stellt sich von selbst ein. Erst in zweiter Linie stellt sich heraus, daß sich dann auch besondere Verhältnisse und Maßnahmen für den Transport ergeben. Für die Fließarbeit an sich ist es zunächst gleichgültig, ob der Werkstoff von Hand weitergereicht wird oder in Rutschen oder auch Rollgängen weitergeht oder auf ruckweise arbeitenden oder gleichmäßig bewegten Bändern; allerdings kann bei schweren Gegenständen und kleinen Arbeitsgängen die Transportfrage der ganzen Einrichtung den Stempel aufdrücken wie beim Montageband. Das Wesen der fließenden Fertigung ist darin begründet, daß die einzelnen Arbeitsgänge so gegeneinander „ausgeglichen“ sind, daß zwischen ihnen keine Werkstoffansammlung, also kein Speicher, notwendig ist. Ihre Vorteile bestehen somit in Betriebskapital sparendem Fortfall der Zwischenlagerung und der Anlagekapital sparenden vollkommenen Ausnutzung der Maschinen. Deshalb ist die „Ausgeglichenheit“ ein Maßstab des Grades des Fließens. In jeder fabrikmäßigen, ja in jeder manufakturmäßigen Fertigung muß das Material fließen. Für den industriellen Betrieb ist der Satz „Alles muß fließen“ ein Leitstern. Nur der Grad des Fließens ist verschieden und richtet sich danach, wieviel Zwischenspeicher man infolge mangelnder Ausgeglichenheit unbedingt nötig hat.

Nach dieser Erkenntnis ist es leicht einzusehen, daß gerade in Hüttenwesen die Bedingungen für fließende Fertigung aller Art ganz besonders gegeben sind, und zwar bis zu ihren höchsten Vollkommenheiten. Seit über 20 Jahren kennen wir ja auch in der Schwellenadjustage das ruckweise bewegte Band. Fließende Fertigung kann in fast allen Adjustagen eingeführt werden, und wenn, wie beispielsweise in einer Klemmplattenadjustage, die Art der Bearbeitung mit dem Auftrag wechselt, können ortsbewegliche Förderbänder nach Bedarf die Bewegung

zwischen den verschiedenen Maschinen in verschiedensten Reihenfolgen der Maschinen vermitteln. Zur Frage der Ausgeglichenheit gehört auch z. B. die Aufteilung einer Walzenstraße in die einzelnen Gerüste, die Frage, welche Gerüste man selbständig antreibt, die Verteilung der Stiche auf die Gerüste. Ueberall, wo genügende Mengen gleicher Erzeugnisse herzustellen sind, ergibt sich dann die fließende Fertigung von selbst. Wir haben sie bereits, gewissermaßen unbewußt, in vielen Betrieben, es gilt nur, die einzelnen Fertigungen nach allen Regeln fließender Arbeit durchzudenken, und gerade in dieser Beziehung findet sich auf den Eisenhüttenwerken noch ein ungeheures Gebiet für den Wirtschaftsingenieur. Jede Massenfertigung in der Eisen erzeugenden Industrie muß in solcher Weise auf ihre Ausgeglichenheit durchgearbeitet werden.

Ob und inwieweit man dann die Transportverhältnisse berücksichtigt und durch geeignete Anstellung der Maschinen und besondere Transportanlagen zur fließenden Fertigung im engeren Sinne übergeht, ist lediglich eine Frage der für diese Maßnahmen erforderlichen Kosten im Vergleich zu der durch die besseren Transportverhältnisse gegebenen Verbilligung.

Die weiße Fläche der Darstellungen in Abb. 5 (oder noch richtiger gesagt der prozentuale Anteil der schwarzen Fläche an der Gesamtfläche jedes einzelnen Schaubildes) gibt die Ausgeglichenheit und damit die Ausgenutztheit der Straße in einer rohen Annäherung wieder. Unausgenutzte Maschinen bedeuten unausgenutztes Kapital (auch bezüglich ungenutzter, brachliegender Tätigkeit des Personals gilt dasselbe). In den „Selbstkosten“ wurde sogar bisher die Kostenart „Kapitalkosten“ meist überhaupt nicht aufgeführt, und der Selbstkostenausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute hat sich sehr für die Anführung des Kapitaldienstes — wenigstens des Anlagekapitals — eingesetzt. In den Wirtschaftlichkeitsberechnungen des Ingenieurs erscheinen zwar Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, aber er sieht in diesem Posten nicht mehr als einen der vielen gleichberechtigten Summanden seiner Rechnung. Es ist für ihn meist eine fremde Anschauung, daß es sich hier um einen besonders ausgezeichneten Faktor handelt. Die falsche Einstellung geht schon daraus hervor, daß der Durchschnittsingenieur mitunter nicht zu begreifen vermag, daß in Zeiten schlechter Wirtschaftslage neue Kapitalanlagen, für die er eine glänzende Rentabilität zum gerade herrschenden Zinsfuß herausrechnet, nicht bewilligt werden. Er begreift nicht, daß die Gesetze des Kapitalmarktes sich seinen Anschauungen über Wirtschaftlichkeit nicht unterordnen. Er betrachtet die eingesetzten Zahlen als feste Größen, während die Posten seiner Wirtschaftlichkeitsberechnung, vor allem der Posten Kapitaldienst, in Wirklichkeit durch Verhältnisse höherer Ordnung beeinflußt werden, weltwirtschaftliche Zusammenhänge, Fragen des Risikos und der Spekulation, Belange der Finanzwirtschaft, des Kredits, des Marktes und der Geschäftslage und im besonderen Bedingungen der

Struktur der herrschenden Wirtschaftsform⁵⁾. Zwar würde die gesamte theoretische Volkswirtschaftslehre von Adam Smith bis auf heutige Zeiten von vielen Irrtümern bewahrt geblieben sein, wenn sie die Zusammensetzung der Kosten aus den Faktoren, wie jeder Ingenieur sie kennt, berücksichtigt und sie zu einer Grundlage ihrer Untersuchungen gemacht hätte. Aber ebenso kommt der Ingenieur zu Trugschlüssen, wenn er die volkswirtschaftlichen Zusammenhänge nicht beachtet. Allein das Kapital ist es, welches die ganze wirtschaftliche Tätigkeit in Gang setzt und am Leben hält, gleichgültig ob es sich um eine kommunistische Wirtschaft, eine sozialistische oder eine Privatwirtschaft handelt. Doppelte Ausnutzung der Anlagen (z. B. Fortfall der weißen Flächen in der Darstellung 5) bedeutet in rohen Zügen doppelte Verzinsung dieses Kapitals, bedeutet für eine ganze Wirtschaft gerechnet den doppelten Kursstand sämtlicher Industripapiere, und es erscheint nicht erforderlich, anzugeben, wieviel Milliarden dies für Deutschland ausmachen würde⁶⁾. Die wirkliche Ersparnis ist sogar noch größer, da durch größere Ausnutzung auch noch eine Ersparnis an Löhnen, Hilfsstoffen und anderen Verfahrenskosten eintritt.

Wegen dieser großen Bedeutung des Begriffes der Ausgeglichenheit wurde er hier so eingehend behandelt.

7. Einzelheiten.

Ueber die technische Einrichtung der einzelnen Straßen ist folgendes zu sagen (vgl. Abb. 7 bis 11):

Werk A besteht aus einer Blockstraße mit einem Triogerüst, einer Mittelstraße mit einem Trio- und einem Duogerüst und einer Fertigstraße mit 9 Duogerüsten. Der Draht wurde in 26 Stichen ausgewalzt, von denen 10 im Blockgerüst, 5 in den Mittelgerüsten und 11 in den Fertigerüsten lagen. Die Stiche 1 bis 8, 20, 22, 24 und 26 wurden von Hand, die übrigen mechanisch eingeführt. Der Transport vom Ofen geschah mit einer Zange, die an einer Laufrolle hing. Hinter dem 10. Stich, also zwischen Block- und Mittelstraße, liegt die Schere und teilt den Block in 3 Stäbe.

Werk B enthält eine Blockstraße mit einem Triogerüst, eine Vorstraße mit einem Trio- und einem Duogerüst, eine Mittelstraße mit 6 Duogerüsten und 2 Fertigstraßen mit 7 Duogerüsten. Die Zahl der Stiche ist 20. Die beiden Fertigstraßen liegen symmetrisch zueinander und enthalten in beiden Teilen gleiche Kaliber. In der Blockstraße liegen 5 Stiche, von denen die Stiche 1 bis 3 von Hand, 4 und 5 mechanisch eingeführt werden. Die 5 Stiche der Vorstraße werden alle mechanisch eingeführt, wogegen bei der Mittelstraße 3 Walzer die Stiche 12, 14 und 16 und bei den Fertigstraßen 2 Walzer die Stiche 18 und 20 von Hand führen. Geschnitten wurde nicht.

Werk C enthält eine Blockstraße mit 2 Triogerüsten, eine Vorstraße mit 3 Duogerüsten und 2 Fertigstraßen (2 Fertigstränge) mit 4 und 6 nebeneinanderliegenden Duogerüsten. Die Stichzahl betrug 20. Nach dem vierten Stich im ersten Blockgerüst wird der Stab nach rechts

zur Schere übergehoben und in zwei Halften zerschnitten, die nacheinander das zweite Gerüst der Blockstraße durchlaufen.

Werk D hat eine kontinuierliche Vorstraße mit 6 Duogerüsten, 1 Mittelstraße mit 3 nebeneinanderliegenden Duogerüsten und eine Fertigstraße mit 8 nebeneinanderliegenden Duogerüsten. Von den 19 Stichen liegen 6 in der Vorstraße, 5 in der Mittelstraße und 8 in der Fertigstraße. Von Hand werden die Stiche 10, 12, 13, 15, 17 und 19 eingeführt. Da die Knüppel nicht geteilt werden, ist eine Schere nicht vorhanden.

Werk E. Eine kontinuierliche Staffel von 6 hintereinanderliegenden Gerüsten bildet die Vorstraße. In der Mittelstraße liegen 5 Duogerüste hintereinander und bilden die zweite kontinuierliche Staffel. Die Fertigstraße besteht aus zwei Strängen, von denen der erste 5 nebeneinanderliegende und der zweite 6 nebeneinanderliegende Duogerüste hat. Es wird in 22 Stichen gewalzt. Zwischen den beiden kontinuierlichen Staffeln liegt eine Schere, die den Block in zwei Halften teilt.

An Hand des Zeitbildes des Werkes A (Abb. 7) mögen nun noch einige Erläuterungen gegeben werden. Der linke Teil des Bildes gibt eine kennzeichnende Darstellung für Blockstraßen. Das Ziehen aus dem Ofen liegt im Nullpunkt des Koordinatensystems. Der erste Stich beginnt mit der 15. Sekunde und hat nur eine reine Walzzeit von $\frac{3}{4}$ sek. Der zweite Stich beginnt mit der sek 23,5 und hat eine reine Walzzeit von fast einer Sekunde. So folgen die Stiche nacheinander, wobei der Zeitabstand vom Ofen immer größer wird, während zugleich die reine Walzzeit wächst. Die Zeit zwischen den einzelnen Stichen ist durch Hantierung der Walzer, die auf beiden Seiten der Blockstraße stehen, ausgefüllt. Mit dem 8. Stich beginnt eine mechanische Umführung, welche den Knüppel selbsttätig durch den 9. und 10. Stich führt. Nach dem Einführen des 8. Stiches können die Walzer wieder die Anfangsstellung einnehmen, treten wieder zum 1. Stich, und die Walzarbeit beginnt von neuem. Ehe der 8. Stich gefaßt hat, kann der nachfolgende 1. Stich nicht angenommen werden. Deshalb sind in der schrägen Verlängerung des Stiches 1 von A bis B diese Stiche übereinander nochmals aufgetragen, um zu kennzeichnen, daß im Ordinatensystem der Anfang des 1. Stiches des nächsten Knüppels hinter dem 8. Stich des vorangegangenen Knüppels liegen muß. Dadurch ist nach den jetzigen Durchschnittswerten der Blockstraße eine theoretische Blockfolgezeit T_1 von 33,4 sek bedingt. Man errichtet also in solchen Fällen im Beginn des 8. Stiches eine Senkrechte und bestimmt den Schnittpunkt mit der schrägen Linie des ersten Stiches. Dies ist der Zeitpunkt, in dem der 8. Stich besetzt wird und der Block „gefaßt“ ist. Die weitere Zeit T_2 (die Mindestzwischenzeit) brauchen die Walzer zum Zurücktreten und Aufstellen vor dem 1. Stich, so daß in Wirklichkeit eine Blockfolgezeit $T_3 = T_1 + T_2$ von 36 sek notwendig ist. Der erste Stich ist die ganze Zeit gesperrt gewesen und durfte kein neues Walzgut annehmen. Solche „Sperrzeiten“ treten häufig auf, besonders auch bei den mechanischen Umführungen und kontinuierlichen Gerüsten. Sie sind in den Schaubildern an einigen wichtigen Stellen durch eine gestrichelte dünne Linie bezeichnet. (So z. B. findet man bei der mechanischen Umführung vom 8. in den 9. und 10. Stich eine Sperrzeit T_4 . Es ist nämlich nicht möglich, nach der kurzen Walzzeit im 8. Stich sofort einen neuen Stab einzuführen, ohne daß er den vorhergehenden einholt. Man wird erst das Freiwerden des 10. Stiches abwarten müssen. Unter Umständen kann auch kurz vor dem Freiwerden des 10. Stiches im 8. Stich ein neuer Stab angenommen werden, wenn nur Sicherheit gegeben ist, daß die Stäbe sich nicht einholen.) T_4 ist durch Hinaufloten des Stiches des 10. Stiches angezeigt.

In Punkt C ist Stich 10 frei und konnte nach einer Mindestzwischenzeit T_5 wieder walzen, aber es ist kein Block da, und es ergibt sich eine Wartezeit von D bis E. Wartezeiten sind strichpunktiert.

Nach dem Verlassen des 10. Stiches führt ein Rollgang den Block zur Schere, wo er in drei Teile geschnitten

⁵⁾ Der Zinsfuß ist nichts weiter als ein Indikator der herrschenden Strömungen; er darf aber nicht in seiner absoluten Höhe als Maßstab für die Wirtschaftlichkeit neuer Anlagen eingesetzt werden; denn wenn alle bei einem gewissen Zinsfuß „rentable“ Anlagen gebaut würden, so würde der Zinsfuß infolge des verstärkten Geldbedarfs sofort steigen.

⁶⁾ Dabei ist natürlich die Möglichkeit des Vollbetriebes vorausgesetzt. Vgl. hierzu die Bemerkungen über die Erhöhung der Leistung in Abschnitt 1, vierter Absatz.

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Hauptwerte der untersuchten Straßen.

Werk	Ringgewicht kg	Stabfolgezeit sek	Stabzeit ⁷⁾ sek	Verlängerung x-fach	Spitzen- erzeugung t/st	Engster Querschnitt in den Walzstraßen
A	51	11,0	182,7	766	16,6	Blockstraße
B	61	10,2	95	326	21,5	Mittelstraße
B ¹	60,6	8,2	97	326	26,5	Mittelstraße
C	71	10,7	119,2	410	23,8	Blockstraße
D	65,5	8,3	95	249	28,5	Mittelstraße
E	85,4	9,6	118,5	732	32,0	Mittelstraße

wird. Der erste Stab geht sofort weiter in den 11. Stich, der zweite Stab bleibt noch $T_6 =$ ungefähr 6 sek, und der dritte $T_7 =$ ungefähr 12 sek nach dem Schneiden liegen, ehe er von dem 11. Stich angenommen werden darf. Da auch in der Mittelstraße die Stiche mechanisch umgeführt werden, entsteht für den 11. Stich theoretisch eine „Sperrzeit“ bis zum Ende des 13. Stiches; sie ist mit T_8 bezeichnet. Für die Gerüste der Fertigstraße

nimmt der Quotient $\frac{\text{Walzzeit}}{\text{Anz. d. Adern}}$ einen ziemlich hohen

Wert an; trotzdem ist die Fertigstraße nicht als engster Querschnitt der ganzen Straße anzusehen. Die Blockfolgezeit ergibt sich für die Fertigstraße wie folgt: Um das Ende des vorhergehenden Stiches wahrzunehmen und um einen schon bereitgehaltenen neuen Stab nachzuführen, braucht auch der geschickteste Walzer eine Mindestzwischenzeit, die nach den bisherigen Erfahrungen mit 1 sek angesetzt werden kann. Diese Mindestzwischenzeit ist bei den Fertigstraßen mit T_9 bezeichnet. Aus

theoretischer Stabfolgezeit $\left(\frac{\text{Walzzeit}}{\text{Anz. d. Adern}}\right)$ und T_9

ergibt sich die praktische Stabfolgezeit von $T_{10} = 11$ sek und als Blockfolgezeit das Dreifache hiervon = 33 sek bei der Fertigstraße.

Die Blockstraße hatte eine Blockfolgezeit von $T_3 = 36$ sek. Die Mittelstraße verwalzt einen Block in 25,5 sek (Stichzeit 4,9 sek + Sperrzeit 3,6 sek = 8,5 sek = Stabfolgezeit T_{11}); also Blockfolgezeit der Mittelstraße = $3 \times 8,5 = 25,5$ sek, die der Feinstraße 33 sek. Es müssen also notwendig an der Fein- und Mittelstraße Wartezeiten entstehen. Es sind dies die Zeiten T_{12} und T_{13} . Die Mittelstraße mit einer Stabfolgezeit von 8,5 sek ist am leistungsfähigsten. Bezeichnen wir ihre Leistungsfähigkeit mit 100 %, so steht die Blockstraße auf 71 %, die Fertigstraße auf 77 % höchstmöglicher Ausnutzung. Wird die Leistung der Blockstraße gleich 1 gesetzt, so ist diejenige der Mittelstraße gleich 1,41 und die der Fertigstraße gleich 1,09. Die Untersuchung gab für jede Straße ein anderes Bild dieser Ausgeglichenheit. Auch diese Ausgeglichenheit der Einzelstraßen unter sich ist beim Entwurf dringend anzustreben; ihre Größe bildet ein Kennzeichen der Güte der Anlage. Diese Ausgeglichenheit ist stets im Zusammenhang mit der Ausgeglichenheit der Anstrengung der menschlichen Arbeitskräfte zu beurteilen.

In gleicher Weise geben Abb. 8 bis 11 die Ergebnisse der andern untersuchten Straßen wieder.

Die Drahtstraße des Werkes B wurde inzwischen umgebaut. Der Ofen wurde vergrößert und auf doppelte Breite gebracht, das Knüppelgewicht verdoppelt, dagegen vor der Blockwalze eine Schere eingebaut, die den Knüppel halbierte; der Knüppel einlauf in die Drahtstraße wurde dadurch erheblich verbessert. Auch wurde auf jeder Seite der Fertigstraße eine Haspel mehr in Betrieb genommen, so daß das Walzgut ungehindert

⁷⁾ Wird der Block in einer Schere geteilt, so wird die Stabzeit vom Ofen bis zum Verlassen des letzten Stiches durch den letzten abgeteilten Stab gerechnet.

abfloß. Besonders günstigen Einfluß hatte ferner die Verkürzung der reinen Walzzeiten in Mittel- und Fertigstraße. Die durch Zeitstudien nach dem Umbau ermittelten Einzelwerte sind in Zahlentafel 1 in der Zeile B¹ zu finden.

Im übrigen ist zu berücksichtigen, daß jede Straße nicht nur andere technische Einrichtungen hatte, sondern auch ihre gesamte Stabfolgezeit und ihr Ringgewicht verschieden waren. Nach diesen beiden Größen sind die Straßen in die Abb. 12 eingezeichnet. Hier ist auf der Abszisse das Ringgewicht und auf der Ordinate die praktische Stabfolgezeit aufgetragen. Man sollte vermuten, daß bei Straßen mit schwerem Ringgewicht die Stabfolgezeit größer, gewissermaßen der Arbeitstakt langsamer würde, aber wie man sieht, ist dies durchaus nicht der Fall. Dies liegt zum großen Teil daran, daß für die Höhe der Erzeugung nicht die Stabzeit, sondern die Stabfolgezeit maßgebend ist. Die obenstehende Zahlentafel 1 gibt wichtige Daten der Straßen wieder.

Das Bestreben der Walzwerker geht dahin, mit Rücksicht auf das Abkühlen des Walzgutes möglichst schnell zu walzen; denn zu niedrige Temperatur bedingt Fehler, verursacht Störungen und erhöht den Kraftverbrauch. In diesem Sinne ist die Stabzeit bedeutungsvoll für Temperatur und Gleichmäßigkeit des Werkstoffes. Je länger die Stabzeit ist, desto größer sind die Unterschiede in Wärme und Güte des Walzgutes zwischen Blockanfang und Blockende. Die Stabzeit ist daher möglichst klein zu halten, um einerseits am Anfang schädliche Ueberhitzungen zu verhüten, zu welchen man gezwungen wird, falls sich

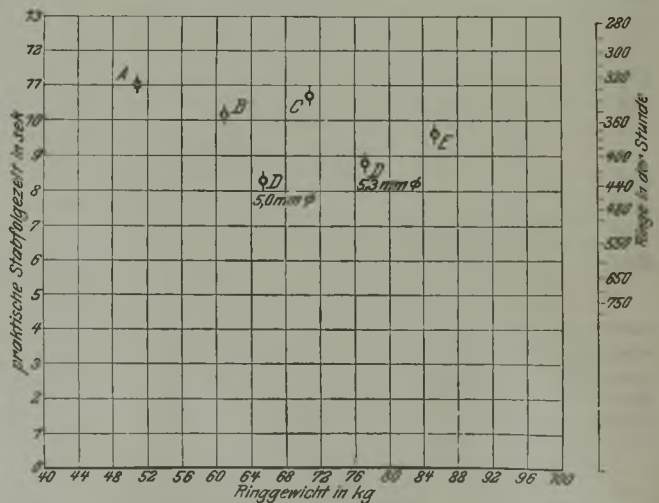


Abbildung 12. Unterschiede in Ringgewicht und Stabfolgezeit.

das Auswalzen lange hinzieht, und um anderseits am Schluß das Auswalzen im zu kalten Zustande zu vermeiden. Verkürzung der Stückzeit ist aber ganz allgemein deshalb wichtig, weil dadurch die Durchsatzgeschwindigkeit zunimmt und damit die Kapitalkosten sinken. Für die Drahtstraße hat dieser Gesichtspunkt verschwindende Bedeutung, er kommt aber für andere Erzeugungsstätten grundsätzlich in Betracht.

8. Folgerungen.

Für eine gute Drahtstraße wird man daher bestrebt sein:

1. möglichst kurze Stabfolgezeit zu erzielen, da diese die Erzeugung bestimmt;
2. nicht zu lange Gesamt-Stabzeit zu haben, da diese für den Temperaturabfall bestimmend ist;
3. die Straße möglichst auszugleichen, so daß alle Glieder gleiche Arbeit haben.

Zeit keinen neuen Stab hätte annehmen können, würde sich die Verkürzung auch in Richtung einer Erzeugungssteigerung ausgewirkt haben.

Hiermit ist das Wesentlichste über die Art gesagt worden, wie man eine Leistungsstudie machen soll. Es muß aber hinzugefügt werden, daß eine solche Studienarbeit nicht an den Besitz eines automatischen oder halbautomatischen Zeitschreibers gebunden ist. Eine Aufnahme mit diesem elektrisch ausgelösten Gerät bietet selbstverständlich große Vorteile, folgt mühelos allen Schwankungen des Betriebes und hält für immer die Versuchsdaten von Minute zu Minute fest. In einfachen Fällen, falls tagelang das gleiche Profil gewalzt wird, kann jedoch ebensogut mit Stoppuhren gearbeitet werden. Die abzustoppenden Zeiten können von verschiedenen Beobachtern getrennt ermittelt werden. Sie werden erst nachher zusammengefügt. So wird man sich bei zwei Beobachtern die Studie derartig einteilen, daß der erste

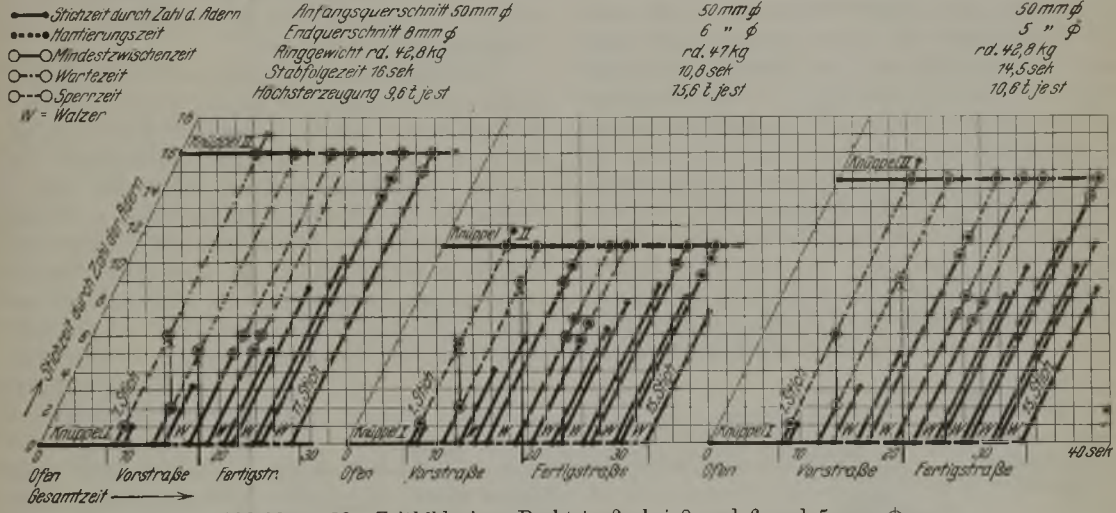


Abbildung 13. Zeitbild einer Drahtstraße bei 8 und 6 und 5 mm φ.

Das Zeitbild aus den Mittelwerten der Zeitstudie stellt die Erfüllung der drei Forderungen eindeutig dar und gibt zugleich an, wo Betriebsverbesserungen einzusetzen haben und wie sie sich auswirken werden. Betrachtet man z. B. im Zeitbild des Werkes A (Abb. 7) den Rollgang zwischen 10. Stich und Schere. Diese Rollgangszeit möge verkürzt werden; der erste Gedanke ist leicht, daß dadurch eine Erzeugungssteigerung im umgekehrten Verhältnis der verkürzten Zeit kommen wird. Das Zeitbild sagt aber, daß die jetzige Rollgangszeit noch unter der durchschnittlichen Stabfolgezeit liegt, also keineswegs die Erzeugung bestimmend beeinflusst. Derartige Erfahrungen macht man sehr oft bei Zeitstudien aller Art, z. B. bei Erhöhung der Laufgeschwindigkeit von Kranen. Eine Verkürzung dieser Zeit wird sich nur in dem Sinne auswirken, als dadurch Schere und die nachfolgende Mittel- und Feinstraße zeitlich näher an den Ofen gezogen werden. Verkürzt wird die Gesamt-Stabzeit. Nicht höhere Erzeugung wird der Gewinn sein, sondern wärmeres Walzzeug in der Fertigstraße. Erst dann, wenn die Rollgangszeit über die Linie der durchschnittlichen Stabfolgezeit hinausgewachsen wäre und der Rollgang in dieser

nur die Zeiten der Abszisse ermittelt, wogegen der zweite sich die Ordinatenzeiten, die Stabfolgezeiten in den einzelnen Gerüsten, vornimmt. Hat man vier Beobachter zur Verfügung, kann der erste die Zeitabstände vom Ofen bis zum mittelsten Stich, der zweite die Zeitabstände vom mittelsten bis zum letzten Stich ermitteln. Beobachter 3 und 4 teilen sich nach Verabredung in die Ermittlung der Stabfolgezeiten. Abb. 13 zeigt z. B. nur mit Stoppuhren aufgenommene Zeitbilder, und zwar gleich drei Ergebnisse nebeneinander. Hier wurde an verschiedenen Tagen erst 8 mm φ, dann 6 mm φ, dann 5 mm φ durchgeprüft und die Bilder nebeneinander gestellt. Bei 8 mm φ muß die Straße einadrig walzen, da nur eine Haspel für diese Drahtstärke aufgestellt ist. Von 7 1/2 mm φ kann aber in mehreren Adern gewalzt werden. Dadurch wird die Stabfolgezeit gegenüber dem Profil 8 mm φ kleiner, und die Erzeugung steigt. Das mehradrig gewalzte Profil 5 mm φ hat aber wieder längere reine Walzzeiten in den einzelnen Stichen, so daß seine Stabfolgezeit wieder größer ist als bei dem Profil 6 mm φ. Die Erzeugung in der Stunde fällt also ab. Von den drei dargestellten Profilen liefert also 6 mm φ mengenmäßig das größte Gewicht.

Nachstehend mögen die bisherigen Betrachtungen noch etwas erweitert werden. Bisher war nur die eigentliche Walzenstraße erfaßt worden. Man kann die Ueberlegungen aber auch auf den gesamten Herstellungsvorgang einschließlich Ofen, Antriebsmaschine und Haspelanlage ausdehnen. Messungen dieser Art sind nur in Form von Stichproben vorgenommen worden, die noch nicht als endgültige Ergebnisse angesehen werden können. Daher ist das folgende Beispiel (Abb. 15) fingiert; es soll nur die Art des Vorgehens zeigen. Der Nullpunkt bedeutet dann die Zeit des Einsatzes in den Ofen. Es sei nur ein Ofen vorhanden; die Durchsatzzeit betrage 2000 sek, die Zahl der im Ofen liegenden Knüppel sei 200. Genau wie bei der Berücksichtigung der Zahl der Adern ist dann die Länge der Ofenzeit durch die Zahl der Blöcke zu teilen. Die Blockfolgezeit des Ofens ist dann $\frac{2000}{200} = 10$ sek

(A B in Abb. 15). Für die eigentliche Straße werde die Blockfolgezeit wie früher ermittelt und ergebe unter Berücksichtigung der Mindestzwischenzeit E D von 1 sek die Linie C E = 9 sek Blockfolgezeit der Straße. Wenn nun die Antriebsmaschine zu schwach ist, so muß noch eine weitere Zeit E F erwartet werden, bis das Schwungrad sich erholt hat, und die Blockfolgezeit der Maschine ist C F = 12 sek. Schließlich werde noch durch Zeitstudien die Blockfolgezeit der Haspelanlage zu G H (unter Berücksichtigung der Division durch die Zahl der Haspeln und der Mindestzwischenzeit I H) ermittelt; sie betrage 10 sek. Der engste Querschnitt liegt in der Maschine.

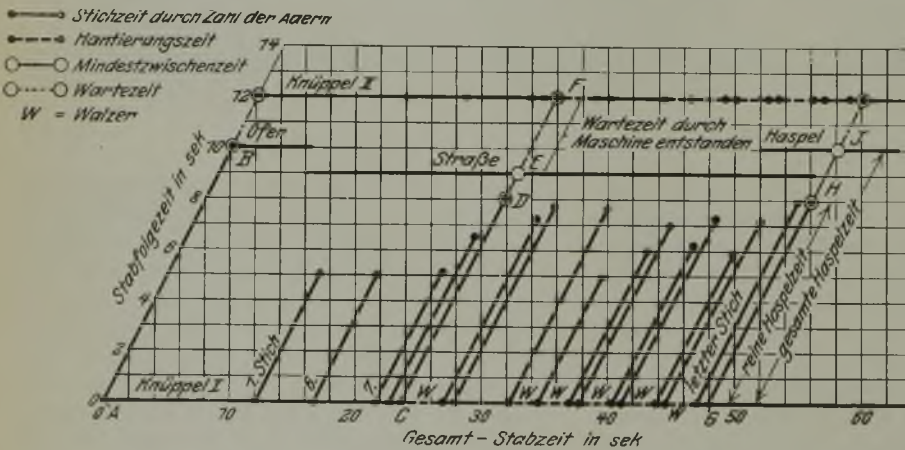


Abbildung 15. Stabfolgezeit von Ofen - Straße - Haspel.

9. Leistungsstudie und Kraftverbrauchsstudie.

Eine Leistungsstudie mit einem Zeitschreiber gibt neben den Einzelwerten für das Zeitbild noch ein genaues Abbild von den Schwankungen der Erzeugung. Die Originalmeßstreifen weisen von Minute zu Minute die Erzeugung nach, und es ist ein leichtes, nach diesen Aufschreibungen eine genaue Erzeugungskurve des Tages, beispielsweise von 10 zu 10 min, aufzustellen. Dabei erkennt man, wie erheblich oft die Erzeugung schwankt. Es gibt Betriebe und Tage, wo alles in ruhigem Fluß ist, aber auch solche, wo

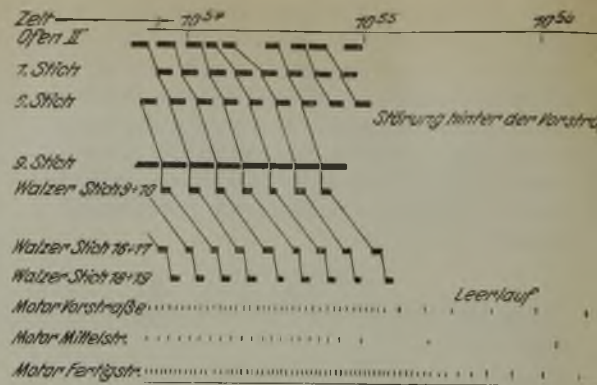


Abbildung 14. Kraftbedarfsmessung durch Zeitschreiber

heftiges Auf und Ab vorherrscht, wo stoßweise die Höchstleistung erreicht wird, jedoch von einer Störung unterbrochen wird, die ihrerseits wieder von einer Höchstleistung abgelöst wird. Eine gute Straße mit guter Bedienung fällt sofort durch die Gleichmäßigkeit dieses Bildes auf.

Weiterhin können Erzeugung und Kraftverbrauch miteinander in Beziehung gesetzt werden. Bei den Untersuchungen wurde immer mit der Leistungsstudie eine einfache Kraftverbrauchsstudie verbunden. Dies wurde dadurch erleichtert, daß in Fällen, wo die kW-Zähler an elektrischen Straßen nur Ablesungen von 100 zu 100 kWst gestatteten, oder, wo es darauf ankam, sehr kurze Zeiten auseinanderzusuchen, unmittelbar die Umdrehungen der Zäblerscheibe durch einen Beobachter auf den Zeitschreiberstreifen übertragen wurden. Jede Um-

drehung des Zäblers ist dann durch einen

Ausschlag der Schreibfeder gekennzeichnet. Leerzeiten der Straße ergeben einen weiten Abstand der Zählermarke. Vollastkennzeichnet sich durch nahe aneinanderliegende Striche. In Abb. 14 sind drei Motoren (je einer für Block-, Mittel- und Feinstraße) in dieser Art beobachtet.

Der Leerlauf-Kraftverbrauch einer Straße einschließlich der Antriebsmaschine schwankt je nach der Anstellung der Walzen, dem Zustande der Lager und nach der Belastung ($\cos \varphi$). Praktisch kann er für eine oder mehrere Stunden als gleichbleibend angenommen werden. Jede Minute kostet dann eine bestimmte Zahl von kWst an Leerlauf, und man kann weiter die vereinfachende Annahme machen, daß diese Zahl gleich groß bleibt, gleichgültig ob warmes Gut in der Walze ist oder nicht. Die Kosten dieses Leerverbrauches müssen vor den erzeugten Tonnen getragen werden. Ueber der Abszisse der

Stundenleistung gibt die Leerlaufarbeit in kWst/t eine mit höherer Erzeugung hyperbolisch ab-schwingende Linie (Abb. 16 unten). Die reine Walz-arbeit mußte theoretisch gleichbleiben, in der Praxis schwankt sie hauptsächlich nach der Güte der Er-wärmung. Unter der Annahme gleichbleibender reiner Walzarbeit ergibt sich über der Leerlauflinie durch Summieren von Leerlauf und rei-ner Walzarbeit eine schwächer ab-schwingende Linie des Gesamtkraft-verbrauches. Praktisch werden oft bei größerer Erzeugung die Blöcke kälter, weil der Ofen nach-läßt, und die Linie schwingt nicht oder nur wenig ab.

Aus der Leerlauf-arbeit und der Walz-zeit je t läßt sich errechnen, wieviel kWst Leerlaufarbeit die Tonne zu tragen hat. Aus den Zählerablesungen und den Kraftver-brauchsschaltungen des Zeitschreibens stand der Gesamtkraftverbrauch fest, so daß hieraus die reine Walzarbeit durch Abziehen der Leerlaufarbeit er-mittelt werden konnte. Der Kraft-verbrauch der fünf untersuchten Draht-strassen ist in Abb. 16 wiedergegeben.

10. Akkordfest-
setzung.

Akkorde können erst richtig und ohne Härten und Fehler vereinbart werden, wenn die praktisch erreichbare Leistung feststeht. Die vorstehenden Untersuchungen geben ein Mittel, wie man die Leistung feststellen und die bestimmenden Einflüsse erkennen kann. Das Zeitbild gibt die im äußersten Fall erreichbare Leistung (Spitzenleistung) an. Es ist aber klar, daß diese Leistung nur bei pausen- und störungsfreiem Betrieb erreicht werden kann. Praktisch verhindern allerlei Zufälligkeiten und Tages-

einflüsse diese Leistung. So steht man nun nach der Leistungsstudie vor der Frage: Wie soll nach dieser eindeutig bestimmten Spitzenleistung die Soll-leistung des Betriebes angesetzt werden? Durch Zeitstudien eines oberschlesischen Werkes ist be-kannt, daß dort an der Blockstraße die tatsächliche

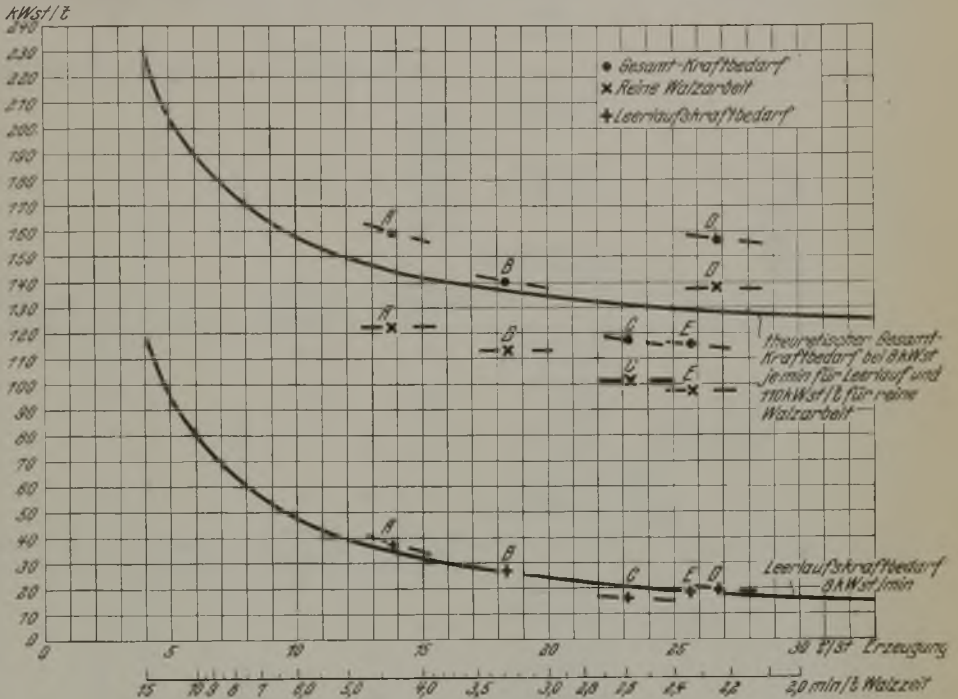


Abb. 16. Beobachteter Kraftbedarf für Draht von 5 mm ϕ .

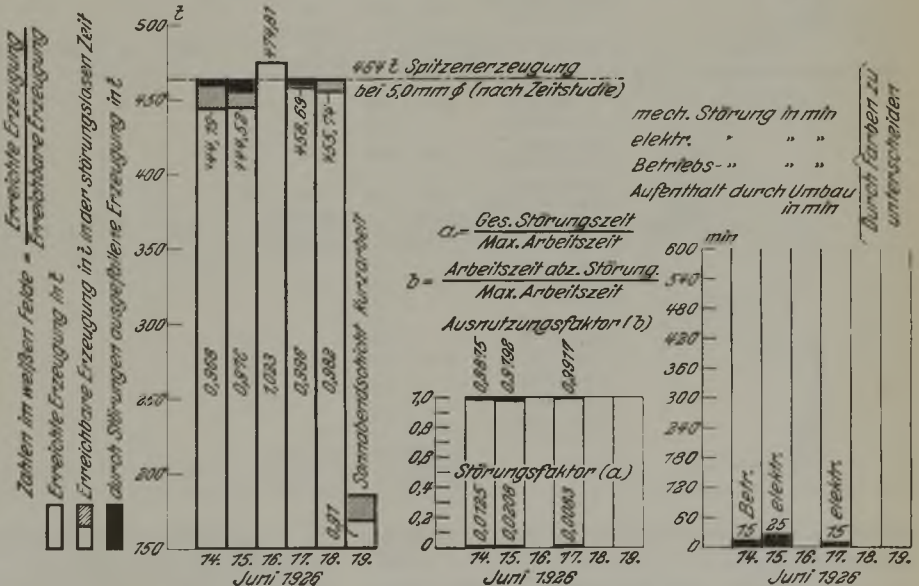
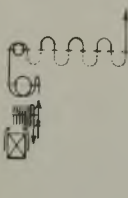
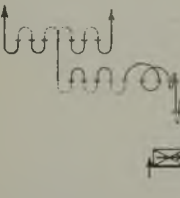

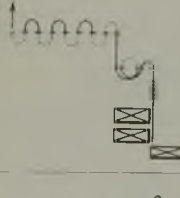
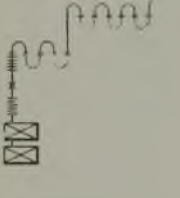


Abb. 17. Ueberwachung der Straßenleistung.

Tagesleistung zu 80 % der pausenlosen Leistung er-mittelt wurde. Wir selbst haben an Drahtstraßen nicht so große Unterschiede gefunden. Die Mindest-zwischenzeit von 1 sek, die also von Stab zu Stab eine Lücke von 1 sek ansetzt, entspricht wohl bei einfachem Profil und einfachem Thomas-stahl und bei genügend starker Maschine der Praxis und legt eine Spitzenleistung fest, die

Zahentafel 2. Vergleichswerte von 5 Drahtstraßen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Werk	Skizze	Anordnung und Abmessung	Installierte Leistung kW	Umdrehungen je min	Leerlauf kWst/min	Walzgut	Ruhgewicht kg	länge je Block	Blockgewicht kg	Blocklänge mm	Anfangsquerschnitt mm	Endquerschnitt mm	Verlängerung	Zahl der Stiche
A		Blockstraße 1 Trio 450 ∅ Mittelstraße 1 Trio 380 ∅ 1 Duo 380 ∅ Fertigstraße 9 Duo 240—295 ∅ Se. 2 Trio+10 Duo	2500 PS 3000 PS belastet Dampf 2200 kW	84 200 470	 8,64 8,04	Flußstahl	 51	 3	 165	1250	130 32 12 12	32 12 5,3 ∅	16,6 7,1 6,1	10 5 11 26
B		Blockstraße 1 Trio Vorstraße 1 Trio 2 Duo Mittelstraße 6 Duo Fertigstraße geteilt 3+1+3=7 Duo Se. 2 Trio+15 Duo	325 1100 1025 600 Elektr. 3050	 500	1,67 2,58 ? 1,31 ?	Flußstahl	 61	 1	 65	1300	80 35 12,5 6,3	35 12,5 6,3 5,0 ∅	5,2 7,9 4,0 2,0	5 5 6 4 20
C		Blockstraße 2 Trio nebeneinander 500 ∅ Mittelstraße 3 Duo 350 ∅ Fertigstraße I 4 Duo 275 ∅ Fertigstraße II 6 Duo 275 ∅ Se. 2 Trio+13 Duo	1800 770 1000 Elektr. 3570 kW	78 185 450 650	3,5 0,9 1,9 6,3	Flußstahl	 71	 2	 153	2500	90 Oval 38/13 12 12 7,5	Oval 38/13 12 7,5 5,0 ∅	27 2,2 2,6 2,8	7 3 4 6 20
D		Kontinuierliche Vorstraße 6 Duo 330 ∅ Mittelstraße 3 Duo 360—400 ∅ Fertigstraße 8 Duo 280—300 ∅ Se. 17 Duo	1100 736 1840 Elektr. 3676 kW	40 bis 195 290 570	4,3 1,3 3,0 8,6	Flußstahl	 65,5	 1	 71	1950	70 Oval vor 17 9,5 9,5	Oval vor 17 9,5 5,0 ∅	12 4,6 4,6	6 5 8 19
E		Kontinuierliche Vorstraße 6 Duo 405 ∅ Kontinuierliche Mittelstraße 5 Duo 355 ∅ Fertigstraße I 5 Duo 260 ∅ Fertigstraße II 6 Duo 325 ∅ Se. 22 Duo	650 1175 1100 Elektr. 3125 kW	30 bis 150 300 bis 500 500 500 bis 600	1,4 3,4 3,1 7,9	Flußstahl	 85,4	 2	 175	1550	120 45 45 7,5	Oval vor 13 7,5 5,0 ∅	7,1 37,6 2,7	5 6 5 6 22

nicht zu stark (etwa 10 %) über der praktisch erreichten liegt.

Abb. 17 gibt den Wochenbericht eines Walzwerkes wieder, bei dem täglich folgendes Schaubild aufgestellt wurde: Die obere schwarze Linie gibt die Höchstleistung an. Die wirklich erreichten Tonnen sind über der Nulllinie als Säulen aufgetragen. Von der Höchstleistung werden die Tonnen abgezogen, die durch grobe Störung an Walzen und Maschinen verloren gingen. Sie werden rot bezeichnet. Blau sind die durch Minderarbeit der Belegschaft versäumten Tonnen angelegt⁸⁾.

11. Einfluß wechselnder Erzeugung.

Die Linie der Stabfolgezeiten ändert sich mit jedem Profil, wie stark, sagt Abb. 6. Ein Konzern, der mehrere Drahtstraßen besitzt, hat für eine derselben alle Querschnitte von 8 1/2 bis 5 mm ∅ durchstudiert und Zeitbilder entworfen, um für diese Straße das günstigste Walzprofil zu finden. Es sind hier drei Zeitbilder herausgegriffen, bei denen Block-

⁸⁾ In der abgebildeten Woche ist am Mittwoch die Zeitstudienleistung überschritten. Es ist möglich, daß außer flottem Betrieb auch eine kurze Profiländerung von 5,0 auf 5,3 mm ∅ der Grund hierfür ist.

Zahlentafel 2. Vergleichswerte von 5 Drahtstraßen. (Schluß.)

Beobachtete Belastung des ganzen Walzwerkes					Mögliche Belastung der Walzengerüste							Ausnutzung der Walzengerüste
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Erzeugung	Auswalzzeit	Gesamte Arbeit	Leerlaufarbeit	Reine Walzarbeit	Profil	Stabfolgezeit	Zahl der Ringe	Erzeugung	Stabzeit	Leerlaufarbeit	Gesamte Arbeit	$\frac{\text{beobacht. Erzeugung}}{\text{mögliche Erzeugung}} = \frac{\text{Sp.16}}{\text{Sp.24}}$
t/st	min/t	kWst/t	kWst/t	kWst/t	mm \varnothing	sek	je st	t/st	sek	kWst/t	kWst/t	
13,8	4,36	159,5	37,7	122,2	5,3	11,0	327	16,6	182,7	31,2	153,4	$13,8 : 16,6 = 0,83$
18,3		28,5	5,6	22,9								
18,3		42,3	8,5	33,8								
18,3		?	?	?								
18,3		27,2	4,3	22,9								
18,3	3,28	?	?	?	5,0	10,2	353	21,5	95	?	?	$18,3 : 21,5 = 0,85$
23,2		51,7	9,0	42,7								
23,2		25,0	2,4	22,6								
23,2		41,0	4,8	36,2								
23,2	2,58	117,7	16,2	101,5	5,0	10,7	336	23,8	119,2	15,9	117,4	$23,2 : 23,8 = 0,97$
26,7		47,9	9,7	38,2								
26,7		34,4	2,9	31,5								
26,7		74,5	6,7	67,8								
26,7	2,25	156,8	19,3	137,5	5,0	8,3	433	28,5	95	18,1	155,6	$26,7 : 28,5 = 0,93$
25,7		18,1	3,1	15,0								
25,7		57,1	8,0	49,1								
25,7		40,7	7,1	33,6								
25,7	2,33	115,9	18,2	97,7	5,0	9,6	375	32,0	118,5	14,8	112,5	$25,7 : 32,0 = 0,80$

gewicht und Anfangsquerschnitt vollständig gleich waren und in Abb. 6 die Linienzüge der Stabfolgezeiten übereinander eingezeichnet. Bei dem Profil 5 mm \varnothing nehmen die Spitzen, welche schon bei 7,5 und 7 mm \varnothing sichtbar sind, einen bedrohlichen Charakter an; die Straße verarbeitet also in ihrem jetzigen Zustand am besten die stärkeren Profile, weil sie hier ein besser ausgeglichenes Bild bietet. Je dünner der Endquerschnitt ist, um so weniger ausgeglichen ist die Straße.

Es ist mitunter gesagt worden, bei wechselnder Herstellung, z. B. bei sehr verschiedenartigem Walz-

programm, hätten Zeitstudien wenig oder gar keinen Wert. Nun ist ja selbstverständlich, daß alle Betriebsstudien — nicht nur die zeitlichen, nur dort Zweck haben, wo sich Vorgänge wiederholen; man kann überhaupt nur dasjenige organisieren, was sich wiederholt. So sind auch Zeitstudien auf ihre Aussichten danach zu beurteilen, inwieweit wiederkehrende Vorgänge vorhanden sind. Man muß aber bedenken, daß die Zeitstudien ja gerade in dem Maschinenbau bei Einzelfertigung Fuß gefaßt haben und heute jede gut eingerichtete Maschinenfabrik ihr Arbeitsvorbereitungsbureau mit Arbeitszeiten-

berechnung hat. Diese Richtung der Zeitstudien geht von dem Gedanken aus, daß sich selbst bei wechselnder Erzeugung gewisse Teilvorgänge immer wiederholen. Wie weit diese Gedanken auf das Hüttenwesen übertragen werden können, steht vorläufig noch dahin. Dagegen erscheint ein zweiter Weg durchaus gangbar: Man untersucht nur einen Teil der Herstellungsstätten, stellt die gefundenen Zahlen in Tafeln zusammen und benutzt die Ergebnisse zu Rückschlüssen auf anders gelagerte Fälle. Dieses Verfahren hat sich bei den Kaltbearbeitungsstätten von Hüttenwerken durchaus bewährt, zum mindesten für die Vorkalkulation und Akkordstellung. Ein dritter Weg besteht darin, daß man die verschiedenen Herstellungszweige auf der gleichen Anlage, z. B. das ganze Walzprogramm einer Straße, in kurzen Zeitstudien untersucht und dann ähnliche Werte zu großen Gruppen zusammenfaßt. Akkorde lassen sich auf diese Weise gut aufbauen, auch ergeben sich viele wichtige andere Betriebsdaten und Folgerungen.

12. Zusammenfassung.

Die beschriebenen Messungen an Drahtstraßen bestehen in der zeitlichen Aufschreibung von Anfang und Ende aller wesentlichen Vorgänge, hauptsächlich aller wichtigen Stiche, auch einzelner wichtiger Nebenarbeiten mit Hilfe von Zeitschreiber und Stoppuhr und in der Eintragung der Ergebnisse in ein für die besonderen Zwecke solcher Untersuchungen entwickeltes Schaubild. Sie geben eine Analysierung der Arbeitsweise von Walzenstraßen beliebiger Art, zeigen die „Ausgeglichenheit“ der Straße, d. h. die anzustrebende Gleichmäßigkeit der Ausnutzung aller Teile, und dienen zur Ermittlung des „engsten Querschnitts“, der nun als der eigentliche Hemmungsgrund der Erzeugung genauer untersucht werden muß, sowohl in sich selbst durch weitere Zeitstudien als auch in seinen Zusammenhängen mit den übrigen Verhältnissen, worauf dann bauliche und organisatorische Aenderungen zur Behebung des engsten Querschnitts einsetzen. Wichtige Begriffe zur Kennzeichnung einer Walzenstraße sind die Stabzeiten, d. h. die Dauer des Auswalzens eines Blockes oder Stabes von dem Ziehen aus dem Ofen bis zum Ende des letzten Stiches, und die Stabfolgezeiten, d. h. die Zeiten von Anfang der Behandlung eines Stabes bis zum Anfang der Behandlung des nächsten.

Der mit Zeitstudien nicht Vertraute glaubt oft, er könne die Erzeugung verbessern, indem er irgendwelche Zeiten des gesamten Erzeugungsvorganges verkürzt. Das ist nicht richtig. Er verkürzt damit zwar die „Stückzeit“, was unter Umständen Vorteile haben kann, aber er verkürzt die „Stückfolgezeit“ nur dann, erhöht also die Leistung nur dann, wenn er die „bestimmenden Zeiten“, d. h. die Zeiten im engsten Querschnitt, verringert. Viele Zeitstudien kann man sich sparen, wenn man sich über diesen Gesichtspunkt vollkommen im klaren ist.

Auf Grund der durch Studien ermittelten Leistungsfähigkeit der Straße können weiter die Akkorde aufgebaut werden. Die festgestellte Spitzenleistung des störungsfreien Betriebes ist der Zielwert. Am einfachsten ist es, diesen Zielwert zur Grundlage des Akkordes zu machen. Da aber Störungen überall vorkommen, berücksichtigt man zweckmäßig diese Tatsache und legt die „störungsfreie Zeit + Zuschlag für als unvermeidbar angesehene Störungen“ zugrunde. Diese Störungen erfaßt man durch besondere, ziemlich langwierige Störungsstudien und bestimmt für sich wiederholende Störungen kürzerer Dauer hieraus ein für allemal Zuschläge zu den Zeiten des störungslosen Betriebes, während die mehr einmaligen Störungen im Zeitlohn bezahlt werden. Die Störungsstudie hat den Vorteil einer quantitativen Analyse der sich wiederholenden Hemmungen und zwingt damit, Wege zu ihrer Behebung zu suchen.

Die praktischen Untersuchungen beziehen sich auf den besonders schwierigen Fall der Drahtstraße. In gleicher Art kann aber auch jede Profilstraße behandelt werden. Eine solche Betriebsanalyse wird dann auch über die richtige Verteilung der Kaliber auf die einzelnen Gerüste, ja bezüglich der wirtschaftlichen Güte der Kalibrierung selbst Unterlagen liefern. Im Zusammenhang mit Temperatur- und Verbrauchsstudien gibt die Untersuchung weitere Aufschlüsse, und damit ist wieder gezeigt, wie sehr Wärme- und Energiewirtschaft mit reiner Betriebswirtschaft zusammenhängt.

In Zahlentafel 2 sind die wesentlichsten Ergebnisse der Leistungsstudie und Kraftverbrauchsstudie wiedergegeben. Sie enthält Angaben über technische Einrichtung, Profilierung und Walzprogramm, die Werte bei höchster beobachteter Stundenleistung und schließt mit einer Schätzung der Leistungsfähigkeit auf Grund des Zeitbildes. Die einzelnen Werke wurden nach ihren natürlichen Straßengruppen unterteilt. Wo der Kraftverbrauch für jede Gruppe getrennt gemessen wurde, ist er auch getrennt aufgeführt. (Eine Ausnahmestellung nimmt Werk A ein, welches alle Straßen durch eine Dampfmaschine von 3000 PS = 2200 kW treiben läßt.) Alles in allem kann man für Drahtstraßen den Leerlauf-Kraftverbrauch auf 8 kWst/min ansetzen. Die reine Walzarbeit schwankt um den Mittelwert von 110 kWst/t bei 5 mm ϕ .

Darüber hinaus gibt die Untersuchung allgemeine Richtlinien für die Betriebsuntersuchung beliebiger Erzeugungsvorgänge sowie für das Arbeiten mit dem Zeitschreiber. Die entwickelten Gedankengänge können auch mit Vorteil beim Entwurf neuer Straßen verwendet werden. Hier tritt dann Rechnung und Schätzung an Stelle der Messung.

Den Werken, die durch großzügige Unterstützung diese Untersuchung ermöglichten, und ihren stets hilfsbereiten Ingenieuren sei besonderer Dank ausgesprochen.

Feuerfeste Baustoffe, ihre Prüfung und ihr Verhalten im Hüttenbetriebe.

Von Dr.-Ing. E. H. Schulz in Dortmund¹⁾.

(Wirtschaftliche Bedeutung der feuerfesten Baustoffe in der Eisenindustrie. Beanspruchungen, die an diese Stoffe betriebsmäßig gestellt werden, und die Erfüllung dieser Anforderungen. Prüfverfahren für die feuerfesten Baustoffe und ihr Zusammenhang mit den betriebsmäßigen Beanspruchungen. Notwendigkeit weiterer Forschungen auf diesen Gebieten. Die Arbeiten des Werkstoffausschusses und des Fachnormenausschusses für Prüfverfahren. Grundlagen für die Ausarbeitung von Gütenormen. Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen Laboratorien und Hüttenbetrieben einerseits, zwischen den Hüttenwerken und den Erzeugern der feuerfesten Baustoffe andererseits.)

In der Eröffnungssitzung der 89. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte in Düsseldorf sprach der Vorsitzende des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Generaldirektor Dr. Vögler, über die Zusammenhänge zwischen Wissenschaft, Technik und Wirtschaft²⁾; er prägte den Satz, daß in der neueren Zeit die Technik zur angewandten Wissenschaft geworden sei. Und in der Tat: Wir können in der Technik unsere Aufgaben nur erfüllen, wenn wir unsere technische Arbeit durchdringen mit Wissenschaft, uns aller Mittel bedienen, die sie uns zur Verfügung stellt, ja, darüber hinaus — das soll nicht vergessen werden — auch an unserem Teile wiederum mitarbeiten an der Fortentwicklung der Wissenschaft. Es dürfte gewiß sein, daß dem jeder zustimmt für die großen Arbeitsgebiete in der Industrie; mit Stolz kann der Verein deutscher Eisenhüttenleute hinweisen auf die im Schoße seiner Fachausschüsse nach dieser Richtung auf dem ganzen Gebiete des Eisenhüttenwesens geleisteten Arbeiten. Aber es ist nicht genug damit, daß unsere großen Arbeitsverfahren fortentwickelt werden, daß neue gesucht werden: die Durchdringung der Technik mit Wissenschaft verlangt auch die Behandlung der kleinen und kleinsten Einzelgebiete und Grenzgebiete mit wissenschaftlicher Erkenntnis, wissenschaftlicher Forschung.

Es ist im großen Zusammenhange unseres Wirkens die Wirtschaftlichkeit, die dazu zwingt. Und wenn hier ein kleines Sondergebiet aus dem Eisenhüttenwesen behandelt werden soll, so mögen an den Anfang der Ausführungen einige kurze Betrachtungen gebracht sein über die wirtschaftliche Bedeutung einer pfleglichen Behandlung dieses Sondergebietes der feuerfesten Baustoffe.

In einer vergleichenden Betrachtung³⁾ über das Talbotverfahren im Vergleich mit anderen Herdfrischverfahren brachte Dr. techn. F. Schuster auch eine umfangreiche Aufstellung über die einzelnen Posten der Selbstkosten bei den verschiedenen Stahl-

herstellungsverfahren. Zwar mögen die absoluten Ziffern der Zusammenstellung aus einer wirtschaftlich so anderen Zeit heute nicht mehr zutreffen, anzunehmen ist aber wohl, daß das Verhältnis der Kosten für feuerfesten Werkstoff zu den anderen Posten etwa das gleiche geblieben ist. Zahlentafel 1 gibt auszugsweise aus der Arbeit einige Ziffern, aus denen sich der prozentuale Anteil der Kosten für feuerfestes Mauerwerk an den Gesamt-Gestehungskosten und an den Umwandlungskosten ergibt. Danach ist an den Gesamt-Gestehungskosten der feuerfeste Werkstoff mit 1,85 bis 4,18, d. h. im Mittel mit rd. 3 %, an den Umwandlungskosten mit 9,42 bis 20,88, d. h. im Mittel mit rd. 13 %, beteiligt. Eine Nachrechnung für heutige Verhältnisse ergab tatsächlich eine recht gute Bestätigung der Ziffern für den Siemens-Martin-Betrieb. Ersparnisse im feuerfesten Mauerwerk durch entsprechende Auswahl, durch eine geeignete Prüfung (Abnahme) vor dem Einbau und endlich durch eine zweckentsprechende Behandlung werden sich nach diesen Angaben wirtschaftlich stark auswirken. Auch hierfür ein Zahlenbeispiel, das Dipl.-Ing. Illgen⁴⁾ vor einiger Zeit in

Zahlentafel 1. Prozentualer Anteil der Kosten für feuerfesten Werkstoff an Gesamt-Gestehungs- und Umwandlungskosten.

	Verfahren:	Thomas-	Schrott- Roh- eisen-	Roh- eisen- Erz-	Talbot-	Well- mann-	Siemens- Martin-	Duplex-
1	Gesamt-Gestehungskosten <i>M</i>	56,82	67,70	62,29	64,84	67,82	70,25	70,20
2	Umwandlungskosten <i>M/t</i> Schrott-Roh- eisen	8,01	14,32	12,50	14,85	18,90	20,08	25,08
3	Feuerfester Baustoff <i>M/t</i> Stahl	1,05	1,76	2,61	1,40	2,45	2,52	2,85
4	Kostenanteil feuerfest. Baustoffe an 1 in %	1,85	2,60	4,18	2,16	3,61	3,58	4,05
5	Kostenanteil feuerfest. Baustoffe an 2 in %	13,10	12,30	20,88	9,42	12,96	12,54	11,36

einer Abhandlung über die Zweckmäßigkeit der Prüfung feuerfesten Mauerwerks mitteilte. Setzt man im Siemens-Martin-Stahlwerk den Verbrauch an feuerfestem Mauerwerk an mit 25 kg für eine Tonne Stahl, eine Zahl, die sicherlich nicht als zu hoch bezeichnet werden kann, so bedeutet das bei einer Jahreserzeugung von 300 000 t einen Verbrauch von 7500 t feuerfesten Baustoffes, d. h. bei einem Preis von 60 *M/t* einen Kostenaufwand von 450 000 *M*. Gelingt es, den Steinverbrauch um nur 2 kg/t herabzusetzen, also um 8 %, so ergibt das eine geldliche

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 27. November 1926 in Düsseldorf.

²⁾ Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 1418/22.

³⁾ Ber. Stahlw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 23 (1914).

⁴⁾ Oberschl. Wirtsch. 1 (1926) S. 283/92.

Ersparnis von 36 000 *M.* Wendet man für die Prüfung und wissenschaftliche Erforschung der feuerfesten Stoffe, also für ein kleines Sonderlaboratorium, im Jahre 18 000 *M.* auf, so würden diese Kosten nur die Hälfte dessen ausmachen, was eben durch die Tätigkeit jener Prüfungsstelle herausgewirtschaftet werden könnte. Dabei ist selbstverständlich Voraussetzung, daß die Prüfungsstelle auch wirklich derartige Ersparnisse durch ihre Arbeiten herbeiführt. Es darf aber wohl angenommen werden, daß dies schon allein durch eine sorgfältige Abnahmeprüfung des feuerfesten Baustoffes erreicht werden kann.

Man muß andererseits zugestehen, daß das unbedingt notwendige wissenschaftliche Rüstzeug für die Prüfung des feuerfesten Baustoffes erst zu einem kleinen Teile geschaffen ist. Es wurde bereits früher darauf hingewiesen⁵⁾, wie eigenartig es berührt, daß die Eisen- und Stahlindustrie, die sich von ihren Abnehmern seit langem recht strenge Abnahmebedingungen auferlegen lassen muß, selbst einen ihrer wichtigsten Werkstoffe fast ohne jede wirklich zweckmäßige Abnahmeprüfung vom Erzeuger übernahm. Es muß festgestellt werden, daß man sich in Amerika der Bedeutung der Untersuchung und Prüfung der feuerfesten Baustoffe eher bewußt wurde als bei uns; es muß einigen Vorkämpfern — genannt seien Direktor Dr. Lange und Professor Dr. Endell — gedankt werden, daß sie bei uns schon vor Jahren nach dieser Richtung wirkten. Der Verein deutscher Eisenhüttenleute verstand auch hier die Forderung des Tages, als er anfangs 1922 in seinem Werkstoffausschuß einen Unterausschuß für feuerfeste Werkstoffe ins Leben rief.

Als eine Art Rechenschaftsbericht dieses Ausschusses sind die nachstehenden Ausführungen zu betrachten. Vorweg sei dazu eines bemerkt: Die immerhin an Umfang und Tiefe beachtlichen Arbeiten dieses Ausschusses haben immer deutlicher gezeigt, daß wir bei den feuerfesten Baustoffen vor Aufgaben stehen, die weit größere Schwierigkeiten bieten, als der nur etwas ferner Stehende überblicken kann, und weiter, daß wir noch auf lange Zeit vor die Stahlwerker und Hochöfner wohl ebensooft als die um Unterstützung Bittenden wie als die Gebenden hintreten werden. Wenn unsere Forscher, unsere Versuchsanstalten Ersprößliches leisten können, so ist das ja überhaupt nur möglich durch lebendiges Zusammenwirken mit den Herren aus den Betrieben, das gilt in ganz besonderem Maße für die Probleme, die uns hier beschäftigen. Die Vertiefung auch dieser Art von Gemeinschaftsarbeit für unsere gesamte Technik, für unsere Wirtschaft kann nicht eindringlich genug immer wieder gefordert werden.

Man könnte versuchen, an die Probleme des feuerfesten Mauerwerks vom Standpunkte der reinen Forschung aus heranzugehen, d. h. man könnte die binären, ternären und komplizierteren Diagramme der einzelnen Komponenten aufstellen und die Gemische auf ihre Eigenschaften untersuchen, eine Arbeit, die des Schweißes der Edlen wert ist, die aber für uns, die wir für die Praxis arbeiten, einen zu

langen Weg bedeuten würde. Immerhin muß es als eine erfreuliche Tatsache erwähnt werden, daß den Kaiser-Wilhelm-Instituten sich in jüngster Zeit ein solches für Silikatchemie zugesellt hat, von dem wir auch für unsere Arbeiten zweifellos vieles erwarten dürfen. Unsere Industrieforschung selbst aber muß einen anderen Weg einschlagen. Wir müssen ausgehen von den Anforderungen, die betriebsmäßig an den feuerfesten Werkstoff gestellt werden, das ist für uns als Verbraucher das Nächstliegende. Auf Grund der Klärung dieser Anforderungen ergeben sich zwei weitere Aufgaben: einmal entsteht die Frage, wie es möglich ist, Stoffe zu schaffen, die diesen Beanspruchungen bestmöglich genügen, bzw. wie man die Stoffe in diesem Sinne behandeln muß; zum andern müssen wir Prüfverfahren einführen, Prüfverfahren schaffen, die gestatten, den feuerfesten Werkstoff vor dem Einbau daraufhin zu untersuchen, ob er jenen Anforderungen standhält. Es wurde eingangs von der wirtschaftlichen Bedeutung solcher Prüfungen gesprochen — ihre Wichtigkeit wird noch größer, wenn man überlegt, welche Schäden eintreten können, wenn ein Ofen fertig erstellt ist und in Betrieb genommen wird, bei dem unzureichende Baustoffe verwendet wurden! In einer amerikanischen Veröffentlichung wurde vor einiger Zeit ein Fall erwähnt, wo sich durch Verwendung ungeeigneter Steine der Kostenanteil des feuerfesten Mauerwerks im Hochofenbetrieb auf etwa das Fünffache erhöhte.

Aus der Zusammenfassung der Ueberlegungen über die Beanspruchungen und über die Prüfungen ergibt sich dann als letztes die Aufstellung von klaren, umfassenden und zweckentsprechenden Gütevorschriften.

Es wurde bereits betont, daß diese Arbeiten nur zu bewältigen sind in Zusammenarbeit von Betriebsmann und Wissenschaftler, es wurde auch hingewiesen auf die Erwartungen, die wir auf die Arbeiten der reinen Forschung in der Silikatchemie setzen; aber noch ein weiteres ist erforderlich: die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit den Erzeugern. Man hat früher wohl über die Zurückhaltung der Fabriken feuerfester Steine geklagt, und fast möchte man annehmen, daß erst das Vorgehen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute auf dem Gebiete der feuerfesten Baustoffe etwas anregend gewirkt hat auf das stärkere Hervortreten von Veröffentlichungen aus dem Kreise der Erzeuger — jedenfalls muß aber für die neuere Zeit festgestellt werden, daß im Fachnormenausschuß für feuerfeste Baustoffe des Normenausschusses der Deutschen Industrie die Zusammenarbeit herbeigeführt worden ist, die für eine gedeihliche Entwicklung der Frage Voraussetzung ist.

1. Die Anforderungen an das feuerfeste Mauerwerk im Hüttenbetriebe.

Wenn man die Anforderungen, die die einzelnen Zweige des Hüttenbetriebes an das feuerfeste Mauerwerk stellen, näher betrachtet, so springen zunächst gewisse Schwierigkeiten ins Auge. Beanspruchungen nach ganz verschiedenen Richtungen sind es, die uns entgegentreten, bei den verschiedenen

⁵⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 54 (1924).

Verwendungsstellen in ihrer Art, ihrer Wichtigkeit wechselnd und vor allem sich verschieden gruppierend, sich teilweise überschneidend oder einander entgegenwirkend. Es ist nicht möglich, wie dies früher allgemein üblich war, die Beanspruchung des feuerfesten Mauerwerks aufzufassen allein als eine solche durch hohe Temperatur. Die Feuerfestigkeit, die den Widerstand gegen erhöhte Temperaturen zum Ausdruck bringt, d. h. die hohe Lage des Schmelz- bzw. Erweichungspunktes ist — auch in ihrer Erweiterung dahin, daß der Widerstand gegen ein Erweichen unter gewissem mechanischen Druck recht hoch sein soll — schließlich weiter nichts als die allgemein grundlegende Vorbedingung für einen feuerfesten Baustoff überhaupt. Hier kann es sich nur darum handeln, gewisse Abstufungen festzustellen. Die Beanspruchung allein durch Temperatur ist naturgemäß verschieden, je nachdem ob es sich um Oefen handelt, in denen Stahl geschmolzen wird, in denen also Temperaturen von mehr als 1500° auf lange Zeit bestehen, oder beispielsweise um Glühöfen, in denen 1000° kaum überschritten werden. Wie bereits erwähnt, berücksichtigt man in neuerer Zeit nicht den Widerstand gegen die Temperatur allein, sondern unter der Erweiterung, daß zu der Temperatur auch gewisse mechanische Beanspruchungen treten. Dieser Fall ist naturgemäß als der eigentlich allgemeine anzusprechen, denn die Fälle, wo feuerfestes Mauerwerk nicht auch unter gewisser mechanischer Beanspruchung im Gebrauch steht, dürften verhältnismäßig sehr selten sein. Andererseits — das sei gleich betont — soll man sich aber auch vor einer Ueberschätzung der mechanischen Beanspruchung hüten, denn die üblicherweise auftretenden Drücke im feuerfesten Mauerwerk sind nicht sehr hoch. So könnte man beispielsweise versucht sein, den Druck in den unteren Lagen der Gittersteine in Gas- und Luftkammern als sehr bedeutend zu betrachten, jedoch dürfte der Druck selbst bei einem Gitterwerk von mehr als 4 m Höhe auch in den untersten Lagen nicht über 0,5 kg/cm² betragen; für die heißesten Zonen der Kammer im oberen Teil werden die Drücke infolge der wenigen darüber lagernden Schichten immer geringer werden. Es darf aber auch nicht übersehen werden, daß sich mechanische Beanspruchungen einstellen können, die man nicht überblicken kann und nicht völlig in der Gewalt hat: Erwähnt seien nur die Gewölbe von Oefen, in denen durch die Wärmeausdehnung erhebliche Drücke auftreten können. Dabei tritt bekanntlich bei Silikasteinen infolge der inneren Umwandlung ein Wachstum noch über die normale thermische Ausdehnung hinaus auf. Es wird daher grundsätzlich immerhin empfehlenswert sein, die Forderung bestimmter Feuerfestigkeit zu verbinden mit einer solchen auf Widerstand gegen Druck bei diesen höheren Temperaturen. Aus dem Hinweis auf das Verhalten der Silikasteine ergibt sich die Bedeutung eines weiteren Punktes. Unsere wichtigsten feuerfesten Baustoffe, Silika und Schamotte, haben beide bekanntlich die Eigenart, bei lang andauernder Erhitzung das Volumen zu ändern, der Silikastein wächst, der Scha-

lotstein schwindet. Man muß sich grundsätzlich mit dieser Eigenart des Baustoffes abfinden. Wir wissen aber, daß die Größe dieses Schwindens oder Wachsens recht verschieden sein kann auch bei sonst ziemlich gleichartigen Steinsorten. Diese Verschiedenartigkeit der Volumenänderung bringt nun aber Schwierigkeiten hervor. Der Ofenbauer muß bei seiner Konstruktion das Wachsen oder Schwinden berücksichtigen. Er kann dies nur, wenn er über den Betrag dieses Schwindens und Wachsens im voraus unterrichtet ist; je genauer er die Ziffern hierfür kennt, desto genauer wird er sie auch in seinen Berechnungen berücksichtigen können, desto sicherer wird er sein Bauwerk herstellen können. Dabei ist ihm auch nicht gedient mit Mittelwerten, d. h. es darf nicht so sein, daß einzelne Steine in ihrem Verhalten ausfallen, denn durch solche einzelnen sich abweichend verhaltenden Steine können an sich kleine Risse und Beschädigungen im fertigen Mauerwerk entstehen, die vielleicht auf den ersten Blick im Betrieb nicht störend wirken können, die aber insbesondere bei wiederholtem Erhitzen und Abkühlen der Keim werden für größere Schäden. Der Raumbeständigkeit oder besser gesagt dem Schwinden bzw. Nachwachsen im Betrieb muß daher als einer bedeutsamen Erscheinung ein besonderes Augenmerk zugewandt werden.

Das wiederholte abwechselnde Erhitzen und Abkühlen wurde soeben bereits gestreift, es ergibt eine weitere und schon eine recht eigenartige Forderung, die im Hüttenbetriebe an den Baustoff gestellt wird. Ihre Bedeutung wechselt naturgemäß je nach der Sonderheit des Verwendungszweckes; am ausgeprägtesten tritt diese Beanspruchung beispielsweise bei Pfannen und beim Gitterwerk in den Kammern auf. Der feuerfeste Stein ist wie jedes mineralogische Erzeugnis innerhalb gewisser Grenzen infolge seines ganzen Aufbaues temperaturspröde. Besonders in größeren Steinen muß ein abwechselndes Erhitzen und Abkühlen zu Anrissen und Absplitterungen führen. Diese rein mechanischen Beschädigungen können an sich schnell zu einer Schwächung des Mauerwerks führen, sie werden aber auch in ganz kleinen Ausmaßen bereits wieder als Ausgangspunkte für weitere größere Schäden gefährlich. Auch gerade nach dieser Richtung ist nicht nur die durchschnittliche allgemeine Güte wichtig, sondern in ebenso hohem Maße auch die Gleichmäßigkeit hinsichtlich der Neigung oder des Widerstandes zum Reißen und Splintern bei Temperaturwechsel.

Wenn man die physikalischen Anforderungen weiter verfolgt, so tritt ferner die Möglichkeit rein mechanischer Beanspruchung durch Abrieb und dergleichen auf; der obere Teil des Hochofens, der Herd des Siemens-Martin-Ofens werden durch die Beschickung beim Einbringen nach dieser Richtung beansprucht. Hier würde also eine hohe Festigkeit des Werkstoffes und weiter auch eine geeignete Ausbildung der Struktur von ganz erheblicher Bedeutung sein.

Endlich wird im Betrieb der Wärmeleitfähigkeit des Steines an vielen Stellen Aufmerksamkeit

zuzuwenden sein. Es genügt heute nicht mehr, die Wärmeverluste technischer Oefen als ganz ungenaues Restglied der aufgewandten und nutzbar gemachten Energie zu bestimmen. Um den Vorgang des Wärmeübergangs von Flammgasen an Ofenwänden, durch Wände aus feuerfestem Werkstoff und die Wärmeverluste von Ofenwänden selbst erfassen zu können, ist die Kenntnis der hierfür in Betracht kommenden physikalischen Konstanten, der Wärmeleitzahl, der Wärmeübergangszahl, der Strahlungskonstanten und schließlich als Gesamtergebnis der Wärmedurchgangszahl notwendig. Diese Größen sind für alle Anwendungsgebiete feuerfester Steine auf dem Eisenhüttenwerk von großer Bedeutung, sei es, daß Wert auf eine Vergrößerung oder auf eine Verringerung des Wärmeaustausches gelegt wird. Der erste Fall ist erwünscht bei allen Wärmeaustauschern und -speichern, wie Winderhitzern, Regeneratoren usw., ferner bei heißgehenden Oefen, wie beim Siemens-Martin-Ofen und bei Oefen mit Kohlenstaubfeuerung. Bei Winderhitzern und in den Gas- und Luftkammern der Siemens-Martin-Oefen soll beim Heizen die Wärme möglichst rasch von den Flammgasen auf den feuerfesten Speicherwerkstoff übergehen und in diesem möglichst schnell bis zum Kern fortgeleitet werden. Andererseits muß beim Umsteuern auf Luft die Wärme wieder möglichst rasch der Steinoberfläche zugeführt und von dieser ebenfalls rasch an die vorbeistreichende Luft abgegeben werden. In diesen Fällen muß also der feuerfeste Stein eine hohe Wärmeübergangszahl und eine hohe Wärmeleitzahl besitzen. Beim Siemens-Martin-Ofen und anderen heißgehenden Oefen sind die Verhältnisse ähnlich. Der feuerfeste Werkstoff der Gewölbe ist den hier herrschenden hohen Temperaturen in den meisten Fällen nicht gewachsen, so daß die Gewölbe luftgekühlt werden müssen, um sie widerstandsfähig zu machen. Eine hohe Wärmeleitzahl ist aus diesem Grunde hier sehr erwünscht. Die Wärmeübergangszahl zwischen Flammgasen und Gewölbedecke muß hier jedoch niedrig sein. Auch in allen Fällen, in denen die Erhitzung auf indirektem Wege erfolgt, z. B. in den Kammern der Koksöfen, sind hohe Wärmeleit- und Wärmeübergangszahlen notwendig.

Der zweite Fall, eine Verringerung des Wärmeaustausches, ist von Bedeutung bei allen Mauerwerken, die isolierend wirken sollen. So wäre für Wände von Kesselfeuerungen, alle Arten von Glüh- und Flammöfen, Tieföfen, für das Mantelmauerwerk von Wärmespeichern und -austauschern, für alle Arten von Pfannen, für Kanalsteine usw. ein feuerfester Werkstoff mit niedriger Wärmeleitzahl erwünscht.

Die Wärmeleitzahl ist auch eine Funktion der spezifischen Wärme, da bei allen Erhitzungs- und Abkühlungsvorgängen nicht das Wärmeleitvermögen, sondern die Temperaturleitfähigkeit des leitenden Stoffes als ausschlaggebender Faktor in Frage kommt. In solchen Fällen ist also nicht nur auf das Wärmeleitvermögen der feuerfesten Stoffe zu achten, sondern auch auf die spezifische Wärme und das Raumgewicht. Denn von zwei Werkstoffen mit

gleichem Wärmeleitvermögen gebraucht derjenige mit der hohen spezifischen Wärme und dem größeren Raumgewicht einen größeren Zeitraum, um auf eine bestimmte Temperatur zu kommen, als derjenige, bei dem diese beiden Eigenschaften niedriger sind.

Wenn man bedenkt, daß diese verschiedenen Anforderungen bereits mehr oder weniger gleichzeitig auftreten, wenn man weiter bedenkt, daß bei der Wärmeleitfähigkeit sowohl der Wunsch nach größerer als auch nach geringerer vorliegen kann, so ergibt sich hieraus schon eine erhebliche Komplikation; immerhin würde die Aufgabe der Herstellung guter feuerfester Baustoffe, d. h. Steine, die für die einzelnen Zwecke besonders zweckmäßig sind, eine nicht zu schwierige Aufgabe darstellen. Was jedoch erst das Problem des feuerfesten Mauerwerks im Hüttenbetriebe so schwierig macht, ist vielmehr der zu diesen physikalischen Beanspruchungen hinzutretende chemische Angriff. Der Angriff auf den feuerfesten Baustoff durch die Stoffe, die in die Oefen eingebracht werden bzw. dort ungewollt, aber zwangsläufig durch den Betrieb entstehen, muß vielleicht als der allerwichtigste, leider aber auch als der am schwierigsten zu erfassende bezeichnet werden. Welche Bedeutung gerade diesem Umstande zukommt, sei nur an einem Beispiel gezeigt. Nach amerikanischen Feststellungen soll sich die Beheizung der Siemens-Martin-Oefen durch Kohlenstaub bisher, trotz mannigfacher großer Vorteile, nur deshalb nicht genügend durchsetzen können, weil die Kohlenstaubbeheizung durch die entstehende Asche einen derartig hohen Verbrauch an feuerfestem Mauerwerk infolge chemischer Abnutzung im Gefolge hat, daß die Lebensdauer eines Siemens-Martin-Ofens mit Kohlenstaubfeuerung nur halb so groß ist wie die eines solchen mit Generatorgasbeheizung. Der noch so hoch liegende Segerkegelschmelzpunkt, die glänzendste Feuerstandfestigkeit eines Silikasteines nützt nichts, wenn die hieraus hergestellte Wand einem Feuergasstrom ausgesetzt ist, der basische Metalloxyde, Kalk und dergleichen in erheblichen Mengen mit sich führt. Die Metalloxyde bilden mit der Kieselsäure viel leichter schmelzende Verbindungen, die sehr schnell zu einem Abschmelzen innerhalb kurzer Zeit führen können. Wie stark die Herabsetzung des Schmelzpunktes verschiedener Komponenten durch Zusammentreten sein kann, sei nur an einem Beispiel in Abb. 1 gezeigt: Der Schmelzpunkt von Magnesia, also dem Grundstoff der Magnesitsteine, kann durch Hinzutreten entsprechender Mengen eines Tonerde-Kieselsäure-Gemisches von etwa 1760 bis auf etwa 1300° herabgesetzt werden. Es ist ganz zweifellos, daß das scheinbare Auftreten mangelnder Feuerfestigkeit im Betrieb in vielen Fällen auf solche Schmelzpunkterniedrigungen zurückzuführen ist. Um überhaupt in der Frage des feuerfesten Werkstoffes namhafte Fortschritte zu machen, müßte der Frage des chemischen Angriffes vor allem im Betrieb eine erheblich größere Aufmerksamkeit zugewandt werden, als dies bisher der Fall gewesen ist. Der Schlackenangriff, wie er kurz bezeichnet sei, spielt eine ganz erhebliche Rolle fast in allen Teilen des Siemens-Martin-Ofens, bei allen

Kohlenstaubfeuerungen, bei Pfannensteinen, bei den Gittersteinen usw.; dazu kommen aber auch noch andere eigenartige chemische Reaktionen, erwähnt sei nur die Zerstörung von Schamottesteinen im Hochofenschicht durch Kohlenoxyd. Wenn man recht überlegt, muß man es z. B. zweifellos als ein

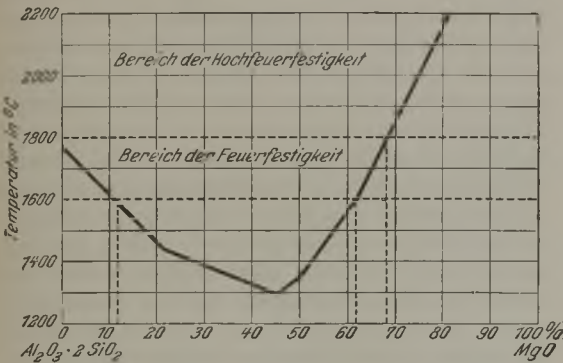


Abbildung 1. Erweichungspunkte der Gemische MgO + Al₂O₃ · 2 SiO₂ (nach Riecke).

Unging bezeichnen, daß das Gewölbe des basischen Siemens-Martin-Ofens aus den hochkieselsaurehaltigen Silikasteinen hergestellt wird. Es muß ja jeder Schlackenspritzer, jede aufstaubende Kalkwolke Korrosionen des Gewölbes hervorrufen, die um so verhängnisvoller werden müssen, je höher die Temperaturen im Ofen sind. Es braucht bei diesem Schlackenangriff noch nicht einmal bis zum Abschmelzen zu kommen, um wirtschaftliche Nachteile im Gefolge zu haben. Bereits die oberflächliche Verglasung der Steinoberflächen kann von Bedeutung werden, z. B. hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit.

In Abb. 2 ist versucht worden, im groben die für die hauptsächlichsten Verwendungsstellen im Hüttenbetriebe im einzelnen auftretenden Forderungen ihrer Bedeutung nach hervorzuheben. Die Schraffur der Felder gibt an, daß für den in der senkrechten Reihe angegebenen Verwendungszweck die in der wagerechten Reihe angegebene Angriffsart von besonderer Wichtigkeit ist; dabei ist selbstverständlich die Aufstellung nicht so zu verstehen, daß beispielsweise für die Roh-eisenpfanne die mechanische Festigkeit des Steines ohne jede Bedeutung ist; das Freilassen dieses Feldes soll lediglich bedeuten, daß ein gewöhnlicher Stein bei der Pfanne den auftretenden mechanischen Beanspruchungen ohne weiteres gewachsen ist, während dies hinsichtlich des chemischen Angriffs durchaus nicht der Fall zu sein braucht. Andererseits tritt für Trichter, Kanalsteine usw. der chemische Angriff deshalb zurück, weil die Benutzung dieser Arten von Steine ja jeweils nur eine einmalige und

sehr kurze ist, wobei sich der Angriff nach chemischer Richtung kaum auswirken kann, dagegen müssen diese Steine in bezug auf den Widerstand gegen Temperaturwechsel infolge des recht plötzlichen Einströmens des überhitzten Stahles recht gut sein.

Die in Abb. 2 aufgestellte grobe Uebersicht muß in der Weise weiterentwickelt werden, daß in jedem Hauptverwendungsgebiet wieder die unter Umständen verschiedenen beanspruchten Einzelstellen durchprüft werden, für jede die summarische Beanspruchung durch eingehendes Studium in Einzelgedanken zergliedert wird. Man kommt dann im äußersten Falle dazu, daß jeder Stelle ihr Sonderwerkstoff zugewiesen werden müßte. Als Beispiel sei ein Stoßofen, bei dem ja die Verhältnisse ziemlich einfach liegen, betrachtet.

Feuerbrücke und Wangen und der erste Teil des Heizraumes haben höchste Temperaturen, starken Flugstaubangriff (Kohlenasche verschiedener Gefährlichkeit), aber verhältnismäßig gleichbleibende Temperatur und geringe mechanische Beanspruchung zu erwarten. Die Türbogen und Pfeiler haben dagegen stärksten Temperaturwechsel, größte mechanische Beanspruchung (Abrieb, Stoß des Kranes), keinen Schlackenangriff, dafür Stichflammen zu gewartigen. Die Sohle und die unterste Lage der Seitenmauerung haben wiederum gleichmäßige, nicht allzu hohe Temperatur, aber stärkstem Angriff durch geschmolzenes Eisenoxyd in einem Schlackensumpf zu widerstehen.

	Steinart	Schmelzpunkt	Feuerstandfestigkeit	Raumbestandfestigkeit	Widerst. gegen Temp. Wechsel	Wärmeleitfähigkeit	Druckfestigkeit	Abrieb	Widerst. gegen chem. Angriff
Hochofen	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Winderhitzer	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Roh-eisenpfanne	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Koksafenkammer	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Mischer	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
S.-M.-Ofen	Si.	■	■	■	■	■	■	■	■
S.-M.-Ofen	Ma.	■	■	■	■	■	■	■	■
Gaserzeuger	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Gießpfanne	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Trichterröhre	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Kanalsteine	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Tieföfen	Sch. Ma.	■	■	■	■	■	■	■	■
Kesselfeuerung	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■
Wärme- u. Glüh-Ofen	Sch.	■	■	■	■	■	■	■	■

Steinart: Si. = Silika, Sch. = Schamotte, Ma. = Magnesit

Abbildung 2. Abhängigkeit der Anforderungen an feuerfeste Baustoffe vom Verwendungszweck.

Gleichzeitig haben die Steine unter Umständen höheren Druck ohne Erweichung zu tragen. Der weitere Heizraum hat nur mehr mäßige Temperaturen, keine Schlacke, keine Stichflammen, aber häufigen Temperaturwechsel (durch kalte Blöcke) auszuhalten. Während man in den eben genannten Bauteilen nach guter Wärmeableitung strebte, um die Zerstörung zu mildern, ist hier Isolierung am Platze.

Praktisch ist im allgemeinen eine durchaus gleichartige Mauerung üblich, die demgemäß unzweckmäßig erscheint; denn es ist eine bekannte Erscheinung, daß eine Eigenschaft meist nur unter

Verzicht auf andere gute Eigenschaften besonders gut herausgebildet werden kann. Es wird nun naturgemäß nicht möglich sein, in dem Stoßofen soviel verschiedenartige Steine einzubauen, eine gewisse Annäherung an den bestmöglichen Fall wird aber sehr wohl zu bewerkstelligen sein. Ganz abgesehen davon muß eine Klärung aller dieser Verhältnisse auf jeden Fall erzielt werden, wenn die feuerfesten Baustoffe den auftretenden Beanspruchungen genügen sollen.

2. Die Erfüllung der Anforderungen an das feuerfeste Mauerwerk.

Die Aufgabe, für die verschiedenen Verwendungszwecke brauchbare Steine herzustellen, könnte im ersten Augenblick als eine Aufgabe angesprochen werden, deren Lösung lediglich dem Hersteller der Steine obliegen mußte. Diese Einstellung wäre für die Huttenleute als Verbraucher jedoch durchaus falsch. Es soll ganz davon abgesehen werden, daß sich in vielen Fällen die Hüttenwerke ja auch selbst Fabriken für feuerfeste Steine erbaut oder angegliedert haben, wodurch bereits rein äußerlich die Forderung nach der Beschäftigung mit der Herstellung auftritt. Darüber hinaus ist noch nach verschiedener Richtung die Kenntnis der Herstellung auch für den Hüttenmann erforderlich. Wir haben uns zu beschäftigen mit dem Verhalten des Steines im Betrieb, wir haben weiterhin eine Prüfung des feuerfesten Werkstoffes zu schaffen und zu benutzen. Die Betrachtung des betriebsmäßigen Verhaltens und mindestens in demselben Maße seine Prüfung sind aber unmöglich durchzuführen ohne eingehende Werkstoffkenntnis, diese kann aber nur unter Berücksichtigung der Herstellung erworben werden. Gerade wir Eisenhüttenleute haben ja in unserer Eigenschaft als Erzeuger nicht allzu selten große Schwierigkeiten bei den Verhandlungen mit unsern Verbrauchern deshalb, weil diese die Herstellungsverfahren unserer Erzeugnisse nicht genügend kennen. Es ist daher gerade für eine ersprießliche Zusammenarbeit mit den Erzeugern von größter Bedeutung, daß wir uns auch über die Herstellung des feuerfesten Baustoffes klar sind. Dazu kommt, daß vielleicht noch mehr als bei andern Baustoffen beim feuerfesten Werkstoff das betriebsmäßige Verhalten von Einzelheiten in der Herstellung abhängig ist, über die unter Umständen eine spätere Untersuchung keinen Aufschluß mehr gibt.

Diese Hinweise mögen an dieser Stelle genügen; auf weitere Einzelheiten einzugehen verbietet der Raum. Aber nach einer anderen Richtung sind noch kurze Ausführungen zu machen.

Zur Erzielung eines günstigen Verhaltens des feuerfesten Mauerwerks können und müssen auch Maßnahmen im Betriebe selbst getroffen werden. Naturgemäß gehört dazu in erster Linie eine entsprechende Auswahl des Baustoffes. Man könnte sich vielleicht, vom rein keramischen Standpunkt aus, häufig dadurch helfen, daß man besonders hochwertige Steine verwendet. Es werden ja auch in neuerer Zeit eine ganze Anzahl von Sondersteinen auf den Markt gebracht, Tonerdesteine mit einem

Tonerdegehalt weit über dem der Schamottesteine, Chromerzsteine, die sich besonders durch höhere chemische Widerstandsfähigkeit auszeichnen, Karborundsteine von sehr hoher Feuerfestigkeit, Zirkonsteine u. a. m. Es könnte verlockend erscheinen, derartige hochwertige Steine an vielen Stellen in Benutzung zu nehmen, wenn nicht der sehr hohe Preis dem hindernd entgegenstände. Die meisten Sondersteine sind im Augenblick etwa zehnmal so teuer wie die üblichen. Die Aussichten ihrer Verwendung zum Bau ganzer Öfen sind deshalb ziemlich gering. Es ist unwahrscheinlich, daß sie schon bald dazu führen, daß Eisenhüttenvorgänge nun bei wesentlich höheren Temperaturen als bisher ausgeführt werden können, daß also größere technische Umstellungen erfolgen. Sie haben wegen ihres Preises nur Aussicht, an Sonderstellen mit höchsten Ansprüchen verwendet zu werden, um deren Haltbarkeit mit der Gesamthaltbarkeit oder wenigstens mit der Erzielung günstiger Betriebspausen in Einklang zu bringen. Werden nur einzelne Mauerstreifen aus Sondersteinen ausgeführt, so treten die Kosten zurück. Die Erhöhung des Durchsatzes deckt vielfach die besonderen Kosten. Ferner wäre zu überlegen, ob nicht gegebenenfalls der teure Sonderstein nur in einer dünnen Schicht zur Verwendung kommt und mit einem billigeren Stein hintermauert wird. Es würde das insbesondere an den Stellen zu überlegen sein, wo der Sonderstein einem hohen Schlackenangriff begegnen soll. Nicht unerwähnt darf bleiben, daß die Sondersteine bei besonderer Ausbildung gewisser Eigenschaften auch Schwächen nach anderer Richtung haben.

Große Aussicht hat an Stelle von ganzen Sondersteinen auch die Verwendung von hochfeuerfesten Anstrichmassen⁶⁾. Der Unterausschuß für feuerfeste Werkstoffe hat im übrigen beschlossen, gerade der eingehenden Prüfung der Sondersteine in der nächsten Zeit besondere Aufmerksamkeit zu widmen — auch hier wäre die Unterstützung durch Mitteilung von Betriebserfahrungen wieder von erheblichem Vorteil. Ob sich nun diese Sondersteine mehr oder weniger durchzusetzen vermögen oder nicht, so wird es doch noch auf lange Zeit hin nötig sein, mit den jetzt zur Verfügung stehenden Steinen zu arbeiten, wobei andererseits eine Verbesserung der Eigenschaften durchaus möglich ist. Hierbei kann man sowohl in Amerika als auch bei uns Bestrebungen nach zwei Richtungen hin unterscheiden. Man kann einerseits als Forderung aufstellen, eine Steinart, z. B. den Silikastein, so auszubilden, daß er in bezug auf Feuerstandfestigkeit, geringes Wachsen, Temperaturbeständigkeit und vielleicht hinsichtlich des chemischen Angriffs das Beste darstellt, um so einen Stein zu erhalten, den man an allen Stellen verwendet, wo überhaupt der Silikastein in Frage kommt. Nach der andern Seite kann man bestrebt sein, Silikasteine mit besonders guten Einzeleigenschaften herzustellen, also beispielsweise solche, bei denen auf das Nachwachsen gar keine oder wenig Rücksicht genommen wird, die aber dafür einen höheren Widerstand gegen Absplittern bei Temperaturwechsel zeigen. Die Mehr-

⁶⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 92 (1926).

zahl der deutschen und auch amerikanische Fachleute glauben auf dem letzteren Wege eher zu einem Ziel zu gelangen. Auch hierbei spielen wiederum wirtschaftliche Erwägungen eine Rolle. Es muß sicher zugegeben werden, daß der auf Grund der erstgenannten Bestrebungen herzustellende „Beststein“ verhältnismäßig kostspielig werden wird, er wird zweifellos hohe Anforderungen bezüglich der Herstellung stellen: besondere Auswahl der Rohstoffe, ein Brennen nach ganz bestimmten Gesichtspunkten usw. Bei den einzelnen Sonderzwecken angepaßten Steinen wird man vielleicht und sogar wahrscheinlich auch für einzelne Verwendungszwecke besondere Hochwertigkeit erzielen können nur unter Verteuerung der Herstellung; es wird aber zweifellos andererseits möglich sein, für andere Verwendungszwecke weniger gute Rohstoffe und einen weniger guten Brand zuzulassen, wodurch ein billigerer Stein erzeugt und verwendet werden könnte.

Von Maßnahmen im Betriebe sei nur noch eine herausgegriffen. Nach amerikanischen Feststellungen werden chemische Zerstörungen des Gewölbes und der Pfeiler aus Silikasteinen besonders eingeleitet durch das Aufwirbeln und Niederschlagen von Dolomit und Kalk beim Flicken der Oefen. Hier sollen sehr gute Erfahrungen dadurch gemacht worden sein, daß man den Flickstoff einspritzte, ein Verfahren, das aber nach anderen Mitteilungen aus der Praxis wieder auf Schwierigkeiten in der Ausführung stößt.

Hinsichtlich des Herstellungsverfahrens sei ebenfalls nur eine Einzelheit herausgegriffen: die Frage der Formung durch Maschine oder von Hand. Maschinell geformte Steine haben Vorteile durch ihre genaue Form, die beim Vermauern kleinere Fugen zuläßt, durch ihre höhere Dichte, die den Widerstand gegen Abrieb, gegen Druckerweichung und auch Schlackenangriffe vermindert. Allerdings steht dem gegenüber, daß weniger poröse Steine gegen Temperaturwechsel entsprechend empfindlicher sind. Gerade dieses Beispiel weist besonders auf die Richtigkeit der Herausbildung von Sondersteinen für die verschiedenen Einzelzwecke hin. Von Bedeutung dürfte in diesem Zusammenhang sein, daß nach amerikanischen Angaben ein Brennkopf eines Siemens-Martin-Ofens, der durch mortellostes Aneinanderpassen gut geschliffener Steine hergestellt wurde, eine fünfmal so große Lebensdauer aufwies wie ein in üblicher Weise hergestellter.

3. Die Prüfverfahren für die feuerfesten Baustoffe.

Wenn jetzt zu einer Betrachtung der Prüfverfahren für feuerfeste Baustoffe übergegangen wird, so müssen verschiedene Richtungen unterschieden werden. Einmal, und das ist die praktische Seite, wird es sich darum handeln müssen, Verfahren für die Abnahme aufzustellen. Dabei wird wieder zu unterscheiden sein zwischen mehr technologischen Verfahren, die die Beanspruchungen im Gebrauch meist weitgehend nachahmen, aber weniger gut ausgeprägte ziffernmäßige Ergebnisse zeitigen und bei denen außerdem sehr häufig kleine Einzelheiten in der Versuchsausführung von erheblichem Einfluß

auf das Ergebnis sein können, wodurch Fehlurteile möglich sind. Daneben stehen die mehr exakten Verfahren, die eine ausgeprägte physikalische Eigenschaft des Steines bestimmen lassen, von der man dann aber weiß, daß sie für eine bestimmte Richtung des Verhaltens maßgebend ist — allerdings oft nicht als einzige. Hierfür ein Beispiel. Der Widerstand gegen wechselnde Temperatur wird in Amerika und vielfach auch bei uns ermittelt durch Abschreckversuche, d. h. der zu prüfende Stein wird nach bestimmten Vorschriften erhitzt und dann schnell abgekühlt, ebenfalls nach bestimmten Vorschriften (Eintauchen in Wasser, Auflegen auf eine kalte Eisenplatte usw.). Hier wird also im Versuch der Stein Temperaturwechseln ausgesetzt und auf sein Verhalten dabei unmittelbar geprüft, ganz gleich, ob man sich auf eine qualitative Betrachtung beschränkt oder nach einer bestimmten Anzahl von Abschreckungen die Menge der abgesplitterten und leicht abbröckelnden Stücke gewichtsmäßig feststellt. Es liegt auf der Hand, daß für diese Prüfung sehr scharfe Richtlinien hinsichtlich der Einzelheiten des Versuchs aufgestellt und eingehalten werden müssen, um reproduzierbare Werte zu bekommen. Andererseits wissen wir aber, daß die Neigung zum Absplittern und Reißen unter dem Einfluß von Temperaturwechseln zu einem großen Teil durch gewisse physikalische Eigenschaften bestimmt wird: durch die Struktur, durch die Porosität und nach Untersuchungen von Steger⁷⁾ auch durch die Wärmeausdehnung. Wenn es nun gelingt, den Einfluß dieser und vielleicht noch anderer scharf umrissener und genau zu bestimmender Einzelumstände weitgehend eindeutig festzulegen, so würde man durch exakte Einzeluntersuchungen mit ziffermäßigen Ergebnissen wohl besser zu einem Gesamtergebnis kommen als durch den groben Abschreckversuch.

Zu diesen Prüfverfahren, die für den praktischen Gebrauch bei der Abnahme bestimmt sind, treten dann aber noch solche, die man als mittelbare, aber darum doch nicht weniger notwendige ansprechen muß; es wären dies die Untersuchungsverfahren, durch die man in der Erforschung der feuerfesten Baustoffe Fortschritte machen könnte. Es handelt sich hier wieder um eine Parallelercheinung zur Stoffkunde und -prüfung von Eisen und Stahl. Auch hier ist neben die chemische und physikalische Prüfung die Gefügeuntersuchung getreten. Sie kann und darf nicht als Abnahmeprüfung gewertet und eingeführt werden. Trotzdem aber ist ihre Bedeutung für unsere Kenntnisse auch in der Werkstoffprüfung eine außerordentlich große. In weiterem Verfolg dieses Vergleichs sei hinsichtlich der feuerfesten Baustoffe auf die Strukturuntersuchungen nach Steinhoff durch Anfärben als Studienverfahren hingewiesen, worüber im Unterausschuß für feuerfeste Werkstoffe wiederholt berichtet wurde⁸⁾.

Wenn wir die für Abnahmezwecke sicher oder voraussichtlich brauchbaren Prüfverfahren betrach-

⁷⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 52 (1924).

⁸⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 49 (1924) und 76 (1925).

ten, an deren Normung zur Zeit im Fachnormenausschuß für feuerfeste Baustoffe gearbeitet wird, so ist festzustellen, daß hier noch technologische und exakte Prüfungen durcheinander gehen. Die Entwicklung ist leider noch nicht so weit fortgeschritten, daß wir den Zusammenhang zwischen exakten Eigenschaften und dem Verhalten im Betriebe genau kennen, ja sogar der Zusammenhang zwischen dem Verhalten im Betriebe und der Prüfung überhaupt ist teilweise leider noch ungeklärt, und hier ist einer der Hauptpunkte, die für die Notwendigkeit des Zusammenarbeitens von Betriebsingenieuren und Forschern wichtig sind. In Abb. 3 ist versucht worden, die grundlegenden wichtigen Zusammenhänge zwischen den Anforderungen im Betriebe und den spezifischen Eigenschaften bzw. Prüfmöglichkeiten der Steine zum Ausdruck zu bringen.

Wenn man zunächst die technologischen Prüfverfahren betrachtet, so steht zur Untersuchung des Erweichens und Schmelzens die althergebrachte

der weiteren Prüfverfahren die Segerkegelprüfung immer mehr an Bedeutung verlieren wird und, wenn wir eine neue, wirklich brauchbare Einteilung der feuerfesten Baustoffe einmal aufgestellt haben, vielleicht ganz verschwinden wird.

Die ebenfalls den Widerstand gegen Erhitzung feststellende Prüfung auf Feuerstandfestigkeit, d. h. das Beobachten des Verhaltens der Steine unter Druck bei steigender Temperatur, geht gewissermaßen einen Schritt weiter. Es muß aber doch ausgesprochen werden, daß die Untersuchung der Feuerstandfestigkeit bald nach ihrer Einführung in gewisser Beziehung hinsichtlich ihrer Bedeutung für die praktische Beurteilung des Steines überschätzt wurde. Es ist durchaus nicht so, daß diese Prüfung für alle Verwendungszwecke angebracht ist, es gibt zweifellos Fälle, wo eine hohe Feuerstandfestigkeit nur von untergeordneter Bedeutung ist. Andererseits muß doch wieder betont werden, daß die Untersuchung der feuerfesten Steine auf Verhalten bei

hohen Temperaturen unter Druck eine ausgezeichnete Studienprobe darstellt, die geeignet ist, uns in die Kenntnis des allgemeinen Verhaltens des feuerfesten Steines tiefer eindringen zu lassen. Darüber hinaus muß der Druckerweichungsversuch als ein Mittel angesprochen werden, dem Betrieb im voraus zu sagen, wie der Stein sich bei Dauerbeanspruchung verhalten wird, wie schnell und bei welchen Temperaturen eine innere Wertminderung eintreten wird. Beim Silikastein tritt das Nachgeben bei höheren Temperaturen verhältnismäßig plötzlich ein, so daß hier also ein recht klares Bild über die Grenzen der Halt-

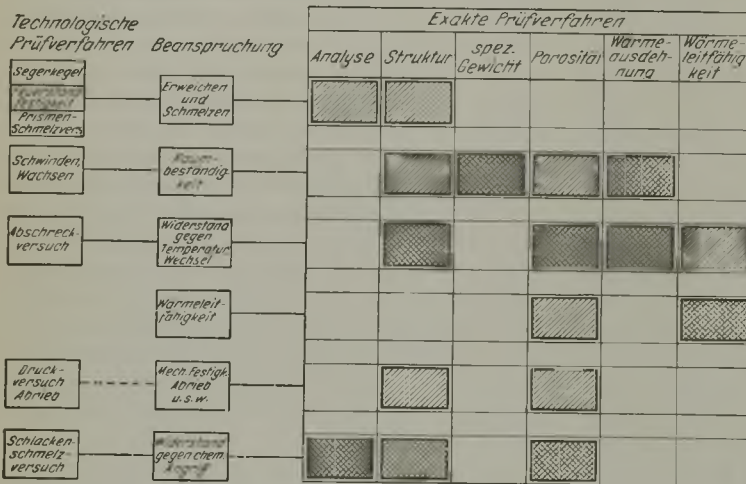


Abbildung 3. Anforderungen an feuerfeste Baustoffe und Prüfverfahren.

Segerkegelprüfung zur Verfügung, die als eine Vergleichsprüfung aufzufassen ist. Die Segerkegelprüfung sagt ja nicht, bei welcher Temperatur der zu prüfende Baustoff ausgeprägt schmilzt, vielmehr ist das Umbiegen und Niederschmelzen des Segerkegels auch abhängig von der Geschwindigkeit der Temperatursteigerung, unter Umständen von der Ofenatmosphäre usw. Wir haben also hier nicht eine wahre Schmelzpunktbestimmung — einen eigentlichen Schmelzpunkt haben ja die allmählich erweichenden feuerfesten Baustoffe auch gar nicht —, sondern eine Prüfung eben auf Erweichen, und zwar im Vergleich zu einer in gewisser Weise willkürlich hergestellten Reihe von Vergleichsmischungen. Die Tatsache, daß aber die Segerkegelprüfung bis in die neueste Zeit hinein eines der wichtigsten Merkmale für die Begutachtung insbesondere der Schamottesteine war, hat Veranlassung gegeben, die Prüfung doch einer Normung zu unterziehen, die im wesentlichen eine Festlegung der bisher üblichen Arbeitsweise darstellt. Es herrscht jedoch wohl allgemein darüber Uebereinstimmung, daß mit dem Ausbau

barkeit im Betriebe erhalten wird. Das gleiche gilt für den Magnesitstein, der bei einer bestimmten Temperatur verhältnismäßig plötzlich zusammenbricht. Erheblich verwickelter liegen die Verhältnisse beim Schamottestein, und die Auswertung der Ergebnisse des Druckerweichungsversuches gerade bei diesem unterliegen zur Zeit noch der Durcharbeitung an den verschiedenen Stellen, die im Normenausschuß zusammenwirken. Die sich beim Schamottestein ergebenden Zahlen der Temperaturen der „beginnenden Erweichung“ sowie gewisser Stauchungsgrade sind nicht als Naturkonstanten des Steines anzusprechen, sie sind tatsächlich nur die Ergebnisse einer rein technologischen Prüfung unter genau festzulegenden und einzuhaltenden Prüfungsbedingungen. Immerhin lassen sich wiederum aus dem Druckerweichungsverhalten des Schamottesteines gewisse Schlüsse ziehen; der Erweichungsbeginn gibt insbesondere einen Anhalt über die erreichte Temperatur beim Brennen des Steines. Wie durch ein Nachbrennen der Prüfkörper festgestellt werden kann, steigt der Punkt der beginnenden

den Erweichung mit der Dauer und bzw. oder der Höhe des Brandes, sinkt beim Ueberschreiten günstigster Brandverhältnisse jedoch wieder. Fester liegt dagegen beim Schamottestein der Punkt „haltloser Erweichung“, und dieser kann voraussichtlich als ein Hilfsmittel zur Beurteilung des späteren Verhaltens im Betriebe angesprochen werden, ähnlich wie Sinken und Zusammenbruch des Silika- bzw. Magnesitsteines. Zu bemerken ist dazu aber, daß ein Schamottestein im allgemeinen hinsichtlich der Druckerweichung auch bei Betriebsbeanspruchung noch keine endgültigen Eigenschaften besitzt, ganz unabhängig von chemischen Einflüssen der Schlackeneinwirkung erleidet der Schamottestein im Laufe der Betriebszeit eine fortlaufende Aenderung.

Zusammenfassend konnte man sich dahin aussprechen, daß die Prüfung auf Feuerstandfestigkeit zum Studium der Steine sicherlich noch große Dienste leisten wird, und daß bei der damit sich ergebenden tieferen Erkenntnis des Verhaltens des Steines und dem weiteren Ausbau des Prüfverfahrens sich doch die Feuerstandfestigkeit zu einem für die Normen geeigneten Prüfverfahren ausbauen lassen wird.

Erwähnt sei in diesem Zusammenhang der Versuch von Steinhoff⁹⁾, noch in anderer Weise die Segerkegelbestimmung zu verbessern dadurch, daß größere Prismen aus dem zu prüfenden Stein herausgeschnitten wurden, um dann wie Segerkegel erhitzt zu werden. Dabei wurde die Temperatur durch unmittelbare Messung verfolgt; der besondere Vorteil dieses Prüfverfahrens aber ist, daß viel besser als bei den kleinen Segerkegeln die Oberflächenänderung der Steine verfolgt werden kann, die vielfach bei Silikasteinen jedenfalls bemerkenswerte Rückschlüsse auf Natur und Verhalten des Steines zuließen.

Für die Raumbeständigkeit kann man die grobere Bestimmung des Schwindens und Wachsens als technologisches Prüfverfahren ansprechen. Es wird zur Zeit bei der Normung mit behandelt. Die Möglichkeit ihrer durchaus exakten Durchführung als Bestimmung der Wärmeausdehnung — teilweise noch im Ausbau — läßt aber angezeigt sein, diese unter den exakten Prüfverfahren aufzuführen.

Zur Feststellung des Widerstandes gegen wiederholten Temperaturwechsel dient die Abschreckprobe, die bereits erwähnt wurde. Sie gibt für Schamottesteine immerhin brauchbare Werte, ist aber selbstverständlich nur rein technologisch aufzufassen, da das Ergebnis zweifellos abhängig ist von den Einzelheiten der Versuchsausführung. Für Silikasteine und Magnesitsteine kommt sie nicht in Frage, da ihr Widerstand gegen Temperaturwechsel so gering ist, daß sie bei der immerhin recht hohen Beanspruchung der Abschreckprobe sich stets „schlecht“ verhalten.

Für die Untersuchung der mechanischen Festigkeit könnte man an Abriebproben u. dgl. denken, wie sie für andere Baustoffe in Frage kommen. Es dürfte jedoch das Verhalten des feuerfesten Steines bei Raumtemperatur nach dieser Richtung kaum von Belang sein, und für das Verhalten hinsichtlich Widerstand gegen Abrieb bei höherer Temperatur würde

eine bei gewöhnlicher Temperatur vorgenommene Prüfung kaum Anhaltspunkte ergeben.

Die Untersuchung des Widerstandes gegen chemischen Angriff ist bei der großen Bedeutung, die dieser Eigenschaft beizumessen ist, in sehr vielfacher Weise der Gegenstand von Bestrebungen gewesen, ein laboratoriumsmäßiges Prüfungsverfahren auszuarbeiten. Im Rahmen des Werkstoffausschusses hat vor einiger Zeit F. Hartmann über ein Verfahren berichtet¹⁰⁾, welches als ein weitestmöglich ausgebaut technisches Prüfverfahren angesprochen werden muß, bei dem die Versuchsbedingungen gut eingehalten und überwacht werden können.

Naturgemäß haben exakte Prüfverfahren erst dann einen Wert für die Praxis, wenn die Zusammenhänge mit dem Verhalten im Betriebe bekannt sind. Es muß vorausgeschickt werden, daß diese Zusammenhänge einerseits noch nicht genügend geklärt sind, und daß zum andern auch vielleicht hier in mancher Beziehung ganz erhebliche Schwierigkeiten auftreten werden. Als exakte Prüfverfahren dienen die chemische Analyse, und zwar als Gesamtanalyse und als Analyse der einzelnen Komponenten, aus denen der feuerfeste Stein hergestellt wird, weiterhin die Untersuchung der Struktur — bei den Metallen der metallographischen Untersuchung entsprechend —, die Feststellung des spezifischen Gewichtes und des Raumgewichtes, aus dem sich die Porosität ergibt, ferner die Bestimmung der Wärmeausdehnung und endlich die Untersuchungen auf Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärme und Wärmedurchgang. Wie Abb. 3 erkennen läßt, bestehen hier zweifellos sehr vielfach Zusammenhänge; in der Abbildung sind die feststehenden und einigermaßen geklärten Zusammenhänge durch Ausfüllen der betreffenden Felder gekennzeichnet; in den Fällen, in denen sich aus der Prüfung nur gewisse Anhaltspunkte ergeben oder die Zusammenhänge nur lose sind, sind die Felder gestrichelt. An Hand einiger Beispiele sei diese Frage kurz besprochen.

Die Raumbeständigkeit hängt bei etwa gleicher chemischer Zusammensetzung beim Silikastein bekanntlich ab vom Umwandlungsgrad, der durch entsprechende genaue spezifische Gewichtbestimmung ebenso wie durch Strukturuntersuchung im polarisierten Licht festzustellen ist. Darüber hinaus wird sich auch die Porosität in der Raumbeständigkeit bemerkbar machen: ein poröser Stein hat in höherem Maße die Fähigkeit, eintretende Volumenänderungen in sich selbst auszugleichen, was bei einem dichten Stein nur in geringem Maße möglich sein wird. Und endlich wird sich die Raumbeständigkeit naturgemäß auch exakt verfolgen lassen durch Wärmeausdehnungsversuche. Es wären also zur Beurteilung der Raumbeständigkeit bereits vier exakte Prüfungsverfahren zu benutzen.

Der Widerstand gegen Temperaturwechsel wird abhängig sein von der Wärmeleitfähigkeit, von der Porosität, der Struktur und nach Steger von der Wärmeausdehnung. Der Widerstand gegen chemische Angriffe wird selbstverständlich grundsätzlich bedingt durch die chemische Analyse (Silika, Schamotte,

⁹⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 39 (1923).

¹⁰⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 81 (1926).

Magnesit usw.), er wird darüber hinaus auch in erheblicher Weise beeinflusst werden von der Struktur, d. h. von dem gröberen oder feineren Aufbau des Steines, ferner von der Porosität: ein stark poröser Stein wird dem chemischen Angriff aus leicht einzusehenden Gründen erheblich eher zum Opfer fallen als ein dichter. Bemerkt sei aber, daß weitere Forschung noch ganz besonders erforderlich ist.

Ueberhaupt wird der Ausbau unserer Kenntnisse dieser Zusammenhänge, und zwar nicht nur in qualitativer Richtung, zum Gegenstand wohl noch einer umfangreichen Forschung werden müssen. Es wird sich auch dabei die Notwendigkeit ergeben, weitere Prüfverfahren wenigstens zum Studium mit heranzuziehen; wie bei den Metallen, so wird auch vielleicht beim feuerfesten Baustoff die Röntgenanalyse Aufschlüsse geben können, die Untersuchung im ultravioletten Licht wäre vielleicht zu erproben. Sollen diese Zusammenhänge jedoch wirklich geklärt werden, so muß als erstes eine Einigung erfolgen über die Form der Durchführung der an sich schon bekannten Prüfverfahren. Aus diesem Grunde ist der Fachnormenausschuß für feuerfeste Baustoffe zunächst ganz folgerichtig an die Normung der Probenahme und der einzelnen Untersuchungsverfahren herangegangen. Es ist bereits eine ziemlich weitgehende Einigung zwischen den verschiedenen Stellen hinsichtlich der Normblätter für Probenahme, für die chemische Analyse, für die Segerkegelprüfung, für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes, des Raumgewichtes und der Porosität und endlich für die Untersuchung auf Schwinden und Wachsen erfolgt. Hierbei gehen technologische und exakte Prüfverfahren noch durcheinander, es wird auch wohl nicht möglich sein, die technologischen Prüfverfahren gänzlich auszuschalten, da sie bei Abnahmeuntersuchungen in manchen Fällen vielleicht doch schneller und einfacher und damit wirtschaftlicher zum Ziele führen werden als exakte Prüfungen. Es darf natürlich nicht der Fehler gemacht werden, Prüfverfahren für die Abnahme einzuführen, für die Aufwendungen zu machen sind, die in einem Mißverhältnis zum Wert des Gegenstandes der Untersuchung stehen.

Ein Gebiet, auf dem unsere Kenntnisse hinsichtlich der Eigenschaften selbst und sogar der Ausbildung der Prüfverfahren noch sehr mangelhaft sind, ist das der Wärmeleitfähigkeit und den damit im Zusammenhang stehenden Eigenschaften. Ueber das Wärmeleitvermögen der feuerfesten Baustoffe liegen allerdings eine sehr große Menge von Zahlenwerten von verschiedenen Forschern vor. Leider widersprechen sich die Ergebnisse in den meisten Fällen, besonders bei hohen Temperaturen. In einem umfassenden Bericht geht A. Kanz¹¹⁾ näher auf dieses Gebiet ein. Im allgemeinen nimmt das Wärmeleitvermögen mit wachsender Temperatur zu. Bei Magnesitsteinen wurde jedoch von verschiedenen Forschern eine Abnahme gefunden. Der Einfluß anderer Faktoren wie Porosität, Korngröße, Höhe der Brenntemperatur, der Grad der Verschlackung usw. ist heute noch fast ungeklärt.

Für die Wärmeübergangszahlen für feuerfeste

Stoffe sind leider bis jetzt nur Näherungswerte bekannt. Die Versuchsschwierigkeiten für ihre laboratoriumsmäßige Bestimmung sind hier noch größer als bei der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit. Die Wärmeübergangszahl ist ebenfalls wie die Wärmeleitfähigkeit abhängig von der Temperatur, und zwar steigt sie mit wachsender Temperatur. Abgesehen davon ist sie aber noch abhängig von dem Strömungszustand der Gase (Art und Geschwindigkeit), von der Beschaffenheit der wärmeaufnehmenden und wärmeabgebenden Wände (Rauigkeit und Form), der Wärmeleitfähigkeit des Gases usw.

Auch für die dritte Form der Wärmeübertragung feuerfester Wände durch Strahlung sind bis jetzt die zur Verfügung stehenden Werte unsicher. Auch hier muß man mit Näherungswerten rechnen. Auf Grund der Arbeiten der Wärmestelle sind die Strahlungsvorgänge im Innern metallurgischer Oefen mit großer Genauigkeit zu erfassen.

Was den Wärmedurchgang oder die Wärmedurchgangszahl für Ofenmauerungen anbelangt, so kann diese aus den Werten der Wärmeübergangszahlen, der Wärmeleitfähigkeiten, den Abmessungen und Temperaturverhältnissen errechnet werden. Ein gutes Mittel, um sie experimentell festzustellen und somit auch die Wärmeverluste durch Ofenwände zu überwachen, ist in dem Wärmeflußmesser des Forschungsheimes für Wärmeschutz in München gegeben. Dieser Apparat gestattet auch den jeweiligen Wärmefluß durch Wände von Oefen, deren Innentemperatur sich zeitlich ändert, zu bestimmen, also Werte, die sich rechnerisch nur schwer oder gar nicht ermitteln lassen. Seine Anwendungsmöglichkeit ist infolge der besonderen Bauart nur beschränkt.

Bezüglich der chemischen Analyse sei darauf hingewiesen, daß eine Normung der Analyseverfahren mit Rücksicht auf die Natur der chemischen Analyse nicht durchführbar ist. Es empfiehlt sich jedoch, zu diesem Zweck Richtverfahren zu benutzen, die für die Lieferung, Abnahme usw. zugrunde gelegt werden können. In diesem Sinne hat der Chemikerausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute derartige Richtverfahren¹²⁾ ausgearbeitet, deren Beachtung den Werken empfohlen wird.

4. Die Normung der Gütevorschriften.

Neben der Normung der Prüfverfahren ist die der Gütevorschriften beim Fachnormenausschuß für feuerfeste Baustoffe von Anfang an in Aussicht genommen worden und auch im Unterausschuß für feuerfeste Werkstoffe Gegenstand mancher Aussprache gewesen. Es hat sich aus naheliegenden Gründen als erforderlich erwiesen, zunächst die Prüfverfahren zu normen. Dieser Zwang hat aber andererseits zu einer Erkenntnis geführt, die für die Aufstellung der Gütenormen recht verhängnisvoll ist. Zwar liegen in den verschiedensten Laboratorien vielfach Untersuchungen vor, bei denen feuerfeste Steine nach den eben besprochenen Prüfungsarten grundsätzlich untersucht sind. In vielen Fällen ist aber die Ausführung der Versuche so verschieden

¹¹⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 78 (1925).

¹²⁾ Ber. Chemikeraussch. V. d. Eisenh. Nr. 48 (1926).

gewesen, daß eine Zusammenfassung und ein vergleichendes Auswerten nicht möglich ist. Um wirklich brauchbare Gütenormen zu schaffen, würde es nötig sein, zunächst Erfahrungsunterlagen zu sammeln, bei denen die Prüfverfahren schon nach den Prüfnormen durchgeführt sind. Noch wichtiger ist aber selbstverständlich die Feststellung, welche Ansprüche bei den einzelnen Prüfverfahren gestellt werden müssen, um bestimmte Güteverhältnisse bei der betriebsmäßigen Beanspruchung zu erhalten. Auch hier kann wieder nur die dringende Bitte an alle Hüttenleute ausgesprochen werden, an der Sammlung der Unterlagen mitzuwirken.

Für die Art und Weise, wie man die Gütenormen aufzubauen hätte, geben vielleicht amerikanische Bestrebungen einen Hinweis. Man hat in Amerika für die technische Verwendung fünf hauptsächlich Beanspruchungen des feuerfesten Werkstoffes angenommen, und zwar diejenigen durch Temperatur, Druck, mechanischen Verschleiß, Schlackenangriff und Absplittern infolge Temperaturwechsel. Es ist weiterhin die Annahme gemacht, daß jede dieser Forderungen im einzelnen in verschiedener Stärke erhoben werden kann, so daß sie als wesentlich, unwesentlich oder von mittelmäßiger Bedeutung bezeichnet werden kann. Zur Vereinfachung ist dann aber an allen Stellen die mittelmäßige Beanspruchung fortgelassen worden. Auf Grund der vorgenannten Anforderungen — mit Ausnahme der Temperatur — ist demgemäß in der Zahlentafel 2 für jede Art und jeden Grad der Beanspruchung eine Ziffer vorhanden¹³⁾, die Bedeutung der Beanspruchung durch die Temperatur wird angezeigt durch Vorsetzen eines Buchstabens vor diese Ziffer, wobei H hohe, L (Low) niedrige Temperaturbeanspruchung bedeutet. Demnach würde z. B. H 21 einen Stein bezeichnen, der einer hohen Temperaturbeanspruchung ausgesetzt ist, bei dem der Widerstand gegen Belastung und Schlackenangriff nicht von Bedeutung ist, während der mechanische Verschleiß und das Absplittern sehr wichtig sind.

Für einzelne Gruppen von Verwendungszwecken sind auch bereits die betreffenden Normenbezeichnungen festgelegt. So finden sich Schamottesteine z. B. in den Klassen H 75, H 57, H 25. Die Steine H 75 sind besonders für Kesselfeuerungen gedacht (hoher Widerstand gegen Schlackenangriff, Temperaturwechsel sowie hohe Temperatur). Steine H 57 dagegen, bei denen Widerstand gegen Schlacken und schroffen Temperaturwechsel nicht von Wichtigkeit, aber die Widerstandsfähigkeit gegen Schlacken-

angriff und hohe Temperatur bedeutsam ist, kommen in Verbrennungskammern von Dampfkesseln besonders für die Seitenwände in Betracht.

Für jede dieser Klassen werden weiterhin die Anforderungen ausgearbeitet, die bei der Prüfung zu erfüllen sind. Auch hierfür seien zwei Beispiele gegeben. Ein Stein der Klasse H 75 soll in seinem Segerkegelschmelzpunkt (gepulvertes Material) mindestens dem Kegel 31 entsprechen. Er soll ferner beim Abschreckversuch 12 Abschreckungen aushalten. Steine der Klasse H 75 sollen zwar den gleichen Kegelschmelzpunkt besitzen, die Zahl der Abschreckungen, die er aushalten soll, beträgt jedoch nur 5. In die Prüfung hineingearbeitet ist außer den auch bei uns bekannten noch eine „summarische Betriebsprüfung“, bei der eine Seitenwand eines kleinen olgefeuerten Ofens aus bekannten Steinen, die andere aus den zu prüfenden aufgemauert wird. Zur Prüfung wird der Ofen zweimal je 24 st bis auf 1590 und 1650° erhitzt. Auch die Prüfung auf Temperaturempfindlichkeit kann in dem gleichen Ofen durch Einblasen von kalter Luft nach Abstellen der Oelbrenner durchgeführt werden.

Für die deutschen Verhältnisse dürfte es bei der in der Zahlentafel 2 gegebenen Unterteilung wohl zweckmäßig sein, noch etwas mehr in Einzelheiten einzugehen, das System aber würde zweifellos auch für unsere Verhältnisse brauchbar sein.

Um auf diesem Wege weiterzukommen — und das ist der augenblickliche Stand der Angelegenheit —, sind im Werkstoffausschuß, Unterausschuß für feuerfeste Werkstoffe, vier Sonderausschüsse gebil-

Zahlentafel 2. Grundlage für amerikanische Normung feuerfester Baustoffe.

Temperaturbeanspruchung		Druckbelastung			
		unwesentlich		wesentlich	
		Mechanische Abnutzung			
		unwesentlich	wesentlich	unwesentlich	wesentlich
Schlackenangriff unwesentlich	Absplitterung unwesentlich	1	3	7	9
	Absplitterung wesentlich	19	21	25	27
Schlackenangriff wesentlich	Absplitterung unwesentlich	55	57	61	63
	Absplitterung wesentlich	73	75	79	81

det worden, die unter Hinzuziehung von Mitgliedern der entsprechenden Fachausschüsse die im Hochofenbetriebe, Stahlwerksbetriebe, Koksofenbetriebe und bei Glühöfen auftretenden Sonderbeanspruchungen an das feuerfeste Mauerwerk soweit wie möglich klären und zergliedern sollen etwa nach dem Muster, wie dies eingangs für den Stoßofen gegeben wurde. Damit würde die Grundlage wenigstens zu einer Einteilung gegeben sein, aus der sich dann die Gütenormung weiter zu entwickeln hätte.

Versucht man, das gesamte Gebiet zu überblicken, so muß zweifellos festgestellt werden, daß hier noch viel mehr Arbeit zu leisten ist, als bereits

¹³⁾ Die Sprünge gegenüber der üblichen Zahlenreihe sind durch Weglassen der ursprünglich mit eingesetzten „mittelmäßigen“ Beanspruchung entstanden.

getan wurde. Die technisch-wissenschaftliche Bearbeitung eines jeden Gebietes vollzieht sich grundsätzlich in einer Entwicklung, deren Stufen Erforschung — Prüfung — Vereinheitlichung sind. Wenngleich es eine strenge zeitliche Trennung in den drei Stufen dieser Entwicklung wohl nicht gibt, sondern ein gewisses Ineinandergreifen zuzugeben ist, so muß doch immerhin festgestellt werden, daß es eine Vereinheitlichung nicht ohne Durcharbeitung des Prüfungswesens geben kann, und daß die Grundlage hierfür die Forschung abgeben muß. Auf dem Gebiete der feuerfesten Baustoffe müssen daher für die Forschung und für die Prüfung, die noch nicht genügend durchentwickelt sind, Mittel aufgewendet werden, geistig und materiell, um zu dem Ziel zu gelangen, das hier als Vereinheitlichung bezeichnet ist und das bedeuten soll, daß auf diesem für uns Hüttenleute so wichtigen Gebiet die Normung und die Rationalisierung so durchgeführt wird, wie es dem Stande unserer Technik in andern Beziehungen entspricht. Alle die Kreise, die mit feuerfesten Baustoffen zu tun haben, zu dieser Arbeit aufzufordern, war Zweck und Ziel vorstehender Ausführungen.

Den Herren Dr. phil. A. Kanz und Dr. phil. F. Hartmann, die mich bei der Ausarbeitung durch die Ueberlassung von Unterlagen freundlichst unterstützten, sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Konjunkturforschung.

Von Dr. M. Schlenker in Düsseldorf.

(Statistik und Oeffentlichkeit. Anfänge und Entwicklung der Konjunkturforschung. Die Arbeitsweise des Harvard-Instituts in den Vereinigten Staaten von Amerika und des Deutschen Instituts für Konjunkturforschung. Unterschiede zwischen beiden Verfahren. Einige bisherige Ergebnisse der deutschen Forschung. Zukunftszussichten. Notwendige Mitarbeit der Wirtschaft.)

Das Wort Statistik hat bei uns im allgemeinen keinen guten Klang, denn der Kreis derer, die ihre große Bedeutung als Wissenschaft und als Methode richtig zu würdigen wissen und nicht mehr von ihr verlangen, als sie ihrer Natur nach zu geben vermag, ist nicht allzu groß. So kommt es, daß entweder die Leistungen der Statistik, weil mit falschem Maß gemessen, vielfach unterschätzt werden, oder daß man ihren Ergebnissen überhaupt mißtraut, weil erfahrungsgemäß nur zu oft aus Unkenntnis oder aus unlauteren Beweggründen Mißbrauch mit ihr getrieben wird. Alles dies hat zur Folge, daß sich die Oeffentlichkeit der Statistik gegenüber vielfach recht ablehnend verhält, worunter namentlich die private Statistik leidet, während die amtliche Statistik durch besondere Maßnahmen, wie z. B. Geldstrafen, eher in der Lage ist, ihre Bedürfnisse zu befriedigen. Jedenfalls läßt in Deutschland die Anteilnahme an statistischen Fragen und Untersuchungen noch viel zu wünschen übrig, wenn auch nicht geleugnet werden soll, daß sich die Verhältnisse in der letzten Zeit gebessert haben. Der Grund für diese Besserung dürfte in der Hauptsache darin liegen, daß in den ersten Jahren nach dem Umsturz das Fehlen ausreichender Statistiken um so unangenehmer empfunden wurde, als gerade damals während der gewaltigen Wirtschafts-

Zusammenfassung.

Ausgehend von der wirtschaftlichen Bedeutung, die die feuerfesten Baustoffe im Hüttenbetriebe besitzen, wird versucht, die Beanspruchungen, die an diese Stoffe betriebsmäßig gestellt werden, zu zergliedern und zu kennzeichnen. Die immer noch recht lückenhaften Kenntnisse über die feuerfesten Baustoffe ganz allgemein verlangen eine weitere Durchforschung gerade dieser Frage. Zur Erfüllung der Anforderungen, also zur Ausbildung der zweckentsprechenden Eigenschaften, sind weiterhin erhebliche Forschungen durchzuführen, bei denen es besonders auf ein Zusammenarbeiten zwischen Verbrauchern und Erzeugern ankommt. Auch im Betriebe selbst können Maßnahmen getroffen werden, um das feuerfeste Mauerwerk weitgehend auszunutzen. Erste Bedingung für die Erfüllung der Anforderungen ist eine Prüfung der feuerfesten Baustoffe vor dem Einbau; hierzu bedarf es noch einer weiteren Durcharbeitung der Prüfverfahren, deren Normung bereits beachtliche Fortschritte gemacht hat. Erst nach möglichst weitgehender Durcharbeitung der Beanspruchungen und der Prüfverfahren wird es möglich sein, ein Gebäude der Gütenormung aufzurichten, wofür ein weitgehendes Zusammenarbeiten zwischen den einzelnen Hüttenbetrieben und den Versuchsanstalten erforderlich ist.

not das Bedürfnis nach klarer Einsicht in unsere tatsächliche wirtschaftliche Lage besonders groß war. Das hat sich dann in der Richtung ausgewirkt, daß sowohl Einzelunternehmungen als auch Wirtschaftsverbände mehr als bisher aus ihrer Zurückhaltung heraustreten und der Oeffentlichkeit die notwendigen Unterlagen zur Beurteilung der Wirtschaftsvorgänge zur Verfügung stellen.

Daß diese einmal erwachte Aufmerksamkeit für Fragen der Statistik nicht wieder verlorengegangen, sondern im letztverflossenen Jahre eine ständige Stärkung erfahren hat, hängt innig mit der Neugestaltung der Konjunkturforschung zusammen, wie sie neuerdings, entsprechend dem Vorgehen anderer Länder, auch in Deutschland betrieben wird. Das Wesentliche der neuen Konjunkturforschung ist, daß sie im Gegensatz zu der älteren Betrachtungsweise, die, hervorgegangen aus der Krisenforschung, in der Hauptsache eine theoretische Analyse des Konjunkturverlaufes bezweckte, also die Ursachen der Konjunkturbewegung aufdecken wollte, in erster Reihe „Symptomatik“ treibt, d. h. die Erscheinungsformen der Konjunkturbewegung möglichst vollständig zu erfassen sucht. Die schon früher gewonnene Erkenntnis, daß sich die Auf- und Abwärtsbewegungen der Wirtschaft nach einer bestimmten

Gesetzmäßigkeit vollziehen¹⁾, ließ dabei die Frage auftauchen, ob durch Analogieschluß aus der Konjunkturbewegung verflüssener Jahre nicht auch praktisch verwertbare Folgerungen für die zukünftige Wirtschaftsgestaltung gezogen werden können. Es wird unseren Lesern bekannt sein, daß zuerst die Amerikaner den Versuch unternommen haben, ein Verfahren herauszubilden, das den praktischen Bedürfnissen der Wirtschaft nach größerer Klarheit über die Zusammenhänge des wirtschaftlichen Geschehens in etwa zu genügen vermag. In erster Reihe kommt hier das Committee on Economic Research an der Harvard-Universität in Betracht, das im Jahre 1917 mit derartigen Untersuchungen begonnen hat und die gewonnenen Ergebnisse seit 1919 regelmäßig als Harvard-Barometer veröffentlicht. Das Aufsehen, das diese Untersuchungen erregt haben, veranlaßte andere Länder, dem amerikanischen Beispiel zu folgen, zunächst England, wo die London school of Economics and Political science an der Universität London gemeinsam mit der Universität Cambridge ebenfalls ein Wirtschaftsbarometer aufstellt. Weiter hat sich der Völkerbund den Fragen der Konjunkturforschung zugewandt und hat zu dem Zweck gemeinsam mit dem Internationalen Arbeitsamt in Genf einen gemischten Ausschuß gebildet, dem als Vertreter Deutschlands der Präsident des Statistischen Reichsamtes angehört. Deutschland hat sich inzwischen auch der Konjunkturforschung zugewandt durch die am 16. Juli 1925 erfolgte Gründung eines Institutes für Konjunkturforschung. Das neue Institut lehnt sich einerseits an das Statistische Reichsamt an, von dem auch die Anregung seiner Gründung ausgegangen ist, und mit dem es den Leiter, Professor Wagemann, gemeinsam hat, und arbeitet andererseits in enger Fühlungnahme mit der Wirtschaft. Der Gedanke der Konjunkturforschung hat sich gerade in Deutschland als sehr fruchtbringend erwiesen. Neben dem Institut mit seinem sozusagen halbamtlichen Charakter beschäftigen sich auch eine Reihe privater Stellen eifrig mit dem neuen Wissensgebiet. Verschiedene Zeitschriften und Tageszeitungen berichten regelmäßig über den Konjunkturverlauf, wobei ich namentlich auf den Hamburger „Wirtschaftsdienst“ hinweise, der ein besonderes Konjunkturbarometer auf Grund der Konjunkturtheorie von Professor Spiethoff, Bonn, aufgestellt hat.

Es wäre nun verlockend, ausführlich auf die Forschungsweise einzugehen, deren man sich in den verschiedenen Ländern oder an verschiedenen Stellen des gleichen Landes bedient, und die Unterschiede im einzelnen aufzuweisen, doch würde das über den Rahmen dieser kurzen grundsätzlichen Betrachtung allzuweit hinausgehen. Bei den einzelnen Ländern liegt es ja auch auf der Hand, daß es ein einheitliches Vorgehen hier nicht geben kann, daß vielmehr jedes Land aus seinen naturgegebenen Bedingtheiten oder seiner wirtschaftsgeschichtlichen Entwicklung heraus auf eigenem Wege zu seinem Ziele gelangen muß.

Man denke nur an die gewaltigen Unterschiede der deutschen und amerikanischen Wirtschaft, an die im Vergleich zu Amerika unendlich verwickelteren deutschen Verhältnisse, insbesondere der Nachkriegszeit, und man wird ohne weiteres verstehen, daß für Deutschland der Zwang vorliegt, seine Konjunkturforschung nach seinen besonderen Bedürfnissen einzurichten, wenn es zu ähnlich brauchbaren Ergebnissen kommen will, wie dies Amerika mit einfacheren Mitteln möglich ist.

Im folgenden will ich lediglich versuchen, ein Bild davon zu geben, wie das Institut für Konjunkturforschung, das gegenwärtig in Deutschland die Führerrolle einnimmt, seine Absichten gegenüber dem amerikanischen Verfahren zu erreichen strebt. Zu diesem Zweck sei zunächst ganz grob die Arbeitsweise von Harvard als die unter den verschiedenen amerikanischen Verfahren am weitesten durchgebildete dargestellt. Eingehende Untersuchungen führten das Harvard-Committee zu der Erkenntnis, daß die wirtschaftlichen Bewegungsvorgänge aus vier Teilbewegungen zusammengesetzt sind, und zwar aus:

1. den Saisonschwankungen (seasonal variation), bekannten, infolge des Saisonwechsels alljährlich in den verschiedenen Geschäftszweigen zu verschiedenen Zeiten auftretenden Belebungen und Abschwächungen des Geschäftsganges;
2. den säkularen Schwankungen (secular trend), dem über Jahrzehnte sich hinziehenden Grundzug der wirtschaftlichen Entwicklung;
3. den eigentlichen Konjunkturschwankungen (cyclical fluctuation; movements of the business cycle) und
4. den infolge zufälliger, außenwirtschaftlicher Ursachen hervorgerufenen restlichen Schwankungen (residual factors; miscellaneous movements).

Von diesen vier Teilbewegungen entziehen sich die letztgenannten jeder rechnerischen Erfassung, haben zudem nur in ungewöhnlichen Zeiten erheblichere Bedeutung. Die Saisonschwankungen und der Trend sind erfahrungsgemäß ziemlich genau bekannt und können vom Unternehmer bei seinen Berechnungen berücksichtigt werden. Unbekannt bleiben dagegen die — vor dem Kriege in Wellen von fünf bis sieben Jahren auftretenden — eigentlichen Konjunkturschwankungen, und „den rein konjunkturmäßigen Verlauf der Wirtschaftskurven darzustellen, also den Einfluß der Saisonschwankungen, der säkularen Schwankungen und der restlichen Schwankungen auf die Bildung der Wirtschaftskurven möglichst auszuschalten“, ist die Hauptaufgabe der empirisch-statistischen Konjunkturforschung im Sinne Harvards und des Deutschen Institutes²⁾. Wie erwähnt, lassen sich die restlichen Schwankungen rechnerisch nicht erfassen. Für die Ausschaltung der Saisonschwankungen und des Trend sind dagegen Verfahren ausgearbeitet worden, denen ausreichende Zuverlässigkeit innewohnt. In

¹⁾ Vierteljahrshefte zur Konjunkturforschung 1 (1926) 1. Heft, S. 5 ff.

²⁾ Vierteljahrshefte zur Konjunkturforschung 1 (1926) Ergänzungsheft 1, S. 4.

seinen weiteren Arbeiten wandte sich das Harvard-Committee der genauen Beobachtung der Markt Vorgänge in den Jahren 1903 bis 1914 zu, d. h. dem Geldkreislauf, der sich aus drei Märkten, dem Effektenmarkt, dem Warenmarkt und dem Geldmarkt, zusammensetzt. Gerade den Marktvorgängen mißt Harvard

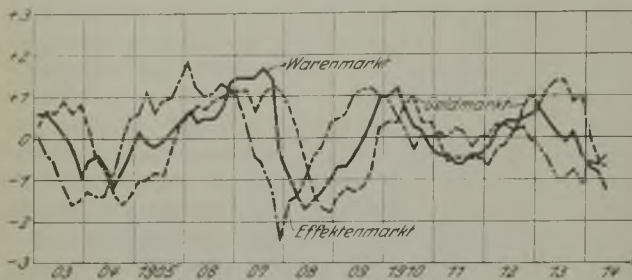


Abbildung 1. Das Harvard-Barometer der Vereinigten Staaten von Amerika 1903 bis 1914 nach den Berechnungen des Harvard-Institutes.

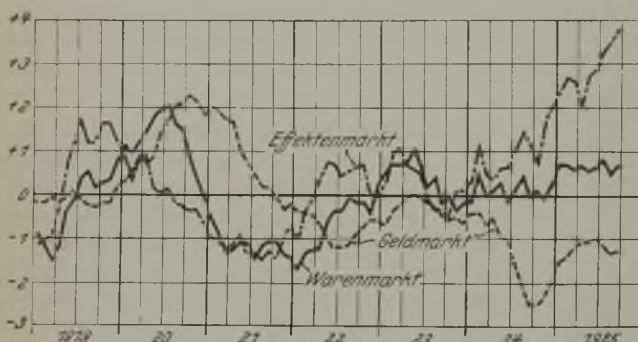


Abbildung 2. Das Harvard-Barometer der Vereinigten Staaten 1919 bis 1925.

besondere Wichtigkeit zu, während es anderen Erscheinungen, z. B. der Wareseite, d. h. dem Güterkreislauf, der wiederum aus Gütererzeugung, Güterverkehr und Güterverbrauch besteht, nicht die gleiche Bedeutung zuerkennt, sie jedenfalls nicht mit gleicher Gründlichkeit behandelt. Mit Hilfe sorgsam ausgewählter Indizes wurde in drei Kurven der Verlauf dieser drei Märkte: Effektenmarkt (A-Kurve — speculation), Warenmarkt (B-Kurve — business) und Geldmarkt (C-Kurve — money) aufgezeichnet. Die von Saisonschwankungen und Trend bereinigten Kurven (s. Abb. 1) wiesen in ihrer Form weitestgehende Uebereinstimmung auf; zeitlich aber verliefen sie nacheinander. In diesem Verlaufe der Kurven zueinander war ein Merkmal für den Verlauf der Konjunktur gefunden. Die vergleichende Untersuchung der drei Kurven geschieht mittels der auf der Wahrscheinlichkeitsrechnung beruhenden Korrelationsrechnung; sie gestattet, für die Beurteilung der Konjunkturlage einen zahlenmäßigen Ausdruck zu gewinnen. Indem nun die Amerikaner die Betrachtungsweise der Vergangenheit auch auf die Gegenwart anwandten, unter gleichzeitiger Vertiefung und Ausfeilung des Verfahrens, gelangten sie

dazu, seit 1919 der Wirtschaft ein förmliches Barometer zur Kennzeichnung der jedesmaligen Wirtschaftslage darzubieten (Wirtschaftsdiagnose) und im Anschluß daran eine Beurteilung ihrer zukünftigen Entwicklung zu geben (Wirtschaftsprognose). Dieses „Barometer der drei Märkte“ (s. Abb. 2) hat bereits bedeutenden Einfluß auf die amerikanische Wirtschaft erlangt. So richtet z. B. die Federal Reserve Banks ihre Diskontopolitik nach den Forschungsergebnissen des Harvard-Institutes mit dem ausgesprochenen Ziel, die Ausschläge der Konjunktur nach Möglichkeit abzuschwächen und damit gleichzeitig die Schwere der Krisen zu mindern.

Bei dem großen Erfolge, den die Arbeiten des Harvard-Institutes aufzuweisen haben, hätte es nahegelegen, in Deutschland das gleiche Verfahren unverändert zu übernehmen, aber dem widersprach der von mir bereits erwähnte wesentliche Unterschied in dem Wirtschaftsaufbau Deutschlands und Amerikas, der eine den deutschen Verhältnissen angepaßte besondere Arbeitsweise forderte. Insbesondere trifft dies auf das Deutschland der Nachkriegszeit zu, während für die Zeit vorher das Harvardverfahren auch für Deutschland brauchbare Ergebnisse liefert, wie sowohl amerikanische Untersuchungen über den Verlauf der deutschen Konjunktur beweisen³⁾ als auch die nach dem gleichen Verfahren angestellten Beobachtungen des Institutes für Konjunkturforschung

[s. Abb. 3⁴⁾]. Die deutsche Wirtschaft hat dann aber durch Krieg und Inflation derartige Veränderungen und Umbildungen erfahren, daß die Anwendung des Harvard-Barometers nur noch recht

³⁾ Vgl. dazu: Emerson Wirt Axe u. Harold M. Flinn: Ein Konjunkturindex für Deutschland in den

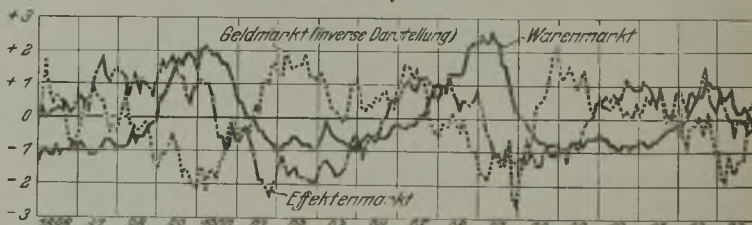


Abbildung 3. Die Bewegung der drei Märkte 1896 bis 1913.

Jahren 1898 bis 1914. Wirtschaftl. Nachr. für Rhein und Ruhr 7 (1926) S. 1135/51.

⁴⁾ Das Schaubild zeigt eine wichtige technische Aenderung. Hier wird nämlich der Geldmarkt invers — d. h. die Werte mit umgekehrten Vorzeichen eingesetzt — dargestellt. Dadurch wird erreicht, daß eine Abwärtsbewegung der Geldsätze als eine Aufwärtsbewegung des Geldmarktes erscheint und umgekehrt. Nur der Zufall nämlich, daß der Geldmarkt durch die Bewegung des Zinssatzes, der Effektenmarkt aber nicht durch die Bewegung etwa der Rendite (Effektivverzinsung) gekennzeichnet wird, sondern durch die der Kurse, bringt es mit sich, daß ein Zustand von Geldkapitalien beim Geldmarkt sinkende Bewegung, beim Effektenmarkt steigende Bewegung hervorruft. Will man also die drei

bedingt möglich ist. Das Institut für Konjunkturforschung äußert sich hierzu wie folgt⁵⁾:

„Das Barometer der drei Märkte beruht offenbar auf der Voraussetzung, daß mehr oder weniger gleich mächtige Faktoren einander gegenüberstehen. In der Tat läßt sich wahrscheinlich machen, daß im Deutschland der Vorkriegszeit die Umsätze auf diesen drei Märkten der Größenordnung nach innerhalb einer Konjunkturperiode einander ziemlich gleich waren. Wir wissen jedoch, daß heute die Umsätze des Warenmarktes sehr erheblich schon über denen des Geldmarktes, in noch viel höherem Grade aber über den Umsätzen des Effektenmarktes liegen, nachdem das deutsche Effektenkapital so außerordentlich zusammengeschrumpft ist. Damit ist das gegenseitige Gleichgewicht, in dem sich die drei Märkte früher befanden, aufgehoben.

Wenn auch damit eine wichtige Voraussetzung für die Anwendung des Barometers der drei Märkte weggefallen ist, so hat diese Methode doch keineswegs ihren Erkenntniswert für die deutschen Verhältnisse der Gegenwart ganz eingebüßt, da der Zusammenhang der Märkte an sich natürlich nicht völlig verlorengegangen ist.“

Infolgedessen bemühte sich das deutsche Institut, das amerikanische Verfahren zu verfeinern und zu erweitern.

Wie das geschehen ist, darüber unterrichten die seit Anfang dieses Jahres erscheinenden Veröffentlichungen des Institutes, auf die ich die Aufmerksamkeit meiner Leser mit allem Nachdruck hinlenken möchte. Herausgegeben wurde zuerst gemeinsam mit dem Statistischen Reichsamte die Denkschrift über „Die weltwirtschaftliche Lage Ende 1925“, die besonders in ihrem vierten Teil: Konjunkturstatistische Unterlagen zur Beurteilung der deutschen Wirtschaft, wertvolle Aufschlüsse über die Methodik und Zielsetzung des Institutes gibt. In den bisher erschienenen zwei Heften nebst drei Ergänzungsheften⁶⁾ werden in tiefeschürfenden Abhandlungen eingehende Konjunkturbetrachtungen und wissenschaftliche Forschungsergebnisse gebracht, die das Verständnis für die Arbeiten des Institutes ungemein fördern, darüber hinaus es aber auch dem Leser ermöglichen, sich seine eigene Ansicht zur Konjunkturforschung zu bilden und durch kritische und positive Mitarbeit ihre weitere Ausgestaltung zu fördern. Da sich die empirisch-statistische Konjunkturforschung noch in ihren Anfängen befindet, kann es nicht wundernehmen, daß in den Veröffentlichungen die Methodik vorläufig noch den breiteren Raum in Anspruch nimmt und die praktischen Ergebnisse etwas in den Hintergrund treten. Diese mit methodologischen Fragen sich beschäftigenden Abhandlungen — ich denke z. B. an die Untersuchung Dr. Hennigs über die Aus-

Markte einander entsprechend darstellen, so müssen, wie für den Warenmarkt die Preise und für den Effektenmarkt die Kurse, für den Geldmarkt die inversen Geldsätze als Bewegungsausdruck dienen.

⁵⁾ Die weltwirtschaftliche Lage Ende 1925. S. 200/1.

⁶⁾ Vierteljahrshäfte zur Konjunkturforschung. Herausgegeben vom Institut für Konjunkturforschung, Verlag von Reimar Hobbing in Berlin SW 61. Bezugspreis jährlich einschl. Ergänzungshefte 32, — R.-M., Einzelheft 5 — R.-M.

schtaltung von saisonmäßigen und sakularen Schwankungen aus Wirtschaftskurven in Ergänzungsheft 1 — stellen allerdings den Laien vor keine leichte Aufgabe. Desto reichere Anregung wird er dafür aus den Aufsätzen über die deutsche Konjunktur und die Konjunktur des Auslandes schöpfen oder aus den behandelten Sonderfragen und den Einzeldarstellungen, wie „Die Weltproduktion an wichtigen Grundstoffen vor und nach dem Kriege“, „Die deutsche Zahlungsbilanz seit der Stabilisierung“, „Schrottmärkte und Konjunkturverlauf“ u. a.

Wenn ich im folgenden kurz auf einige Ergebnisse der Berliner Arbeiten eingehe, so sei zunächst das Schema des Konjunkturverlaufes mitgeteilt, wie es von dem deutschen Institut — allerdings nur vorläufig — aufgestellt worden ist, zu dem Zwecke, an ihm die verschiedenartige Gestaltung der drei Märkte des Geldkreislaufes oder beim Güterkreislauf das Verhalten der Produktionsgütererzeugung zur Ver-

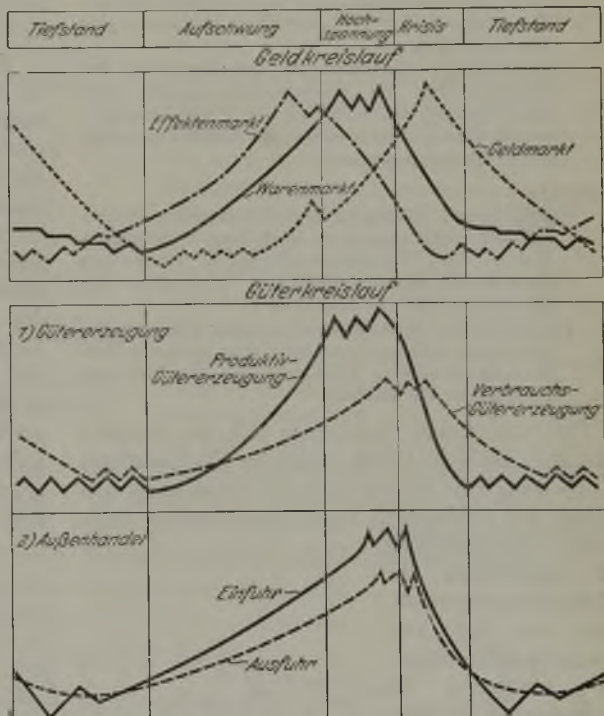


Abbildung 4. Schema des Konjunkturverlaufes.

brauchsgütererzeugung und der Einfuhr zur Ausfuhr in den einzelnen Konjunkturphasen aufzuzeigen und klarzulegen. Unter Berücksichtigung bisheriger Erfahrungen und bekannter Einteilungen gliedert das Institut den Konjunkturverlauf folgendermaßen⁷⁾:

1. Tiefstand (Depression),
2. Aufschwung,
3. Hochspannung,
4. Krisis.

Die Betrachtung der phasenmäßigen Auf- und Abwärtsbewegung einmal des Güterkreislaufes und zweitens des Geldkreislaufes ergab folgende Typisierung der obengenannten vier Phasen (s. Abb. 4):

⁷⁾ Vierteljahrshäfte 1 (1926) S. 15/6.

Schema des Konjunkturverlaufs.

1. Tiefstand (Depression).

Geldkreislauf: Die Warenpreise verändern sich wenig, aber eher nach unten als nach oben; die Effektenkurse steigen, wobei die Kurse der festverzinslichen Papiere den Dividendenpapieren vorangehen; der Geldmarkt ist durchaus flüssig.

Güterkreislauf: Die Mengenbewegung erreicht einen Tiefstand, wobei die Produktionswirtschaft der Verbrauchswirtschaft vorangeht; Einfuhr und Ausfuhr stagnieren.

2. Aufschwung.

Geldkreislauf: Die Warenpreise steigen; Effektenhausse, die gegen Ende der Periode zu einer Abwärtsbewegung umschwingt; die Geldsätze erhöhen sich.

Güterkreislauf: Produktion und Verbrauch nehmen zu; ebenso Einfuhr und Ausfuhr.

3. Hochspannung.

Geldkreislauf: Starke Versteifung auf dem Geldmarkt, Finanz- und Kreditschwierigkeiten; weiteres Sinken der Effektenkurse; Stillstand oder Abbröckeln der Warenpreise bei teilweiser scharfer Verschiebung der Preisrelationen (Kapital- und Konsumgüter).

Güterkreislauf: Stillstand in der Zunahme der Mengenziffern; die Produktionswirtschaft tritt den Rückzug an, während die Verbrauchswirtschaft zunächst noch steigt; im Auslandsgeschäft treten Hemmungen auf.

4. Krisis.

Geldkreislauf: Rückgang der Warenpreise; Baisse auf dem Effektenmarkt; die äußerst verschärften Kredit- und Finanzschwierigkeiten führen zu zahlreichen Zusammenbrüchen, schließlich zur Entlastung des Geldmarktes.

Güterkreislauf: Scharfer Rückgang der Produktionswirtschaft und im Anschluß daran auch der Verbrauchswirtschaft; Rückgang der Ausfuhr und noch mehr der Einfuhr.

Die schematische Darstellung läßt also deutlich erkennen, daß beim Geldkreislauf der Effektenmarkt die Führung hat; diesem folgt der Warenmarkt und zuletzt der Geldmarkt. Beim Güterkreislauf führt in der Gütererzeugung im allgemeinen die Produktivgütererzeugung vor der Verbrauchsgütererzeugung, während im Außenhandel die Einfuhr der Ausfuhr vorgeht.

Bei seinen weiteren Untersuchungen hat es das Berliner Institut für zweckmäßig gefunden, die Märkte nach ihrer horizontalen und vertikalen Verbundenheit zu unterscheiden. „Als horizontal nebeneinander gelagert werden die Märkte betrachtet, die sich hinsichtlich des gehandelten Objekts scharf voneinander unterscheiden. Bei den vertikal geschichteten Märkten liegt der Unterschied bei gleichartigem Handelsobjekt in den Handelsbedingungen, namentlich in der handelsüblichen Umsatzgröße, während das Handelsobjekt grundsätzlich das gleiche ist.“ Ein Beispiel für horizontale Markt-

verbindung sind die drei Märkte des Geldkreislaufes, die jeder ein anderes Handelsobjekt aufweisen. Horizontal verbunden sind z. B. die drei Kurven des „Strahlenbündels der Preise“, auf das ich noch zurückkomme. Hier ist auf jedem der einzelnen Märkte die Umsatzgröße verschieden, indem der Lebenshaltungsindex den kleinen Warenmarkt umfaßt, der Großhandelsindex den mittelgroßen Warenmarkt und die Kurve der reagiblen Preise den ganz großen börsenmäßigen und international unmittelbar beeinflussten Warenmarkt. Die Unterscheidung in horizontal und vertikal verbundene Märkte ist aber vom Berliner Institut nicht nur aus formalen Gründen erfolgt, sondern auch aus der Erwägung heraus, daß die vertikal geschichteten Märkte enger miteinander verbunden sind als die horizontal nebeneinander gelagerten, daß also eine Untersuchung darüber, ob sich bei dieser Verschiedenheit entsprechende Unterschiede in der Aufeinanderfolge der Bewegung aufzeigen lassen, Schlüsse auf die gegenwärtige und zukünftige Konjunkturgestaltung ermöglicht.

Bei seinen als notwendig erkannten Bemühungen, die amerikanische Arbeitsweise den deutschen Verhältnissen besser anzupassen, sind dem Berliner Institut einige recht beachtliche Verfeinerungen der Harvardmethode gelungen. So hat es z. B. die drei Kurven des Harvard-Barometers aufgespalten, in der richtigen Erkenntnis, daß der Konjunkturverlauf jedes der drei Märkte sich um so deutlicher herauschält, wenn man einzelne Sonderbewegungen auf den Märkten zur Darstellung bringt. So wurde die Kurve des Warenmarktes in drei Preiskurven zerlegt, das sogenannte Strahlenbündel der Preise (s. Abb. 5), indem man einen Index der Kleinhandelspreise, einen Index der Großhandelspreise und einen Index der reagiblen Warenpreise aufstellte, d. h. „einen aus gewissen Rohstoffen (Schrott, Stabeisen, Blei, Zink, Rindshäute, Kalbfelle, Hanf, Leinengarn,

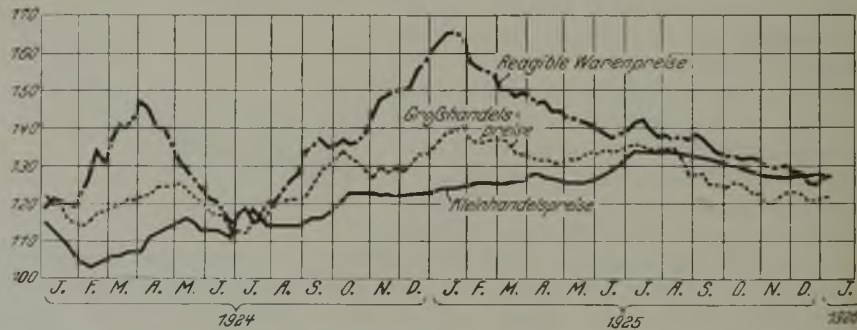


Abbildung 5 Das Strahlenbündel der Preise.

Indexziffern (1913 = 100) der reagiblen Warenpreise und der Groß- und Kleinhandelspreise ab Januar 1924.

Roggen, Weizen) gebildeten Index, der die Bewegung des allgemeinen Großhandelsindex zeitlich vorwegnimmt und die Marktverhältnisse der besonders konjunkturrempfindlichen Grundstoffe ausdrückt“. Das Strahlenbündel der Preise hat sich als ein besonders brauchbares Werkzeug erwiesen. In Zeiten des Niedergangs liegen die drei Kurven dicht beieinander, bei eintretender Belebung gehen sie dagegen weit auseinander, wobei die Kurve der reagiblen Waren-

preise am stärksten, die der Kleinhandelspreise am schwächsten steigt. In der Zeit der Hochspannung werden die Kurven wieder zusammengezwungen, und in der Zeit der Krisis und Depression vereinigen sie sich wieder. In ähnlicher Weise strebte man nach Verfeinerung der Geld- und der Effektenkurve, wobei man den Umstand ausnutzte, daß die Sätze des täglichen Geldes und des Privatkontos und ebenso die Terminpapiere konjunkturrempfindlicher sind als die Sätze des Reichsbankdiskontsatzes und die übrigen Aktien.

Weitere Untersuchungen innerhalb des Geldkreislaufes befassen sich mit der Produktionsmittelschere und der Agrarschere. Bei dieser, die das Preisverhältnis zwischen den landwirtschaftlichen und industriellen Erzeugnissen darstellt, vergleicht das Institut die Preise von Getreide und Kartoffeln

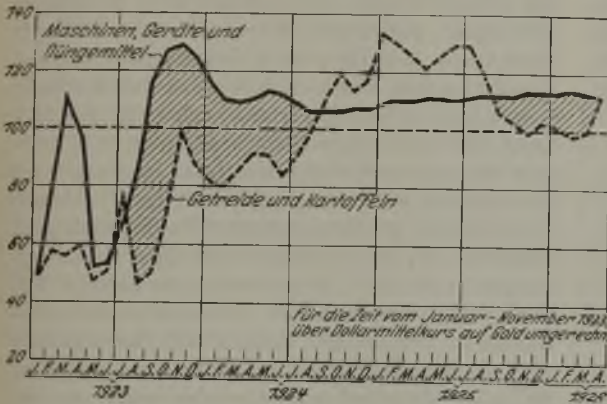


Abbildung 6. Preisbewegung von Getreide und Kartoffeln sowie von künstlichen Düngemitteln, Maschinen und Geräten. Januar 1923 bis April 1926; 1913 = 100.

mit den Preisen für künstliche Düngemittel, Maschinen und Geräte, um dadurch Aufschlüsse über die Zusammenhänge zwischen Landwirtschaft und Industrie zu gewinnen, die für die Beurteilung des gesamten Warenmarktes wichtig sind (s. Abb. 6). Die Produktionsmittelschere wird gewonnen aus dem Preisverhältnis der Produktionsmittel (Maschinen, Geräte, Handwerkszeug, Fahrzeuge usw.) und der Verbrauchsgüter (Hausrat, Textilwaren und Schuhe). Das Institut hat hier festgestellt, daß die Produktionsmittelpreise in der Bewegung vorangehen (s. Abb. 7).

Ein anderes unterscheidendes Merkmal zwischen den Arbeiten des deutschen und amerikanischen Institutes ist, daß jenes bewußt seinen Aufgabenkreis weiter zieht als dieses, eine Folge eben des so sehr viel verwickelteren Aufbaues der deutschen Wirtschaft. Die Amerikaner können sich mehr oder weniger auf die von ihnen als besonders wichtig erkannte Beobachtung der Marktvorgänge beschränken; Deutschland darf sich damit nicht begnügen; wie auch folgende Ausführungen des Institutes erkennen lassen^{a)}:

„Auch das deutsche Institut für Konjunkturforschung sieht es zunächst als seine vorwiegende Aufgabe an, Symptomatik zu treiben. Von der amerikanischen Symptomatik scheiden sich unsere Wege aber in einem wichtigen Punkt. Die amerikanische, wie wohl die angelsächsische Forschung überhaupt, richtet ihr Augenmerk

in erster Linie auf den Geldkreislauf, die Preisbildung, die Märkte. Es wird also hier versucht, durch die Beobachtung der Märkte in das Innere der Wirtschaft einzudringen. Ob dieser Weg allein zum Ziele führt, ist aber zweifelhaft. Sicherlich wird in einem Gebiete mit hochentwickelter Geldwirtschaft, wie die Union es ist, die Marktbeobachtung weitergehende Rückschlüsse zulassen, als da, wo wie in Deutschland die Geldwirtschaft durch geschichtliche Tradition und andere nicht wirtschaftliche Mächte bis zu einem gewissen Grade gehemmt ist. Wie in dieser Hinsicht, so scheint auch in manchen anderen Punkten ein entscheidender Unterschied zwischen den Verhältnissen der Vereinigten Staaten und denen Deutschlands vorzuliegen. Vielleicht hat sich aus solcher Verschiedenheit der Wirtschaftsstruktur die Tatsache ergeben, daß die deutsche Forschung die Warensseite, den Güterkreislauf immer wieder stärker betont hat. Das Institut für Konjunkturforschung hält in seinem Streben nach einer möglichst umfassenden Symptomatik gerade auch diesen Zweig der Konjunkturbeobachtung für wesentlich.“

Entsprechend diesen Gedankengängen nimmt denn auch die Betrachtung des Güterkreislaufes, d. h. der Zusammenhänge zwischen Gütererzeugung, Güterverkehr, Außenhandel und Güterverbrauch, einen unverhältnismäßig weit größeren Raum ein als bei Harvard. Allerdings steht das Berliner Institut hier noch in den ersten Anfängen. Es fehlt allenthalben an den statistischen Grundlagen, und das Institut bemerkt selbst mit Recht, daß die deutsche Erzeugungsstatistik im hohen Grade des Ausbaues bedürftig ist, ebenso die Verkehrsstatistik, wie z. B. die Poststatistik, die der Konjunkturforschung wertvolle Unterlagen zu bieten vermöchte, und erst recht die Verbrauchsstatistik. Einige Ergebnisse sind aber auch hier schon zu verzeichnen. Bei der Gütererzeugung hat sich durch die Trennung der Herstellungsmittel von den Verbrauchsgütern und die Darstellung des Ganges der Untersuchungen an Hand der Zahlen über die Wechselproteste, Geschäftsaufsichten und Konkurse sowie der Lage der Arbeiterschaft auf Grund

der Angaben über den Beschäftigungsgrad feststellen lassen, daß die Bewegungen in beiden Industriegruppen wohl in den Grundzügen einander ähnlich sind, daß aber sehr bezeichnende Unterschiede insofern bestehen, als die Bewegung der Produktionsmittelindustrien derjenigen der Verbrauchsgüterindustrien im ganzen vorausgeht (Scherenbewegungen des Güterkreislaufes). Zweck und Ziel solcher Unter-

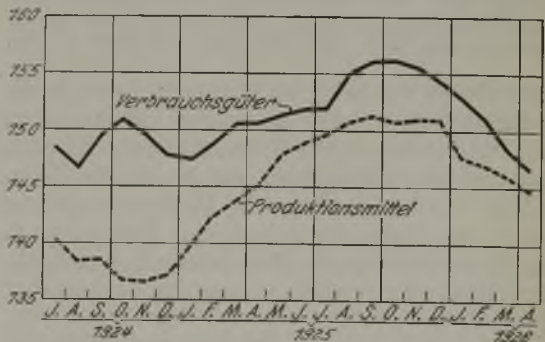


Abbildung 7. Preisbewegung von Produktionsmitteln und Verbrauchsgütern (industrielle Fertigwaren) ab Juli 1924; 1913 = 100.

der Angaben über den Beschäftigungsgrad feststellen lassen, daß die Bewegungen in beiden Industriegruppen wohl in den Grundzügen einander ähnlich sind, daß aber sehr bezeichnende Unterschiede insofern bestehen, als die Bewegung der Produktionsmittelindustrien derjenigen der Verbrauchsgüterindustrien im ganzen vorausgeht (Scherenbewegungen des Güterkreislaufes). Zweck und Ziel solcher Unter-

^{a)} Vgl. Vierteljahrshefte 1 (1926) S. 5.

suchungen, die sich in gleicher Weise auch für den Güterverkehr durchführen lassen, ist das Aufstellen von Produktions- und Verkehrsbarometern, was eine für die verwickelten deutschen Wirtschaftsverhältnisse besonders erwünschte Ergänzung des Harvard'schen Marktbarometers bedeuten würde.

Nicht vertreten sind bisher unter den Arbeiten des Berliner Institutes eingehendere Untersuchungen über die Sonderkonjunktur der verschiedenen Wirtschaftszweige: des Kohlenbergbaues, der Eisenindustrie, der Landwirtschaft usw. Daß sich das Institut aber mit derartigen Plänen trägt, beweist der Umstand, daß Einzelfragen dieses ganzen Gedankenkreises bereits angeschnitten sind, z. B. in dem Aufsatz über „Schrottmarkt und Konjunkturverlauf“⁹⁾. Es wird hier die auffallende Feststellung gemacht, daß der Preis für Kernschrott sowohl für die Vor- als auch für die Nachkriegszeit in seiner Bewegung dieselbe Richtung innehält wie der Aktienindex. Dadurch aber ist es möglich, Änderungen des Konjunktur-

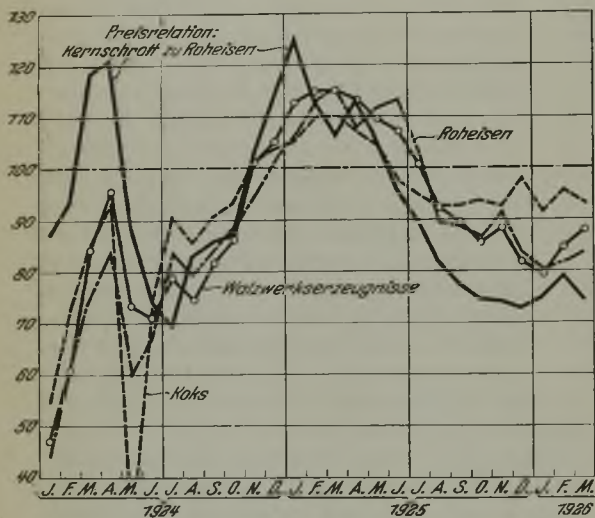


Abbildung 8. Das Preisverhältnis von Schrott zu Roheisen und die Beschäftigung der Eisenindustrie ab Januar 1924 (Durchschnitt Juli 1924 bis Juni 1925 = 100).

turverlaufes rechtzeitig zu erkennen; denn „da die Schrottpreisurke auch als reagible Indexkurve für den Auftragseingang der Eisen schaffenden Industrie angesprochen werden kann, gibt der zeitliche Unterschied zwischen der Kurve des Aktienindex und der Kurve des Preises für Schrott eine Möglichkeit an die Hand, die Lage der Eisen schaffenden Industrie im Konjunkturverlauf genauer zu bestimmen“ (s. Abb. 8).

Schließlich sei noch ein Punkt erwähnt, in dem die deutsche Forschung weit über Harvard hinausgeht: die Aufnahme der Bezirkskonjunkturforschung. Die Erweiterung des Arbeitsplanes nach dieser Richtung hin ist kein Zufall, sondern naturnotwendig erwachsen aus der Tatsache, daß die deutsche Wirtschaft im Vergleich zu Amerika bezirklich sehr wesentliche Verschiedenheiten aufweist. Während dieses also die bezirkliche Konjunkturforschung vernachlässigen kann, muß Deutschland sie pflegen,

um über die Konjunktur der verschiedenen Gebiete größte Klarheit zu gewinnen. Denn es ist sehr wohl möglich, daß, wie nicht alle Geschäftsbranche, alle Güter in gleichem Maße konjunkturrempfindlich sind, so auch nicht alle Bezirke des Reiches gleichzeitige und gleich starke Konjunkturwellen zeigen werden. Da sich nun das rheinisch-westfälische Industriegebiet durch besondere innere Geschlossenheit auszeichnet, wurde die Gründung einer Abteilung „Westen“ des Institutes für Konjunkturforschung beschlossen und auch vor kurzem vollzogen. Die Leitung der Abteilung Westen, die ihre Arbeiten bereits aufgenommen hat, liegt in den Händen von Dr. Däbritz, Essen. In einem Vortrage vor der Wirtschaftsstelle des Vereins zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen in Rheinland und Westfalen über die Aufgaben der Abteilung Westen hat Dr. Däbritz bereits einen ausführlichen vorläufigen Arbeitsplan entwickelt, der unter enger Fühlungnahme mit der Wirtschaft, insbesondere mit der Handelskammer Essen, dem Bergbau und der Eisen schaffenden Industrie, zustande gekommen ist. Ich kann hier nur einiges Wenige aus diesem Arbeitsplan mitteilen und muß meine Leser im übrigen auf den bedeutsamen Vortrag selbst verweisen¹⁰⁾. Danach ist es Aufgabe der Essener Stelle, Konjunkturstatistik zu treiben, d. h. statistische Unterlagen unter dem Gesichtspunkt der Konjunkturrempfindlichkeit und nach dem neuen Verfahren zu sammeln und zu beobachten. Der örtliche Grenzbereich der Abteilung ist zunächst schwankend gehalten: die Ausdehnung auf ganz Rheinland und Westfalen dürfte zu weit greifen, die Beschränkung auf das eigentliche Ruhrkohlengebiet zu eng sein. Sachlich sollen Wirtschaftszahlen beschafft werden über: Gütererzeugung, -absatz und -verbrauch (Steinkohlenbergbau im Ruhrbezirk, Braunkohlenbergbau im rheinischen Bezirk, Eisenindustrie, Baugewerbe, verschiedene Industrien); Verkehr; Handel (Außenhandel, Binnenhandel); Preise; Löhne; Geld- und Bankwesen; öffentliche Finanzen; Beschäftigungsgrad; Bevölkerungsbewegung. Als Ergebnis wird zunächst erhofft, daß über die Sonderkonjunktur im rheinisch-westfälischen Industriegebiet größere Klarheit gewonnen wird. Darüber hinaus soll erstrebt werden, neben ein Marktbarometer im Sinne von Harvard andere Barometer, vor allem solche der Erzeugung und des Verkehrs, zu setzen.

Selbstverständlich können die umfassenden Aufgaben des Institutes für Konjunkturforschung und der Abteilung Westen nur gelöst werden, wenn die notwendigen zahlenmäßigen Unterlagen zur Verfügung stehen. Sehr viele Angaben werden aus amtlichen und halbamtlichen Quellen fließen, aber die Unterstützung und Mitarbeit der privaten Wirtschaft ist auf keinen Fall zu entbehren, wenn die gesteckten Ziele erreicht werden sollen. Leider stößt man, wie ich einleitend schon bemerkt habe, hier noch auf große Schwierigkeiten. Wir sind immer noch weit entfernt von jener großzügigen Offenherzigkeit, mit

¹⁰⁾ Veröffentlicht in den Mitteilungen des Vereins zur Wahrung (1926) 3. Heft, S. 126/48.

⁹⁾ Vierteljahrshefte 1 (1926) S. 82/6.

der beispielsweise der amerikanische Unternehmer über alle seinen Geschäftsbetrieb berührende Fragen Auskunft gibt. Wenn auch bei uns die amtliche Statistik wohl zum Teil auf den Ergebnissen der statistischen Betriebserhebungen beruht, so bleibt doch nur noch allzu vieles ewiges Geheimnis der Betriebe. Dabei unterliegt es keinem Zweifel, daß hierdurch wichtige Tatsachen verlorengehen, deren Kenntnis wirtschaftlich, und insbesondere für die Zwecke der Konjunkturforschung, von größter Bedeutung wäre. Natürlich gibt es in der Hergabe von privatwirtschaftlichen Unterlagen eine Grenze, nämlich soweit Angaben in Frage kommen, deren Bekanntwerden das einzelne Unternehmen zu schädigen in der Lage wäre, was darüber hinaus gleichzeitig auch eine Schädigung allgemein volkswirtschaftlicher Belange darstellen würde. Aber der deutsche Industrielle und Kaufmann muß einsehen lernen, daß Angaben über Betriebseinrichtungen, Betriebsleistungen, Absatzverhältnisse u. dgl. ebensowenig Verrat von Geschäftsgeheimnissen sind oder wenigstens zu sein brauchen wie offene Aussprache über die Gründe von Geschäftserfolgen oder Mißerfolgen oder überhaupt Austausch von Erfahrungen. Nur dann kann der unmögliche Zustand beseitigt werden, daß über zahlreiche Wirtschaftszweige der Öffentlichkeit keinerlei Angaben vorliegen, sei es, daß überhaupt keine gemeinsame Sammelstelle besteht, sei es, daß man sich scheut, die Ergebnisse bekanntzugeben. Viele, namentlich die großen Einzelunternehmungen, verfügen aus persönlichen Gründen bereits über eingehende Betriebsstatistiken, und das gleiche gilt für zahlreiche Wirtschaftsverbände, Syndikate und Kartelle, die zur Beobachtung ihrer Eigenkonjunktur solche Statistiken ja auch dringend benötigen. Solche Unterlagen in den oben gezogenen Grenzen zur Verfügung zu stellen, ist m. E. um so mehr Pflicht, als der daraus erwachsende Nutzen nicht nur der gesamten Volkswirtschaft zugute kommt, sondern die dadurch mögliche größere Klärung allgemeiner volkswirtschaftlicher Zusammenhänge ihrerseits wieder das Einzelunternehmen, den Einzelverband fördert. Erfreuliche Anfänge sind nach dieser Richtung bereits zu verzeichnen. Es wird eine lohnende Aufgabe für die Geschäftsführungen der Wirtschaftsverbände sein, hier bahnbrechend vorzugehen und aufklärend

zu wirken. Die Arbeiten des Institutes für Konjunkturforschung geben dafür gutes Rüstzeug her, so daß ich hier noch einmal mit allem Nachdruck auf sie verweisen möchte. Die Hefte des Institutes gehören heute in die Hand jedes Kaufmanns, jedes Industriellen, jedes Volkswirts. Die edelste Aufgabe der Konjunkturforschung ist, nach den Worten Wagemanns, daran mitzuarbeiten, einen tragbaren Schienenweg in die Zukunft zu bauen, dem Wirtschaftsführer zwar nicht die eigene Entscheidungs- und Entschlußkraft zu nehmen, ihm aber für diese Entscheidung wertvolle Unterlagen und Gesichtspunkte zur Verfügung zu stellen. Wenn die Lösbarkeit dieser Aufgabe nach den bisherigen Ergebnissen der Konjunkturforschung immer noch stark in Zweifel gezogen und die Konjunkturlehre mehr als theoretische Spielerei betrachtet wird, so sind andererseits nicht wenige der Ueberzeugung, daß die neue Forschungsweise größere Erfolgsmöglichkeiten bietet als jede der bisher verwandten. Die Zweifler sollten auch nicht vergessen, daß die Konjunkturforschung eben noch in den ersten Anfängen steht und sich dazu mit außerordentlich lückenhaften Unterlagen behelfen muß. Diese Lücken auszufüllen und damit ein zielsicheres Arbeiten zu ermöglichen, ist daher die erste Forderung an die Wirtschaft. Aber eine zweite kommt noch hinzu. Wenn sich auch das Institut für Konjunkturforschung vorläufig bewußt darauf beschränkt, eine möglichst große Zahl isolierter Tatbestände des Wirtschaftslebens aufzuzeichnen und durch statistische Verallgemeinerung empirische Regelmäßigkeiten in ihren Beziehungen festzustellen¹¹⁾, so ist es doch darüber hinaus bestrebt, zu einer genauen Erklärung der Konjunkturercheinungen zu gelangen, nachdem genügend umfassende Einzelbeobachtungen vorliegen. Zu dem Zwecke schwebt dem Berliner Institut eine enge Vereinigung von Wissenschaft und Wirtschaft vor, wie es denn auch seine ersten Arbeiten mit dem Wunsche veröffentlicht hat, daß ihm „seitens der wissenschaftlichen Theorie und wissenschaftlichen Praxis gerade im gegenwärtigen Stadium des methodischen und sachlichen Aufbaues“ fördernde Kritik und Mitarbeit zuteil werde. Möge dieser Wunsch des Institutes in der Wirtschaft starken Widerhall finden!

¹¹⁾ Wirtschaftsdienst 11 (1926) S. 1271.

Umschau.

Umgekehrte Seigerung in Stahlblöcken und ihr Verhalten bei der Bearbeitung.

Im laufenden Betriebe stieß man mitunter auf die Tatsache, daß Stahlstangen größerer oder kleinerer Abmessung in der Mitte des Querschnittes weniger Kohlenstoff enthalten als am Rande. Der Unterschied war in manchen Fällen dem geübten Auge auch im Bruchaussehen erkennbar und bestätigte sich durch die chemische Untersuchung. Die Abb. 1 zeigt den polierten und geätzten Längsschliff zweier solcher Stücke mit weichem Mittelstreifen. Diese Erscheinung ist zunächst überraschend, da nach den Erstarrungsgesetzen der zuletzt erstarrte innere Teil kohlenstoffreicher sein müßte als der zuerst erstarrte Randteil.

Um Aufschluß über das Wesen dieser Erscheinung zu bekommen, wurde ein Block einer Kohlenstoffstahl-

schmelzung untersucht¹⁾, die in Stabform diese Erscheinung besonders auffällig zeigte. Durch den Block wurde ein Längsschnitt hergestellt und der Kohlenstoffgehalt an verschiedenen Stellen festgestellt. Abb. 2 zeigt das Ergebnis. Es ist deutlich, daß fast durch den ganzen Mittelteil des für die Verwendung bestimmten Blockteiles eine kohlenstoffärmere Zone vorhanden ist. Eine Ausnahme hiervon macht nur ein ganz kleiner Teil knapp unterhalb des verlorenen Kopfes, wo die Seigerung sehr unregelmäßig ist und Stellen mit Kohlenstoffgehalten über und unter dem Durchschnitt durcheinander liegen. Merkwürdig ist, daß im Blockfuß der weiche Kern bis zum Rande reicht. Die Seigerung im verlorenen Kopf zeigt dagegen den üblichen Verlauf, d. h. innen ist der Stahl kohlenstoffreicher als außen.

¹⁾ F. Rapatz: Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 64 (1925).

Es taucht nun die Frage auf, ob diese Erscheinungen bei in üblicher Weise erzeugten Edelstählen, die mit Warmhauben gegossen werden, eine Ausnahme ist, oder ob sie allgemein vorkommt. Um dies zu klären, wurden von einer größeren Anzahl von Schmelzungen, bei denen der Kohlenstoff-Durchschnittsgehalt durch

nat. Gr.



Abbildung 1. Langschliffe durch Stäbe mit weichem Mittelstreifen.

zweifache Schöpfprobe bereits festgestellt worden war, noch nachträglich Blöcke am unteren Ende seitwärts angebohrt und auf den Kohlenstoffgehalt untersucht. Das Ergebnis war, daß von insgesamt 38 Blöcken 26 am Rande mehr Kohlenstoff enthalten, als der Durchschnitt be-

trägt. Die Erklärung dafür liegt darin, daß von demselben Punkt ausgehende Dendriten jeder für sich in einer bestimmten Richtung weiterwachsen und dadurch zwischen sich Raume frei lassen, für die das Volumen der Restschmelze nicht genügt. Zwischen den Dendriten bleiben also zunächst Hohlräume bestehen, die alsbald zurückgesaugt werden, wodurch die zwischen dem Kristallskelett der Dendriten — nach der obigen Deutung — entstehenden Hohlräume noch vergrößert werden.

suchungen von Masing und Haase¹⁾ dafür einen Anhaltspunkt.

Sie stützen sich hauptsächlich auf die Arbeiten Jokibes²⁾, der an Kupfer-Zink-Legierungen die Beobachtung machte, daß sie sich während der Erstarrung ausdehnen, obwohl die wirkliche Dichte nicht abnimmt. Die Ausdehnung würde demnach nur durch Poren hervorgerufen werden. Diese Porenbildung wird auch sonst öfters beobachtet; so ist z. B. das Volumen des Kalziumhydroxyds geringer als die Summe der Volumen des in ihm enthaltenen Wassers und Kalziumoxyds.

Die Erklärung dafür liegt darin, daß von demselben Punkt ausgehende Dendriten jeder für sich in einer bestimmten Richtung weiterwachsen und dadurch zwischen sich Raume frei lassen, für die das Volumen der Restschmelze nicht genügt. Zwischen den Dendriten bleiben also zunächst Hohlräume bestehen, die alsbald zurückgesaugt werden, wodurch die zwischen dem Kristallskelett der Dendriten — nach der obigen Deutung — entstehenden Hohlräume noch vergrößert werden.

In Übereinstimmung mit diesem Erklärungsversuch fand Jokibe auch die stärkste Blockseigerung bei derjenigen Legierung, welche die größte Raumbzunahme bei der Erstarrung aufweist.

An Hand der Abb. 3 sei schematisch das Verhalten der Restschmelze gedeutet. Die anfänglich von a b nach m n gedrängte Restschmelze wandert in die Poren zurück und verhält sich beim Zurückwandern normal, d. h. sie gibt zuerst die reineren Bestandteile ab und

nat. Gr.



Abbildung 4. Geätzter Querschliff eines Stabes mit weichem Mittelstreifen nach langem und hohem Glühen.

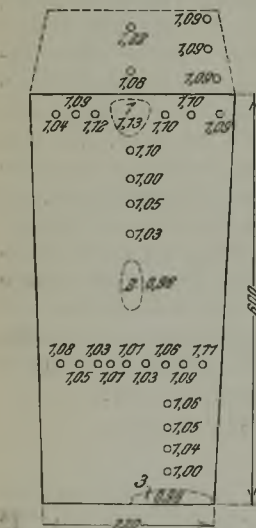


Abbildung 2. Kohlenstoffseigerung in einem Werkzeugstahl-Block.

wie sie in den von Bauer und Arndt²⁾ beschriebenen Fällen vorliegt, sondern als eine Sekundärerseinerung

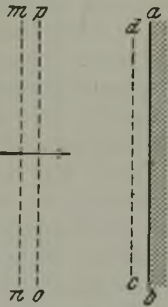


Abbildung 3. Schema der Erstarrung einer Schmelze in der Nähe der Kokillenwand.

der gewöhnlichen Seigerung, deren Bild durch das Untersinken der zuerst erstarrenden Kristalle geändert wird.

Der Ausgleich für den geringeren Kohlenstoffgehalt des inneren Teiles findet sich im verlorenen Kopf. Außer diesem leicht erkläraren Vorgang scheint aber noch wirkliche umgekehrte Seigerung in vielen Fällen vorzuliegen, denn sonst wäre es nicht möglich, daß der Kohlenstoffgehalt des Blockes nicht nur gleichkommt, sondern ihn sogar übersteigt.

Es ist schwer, für die wirkliche umgekehrte Seigerung eine Erklärung zu finden. Vielleicht geben die Unter-

C-Gehalt in %

0,75	0,75
0,75	0,75
0,75	0,75
0,75	0,75
0,75	0,75
0,75	0,75
0,75	0,75
0,75	0,75
0,75	0,75
0,75	0,75

Abbildung 5. Kohlenstoffseigerung in einem Stahlblock.

wird, je weiter sie gegen die Kokille wandert, unreiner, woraus sich erklärt, daß die Randteile an zuletzt erstarrenden Bestandteilen am reichsten sind. Dieser Vorgang spielt sich nur in den Randschichten ab, weil der Kern während der Erstarrung bereits von einer festen Metallmasse umgeben ist und sich nicht mehr ausdehnen kann.

Masing und Haase geben allerdings zu, daß ihre Deutung nicht als allgemeine Erklärung für die umgekehrte Seigerung in Frage kommt, und daß unter Umständen auch noch andere Vorgänge mitspielen können.

Um festzustellen, wie sich solche Ungleichmäßigkeiten im Stahl bei der Wärmebehandlung verhalten, wurden eine Reihe von Proben bis zu Temperaturen von 1000° geblüht. Trotz der langen Glühbehandlung ist der kohlenstoffärmere Teil erhalten geblieben, während der Rand stark entkohlt war. Abb. 4 zeigt den Querschliff einer so behandelten Probe in natürlicher Größe. Aus der starken Randentkohlung ist ersichtlich, daß der Stab lange auf höherer Temperatur war. Erst bei noch höheren Glühtemperaturen (1100 bis 1300°), wie sie Oberhoffer und Heger³⁾ angewandt haben, um Dendriten des

¹⁾ Kruppsche Monatsh. 3 (1922) S. 149/52.
²⁾ Mitt. Materialprüf. 39 (1921) S. 79; 40 (1922) S. 315.

¹⁾ Wissenschaftl. Veröffentlichungen Siemens-Konzern 4 (1925) S. 113/23.
²⁾ J. Inst. Metals 31 (1924) S. 225.
³⁾ St. u. E. 43 (1923) S. 1151.

Primärgefüges zum Verschwinden zu bringen, verschwinden auch die Kohlenstoffunterschiede. Bei Wärmebehandlungen aber, wie sie in der Praxis vorkommen, bleiben die vom Guß herrührenden Kohlenstoffunterschiede bis zur Streckung auf ganz kleine Querschnitte bestehen.

Von 42 beliebig herausgegriffenen Knüppeln verschiedener Stähle der laufenden Erzeugung waren nur fünf im Innern kohlenstoffreicher. Diese fünf stammen wahrscheinlich aus dem Teil unterhalb des verlorenen Kopfes, wo die Zone mit normaler Seigerung auch in den gesunden Blockteil hineinreichen kann. Irgend ein Einfluß der übrigen Bestandteile auf diese beschriebenen Erscheinungen wie Schwefel, Phosphor, Silizium oder Legierung konnte nicht festgestellt werden.

H. Meyer, Hamborn, weist in der Erörterung darauf hin, daß an der Grenze zwischen dem transkristallisierten und dem freikristallisierenden Teil des Blockes nach Abb. 5 sich eine Zone bildet, in der sich der Kohlenstoff anreichert, um dann gegen die Mitte zu unter den Durchschnittswert abzunehmen. Er ist der Ansicht, daß die Annahme eines Absinkens reinerer Kristalle in noch flüssigen Blockkern nicht zu einer völligen Erklärung dieser Erscheinung ausreicht.

Auch H. Schottky, Essen, bringt Beispiele umgekehrter Seigerung, ist aber der Ansicht, daß als Erklärung das Untersinken der spezifisch schweren Kristalle genügt.

Zusammenfassend wäre folgendes zu sagen:

1. In Stahlblöcken mit Warmhaube ist in der Regel der Innenteil kohlenstoffärmer als der Außenteil. Dies ist größtenteils keine eigentliche umgekehrte Seigerung, sondern wird durch das Untersinken der zuerst erstarrenden Kristalle in den länger flüssig bleibenden Innenteil bedingt. Der Ausgleich des Kohlenstoffs findet sich im verlorenen Kopf. Daneben scheint aber noch in vielen Fällen wirkliche umgekehrte Seigerung vorzuliegen.

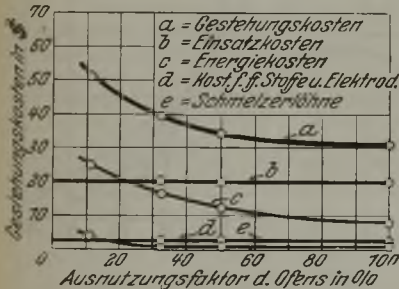


Abbildung 1. Gestehungskosten von saurem Elektrostahlguß aus einem 3-t-Ofen bei verschiedener Betriebsweise.

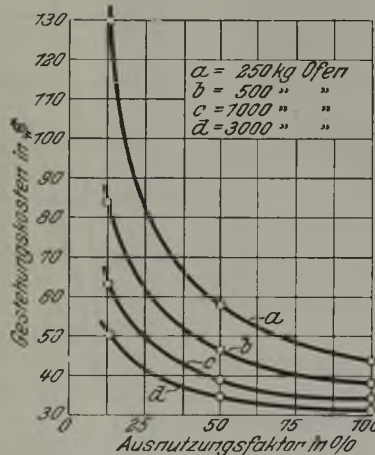


Abbildung 2. Gestehungskosten von saurem Elektrostahlguß in Ofen verschiedener Größe, und verschiedener Betriebsweise.

In Abb. 2 sind die sich dergestalt ergebenden Gestehungskosten für die Ofen verschiedener Größe bei verschiedener Ausnützung zusammengestellt. Die Kurven zeigen, daß es in den meisten Fällen wirtschaftlicher ist, einen kleineren Ofen in ununterbrochenem Betriebe zu halten, als einen größeren Ofen unterbrochen zu betreiben. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Schlußfolgerungen, zu denen auch E. Diep-schlag¹⁾ in seinem Vortrag über den Einfluß der Betriebsverfahren und der Stromkosten auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrostahlöfen in der Stahlgießerei gekommen ist.

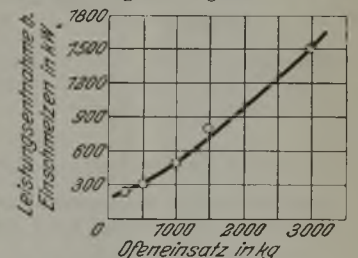


Abbildung 3. Leistungsentnahme saurer Elektrostahlöfen beim Einschmelzen.

2. Die Folgen solcher Kohlenstoffunterschiede im Block sind durch den gewöhnlichen Herstellungsgang selbst durch Strecken auf ganz kleine Querschnitte nicht zu beseitigen. Ein schädlicher Einfluß auf das Verhalten des Stahles beim Härten und beim Gebrauch folgt aus dieser Erscheinung nicht. Bei der Probenahme für die chemische Analyse muß dagegen dieser Umstand berücksichtigt werden.

Dr.-Ing. F. Rapatz.

Einfluß des Ausnutzungsfaktors auf die Schmelzkosten von Elektrostahlöfen.

R. S. Kerns¹⁾ weist an Hand amerikanischer Betriebsunterlagen nach, welchen Einfluß der Ausnutzungsfaktor von Elektrostahlöfen auf die Gestehungskosten des flüssigen Stahles ausübt. Zugrunde gelegt sind Elektroöfen mit 250, 500, 1000, 1500 und 3000 kg Einsatzgewicht, die mit saurer Schlacke auf Stahlguß betrieben werden. Für diese Ofengrößen werden der Reihe nach die Gestehungskosten zusammengestellt, die sich bei täglich einer, zwei und drei Schmelzungen, sowie bei ununterbrochenem Betrieb ergeben. Abb. 1 zeigt als

¹⁾ Blast Furnace 14 (1926) S. 133/5.

Beispiel die Gestehungskosten von saurem Elektrostahlguß aus dem 3-t-Ofen. Unter Gestehungskosten sind hier die Einsatzkosten, die Energiekosten, die Schmelzerlöhne und die Kosten für feuerfeste Stoffe und Elektroden verstanden; alle Angaben sind auf 1 t flüssiges Ausbringen bezogen.

Die Einsatzkosten werden mit 20 \$ je t flüssiges Ausbringen eingesetzt.

Die Energiekosten bauen sich auf folgendem, für amerikanische Verhältnisse kennzeichnenden Stromtarif auf:

Bereitstellungsgebühr bei einem Leistungsfaktor von 0,85 für die ersten 150 kW 2,00 \$ je kW, für weitere 50 kW 1,00 \$ je kW, für den überschießenden Betrag 0,75 \$ je kW.

Energiegebühr für die ersten 25 000 kWst 0,011 \$ je kWst, für weitere 25 000 kWst 0,010 \$ je kWst, für weitere 50 000 kWst 0,009 \$ je kWst, für weitere 50 000 kWst 0,008 \$ je kWst, für den überschießenden Betrag 0,007½ \$ je kWst.

Kohlenanteil für jede kWst 0,0003 \$.

Die Schmelzerlöhne werden mit monatlich 160 \$ für den ersten Schmelzer, für den zweiten Schmelzer mit monatlich 120 \$ angegeben.

Für feuerfeste Stoffe und Elektroden wird der Wert von 2,50 \$ je t flüssiges Ausbringen eingesetzt.

In Abb. 2 sind die sich dergestalt ergebenden Gestehungskosten für die Ofen verschiedener Größe bei verschiedener Ausnützung zusammengestellt. Die Kurven zeigen, daß es in den meisten Fällen wirtschaftlicher ist, einen kleineren Ofen in ununterbrochenem Betriebe zu halten, als einen größeren Ofen unterbrochen zu betreiben. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Schlußfolgerungen, zu denen auch E. Diep-schlag¹⁾ in seinem Vortrag über den Einfluß der Betriebsverfahren und der Stromkosten auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrostahlöfen in der Stahlgießerei gekommen ist.

In Abb. 3 sind für die verschiedenen Ofengrößen die elektrischen Leistungen zusammengestellt, die beim Betriebe mit saurer Schlacke während des Einschmelzens dem Netz entnommen werden.

Dr.-Ing. St. Kriz.

Elektrolytische Nickelniederschläge beim Beizen von Chromnickel- und Nickelstählen.

Schmiedestücke, Bleche und andere Stahlteile aus Chromnickel- oder Nickelstählen weisen nach dem Beizen oft graugelbliche Flecke auf, die besonders nach längerem Liegen der betreffenden Stücke durch das Nicht-rostn dieser Stellen gegenüber der übrigen Oberfläche augenfällig in Erscheinung treten und manchmal fälschlicherweise als Materialfehler gedeutet werden. Abb. 1 zeigt ein mit derartigen Flecken versehenes Schmiedestück.

Bei näherer Untersuchung erwiesen sich diese Stellen als reine Nickelniederschläge, die sich beim Beizen aus der hierbei entstehenden Eisen-Nickel-Lösung elektrolytisch

¹⁾ Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 401.



Abbildung 1. Nach dem Belzen entstandene Flecke an einem Schmiedestück.

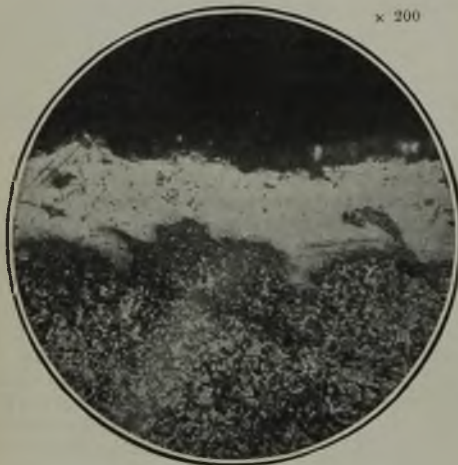


Abbildung 2. Nickelbelag an Schmiedestücken.

abgeschieden hatten. Analytisch erwies sich der Niederschlag als reinem Nickel bestehend. Abb. 2 zeigt den Niederschlag im Querschliff. E. Houdremont.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung. Ueber den Einfluß der Probenbreite und der Temperatur auf den Kraftverlauf beim Kerbschlagversuch.

In einer früheren Untersuchung¹⁾ ist bereits ein Verfahren zur Ermittlung des Kraftverlaufs bei der Schlagprüfung angegeben. Neben Schlagzugversuchen sind dort schon Kerbschlagversuche mit einer kleinen Probenform bei Zimmertemperatur angestellt und die Kraft-Durchbiegungskurven für ein Weicheisen und einige legierte Stähle bestimmt worden.

In einer neuen Mitteilung²⁾ ist diese Arbeit auf einen Kohlenstoffstahl unter Verwendung mehrerer Probenbreiten und verschiedener Versuchstemperaturen ausgedehnt worden. Da nunmehr größere Proben als in der früheren Untersuchung mit einer Auflagerentfernung von 120 mm benutzt wurden, konnte ein neues, vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung der Kraft-Durchbiegungslinien verwandt werden. Bei ihm werden durch einen Lichtstrahl, der von einer umlaufenden, am Rande geschlitzten Scheibe in kurzen Zeitabständen unterbrochen wird, Belichtungsstreifen auf einer mit dem Hammer fest verbundenen, photographischen Platte erzeugt. Aus ihren Abständen lassen sich die Geschwin-

digkeiten und Verzögerungen des Hammers während des Brechens der Probe ermitteln, aus denen dann durch Multiplikation mit der Masse des Hammers die wirkenden Kräfte errechnet werden können.

Untersucht wurde ein Kohlenstoffstahl mit 0,40 % C; die Probenbreiten betragen 8, 13, 18 und 30 mm bei einer gleichbleibenden Probenhöhe von 15 mm. Die Versuchstemperaturen lagen zwischen 20 und 700°. Die bei 100° bestimmten Kraft-Durchbiegungslinien sind in Abb. 1 dargestellt, während Abb. 2 die einer Probenbreite von 18 mm entsprechenden Schaulinien für alle untersuchten Temperaturen zeigt. Ferner sind in der Mitteilung einige Eigenschaften des Werkstoffes in Abhängigkeit von der Versuchstemperatur und der Probenbreite dargestellt. Hierbei zeigt die Kerbzähigkeit mit steigender Temperatur den bekannten Verlauf³⁾ mit einem Höchstwert bei 100° und einem Mindestwert bei 500°. Ein sehr ähnliches Bild ergibt sich auch bei der Auf-

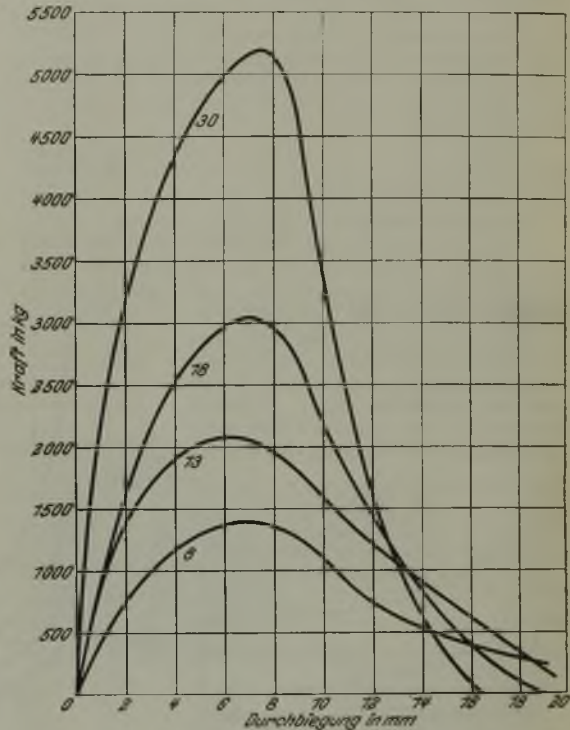


Abbildung 1. Kraft-Durchbiegungskurven. 100°.

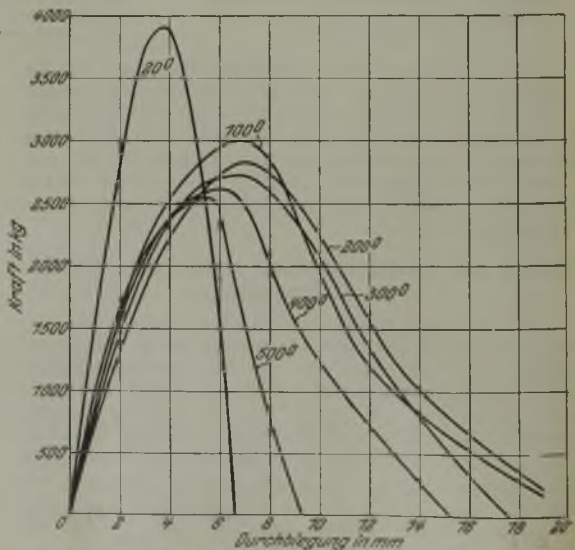


Abbildung 2. Kraft-Durchbiegungskurven. Probenbreite 18 mm.

¹⁾ F. Körber und H. A. v. Storp: Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 7 (1925) S. 81.

²⁾ F. Körber und H. A. v. Storp: Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 8 (1926) Lfg. 8, S. 127/34.

³⁾ Vgl. F. Körber und A. Pomp: Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 6 (1925) S. 21; 7 (1925) S. 43.

tragung der Durchbiegungen bis zur Höchstlast und bis zum Bruch. Im Gegensatz dazu zeigt die Höchstlast selbst einen geringen Abfall mit steigender Temperatur, wie er in ähnlicher Weise bereits bei der mittleren Zugspannung beim Schlagzugversuch gefunden wurde. Es ergibt sich somit, daß die Aenderung des Arbeitsverbrauches mit der Temperatur im wesentlichen von der Aenderung der Formänderungsfähigkeit bestimmt wird. während die Höchstlast keinen entscheidenden Einfluß ausübt. In Abhängigkeit von der Probenbreite aufgetragen ergab die Höchstlast im Schaubild eine Gerade, wie sie auch schon durch statische Versuche ermittelt ist.

Zum Schluß sind mit den erhaltenen Werten auch die von M. Moser¹⁾ angegebenen Größen, Arbeitskonstante der Raumeinheit und Arbeitsschnelligkeitsgrad, nach seinem sogenannten „abgekürzten Verfahren“ für die verschiedenen Temperaturen bestimmt worden. Die Kurven zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf, wie er von Moser bereits an anderer Stelle²⁾ bekanntgegeben wurde.

H. A. v. Storp.

Rißbildungen und Anfressungen an Dampfkessellementen.

Bei der Untersuchung einer Reihe von Dampfkessellementen mit Anfressungen und Rißbildungen, die dem Institut von verschiedenen Stellen zur Verfügung gestellt worden waren, erwies sich die Aetzung nach Fry als ein wichtiges Hilfsmittel zur Aufdeckung der Ursache der aufgetretenen Schäden.

Die von F. Körber und A. Pomp³⁾ untersuchten Kessellemente waren folgende:

1. Siederrohr mit starken Anfressungen (Abb. 1 und 2).
2. Kesselboden mit Krepfenriß.
3. Vorderboden eines Zweiflammrohr-Dampfkessels mit Rissen.
4. Vorderboden des Oberkessels eines Wasserrohrkessels (Abb. 3).
5. Querkammer mit Anriß (Abb. 4).
6. Mannlochboden mit Riß am Mannlochrand.

Die Untersuchung obiger sechs im Betriebe schadhafte Kesselteile ließ erkennen, daß in allen Fällen an den Stellen, wo Anfressungen oder Risse vorhanden waren, Kraftwirkungsfiguren auftraten. Dadurch wird der bereits von M. Werner⁴⁾ betonte ursächliche Zusammenhang zwischen den Rissen bzw. Anfressungen und den Gleitschichten bestätigt, von dem wir uns folgendes Bild machen können.

Wird ein Probekörper aus weichem Eisen einer Zug-, Druck-, Biege- oder sonstigen mechanischen Beanspruchung unterworfen, so erscheinen bei Eintritt bleibender Formänderungen auf der blanken Oberfläche der Probe kennzeichnende, meist unter einem Winkel von etwa 45° zur Krafrichtung verlaufende, mehr oder weniger breite, im Relief stehende Streifen, die als Hartmannsche oder Lüdersche Linien bezeichnet werden. Bei mit Zunder behafteten Stäben treten entsprechende Figuren durch Abspringen des Zunders auf.

Durch das Aetzverfahren nach Fry gelingt es, den Verlauf dieser Fließschichten auch im Innern der Probe auf ebenen Schnittflächen sichtbar zu machen. Die bei diesem Aetzverfahren entwickelten dunklen Aetzlinien und -streifen sind als Schnitte durch die Gleitflächen oder Fließschichten aufzufassen; sie stellen mit anderen Worten diejenigen Zonen dar, die von der plastischen Verformung ausschließlich oder in überwiegender Maße betroffen worden sind. Mit weiter zunehmender Beanspruchung nehmen immer weitere Teile der Probe an der

Verformung teil, bis schließlich das ganze Stück bleibende Formänderungen erleidet. Die Aetzung nach Fry ergibt dann eine mehr oder weniger gleichmäßige Dunkelung der Schlitfläche.

Die Erkenntnis, daß die durch die Frysche Aetzung entwickelten dunklen Linien und Streifen in gering beanspruchtem weichen Eisen Zonen darstellen, in denen nach örtlicher Ueberschreitung der Fließgrenze bleibende Verformungen stattgefunden haben, läßt einen Schluß zu auf die bei diesem Vorgang in den betreffenden Zonen eingetretenen Aenderungen ihrer physikalischen Eigenschaften.

Eine Kaltverformung bewirkt neben einer Erhöhung der Zugfestigkeit eine Abnahme der Dehnung und Kerbzähigkeit, wie P. Goerens¹⁾ an kaltgezogenen Flußeisenstäben und A. Pomp²⁾ an kaltgewalztem Flußeisen gezeigt haben. Kerbschlagversuche an Stäben mit Kraftwirkungsfiguren, wie sie von H. Meyer und W. Eichholz³⁾ ausgeführt worden sind, zeigen denn auch innerhalb desselben Stabes erhebliche Unterschiede in der Kerbzähigkeit je nach der Lage des Kerbes in mit Kraftlinien durchsetzten Teilen oder in solchen Teilen, die von Kraftlinien frei sind. A. Fry⁴⁾ fand bei Frémont-Kerbschlagproben eine Kerbzähigkeit von 11,3 mkg/cm² für solche Proben, bei denen der Kerb in einem Kraftwirkungstreifen lag, gegenüber einer Kerbzähigkeit von



Abbildung 1.
Siederrohr mit Anfressungen.

Abbildung 2. Oberfläche
des Rohres angeschliffen
und nach Fry geätzt.
(Spiegelbildlich.)

49 mkg/cm² bei den gleichen Weicheisenproben ohne Kraftwirkungsfiguren.

Eine weitere Zunahme der Sprödigkeit des in den Verformungszonen gelegenen Werkstoffes tritt durch Altern ein. Das Altern wird beschleunigt durch ein An-

¹⁾ Ferrum 10 (1912) S. 65, 112 u. 137.

²⁾ St. u. E. 40 (1920) S. 1261, 1364 u. 1403.

³⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 20 u. 34 (1922).

⁴⁾ Vgl. Erörterung zu Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 20 (1922).

¹⁾ St. u. E. 43 (1923) S. 935.

²⁾ St. u. E. 45 (1925) S. 1879.

³⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 8 (1926) Lfg. 9, S. 135/47.

⁴⁾ Korrosion und Metallschutz 2 (1926) S. 63.

lassen auf Temperaturen von etwa 100 bis 300°, also auf Temperaturen, wie sie im praktischen Kesselbetrieb anzutreffen sind.

Geschieht die Verformung statt bei Raumtemperatur bei Warmegraden von etwa 200 bis 400°, so geht das Altern augenblicklich vor sich. Selbst geringe Verformungen im Blauwärmegebiet rufen eine erhebliche Verschlechterung der Kerbzähigkeit hervor.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die bei geringen Verformungen entstehenden Gleitschichten

Nach den Untersuchungen von P. Goerens¹⁾ an kaltgezogenen Flußeisendrähten nimmt die Löslichkeit des Eisens mit steigendem Verformungsgrad zu. Die gleiche Beobachtung machten auch andere Forscher. Da die Gleitschichten Zonen starker Verformung darstellen, ist es erklärlich, daß ihre Löslichkeit gegenüber dem von der Verformung nicht betroffenen Material entsprechend erhöht ist. Eine weitere Beschleunigung des Lösungsvorganges ist in dem schichtenweise aufeinanderfolgenden Auftreten von stark verformten Gleitflächen und Zonen, die keine oder nur geringe Beanspruchung erfahren haben, zu erblicken. Hierdurch entstehen kleine, kurz geschlossene galvanische Elemente, sogenannte Lokalelemente, die zu einer Erhöhung der Auflösungsgeschwindigkeit des unedleren Metalles, in diesem Falle also der von Kraftlinien durchsetzten Teile, führen.

× 3

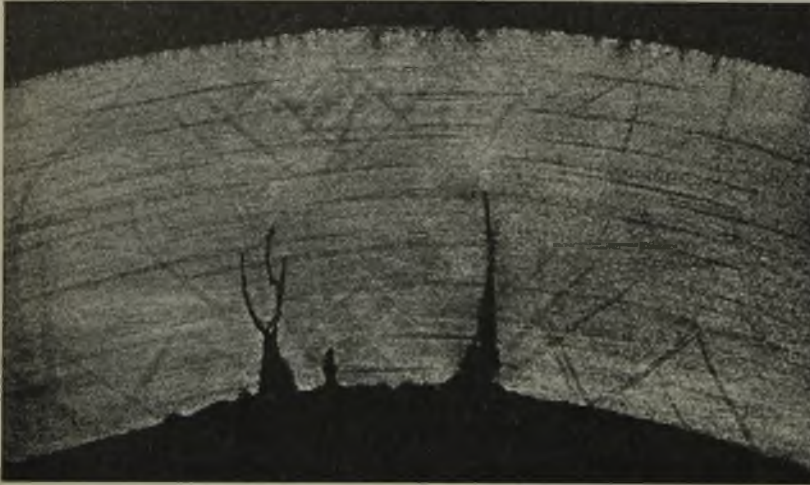


Abbildung 3. Risse und Anfrassungen in der Kreppe eines Kesselbodens. (Wasserraum.) Nach Fry geätzt.

× 3

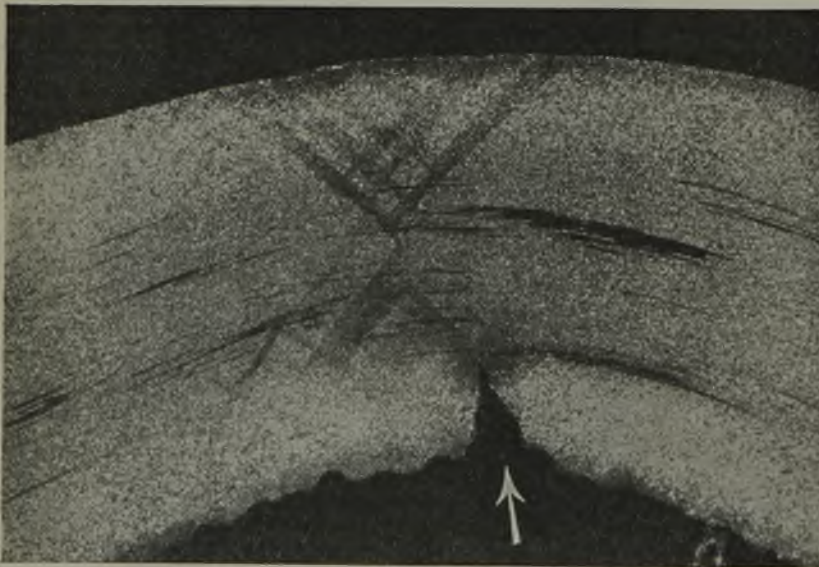


Abbildung 4. Riß an der Bordstelle einer Querkammer. Nach Fry geätzt.

Zonen erhöhter Sprödigkeit darstellen. Daß trotz Vorhandenseins zahlreicher Kraftwirkungsfiguren und der infolgedessen zu erwartenden stark erniedrigten Zähigkeit es nicht notwendig zur Bildung von Rissen an diesen Stellen zu kommen braucht, geht aus dem unter 4 geschilderten Fall eines Vollbodens hervor, dessen Kreppe, soweit sie im Dampfraum lag, von Rissen und Anfrassungen frei war, obwohl nach dem Ergebnis der Aetzung nach Fry dort die gleiche Beanspruchung wie im Wasserraum erfolgt ist. Auch eine Korrosion läßt sich aus der erhöhten Sprödigkeit der Gleitflächen nicht erklären. Hierzu bedarf es noch der Berücksichtigung der Einflüsse, die sich durch die Wirkung des Kesselspeisewassers auf von Gleitflächen durchsetzte Kesselemente geltend machen.

Die erhöhte Löslichkeit der Gleitschichten führt anfangs zur Ausbildung kleiner Aetzfurchen. Diese Aetzfurchen wirken wie Kerbe auf das darunter liegende spröde Metall und rufen eine gesteigerte Spannung im Kerbgrund hervor. Hierdurch erklärt es sich, daß die Risse vorzugsweise von denjenigen Stellen ihren Ausgang nehmen, wo die Kraftlinien so auf die Oberfläche treffen, daß ihre Spur senkrecht zu hohen Zugbeanspruchungen verläuft.

Danach ist für das Zustandekommen der Risse und Anfrassungen das Zusammenwirken zweier Umstände erforderlich:

1. Geringe Formänderungen des Werkstoffes, die zur Bildung von Gleitschichten führen; Sprödigkeit in diesen Zonen auf Grund der vorzugsweise an diesen Stellen stattgefundenen Verformung; Alterserscheinungen, die eine weitere Sprödigkeitssteigerung bewirken.

2. Chemische und elektrolytische Wirkungen des Kesselspeisewassers, als deren Folge sich im Grunde der in den Gleitschichten sich ausbildenden Aetzfurchen Spannungssteigerungen

bei der Beanspruchung des Kessels ergeben, die das Fortschreiten des Anrisses begünstigen.

Der Vorgang der Ribbildung und Korrosion, wie im vorstehenden dargestellt ist, weist auf die Einflüsse hin, welche die Entstehung derartiger Schäden begünstigen, und gibt gleichzeitig wichtige Fingerzeige, wie ihnen entgegenzuarbeiten ist.

Die Hauptursachen für die Bildung von Rissen und das Zustandekommen von Anfrassungen sind zu suchen

1. im Werkstoff und seiner Verarbeitung,
2. in der Kesselkonstruktion und
3. in den Betriebsverhältnissen.

¹⁾ Ferrum 10 (1912) S. 65, 112 u. 137.

1. Werkstoff. Die Gleitflächen bilden sich nach Eintritt einer bleibenden Formänderung aus. Sie werden daher erst bei um so höherer Beanspruchung auftreten, je höher die Elastizitäts- bzw. Streckgrenze des Werkstoffes liegt. Die Verwendung harterer Blechsorten mit entsprechend hoher gelegener Streckgrenze gewinnt von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet erhöhte Bedeutung. Zu beachten ist auch, daß in einem sonst gesunden Werkstoff eine starke Erniedrigung der Streckgrenze durch unsachgemäße Behandlung eintreten kann, beispielsweise bei weichem Flußstahl dann, wenn nach geringen Verformungen Glühtemperaturen zwischen 600 und 900° angewandt werden. Eine derartige fehlerhafte Behandlung führt gleichzeitig zu einer starken Gefügevergröberung und damit zu einer empfindlichen Sprödigkeitssteigerung. Es kann daher nicht dringend genug darauf hingewiesen werden, Teile, die eine Verformung erfahren haben, sorgfältig auszuglühen, und zwar bei Glühtemperaturen oberhalb des A₃-Punktes.

Auch Siederohre werden vielfach kalt gebogen und ohne nachfolgendes Glühen eingebaut, obwohl die durch Abspringen des Zunders zutage tretenden Fließlinien zur Warnung dienen müßten. Das in Abb. 1 und 2 dargestellte Rohr läßt den schädlichen Einfluß einer Kaltreckung auf die Haltbarkeit in aller Deutlichkeit erkennen.

2. Kesselkonstruktion. Es ist auch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß Verformungen, wie sie sich durch Ausbildung von Gleitschichten zu erkennen geben, erst während des Betriebes entstanden sind. Seeberger¹⁾ weist darauf hin, daß unter dem Einfluß der Wärme- und infolge der Steifigkeit starrer Kesselteile erhebliche zusätzliche Spannungen auftreten können. Der in Abb. 4 dargestellte Riß in einer Querkammer ist ein Beispiel hierfür. Es ist kein Zufall, daß der Riß an der Stelle der Kammer auftritt, die eine verhältnismäßig scharfe Biegung besitzt. Durch möglichst sanfte Abrundung der Querkammer an dieser Stelle müßte es sich erreichen lassen, daß die dort aufgetretenen Spannungen nicht zu einer Ueberschreitung der Streckgrenze führen, sondern rein elastisch vom Werkstoff aufgenommen werden.

Bei Mannlochböden besteht die Gefahr, daß die außerordentlich hohe Beanspruchung in der Umgebung des Mannloches zu Rißbildungen an dieser Stelle führt. Der Ausgang derartiger Risse von der Außenfläche des Kessels wird im Gegensatz zu den Rissen an der Innenseite der Hauptkrempe in den meisten Fällen zu einer baldigen Wahrnehmung derselben führen, worauf es zurückzuführen sein dürfte, daß durch Risse am Mannlochrand verursachte Unfälle nicht bekannt geworden sind. Günstig wirkt auch, daß der Riß in der Meridianrichtung verläuft, wobei er bald in Gebiete günstiger Beanspruchungsverhältnisse gelangt, so daß er sich nicht weiter fortsetzt.

3. Betriebsverhältnisse. Endlich wird die Entstehung der Risse und Anfrassungen in vielen Fällen durch die besonderen örtlichen Betriebsverhältnisse verursacht. Häufige Druckschwankungen infolge unregelmäßiger Dampfnahme, Temperaturunterschiede beim Öffnen der Feuertür oder bei der Kesselspeisung u. dgl. können gleichfalls erhebliche zusätzliche Spannungen bewirken, die zur Bildung der Gleitschichten führen können. Für die Schnelligkeit, mit der das Herauslösen der auf die eine oder andere Weise zustande gekommenen Gleitschichten vor sich geht, ist die Beschaffenheit des Kesselspeisewassers in erster Linie ausschlaggebend.

A. Pomp.

Eisengießereitechnische Hochschulwoche 1926 Stuttgart.

An der Technischen Hochschule Stuttgart findet in den Tagen vom 4. bis 8. Dezember 1926 die zweite Eisengießereitechnische Hochschulwoche statt. Das Hauptverhandlungsthema der Hochschulwoche lautet: Hochwertiges Gußeisen und Sondergußeisen. Hierzu sind Vorträge und Vorführungen von Dr.-Ing. P. Bardenheuer, Kaiser-Wilhelm-Institut

für Eisenforschung Dusseldorf, Professor Dr. Glocker, Technische Hochschule Stuttgart, Dr.-Ing. Th. Klingenstein, Eßlingen, Dr.-Ing. R. Stotz, Kornwestheim, Professor Dr. E. Wilke-Dörfurt, Technische Hochschule Stuttgart, vorgesehen. Außerdem findet unter Leitung von Professor Dr.-Ing. R. Baumann ein praktischer Kursus in Prüfung von Gußeisen im Anschluß an die in den Vorträgen und Erörterungen behandelten Gegenstände statt; auch ist die Besichtigung einer Stahlgießerei in der Nähe Stuttgarts vorgesehen.

Anfragen wegen der Gesamtveranstaltung sind an Professor Dr. Wilke-Dörfurt, Stuttgart, Schließfach 455, zu richten. Anmeldungen zu dem praktischen Kursus nimmt Professor Dr.-Ing. R. Baumann, Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart-Berg, Cannstatter Str. 212, unter gleichzeitiger Einzahlung des Betrages von 20 M mit Postanweisung oder auf Postcheckkonto Stuttgart Nr. 40 434 Professor Baumann, Stuttgart, entgegen.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 46 vom 18. November 1926.)

Kl. 7 a, Gr. 9, D 49 613. Herstellung von Metallblechen und Platten. Hector Leighton Davies, Goverton, und Samuel Rees Cound, Aberavon (Engl.).

Kl. 7 a, Gr. 19, D 48 709. Verfahren zur Erhöhung der Haltbarkeit und der Lebensdauer der Walzen. Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hutten-Aktiengesellschaft und Eugen Kamp, Markgrafenstr. 35, Dortmund.

Kl. 7 b, Gr. 5, M 89 523. Drahtziehvorrichtung. Carl Franklin Mead, Cleveland (V. St. A.).

Kl. 7 c, Gr. 20, S 66 971; mit Zus.-Anm. S 69 756. Rohrwalze. Slesazeck & Co., G. m. b. H., Maschinenfabrik, Berlin-Reinickendorf.

Kl. 7 d, Gr. 6, W 65 379. Maschine zur Herstellung von gleichgliedrigen und ungleichgliedrigen Ankerketten oder ähnlichen Erzeugnissen. Jonathan Wenz, Pforzheim, Wurmbergerstr. 66.

Kl. 10 a, Gr. 4, G 65 608. Regenerativ-Koksofen mit senkrechten Heizzügen. Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., Oberhausen (Rheinl.).

Kl. 10 a, Gr. 4, K 95 500; Zus. z. Pat. 426 086. Kammerkoksofen mit Regenerativbeheizung. The Koppers Company, Pittsburgh, Pennsylvania (V. St. A.).

Kl. 12 e, Gr. 2, D 44 500. Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb von Luft- und Gasfiltern. Deutsche Luftfilter-Baugesellschaft m. b. H. und Dr.-Ing. Woldemar Allner, Eisenacher Str. 103, Berlin.

Kl. 12 e, Gr. 5, L 60 126; Zus. z. Pat. 429 475. An einen Brennstofftrockner angeschlossene elektrische Staubbildungseinrichtung. Lurgi, Apparatebau-Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M.

Kl. 12 e, Gr. 5, M 93 663. Ueberspannungsschutz zur Sicherung elektrischer Niederschlagskammern für Gasreinigung. Metallbank und Metallurgische Gesellschaft, A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 14 c, Gr. 10, M 89 978. Einrichtung zur Beheizung von Gehäusen für Hochdruckdampf- oder Gasturbinen. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk.

Kl. 14 h, Gr. 3, L 64 406. Warmespeicheranlage. Dipl.-Ing. Ernst Lindemann, Cottbus, Bahnhofstr. 56 a.

Kl. 23 c, Gr. 1, B 124 758. Verfahren zur Regenerierung gebrauchter Schmieröle. Hermann Bensmann, Bremen, Böttcherstr. 4/5.

Kl. 24 c, Gr. 4, P 50 713. Gasfeuerung für Dampfkessel. Stewart Charles Paget, Ewelme (Engl.).

Kl. 24 h, Gr. 5, S 37 843. Beschickungsvorrichtung für Öfen mit Füllschacht. Jakob Stupp, Köln-Mulheim, Regentenstr. 15.

Kl. 31 c, Gr. 8, H 99 615. Aus in wagerechten Führungen verschiebbaren, unten durch eine Tragplatte

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

geschlossenen Teilen bestehender Kernkasten. Earl Holley, Detroit, Michigan (V. St. A.).

Kl. 49 c, Gr. 18, W 67 597. Verfahren zum Stanzen von Löchern in Winkeln, Schienen und ähnlichen Werkstücken. Waggon- und Maschinenfabrik, A.-G., vorm. Busch, Bautzen i. S.

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

(Patentblatt Nr. 46 vom 18. November 1926.)

Kl. 1 b, Nr. 969 315. Magnetische Scheide- und Abwerftrommel für Massengut. Fried. Krupp, Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 13 b, Nr. 969 483. Vorrichtung zur Aufbereitung von Kesselspeisewasser. Philipp Müller, G. m. b. H., Stuttgart.

Kl. 37 b, Nr. 969 387. Verbindung für mehrteilige Maste, Türme o. dgl. Mannesmannröhren-Werke Düsseldorf.

Kl. 37 f, Nr. 969 099. Stahlhaus. Heinrich Blecken, Duisburg, Hafenstr. 6.

Kl. 67 a, Nr. 969 105. Putztrommel für Gußstücke u. dgl. Heinrich Ruppel, Ludwigshafen a. Rh., Industriestr. 5.

Kl. 88 c, Nr. 969 408. Anordnung zum Beschicken von Schachtofen. Gebrüder Bühler, Uzwil (Schweiz).

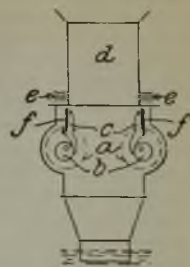
Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 a, Gr. 2, Nr. 430 999, vom 9. Juli 1922; ausgegeben am 25. Juni 1926. Peter Jung in Neukölln. *Verfahren zur Herstellung von Preßlingen aus an sich nicht oder nur schwierig brikketierbaren Rohstoffen, insbesondere Eisenerzen.*

Artgleiche oder artverschiedene Rohstoffe werden mit Wasser zu schleimigen Dispersionen vermahlen; das so entstandene Bindemittel wird mit dem einzubindenden Rohgut vermischt und unter Pressung geformt. Das Verfahren hat besondere Wichtigkeit zur Brikkettierung von mulnigen Erzen, wie Minette, Erzen von körnigem Charakter, wie Magneteisenstein, Gichtstaub u. dgl. Ebenso läßt es sich zur Herstellung von Steinen aus Sand als Grundstoff verwenden.

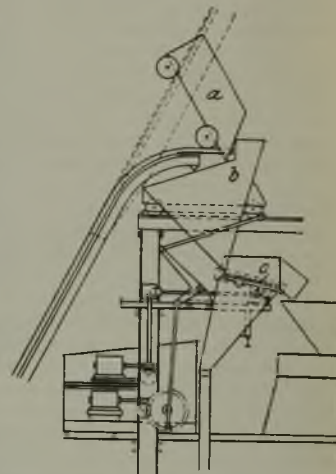
Kl. 24 e, Gr. 3, Nr. 431 136, vom 27. Januar 1923; ausgegeben am 2. Juli 1926. Zusatz zum Patent 409 766. (Frühere Zusatzpatente: 426 713, 427 358.) Max Birkner in Berg-Glabbach. *Wanderrostfeuerung mit angeschlossenem Schlackengenerator.*

Ueber den Brech- und Austragwalzen a sind besondere Vorrichtungen zum Zertrümmern harter Schlackenmassen vorgesehen, die durch die Bewegung der Brechwalzen in Tätigkeit gesetzt werden. Zu diesem Zweck sind Meißel e von außen und von Hand zu betätigen, oder es sind Brechleisten f am unteren Ende des Schachtes d aufgehängt, die mit hebelartigen Ansätzen c ausgerüstet sind, die an unrundern Scheiben b anliegen.



Kl. 18 a, Gr. 6, Nr. 433 186, vom 15. Januar 1925; ausgegeben am 30. August 1926. Maschinenbau-Akt.-Ges. Tigler in Duisburg - Meiderich. *Vorrichtung zum Beschicken von Hochöfen mit Stückkoks.*

Zwischen den Kippkübel a und das Siebwerk c ist ein Schütttrichter b eingeschaltet, der derart verschiebbar, verschenkbar oder einstellbar ausgebildet ist, daß beim Begichten mit Koks die Ladung des Kippkübels über das Sieb geleitet wird, während beim Begichten mit Erzen diese unter Umgehung des Siebes unmittelbar der Gicht zugeführt werden.



Statistisches.

Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im Oktober 1926¹⁾
In Tonnen zu 1000 kg.

	Robblöcke					Stahlguß			Insgesamt		
	Thomas-Stahl	Bessemer-Stahl	basische Siemens-Martin-Stahl	säure Siemens-Martin-Stahl	Tiegel- u. Elektro-Stahl	Schweißstahl (Schweiß-eisen)	basischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	1926	1925 ²⁾
Oktober											
Rheinland-Westfalen . .	462 242		460 012	11 411	5 603		7 117	3 767	447	950 606	743 323
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen . . .	—		24 717	—	—		174	—	—	26 306	20 671
Schlesien	—		44 352	—	—		634	242	—	45 368	27 979
Nord-, Ost- und Mitteldeutschland		—	56 068	460	—	2 566	1 916	796	490	95 117	67 228
Land Sachsen			30 838	—	—		1 261	513	—	36 452	39 064
Süddeutschland u. Bayr. Rheinpfalz	54 643		3 026	—	—		268	151	—	20 385	18 294
Insgesamt Okt. 1926 . .	516 886	—	619 013	11 880	6 083	2 566	11 400	5 469	937	1 174 234	—
davon geschätzt . . .	—	—	11 000	—	1 430	—	475	100	—	13 005	—
Insgesamt Okt. 1925 . .	398 634	—	475 499	10 940	8 787	—	13 961	7 554	1 234	—	916 609
davon geschätzt . . .	—	—	8 600	—	30	—	100	170	—	—	8 900
Januar bis Oktober											
Rheinland-Westfalen . .	3 889 821		3 703 459	87 170	49 187		59 526	35 110	3 766	7 826 877	8 570 276
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen . . .	—		217 801	—	—		1 591	—	—	229 002	244 772
Schlesien	—		346 015	—	—		3 711	3 226	—	354 106	217 892
Nord-, Ost- und Mitteldeutschland		133	486 518	3 220	—	19 329	17 028	7 673	4 322	807 653	854 818
Land Sachsen			335 425	—	—		11 035	4 066	—	378 871	387 791
Süddeutschland u. Bayr. Rheinpfalz	462 168		21 080	—	—		2 636	1 415	—	183 058	180 825
Insges. Jan. bis Okt. 1926 .	4 351 989	133	6 110 298	90 300	52 523	19 329	95 327	51 490	8 088	9 779 567	—
davon geschätzt . . .	—	—	78 500	—	1 700	—	1 150	1 000	—	82 350	—
Insges. Jan. bis Okt. 1925 .	4 365 930	22 448	5 645 819	134 825	115 553	—	165 405	96 979	10 415	—	10 556 574
davon geschätzt . . .	—	—	69 000	—	300	—	1 600	1 870	—	—	72 170

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. ²⁾ Ohne Schlesien. ³⁾ Ohne Schweißstahl (Schweiß-eisen).

Die Kohlen- und Eisenerzförderung des Deutschen Reiches im Jahre 1925.

Im Jahre 1925 zeigte sowohl die Bewirtschaftung der wichtigsten Grundstoffe als auch der wirtschaftliche Gesamtverlauf keine eindeutige Entwicklung. Nach der Währungsstabilisierung setzte ein wirtschaftlicher Reinigungsvorgang ein, der in der allgemeinen Krise des Jahres 1925 zur vollen Auswirkung kam. Zeigte auch die bergbauliche Erzeugung gegenüber dem Jahre 1924 keine rückläufige Bewegung, so wiesen doch die Schwankungen des Absatzes, der Grad der Beschäftigung sowie die betrieblichen Verhältnisse die wesentlichen Merkmale der sich vollziehenden Umgestaltung der deutschen Wirtschaft auf.

In den einzelnen Bergbauzweigen zeigt die Förderung folgendes Bild¹⁾:

Zahlentafel 1.

	1913	1924	1925	1925
	(jetziges Gebiet)	1000 t		gegen 1913 %
Steinkohle	140 753	118 769	132 622	94
Braunkohle	87 228	124 637	139 725	160
Eisenerz (roh)	7 308	4 457	5 923	81
Schwefelerz (roh)	269	160	223	83
Blei-, Silber- u. Zinkerz (roh).	1 866	1 241	1 366	73
Arsen- und Kupfererz (roh)	974	849	843	87
Wolfram-, Zinn- usw. Erz (roh)	50	25	19	38

Im stärksten Ausmaße wurde der Steinkohlenbergbau²⁾ von der Krise erfaßt, die sich hier weniger in der Förderung als in dem Absatz der Steinkohle bemerkbar machte. Die Steinkohlenförderung erreichte im Juni 1925 mit 9,89 Mill. t den niedrigsten Stand von 1925, zeigte aber dann eine Aufwärtsbewegung, so daß die monatliche Durchschnittsleistung des Jahres 1925 von 11,05 Mill. t nur unerheblich hinter dem Monatsdurchschnitt des Jahres 1913 (jetziges Gebiet) von 11,73 Mill. t zurückblieb. Die Jahresförderung an Steinkohle betrug 1925 132,6 Mill. t und hat damit bis auf 5,8 % die Gewinnung im Jahre 1913 heutigen Gebiets (140,8) erreicht. Die Absatzkrise kam besonders im Ruhrgebiet zum Ausdruck, das unter dem Einfluß der Subventionen für den englischen Kohlenbergbau in erster Linie zu leiden hatte. Dagegen brachte die im Juni 1925 erfolgte Sperrung der Einfuhr polnischer Kohle eine Erleichterung, die zunächst Oberschlesien zugute kam. Gegen Ende des Jahres nahm gleichzeitig mit weiteren Betriebseinschränkungen in der Eisenindustrie die Absatzerschwerung für Steinkohle wieder größeren Umfang an.

Im Braunkohlenbergbau³⁾ war die Lage günstiger. Die Förderung von Braunkohle in Höhe von 139,7 Mill. t bedeutet eine Steigerung um 12,1 % gegenüber 1924. Die Förderung von 1913 heutigen Gebiets hat sie um 60 % überschritten.

Im Erzbergbau brachte das Jahr 1925 auf fast allen Gebieten eine erhöhte Förderung. Eine Ausnahme machten nur die Arsen und Kupfererze, deren Förderung auf der Höhe des Vorjahres blieb, und die Wolfram-, Zinn- usw. Erze, die gegenüber dem Vorjahre um 21 % in der Förderung zurückblieben. Bei Blei-, Silber- und Zinkerzen wurde die Förderung von 1.241 Mill. t auf 1.366 Mill. t gesteigert. Die Schwefelerzförderung stieg von 1924 auf 1925 (in % von 1913) von 59 auf 83.

Der Metallgehalt der verwertbaren Erze zeigt folgende Entwicklung:

Zahlentafel 2. Metallgehalt der verwertbaren Erze.

	1913		1925	1925 gegen 1913	
	ehem. Gebiet	jetziges Gebiet	jetziges Gebiet	ehem. Gebiet	jetziges Gebiet
	1000 t			%	%
Eisen	8499,1	2337,2	1845,5	21,7	79,0
Kupfer	26,8	26,8	23,8	88,8	88,8
Arsen	1,9	1,9	2,1	110,5	110,5
Blei	79,0	51,2	35,8	45,3	69,9
Zinn	244,2	88,2	49,1	20,1	55,7
Schwefel	101,4	99,6	85,1	83,9	85,4

Zahlentafel 3. Eisenerzförderung im Deutschen Reiche.

Jahr	a = jetziges Reichsgebiet, b = jetziges Reichsgebiet	Betriebe	Beschäftigte Personen	Förderung von rohem Eisenerz 1000 t	Ohne oder mit Handaufbereitung abgesetzte rohe Eisenerze 1000 t	In der Aufbereitungsanstalt verarbeitete Eisenerze 1000 t	In der Aufbereitungsanstalt gewonnene Eisenerze 1000 t
1913	a	328	42 296	28 607,9	25 411,3	3 338,4	2 239,1
	b	263	24 650	7 308,7	4 065,0	3 338,4	2 239,1
1919	a	324	28 058	6 153,8	3 197,3	2 619,2	1 601,1
	b	316	27 771	6 093,5	3 136,6	2 619,2	1 601,1
1920	a	331	29 101	6 361,6	3 589,3	2 800,8	1 681,6
	b	325	28 858	6 298,8	3 525,7	2 800,8	1 681,6
1921	a	354	29 478	5 906,6	2 954,7	2 970,1	1 886,6
	b	348	29 247	5 824,0	2 891,2	2 970,1	1 886,6
1922	a	336	29 702	5 928,2	3 042,9	3 163,0	2 016,8
	b	329	28 629	5 118,0	1 971,3	2 768,2	1 726,1
1923	a	247	17 606	4 457,1	2 218,3	2 352,6	1 563,2
	b	231	17 887	5 923,0	2 912,3	3 179,5	2 072,3

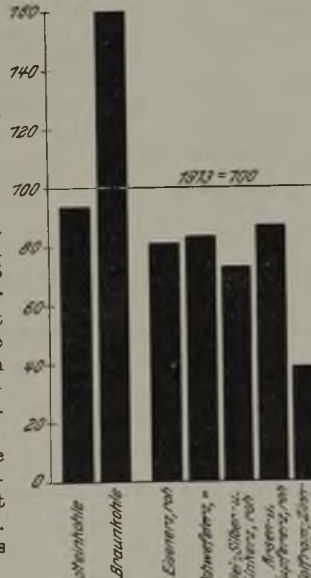


Abbildung 1. Deutschlands Bergbau im Jahre 1925 im Vergleich zu 1913 (1913 = 100).

Im Eisenerzbergbau ist gegenüber dem Vorjahre eine erhebliche Leistungssteigerung zu verzeichnen. Hinter der Vorkriegsförderung des jetzigen Gebiets blieb die Roherzförderung immerhin noch um 19 % zurück. Ueber Einzelheiten unternimmt Zahlentafel 3.

Die Zahl der Eisenerzgruben zeigt seit 1921 eine stetige Abnahme. Waren im Jahre 1923 noch 66 Gruben

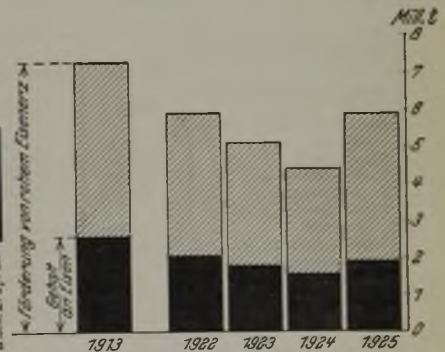


Abbildung 2. Deutschlands Eisenerzförderung im jetzigen Reichsgebiet.

mehr als 1913 (jetzigen Gebiets) im Betriebe, so betrug deren Zahl 1925 rd. 12 % weniger. Die höhere Zahl der Gruben in den ersten Nachkriegsjahren erklärt sich daraus, daß der durch den Versailler Vertrag erfolgte starke Verlust von Erzlagerstätten zum Abbau von geringeren Erzvorkommen zwang, während die schwierige Wirtschaftslage in den folgenden Jahren Rationalisierung der Betriebe und damit Stilllegung unwirtschaftlich arbeitender Gruben erforderte.

Während die Aufbereitung der geförderten Roherze 1913 (jetziges Gebiet) nur bei 45,7 % nötig war, mußten

¹⁾ Vgl. Wirtsch. Stat. 6 (1926) S. 696/7.
²⁾ Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 1206/10.
³⁾ Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 997/1000.

1925 53,7 % aufbereitet werden. Der Eisengehalt der geförderten Roherze betrug:

1913 (altes Gebiet)	32,5 %	des Roherzes
1913 (jetziges Gebiet)	35,0 %	„ „
1922 „ „	34,4 %	„ „
1923 „ „	34,4 %	„ „
1924 „ „	35,1 %	„ „
1925 „ „	34,7 %	„ „

Im einzelnen gestalteten sich nach den amtlichen Erhebungen über die Erzeugung der bergbaulichen Betriebe im Jahre 1924, verglichen mit dem Vorjahre¹⁾, die Stein- und Braunkohlen- sowie Eisenerzförderung wie folgt:

Zahlentafel 4.

	1924	1925
Steinkohlenförderung . . . t	118 768 748	132 622 125
Werke	376	343
Arbeiterzahl	558 938	557 087
Braunkohlenförderung . . . t	124 637 201	139 724 614
Werke	444	404
Arbeiterzahl	93 713	82 023
Eisenerzförderung t	4 457 101	5 923 043
Berechneter Eisengehalt t	1 441 451	1 891 712
Werke	247	231
Arbeiterzahl	17 606	17 887

Zahlentafel 5.

Von der Eisenerzförderung entfallen u. a. auf	1924	in % der Gesamtförderung	1925	in % der Gesamtförderung
	t		t	
Siegerland-Wieder Spateisenstein-Bezirk	1 602 498	35,9	2 061 268	34,8
Feine-Salzgitter-Bezirk	1 313 428	29,5	1 628 644	27,5
Nassauisch-Oberhessischer Bezirk (Lahn u. Dill)	398 990	8,9	633 526	10,7
Vogelsberger Basalteisenerz-Bezirk	222 394	5,0	546 324	9,2

Zahlentafel 6.

Getrennt nach der mineralogischen Bezeichnung wurden gefördert	Menge einschließlich des natürlichen Nassegehaltes		Durchschnittlicher Eisengehalt nach Abzug des natürlichen Nassegehaltes	
	1924	1925	1924	1925
	t	t	%	%
Brauneisenstein unt. 12 % Mangan	2 257 224	3 107 760	36,24	34,81
Brauneisenstein von 12 bis 30 % Mangan	168 758	180 213	24,23	24,55
Manganerz über 30 % Mangan	3 554	144	—	—
Roteisenstein	350 297	526 227	39,30	40,38
Spateisenstein	1 483 710	1 913 898	33,49	33,74
Magneteisenstein	43 992	39 957	44,41	49,15
Toneisenstein, Kohleneisenstein	14 219	6 668	35,06	33,53
Flußeisenstein	71 183	86 928	29,78	32,12
Raseneisenerze	436	621	41,85	44,36
Andere Erze	63 728	60 627	34,15	31,78
Deutsches Reich insges.	4 457 101	5 923 043	35,05	34,73

Das Steigen der Förderung von phosphorreichen Erzen und den Rückgang bezüglich der phosphorarmen Erze zeigt folgende Gegenüberstellung. Es betrug die Förderung in 1000 t von Erzen mit einem Phosphorgehalt:

	1922	1923	1924	1925
mit keinem oder bis 0,05 %	2204	1733	1741	2188
über 0,05 bis 0,1 %	151	84	185	231
„ 0,1 „ 0,5 %	1683	1349	816	1348
„ 0,5 „ 0,75 %	428	489	326	449
„ 0,75 „ 1,00 %	575	544	699	840
„ 1,00 %	886	918	690	867

¹⁾ Vierteljahrshefte zur Statistik des Deutschen Reiches 35 (1926) 3. Heft, S. 3 ff. Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 422/4.

Wirtschaftliche Rundschau.

Siegerländer Eisensteinverein, G. m. b. H., Siegen. — Der Siegerländer Eisensteinverein hat den Verkauf für Dezember zu unveränderten Preisen beschlossen. Förderung und Absatz im Oktober waren höher als im Vormonat. Für den laufenden Monat kann mit einer weiteren Steigerung gerechnet werden.

Die Lage der österreichischen Eisenindustrie im dritten Vierteljahr 1926. — Die Erzeugung von Roheisen, Rohstahl und Walzerzeugnissen weist gegenüber dem II. Jahresviertel 1926 einen weiteren Rückgang auf. Ein besonders großer Erzeugungsausfall ist bei Eisenbahnschienen und Walzdraht zu verzeichnen.

Das Inlandsgeschäft litt unter dem anhaltenden Geldmangel. Die private Bautätigkeit lag danieder; Händler und Verbraucher deckten nur den allerdringendsten Bedarf. Die seit 10. August laufenden Jahres gültigen erhöhten Eisenzölle haben wohl eine Preissteigerung ermöglicht, die sich aber nur auf durchschnittlich 60 % des Ausmaßes der Zollerhöhung belauft. Die durch bedeutende staatliche Ausfuhrprämien unterstützten polnischen Eisenwerke machten große Anstrengungen, um mittels Preisunterbietungen auf dem österreichischen und dem Balkanmarkt festen Fuß zu fassen. Der Balkanmarkt, insbesondere Südslawien, bildete den Schauplatz erbitterter Kämpfe der internationalen Eisenwerke. Die fortgesetzten gegenseitigen Unterbietungen hatten eine derartige Preissenkung zur Folge, daß Ausfuhrgeschäfte im allgemeinen keinen Anreiz mehr bieten konnten.

Gegen Ende der Berichtszeit trat unter dem Einfluß der internationalen Kartellverhandlungen eine mäßige Erhöhung der Weltmarktpreise ein. Der in den Balkanländern ebenfalls herrschende Geldmangel wirkte jedoch auf jede Geschäftstätigkeit lähmend ein.

Die Edeldahlindustrie erzeugte im III. Vierteljahr 11 929 t gegen 10 734 t im Vorvierteljahr. Die Geschäftslage hat sich jedoch keineswegs gebessert.

Ueber Erzeugung, Verkaufspreise und Löhne geben nachstehende Zahlen Aufschluß:

	Erzeugung in Tonnen:		
	I.	II.	III.
	Jahresviertel 1926		
Eisenerze	326 566	289 668	246 709
Stein- und Braunkohle	818 728	688 197	728 165
Roheisen	108 174	76 874	69 351
Stahl	137 601	126 155	107 817
Walz- und Schmiedeware	99 491	87 289	78 967
Durchschnittliche Verkaufspreise je Tonne in Schilling:			
Braunkohle	16—52	16—52	16—52
Roheisen	160	152	156
Knüppel	217,50	217,50	232,50
Stabeisen	275	275	292
Formeisen	315	275	292
Grobbleche je nach Abmessung	275—300	275—300	275—300
Walzdraht	286,50	296,50	306,50
Arbeiterverdienst je Schicht in Schilling:			
Gruppe			
Kohle: {Hauer	7,51	7,60	7,68
Arbeiter	5,78	5,85	5,98
Erz: Hauer	8,30	9,90	10,56
Eisen: Arbeiter	8,98	9,39	10,87
Stahl: Arbeiter	8,55	8,69	9,19

Aus der italienischen Eisenindustrie. — In den letzten Wochen stand die ganze italienische Industrie unter den Wirkungen des englischen Bergarbeiterausstandes, und alle Veränderungen, die sich in der Marktlage ergaben, alle Maßnahmen, die getroffen werden mußten, waren mehr oder weniger auf diesen Streik zurückzuführen. Zu irgendwelcher Beunruhigung ist jedoch kein Grund vorhanden, wenn auch der auf etwa 12 Mill. t jährlich angestiegene Kohlenverbrauch fast ganz durch Einfuhr aus dem Auslande gedeckt werden muß. Dank ihrer

Vorsicht hat die Eisenbahnverwaltung augenblicklich mehr als 1 1/2 Mill. t in ihren Beständen; dieses wichtigste aller Verkehrsmittel ist demnach noch für über sechs Monate vollkommen eingedeckt. Die Einfuhr an Kohlen während der ersten sechs Monate des laufenden Jahres betrug in Tonnen (in Klammern sind die Zahlen für den gleichen Zeitraum des Vorjahres beigefügt):

aus England	4 010 000	(3 680 000)
„ Amerika	380 000	(300 000)
„ Deutschland	600 000	(380 000) (im freien Handel)
„ „	1 980 000	(1 000 000) (Reparationskohle)
„ Frankreich	290 000	(140 000)
„ anderen		
„ Ländern	1 050 000	(130 000)
	8 310 000	(5 630 000)

Obwohl die Kohleneinfuhr um etwa ein Drittel gegenüber dem Vorjahr gestiegen ist, mußten hier und da

Betriebseinstellungen stattfinden, wenn auch nirgends in erheblichem Umfang; überall aber ist man bemüht, den Kohlenvorrat durch sparsamere Wirtschaft nach Möglichkeit zu strecken. In letzter Hinsicht macht sich auch die Inbetriebnahme weiterer Strecken der elektrifizierten Staatseisenbahn günstig bemerkbar. Die Staatseisenbahn hat sogar in gewissem Maße aus ihren Vorräten einzelnen ganz besonders bedrängten Industrien aushelfen können. Andere Bemühungen gehen dahin, die im Kriege schon einmal stark erhöhte Verwendung von Braunkohlen, die man dann wieder verlassen hat, von neuem aufleben zu lassen und vielleicht die Anlagen für eine dauernde und wirtschaftliche Verwendung dieses Brennstoffes einzurichten. Hierfür kommen natürlich nur die Werke Mittel-Italiens in Frage, die sich in der Nähe größerer Braunkohlenlager befinden.

Das wichtigste aller Vorbeugungsmittel aber, um einen Mangel an Brennstoffen zu vermeiden, bleibt stets

Erträge von Hüttenwerken und Maschinenfabriken im Geschäftsjahre 1925/26.

Gesellschaft	Aktienkapital a) = Stamm- b) = Vorzugsaktien	Rohgewinn	Allgemeine Unkosten, Abschreibungen, Zinsen usw.	Reingewinn einschl. Vortrag	Gewinnverteilung					
					Rücklagen	Stiftungen, Ruhegehaltskasse, Unterstützungsbestand, Belohnung.	Gewinnanteile an Aufsichtsrat, Vorstand usw.	Gewinnanteil		Vortrag
								a) auf Stamm- b) auf Vorzugsaktien	R.-M.	
R.-M.	R.-M.	R.-M.	R.-M.	R.-M.	R.-M.	R.-M.	R.-M.	%	R.-M.	
Aktiengesellschaft Hochofenwerk Lübeck, Herrenwyk bei Lübeck (1. 7. 1925 bis 30. 6. 1926)	a) 12 000 000 b) 300 000	3 423 863	2 578 307	845 556	—	50 000	—	a) 600 000 b) 18 000	5 6	177 556
Capito & Klein, Aktiengesellschaft, Benrath a. Rhein (1. 7. 25 bis 30. 6. 26)	3 000 000	510 654	798 558	Verlust 287 904	—	—	—	—	—	Verlust 287 904
Dinglersche Maschinenfabrik, A.-G., Zweibrücken (1. 4. 25 bis 31. 3. 26)	3 000 000	*	*	Verlust 3 045 000 ¹⁾	—	—	—	—	—	—
Eisenwerk Kaiserslautern, Kaiserslautern (1. 4. 25 bis 31. 3. 26)	a) 1 940 000 b) 9 000	1 087 868	1 233 246	Verlust 145 378 ²⁾	—	—	—	—	—	—
Eisenwerk Kraft, Aktien-Gesellschaft, Berlin (1. 1. 25 bis 31. 12. 25)	18 750 000	3 758 300	6 345 641	Verlust 2 587 341	—	—	—	—	—	3) 2 587 341
Geisweider Eisenwerke, Aktiengesellschaft, Geisweid, Kreis Siegen (1. 7. 25 bis 30. 6. 26)	a) 4 100 000 b) 400 000	201 345 ⁴⁾	Abschreib. 167 278	34 067	10 067	—	—	a) — b) 24 000	— 6	—
Hartung, Aktiengesellschaft, Berliner Eisengießerei und Gußstahlfabrik, Berlin-Lichtenberg (1. 4. 25 bis 31. 3. 26)	3 000 000	780 158	698 017	182 141	10 000	—	21 000	5) 135 000	6	16 141
Kölsch-Fölzer-Werke, Aktiengesellschaft in Siegen (1. 7. 25 bis 30. 6. 26)	a) 6 378 600 b) 7 500	525 217	506 175	19 042	—	—	—	a) — b) 525	— 7	18 517
Rheinisch-Westfälische Kalkwerke zu Dornap (1. 7. 25 bis 30. 6. 26)	15 000 000	3 695 988	2 448 083	1 247 905	—	—	—	900 000	6	347 905
Sächsische Gußstahl-Werke Döhlen, Aktiengesellschaft in Dresden (1. 7. 25 bis 30. 6. 26)	7 000 000	3 639 148	3 232 345	406 803	20 340	—	—	—	—	386 463
Storch & Schöneberg, Aktiengesellschaft für Bergbau und Hüttenbetrieb, Kirchen-Sieg und Zweigniederlassung Geisweid (1. 7. 25 bis 30. 6. 26)	7 320 000	Betriebsverlust 334 322	709 322	Verlust 703 197 ⁶⁾	—	—	—	—	—	—
Thyssen & Co., Aktiengesellschaft, Mulheim-Ruhr (1. 1. 25 bis 31. 12. 25)	15 000 000	4 021 518	4 862 836	Verlust 841 318	—	—	—	—	—	841 318
			Poln. Goldzloty							
Bismarckhütte in Wielkie Hajduki, Poln.-O.-S. (1. 1. 25 bis 31. 12. 25)	14 800 000	1 623 239	3 318 814 ⁷⁾	Verlust 1 695 575	—	—	—	—	—	Verlust 1 695 575
Kattowitzer Aktien-Gesellschaft für Bergbau und Eisenhüttenbetrieb, Kattowitz (1. 1. 25 bis 31. 12. 25)	24 000 000	1 305 340	2 010 890	Verlust 705 550 ⁸⁾	—	—	—	—	—	—
			Ungar. Pengö							
Rimamurány-Salgó-Tarjánér Eisenwerks-Aktien-Gesellschaft, Budapest (1. 7. 25 bis 30. 6. 26)	a) 19 344 000 b) 256 000	8 281 242	6 515 425	1 765 817	70 633	140 000	141 265	a) 1 354 080 b) 12 800	7 5	47 039

1) Der Verlust setzt sich zusammen aus 443 352 M. Vortrag, 1 461 240 M. allgemeinen Unkosten und 1 140 408 M. Betriebsverlust; in der Sanierungs- bzw. Eröffnungsbilanz zum 1. April 1926 ist das Aktienkapital mit 375 000 M. eingesetzt, inzwischen aber wieder auf 1 200 000 M. erhöht worden. — 2) Zur Deckung des Verlustes werden die Vorratsaktien im Betrage von 100 000 M. eingezogen und 45 378 M. der Rücklage entnommen. — 3) Um eine Angleichung der Bilanzwerte herbeizuführen, werden vom Aktienkapital zunächst 3 125 000 R.-M. Vorratsaktien eingezogen. Das verbliebende Aktienkapital von 15 625 000 R.-M. wird im Verhältnis von 2 : 1 auf 7 812 500 R.-M. herabgesetzt. — 4) Nach Abzug aller Unkosten, Zinsen, Steuern und sozialen Lasten. — 5) 6 % = 90 000 M. auf 1,5 Mill. M. Aktien für 1 Jahr und 6 % = 45 000 M. auf 1,5 Mill. M. Aktien ab 1. Oktober 1925. — 6) Nach Abzug von 6125 M. Gewinnvortrag aus 1924/25. Der Verlust wird aus der Rücklage gedeckt. — 7) Einschließlich 1 700 705 Goldzloty Verlustvortrag aus dem Vorjahre. — 8) Wird aus der Rücklage gedeckt.

die Beschaffung neuer Zufuhren und Ersatz der aus England ausgebliebenen Kohlen durch andere.

Eine „Kohlennot“, wie schon eingangs gesagt, wird es nicht geben; eines aber haben alle Maßnahmen nicht verhindern können: eine ganz erhebliche Steigerung aller Kohlenpreise, teils durch den Mangel an Angebot hervorgerufen, mehr wohl aber noch durch die täglich mehr sich vordringende Spekulation. Eine geregelte Preisnotierung erfolgt kaum noch. Die Tonne, welche vor Ausbruch des englischen Streiks etwa 200 Lire gekostet hat, ist im Preise schon auf 550 Lire gestiegen. In einzelnen Fällen wurde sogar noch mehr gezahlt. Auch die

Verschiffungskosten sind auf mehr als das Doppelte hinaufgeklettert. Natürlich werden unter diesen Umständen auf die Dauer auch die Eisenpreise nicht aufrechterhalten werden können. Wenn sich die Hoffnung auf baldige Beendigung des Streiks erfüllen sollte, dann dürfte auch Aussicht auf einen recht baldigen Wiedereintritt geregelter Betriebsverhältnisse in der Eisenindustrie gegeben sein und vielleicht auch eine Wiederaufnahme der Bestrebungen zu einer tatkräftigen technischen Weitervervollkommnung und Weiterentwicklung, die durch diese letzten Ereignisse leider etwas gebremst wurden.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Dr.-Ing. E. Schrödter Ehrenmitglied des American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

Herr Dr.-Ing. E. Schrödter war am 5. Januar 1909 zum Ehrenmitgliede des American Institute of Mining and Metallurgical Engineers gewählt worden. Durch den Krieg waren die Beziehungen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute zu dieser Vereinigung unterbrochen worden, in gleicher Weise wie mit dem englischen Iron and Steel Institute¹⁾. Soeben trifft aus New York die Nachricht ein, daß die Direktoren des amerikanischen Institute in ihrer letzten Sitzung in Pittsburgh Herrn Dr.-Ing. Schrödter einstimmig wieder zum Ehrenmitglied gewählt haben. Aus diesem Anlaß wurden zwischen dem Geschäftsführer des genannten Institute und Herrn Dr.-Ing. Schrödter folgende Briefe gewechselt:

New York, November 1, 1926.

Dear Sir,

It is with great pleasure that I inform you that at the Pittsburgh Meeting of the Directors of this Institute, you were unanimously elected an Honorary Member of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers. It is the sincere hope of the Board and of the officers of the Institute that you will consent to the re-enrolment of your name in the list of our Honorary Members and that this may help to restore the friendly relations which existed so long between the representatives of the Great German Iron industry and our own Metallurgists and Engineers.

As a souvenir of this occasion, I beg to enclose a copy of the petition received by the Board in this matter, on which you will find the autographs of numerous of your friends.

I have the honour, Sir, to remain

Yours truly

gez. H. Foster Bain
secretary.

September 8, 1926.

To the Board of Directors of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers:

We take pleasure in proposing to you for election as an Honorary Member of the Institute

Dr. Emil Schrödter

of Dusseldorf, Germany, in recognition of his distinguished service to metallurgical science and industry and cordial hospitality and assistance to members of the Institute.

(22 Unterschriften.)

Mehlem, den 17. November 1926.

Sehr geehrte Herren!

Im Besitz Ihres geschätzten Schreibens vom 1. November bitte ich ergebenst, davon Vormerk zu nehmen,

¹⁾ Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 799.

daß ich von seinem Inhalt und der auf mich gefallenen Wahl gerne Kenntnis nahm, diese mit angelegentlichem Dank annehme und ich es mir zur hohen Auszeichnung anrechne, wieder in der Liste der Ehrenmitglieder Ihres Institute eingereiht zu sein.

Aufrichtig schließe ich mich Ihrem Wunsche an, daß der Vorgang zur Wiederherstellung der freundschaftlichen Beziehungen beitragen möge, die so lange zwischen den Vertretungen der amerikanischen Berg- und Hütteningenieure und der deutschen Eisenindustrie bestanden haben.

Im besonderen danke ich noch für die aufmerksame Mitteilung des anlaßlich meiner Wahl gefaßten, mit den Original-Unterschriften der Antragsteller versehenen Beschlusses, unter denen ich zu meiner Freude noch einige Namen verehrter alter Freunde vorfand, dagegen diejenigen anderer, inzwischen in die Ewigkeit heimgegangener Freunde, die im Januar 1909 meine Wahl vollzogen, schmerzlichst bewegt vermißte.

Genehmigen Sie den Ausdruck meiner vorzüglichen Hochachtung.

gez. Dr.-Ing. Schrödter.

Herr Dr.-Ing. Schrödter ist zur Zeit das einzige lebende deutsche Ehrenmitglied des American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

Ehrenpromotionen.

Dem Vorsitzenden des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Herrn Generaldirektor Dr. A. Vögler, wurde von der Montanistischen Hochschule Leoben in Würdigung seiner Verdienste um die deutsche Eisenindustrie die Würde eines Dr. mont. ehrenhalber verliehen.

Die gleiche Würde wurde dem geschäftsführenden Vorstandsmitgliede des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Herrn Dr.-Ing. O. Petersen, von derselben Hochschule verliehen in Anerkennung seiner bahnbrechenden Leistungen um die Entwicklung der deutschen eisenhüttenmännischen Fachliteratur.

Unserem Mitgliede, Herrn Generaldirektor Dr. Arnold Langen, Köln-Deutz, wurde in Würdigung seines von wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Grundätzen in vorbildlicher Weise durchgeführten Schaffens als Ingenieur von der Technischen Hochschule Aachen die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen.

Dem Mitgliede unseres Vereins, Herrn Hüttendirektor Dipl.-Ing. Rich. Lippmann, Gröditz i. Sa., wurde von der Bergakademie Freiberg wegen seiner Verdienste um die metallurgisch-technische Entwicklung des mitteldeutschen Eisenhüttenwesens die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber verliehen.

Bitte zahlen Sie sofort den Mitgliedsbeitrag gemäß ergangener Aufforderung.