

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 20

15. MAI 1930

50. JAHRGANG

Der geistige Wiederaufbau, seine Notwendigkeit für Volk und Wirtschaft.

Von Dr. Richard Benz in Heidelberg¹⁾.

Das Wort vom deutschen Wiederaufbau ist uns allen geläufig genug; es ist ein tröstliches Wort — ein symbolisches Wort, das den unbeirrbaren Willen bezeugt, die Folgen des Kriegs und der Friedensschlüsse aus eigener Kraft wiedergutzumachen, das Zerstörte wiederherzustellen, Verlorenes wiederzugewinnen, Verwirrtes zu ordnen, Verfallendes zu stützen und zu festigen oder Besseres und Stärkeres an seine Stelle zu setzen.

Ich brauche in Ihrem Kreise am wenigsten hierüber viele Worte zu machen; denn nicht mit Worten, sondern mit Taten haben Sie dem Gedanken des Wiederaufbaues gedient — Ihr ganzes Schaffen ist noch heute nichts anderes als die Verwirklichung dieser Idee. Desto mehr muß es mir bedeuten, vor Ihnen als vor Männern der Praxis und tatbewährter Wiederaufbaugesinnung einen Gedanken zu erörtern, der gemeinhin wenig beachtet und bedacht, noch weniger der praktischen Verwirklichung für wert erachtet wird, obgleich er für unsere nationale Zukunft von entscheidender Wichtigkeit ist: ich meine den Gedanken des geistigen Wiederaufbaues und seiner Notwendigkeit für Wirtschaft und Volk.

Es mag Sie vielleicht einen Augenblick befremden, daß ich mit dieser Formulierung den „geistigen“ Wiederaufbau als ein besonderes Kapitel aus dem allgemeinen deutschen Wiederaufbau herauslöse; ja, daß ich Wesen und Begriff des „Geistes“ augenscheinlich allein für die besonderen Gebiete der Kunst und Kultur, der Literatur und Bildung in Anspruch nehme. Solcher scheinbaren Anmaßung werden Sie mit Recht entgegenhalten, daß „Geist“ nicht nur Schmuck und Blüte des Daseins bedeutet, wie es ästhetischem Genießen behagen mag, sondern daß der Geist es auch im letzten Sinne ist, der sich den nationalen Körper baut. Auch Technik, Industrie und Wirtschaft ruhen durchaus auf geistigen Grundlagen: der erfindende Physiker und Chemiker, der konstruierende und überwachende Ingenieur, der Organisator und Leiter großen Stils, das alles sind Typen nicht nur eines geistigen Schöpfertums, das dem künstlerischen Schaffen aufs nächste verwandt ist; sie sind dem schaffenden Geist der Nation heute sogar wohl tiefer verbunden als der durchschnittliche Künstler und Literat, sind diesem an Intensität der Leistung und männlicher Kraft, an Einsatz der Persönlichkeit durchweg überlegen. Wir müssen heute den alten Gegensatz zwischen „materieller“ und „rein geistiger“ Arbeit fallen lassen, der etwa noch vor hundert Jahren galt — der Erfinder, der Ingenieur, der wirtschaftliche Organisator sind zu Goethes

Zeit als repräsentative geistige Potenzen noch nicht vorhanden, die geistige Energie der Nation liegt damals noch nicht auf wirtschaftlichem und technischem Gebiet; Verkehr und Gütererzeugung sind damals wirklich nur eine beinahe untergeordnete materielle Funktion, wie Hunderte von Jahren vorher ohne Einsatz eigentlichen Geistes betrieben. Ich brauche Ihnen nicht auszumalen, wie völlig sich seither das Bild veränderte; wie ausschließlich der Geist, mit den Entdeckungen und Erkenntnissen der Naturwissenschaft, sich auf die sogenannte Materie warf und sich ihrer bemächtigte. Die Eroberung der Natur, die Umgestaltung der äußeren Welt ist ein geistiges Werk von ungeheurem Ausmaß: der Menscheng Geist tritt der Natur souveräner als je gegenüber; er schafft in Maschinen und Apparaten eine zweite Welt über der Natur, eine Ueberwelt aus Eisen und Stahl, deren Geschöpfe jedem seiner Winke williger als Naturgeschöpfe gehorchen — Geist ist so sehr die Signatur dieser Epoche, daß Philosophen in seiner Herrschaft das Entscheidende gegenüber früheren Weltaltern sehen, von ihm, dem Geist, die Bestimmung der Menschheitszukunft als bewußte, berechenbare Tat erwarten; und es konnte geschehen, daß einige dieser Philosophen, pessimistisch eingestellt, geradezu den Untergang der Erde am Geist (— nicht an der Materie!) als das Schicksal des Planeten prophezeiten.

Dieser Geist aber ist, wie solche Zitate schon erkennen lassen, ein allgemeiner, menschheitlicher, aufs Ganze der Welt grenzenlos gerichteter Geist; es gibt in ihm wohl dem Grade, aber nicht dem Wesen nach noch nationale Unterschiede. Eine Entdeckung, eine Erfindung, ein neues Verfahren, neue Maschinen, Verkehrs- und Kriegswerkzeuge sind sofort international, sind ihrem Wesen nach auf keine Nation beschränkt; es fragt sich höchstens, wer sie zuerst und am besten herstellt und gebraucht. Ganz ohne Zweifel wird in der Art der Arbeit, in der Qualität der Leistung, nationaler Charakter zum Ausdruck kommen; aber dieser wird hier immer gebunden sein an ein im wesentlichen internationales oder übernationales Material, an internationale und übernationale Methoden.

Es ist nun keine Frage, daß dieses Material und diese Methoden auf den, der sich ihrer bedient, mit der Zeit nicht ohne Einfluß bleiben können; das heißt: die internationalen Elemente der heutigen Technik und Wirtschaft können der natürlichen Eigenart eines Volkes abträglich sein, wenn nicht ein starker nationaler Instinkt dem entgegenarbeitet. Betrachten wir heute Deutschland als Ganzes, so ist diese Gefahr offenkundig: das Angesicht unserer Großstädte unterscheidet sich kaum mehr von dem der großen Städte anderer Länder; die Lebenshaltung der Massen wie der Einzelnen trägt in Arbeit und Genuß, in der Anspannung wie in der Erholung und Unterhaltung internationalen Charakter; die

¹⁾ Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 18. Mai 1930 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Menschen sprechen noch Deutsch, aber sie arbeiten, handeln und genießen fast in denselben Formen wie Engländer und Amerikaner, oder haben doch den Ehrgeiz, dies zu tun, und sehen hierin das erstrebenswerte Ziel der Entwicklung.

Es gibt nicht viele Kräfte in Deutschland, die dieser Entwicklung widerstreben. Wichtige Wirtschaftskreise, Handel und Geldwesen voran, müssen ihr von Natur Vorschub leisten. Ihr stärkstes Gegengewicht findet sie einstweilen noch in der ausgesprochen nationalen Gesinnung der Landwirtschaft und gewissen Gruppen der Technik und Industrie, zu der Sie selber gehören. Ich möchte hierbei unter nationaler Gesinnung nicht nur das Bestreben und das Bewußtsein verstehen, daß man mit seiner Arbeit der Erhaltung und Erstarkung des Volkskörpers dient und ihm die notwendige Rüstung für den Weltkonkurrenzkampf schafft; sondern ich meine damit noch mehr den konservierenden Instinkt, den Sinn für Ueberlieferung, der sich nationalen und volksmäßigen Werten blutmäßig verpflichtet fühlt, Werten, die heute keineswegs mehr das Angesicht der Nation äußerlich bestimmen.

Sie kennen vielleicht die viel zitierte Antithese Oswald Spenglers von „Blut und Geist“. Ich möchte dagegen auf die bemerkenswerte Synthese von Blut und Geist hinweisen, die heute bedeutende deutsche Wirtschaftsgruppen charakterisiert: der internationale, weltobernde, naturbeherrschende, reine, fast abstrakte Geist, von dem ich vorhin sprach, findet hier gleichsam eine wohlthätige Hemmung in einer konservativen Haltung, die in älteren als den heute in internationaler Mode befindlichen Werten, in Werten des eigenen Volkstums ganz instinktiv und beinahe unbewußt wurzelt, auf eine Weise, die eben kaum anders als blutmäßig bezeichnet werden kann. Diese Männer, deren geistig-berufliche Tätigkeit zum Revolutionärsten gehört, was die Welt gesehen hat, deren Schaffen die Erde umgestaltet und stündlich Neues, Umwälzendes zutage fördern kann — diese selben Männer sind keineswegs geneigt, auf religiösem, politischem, moralischem, geistig-kulturellem Gebiet das jeweils Neueste kritiklos anzuerkennen und unbesehen mitzumachen. Das bedingungslos Fortschrittliche, das grundsätzlich und dauernd Revolutionäre ist auf diesen Gebieten keineswegs das, was ihnen entspricht. Sie sind hier von einem gesunden Mißtrauen erfüllt; es liegt ihnen hier nicht daran, um jeden Preis für modern und international zu gelten, was sie in ihrem Schaffen doch im besten Sinne sind — mögen sie persönlich noch so frei und geistig noch so vorurteilslos sein: rein willens- und gesinnungsmäßig sind sie hier irgendwie entschlossen, am Alten, Bodenständigen und Nationalen festzuhalten. Solcher Wille, solche Gesinnung ist um so höher anzurechnen, als das, worin sie wurzelt und gründet, gleichsam etwas Unsichtbares ist, das in dem uns umgebenden Leben schaubare Form und wirkende Gestaltung kaum besitzt; wir können geradezu sagen, daß heute nur als Gesinnung in einzelnen Menschen und Menschengruppen das lebt, was sonst, in früheren Kulturen, für ein ganzes Volk gestalthafte geistige Wirklichkeit war.

Blicken Sie auf andere Völker, in frühere Zeiten, wohin Sie wollen, auf Inder, Aegypter, Griechen oder ins deutsche Mittelalter — immer war es Art und Wirkung des jeweils nationalen Geistes, daß er nicht nur als Gesinnung die Menschen erfüllte und zu Taten entflamte, sondern daß er sich selbständig in geistigen Leistungen verkörperte, in gestalthafter Geist-Wirklichkeit, die den Menschen auf Schritt und Tritt umgab, und als Mythos, als Sage und Dichtung, als Kunst und Philosophie ihr Leben durchdrang, daß er das Licht auf ihrem Wege, der Aufblick ihres Alltags, der Trost ihres Lebens und Sterbens war. Dieser bluthaft

nationale Geist ist das, was ich eingangs als Geist schlechthin bezeichnete und für die Erscheinungen der Kultur ausschließlich in Anspruch nahm: denn er allein ist gleichsam von Anfang bis zu Ende Geist und nationaler Geist zugleich, er bedient sich nicht fremden ungeistigen Materials und abstrakter übernationaler Methoden — auch sein Material ist geistig, ist organische Verkörperung, Versinnlichung eines bestimmten völkischen Wesens: ob Worte, Töne, Rhythmen volkgeborener Sprache, ob erdentsprungenes und der Natur entrungenes Material von Farben, Steinen, Instrumenten — es dient zuletzt keinem irdisch-nutzhaften Zweck, sondern nur der Leibwerdung des Geistes. Diese grandiose Nutzlosigkeit, die wirtschaftlich keinen Sinn hat und börsenmäßig keinen Kurs, ist doch von einem ungeheuren Wert: denn solche Verkörperung erst verbürgt einem Volk die ständige Berührung mit dem Geist der Nation, durch die der einzelne erst einem Ganzen sich verbunden fühlt und aus dieser Verbundenheit immer wieder die Kraft gewinnt, sein persönliches Leben und seine eigene Arbeit sinnvoll zu gestalten. Die geistige Wirklichkeit, als Tempel, Bildwerk, Dom, als Kunst, Musik und Dichtung, überdauert das Leben des Individuums, so daß auch spätere Geschlechter aus solcher Ueberlieferung wiederum dieselben Wohltaten empfangen. Ja, wenn die Völker selber sterben, so ist es ihre kulturelle Schöpfung, in der ihr Geist noch weiterlebt und weiterwirkt — nicht die kriegerischen und wirtschaftlichen Unternehmungen der Nationen gehen ins ewige Weltgedächtnis ein, sondern die Werke, die ihr Geist als zweckentbundener, irdisch nutzloser Geist erschuf: in der antiken Tragödie, in der griechischen Plastik und Architektur spricht der Geist des Hellenentums deutlicher und unvergänglicher zu uns als aus den Tatsachen des peloponnesischen Krieges, aus ihrer Geldwährung oder aus ihren Handelsbeziehungen zu Kleinasien und Phönizien.

Einen in diesem Sinne auf geistigen Aufbau, auf dauernde Verkörperung des nationalen Geistes gerichteten Willen nun finden wir im heutigen Deutschland nicht vor. Und es mag scheinen, daß wir damit tatsächlich in eine neue Weltepoche getreten sind, die sich von den bisherigen Kulturzeiten grundsätzlich unterscheidet. Es kann wohl sein, daß unsere wirtschaftliche Schöpfung, die technische Ueberwelt, als ein selbständig Neues uns überlebt und unsern geistigen Willen wirkend weiterträgt wie früher die Werke der Kunst: der Handwerksgeist, der im deutschen Mittelalter die Dome wölbte und ihre vielgestaltige, unsäglich reiche, rein geistige Bilder- und Gestaltenwelt erschuf, er lebt ohne Zweifel heute nicht mehr in unserer Kunst, sondern in der Technik, nicht mehr auf vollkommen beharrendes zweckloses Sein, sondern auf zweckhaftes ewiges Werden, dauernd sich wandelnden Fortschritt gerichtet. Es fragt sich nur, ob wir dabei auf geistig-seelische Werte für uns selber vollkommen verzichten sollen, bloß weil das Volk als Ganzes sie nicht mehr zu schaffen und mit Opferwilligkeit zu tragen vermag, weil es nicht zwei riesenhafte Leistungen zugleich vollbringen kann; oder ob wir nicht doch wenigstens an den geistigen Gütern, die eine anders gerichtete Vergangenheit erschuf, noch teilzuhaben suchen sollen; ob wir nicht wenigstens die Ueberlieferung hüten und wahren sollen, die solche allein uns noch vermitteln könnte. Die Frage stellen, heißt eigentlich, sie bejahen. Denn wenn wir auch, im augenblicklichen Schaffensrausche, der selber fast ein produktiver Kunstrausch ist, jener Geist- und Seelenwerte weniger zu bedürfen glauben — es können Zeiten kommen, wo plötzlich wieder die Sehnsucht danach erwacht, wo der große Weltpendel zurück aus technischen Bereichen wieder in geistig-künstlerische Möglichkeiten und Notwendigkeiten schwingt, weil eine

Grenze erreicht ist, über die hinaus es wohl noch Ausarbeitung, Durchformung, Konsolidierung, nicht aber schöpferische Erfindung mehr gibt. Gerade weil wir die technische Leistung für eine künstlerische im tiefsten Sinne halten, muß uns die Lebensdauer des schöpferischen Impulses hier so begrenzt erscheinen wie in den großen Kunstepochen, die auch nach höchst erreichter Qualität ins Quantitative umschlagen. Und wir leben ja nicht am Anfang des technischen Zeitalters — die größten und grundsätzlichen Erfindungen sozusagen liegen hinter uns, es dämmern schon die Grenzen dessen, was überhaupt dem Menschen zum technischen Problem werden kann. Es wird eine Zeit der Anwendung kommen, eine Zeit der kulturellen Eingestaltung der Technik in unser Leben, über die man bisher noch wenig nachgedacht hat, und schon deshalb wird dann das Schwergewicht wieder bei den geistig-kulturellen Dingen liegen. Soll dieses wiederkehrende Interesse dann eine Oede vorfinden, eine zertretene und zerstörte Kulturlandschaft, in der kein älteres Denkmal echter nationaler Ueberlieferung mehr emporragt?

Denn Zerstörung scheint es allerdings zu sein, die sich heute schon ausbreitet. Gerade die Zeit des wirtschaftlichen und technischen Wiederaufbaues Deutschlands seit dem Kriege ist eine Zeit des Abbruchs und der Verwüstung so vieler noch aus der Vorkriegszeit herübergeretteten geistigen Werte gewesen. Wer es bisher nicht wahrhaben wollte, wer die geistigen Vorgänge nicht sah oder nicht beachtete, dem wird es jetzt an warnenden Zeichen deutlich, die kaum mehr mißverstanden werden können. Wir lesen von der Schließung und Zusammenlegung der Theater, vom Abbau der Orchester; bedeutende Maler können um einen Hungerlohn kein Bild mehr verkaufen, die Musiker sind brotlos und bekommen keine Schüler mehr; wir haben einen schwer kämpfenden Buchhandel, und auch der ernsthafte kulturelle Verleger ist heute auf der fieberhaften Suche nach dem ordinären Schlager, der ihm das Geschäft retten, der ihm das platonische Weiterverlegen guter Literatur ermöglichen soll.

Nun, werden Sie sagen, das sind eben die Auswirkungen der allgemeinen Wirtschaftskrise, es ist kein Geld mehr da für solche Sachen; an geistigen Genüssen muß man zuerst sparen, wenn das tägliche Brot knapp oder unsicher wird. Aber, spart man heute in Deutschland wirklich in dem, was man geistige „Genüsse“ nennt und als solche fast allein noch kennt? Gewiß, es werden keine Noten mehr beim Musikalienhändler gekauft, aber derselbe Musikalienhändler kann sich am Umsatz von Musikapparaten und Grammophonplatten mehr als schadlos halten. Die Konzerte sind leer, aber die Zahl der Rundfunkteilnehmer wächst ins Phantastische. Die Theater gehen ein, aber immer neue Kinopaläste wachsen aus der Erde. Wozu dem Maler ein Bild abkaufen, wenn ich jede Landschaft und jedes Porträt selber knipsen kann, wenn Magazin und illustrierte Zeitung mich im übrigen mit allem Sehenswerten versorgen? Und was soll noch der Klassiker oder das ernste weltanschauliche Buch, das man stunden- und tagelang einsam für sich durcharbeiten müßte, ohne seine Gedanken mit irgendwem darüber austauschen zu können, wo wir es doch so weit gebracht haben, daß jede Saison ein Buch, das der richtig spekulierende Verlagsunternehmer mit den nötigen Werbemaßnahmen herausgebracht hat, ganz Deutschland in Atem hält, und über das mitzureden auch in den besten Kreisen allein gesellschaftlich legitimiert und als Bildungsausweis genügt? Wenn schon ein großer Teil des Volksvermögens, der früher für Kunst und Bildung aufgewendet wurde, heute für Automobile, Motorräder und Sportzwecke ausgegeben wird, so dürfte doch schon infolge der gehobenen Kaufkraft

der großen Massen noch derselbe, ja wahrscheinlich ein größerer Betrag, als er je für echte Kunst und wirkliche Geisteswerte verbraucht wurde, heute für Kunstsurrogate, für mechanisierte und rationalisierte geistige Genüsse ausgelegt werden. Auch der Erwerbslose will seinen Kinoplatz nicht entbehren, und die Kulturpolitik von Staat und Gemeinde muß dem Rechnung tragen. Und der Arbeiter oder Angestellte, der sich außer dem Motorrad nicht noch Radioapparat und Grammophon leisten kann, zahlt wenigstens, um dieser unentbehrlichen Kulturgenüsse teilhaftig zu werden, in der nächsten Wirtschaft, im nächsten Café sein Glas Bier.

Was aber ist es, was nun in Kino und Radio, im Modebuch und im illustrierten Blatt und Magazin auf den Menschen einströmt? Was ist es, was oft selbst die Theater, fast durchweg die Konzerte, um sich noch über Wasser zu halten, ihm darbieten? Ist es deutscher Geist, der hier durch die veränderten technischen Formen noch zu Herz und Hirn der Menschen durchdringt? Ist es überhaupt noch irgendwelcher Geist, der aufgebaut, der hungrigen Seelen Sättigung, der Gedrückten und Gefährdeten Trost und Halt gibt? Ich kann mir die Antwort fast sparen. Steine statt Brot — dieses Wort des Evangeliums ist der Richtspruch darüber, wie unsere Kultur den metaphysischen Hunger der Massen befriedigt, der Masse vielmehr, denn wer aus den höheren Ständen gehört in dieser Beziehung nicht heute schon zu ihr? Aetherwellen statt Geist — denn der Mensch wird schon nicht einmal mehr durch das Durcheinander verbildet, das er sich von Mozartscher Musik bis zu Jazz und Sportbericht durch einen Schalldruck am Radioapparat zuführen kann: er genießt nur noch den Spaß der Uebertragung, nicht das Uebertragene. Bildgeflimmer aller photographierbaren Welt statt sinnbildlicher, vom Wort durchgeisteter organischer Menschenhandlung; Nervenbewirkung und Sinnenreiz statt Kunst; Verbrechertum statt tragischen Heldentums; Sentimentalität statt Seele; wirbelndes Tempo statt Versenkung; Geräusch, Genäsel, Gedudel statt Musik — alles in allem internationaler Abhub oder seine beflissene Kopie statt irgendwelcher Deutschheit. Denn kann das noch deutsche Ueberlieferung heißen, wenn herausgerissene Fetzen unsrer herrlichsten Meisterwerke mitten im Hexensabbath aller Stile, Kulturen und Unkulturen flattern? Die Menus des Rundfunks lassen in dieser Hinsicht nichts zu wünschen übrig, und im Kino kann man es erleben, daß an einer besonders spannenden Stelle das Filmorchester den Satz einer Beethoven'schen Symphonie exekutiert, daß zum gefühlvollen Augenaufschlag der Filmdiva ein Schubert'sches Adagio ertönt. „Das hab' ich schon im Film gehört“ — damit wird der jugendliche Besucher eines Konzerts dann den echten Beethoven und Schubert abtun und aus dem, was ihm zuerst mit der Gebrauchsmusik aller Zonen vermischt geboten wurde, nur selten noch zur Reinheit des geistigen Erlebens sich finden, das das originale Werk ihm schenken wollte.

Nicht anders geht es mit unsern großen Dichtungen, von den Nibelungen bis zu Schiller und Kleist, mit den großen Gestalten unserer Geschichte, von Luther zu Bismarck. In einer romanhaften Handlung, in Film oder Buch, werden Bruchstücke von Wahrem und Großem mit unerträglichen Plattheiten, Sentimentalitäten, Verfälschungen zu schnellem Gebrauch und oberflächlicher Orientierung zusammengemengt; und wer zuletzt einmal wirklich Goethes oder Bismarcks Schriften aufschlägt, sagt dann wohl auch: „Das hab' ich schon bei Emil Ludwig gelesen.“ Das ist die Form, in der deutsche Ueberlieferung und deutsche Vergangenheit noch im deutschen Volke lebt. Und es hebt sich keine Hand,

unser nationales Erbgut wenigstens aus diesem allgemeinen Ausverkauf zu retten, geschweige dem ganzen Amüsierbetrieb mit Kunst- und Geisteswerten Einhalt zu gebieten oder ihn auch nur in etwas einzuschränken. Man kann vom Volk, von der Masse der Verbraucher, die, ohne gefragt zu werden, mit den Segnungen solchen Fortschritts überschüttet wird, nicht verlangen, daß es soviel nationale Würde und geistige Haltung besitzt, sich diese Kulturschmach zu verbitten — aber wo sind die geistigen Vertreter der Nation, wo sind unsere Künstler, Dichter, Schriftsteller? Legen sie keinen Einspruch ein, sie, denen doch die Hut und Pflege geistiger Ueberlieferung anvertraut ist?

Und hier komme ich zu dem traurigsten Kapitel versäumten oder vielmehr sabotierten deutschen Wiederaufbaues: Der Einbruch technisch-mechanischer Methoden, der skrupellose Mißbrauch dieser Methoden zur Verführung und Entnervung des Volks, das unbedenkliche Hereinziehen der noch vorhandenen Kulturwerte in diesen Verderb — das alles wäre nicht möglich gewesen, hätte solche Formen und solchen Umfang nicht annehmen können, wenn nicht die sogenannten „Geistigen“ es nach Kraft und Herzenslust gefördert hätten. Sie widerstrebten nicht nur nicht, sie stellten sich willig in den Dienst der Unternehmung und Ausbeutung; ja, was das Unglaublichste ist, sie taten es mit Inbrunst und aus Ueberzeugung, sie verherrlichten und verherrlichen noch heute diesen Warenhausbetrieb deutscher Kultur als den einzig bejahenswerten geistigen Zustand und Ausdruck der Zeit.

Es gibt gewiß auch im heutigen Deutschland noch andere geistige Typen: Künstler, die sich nicht verkaufen, Schriftsteller, die in der Einsamkeit die große deutsche Ueberlieferung fortsetzen, Denker, die um den Sinn der Kultur ringen, Dichter, die ihren Gesichtern hingegeben leben, Musiker, die für das ihnen anvertraute Große noch mit Leidenschaft und Hingabe wirken. Aber diese Menschen, in denen sich vielleicht etwas wie deutscher Aufbau in aller Heimlichkeit vollzieht, sind durch den Ring jener betriebssamen Literaten und Nutznießer des Chaos so gut wie völlig von der Einwirkung aufs Ganze der Nation abgeschlossen. Denn diese Ueberläufer und Schmarotzer des Geistes sind es ja, die die reine und hohe Kunst, die die Befassung mit Seele und Geist schlechtweg als Romantik verspotten und ihre eigenen inhaltlosen Sachlichkeits- und Zweckmäßigkeitserzeugnisse im Ernst für das Bessere und der Zeit allein Entsprechende erklären. Was aber bedeutet es denn, daß alles, was nun die Repräsentation unsrer Kunst und Literatur im In- und Ausland sich anmaßt, durchweg revolutionären, internationalen Geistes ist? Vieles scheint wohl politisch bedingt; manchen davon mag man zugute halten, daß ein ehrlicher Glaube, ein wirklicher Fanatismus sie erfüllt; daß sie, das Bild proletarischer Kunstpflege Sowjet-Rußlands verheißungsvoll im Hintergrund, der Masse ernstlich zu dienen glauben, wenn sie ihr die Mißgestalt ihres entseelten Alltags in mechanisierten Kunstformen geistig „aktivieren“. Aber der Nihilismus ist bei den allermeisten längst zum Opportunismus geworden; und wenn „revolutionär“ trotzdem die große Mode bleibt und mit ihr allein Geschäfte zu machen sind, so bedeutet dies ganz einfach Bejahung des Fortschritts um jeden Preis: Angleichung alles Geistigen an die technisch-mechanische Weltlage und an das Tempo ihrer stetigen Weiterentwicklung und Verwandlung. Bolschewismus und Amerikanismus sind in Deutschland, das vielleicht ihr schicksalhafter Treffpunkt ist, im Geistigen zunächst ein friedliches Bündnis eingegangen. Das Schlagwort der

„neuen Sachlichkeit“ brauchte an sich nur für die zweckentsprechende Gestaltung der zivilisatorischen Requisiten zu gelten, soweit angewandte Kunst hierfür in Frage kommt, das wäre amerikanisches Erbteil — daß es aber zugleich ein Prinzip für alle geistig-künstlerische Leistung, eine Weltanschauung bezeichnen soll, ist bolschewistischer Herkunft; denn es schließt dann die Zerstörung aller organischen Form, in der Geistiges bisher zu wachsen pflegte, und den Abbruch jeder geistig bestimmenden Ueberlieferung in sich. Gegen beides genügt nicht mehr politische Abwehr, sondern hier bedarf es der Herstellung einer geistigen Front. Es ist aber für heute einstweilen noch kennzeichnend, daß in unsern Tageszeitungen nur über dem Strich die amerikanische oder bolschewistische Gefahr gelegentlich apostrophiert wird; unter dem Strich dagegen die entsprechenden Geistesprodukte vorwiegend der jüngeren Generation von der Kritik mit Ehrfurcht zur Kenntnis genommen oder gar von gleichgesinnten Jugendlichen sachkundig gelobt und unserem geistigen Bestand eingeordnet werden, und es ist fast schon Ausnahme, wenn die Besprechung unserer Klassikeraufführungen nicht auch von diesem Standpunkt aus unternommen wird.

Die Moral unserer revolutionären Zeitkunst und ihrer verschüchterten kritischen Mitläufer bezeichnet erschöpfend die Parole: „Nur nicht den Anschluß verpassen“, mit welcher der Komponist Krenek seinen „Jonny“ in die Welt sandte. Ich meine, es wäre an den echten Vertretern des Fortschritts, an den Männern der Technik, sich solche Anbiederungsversuche zu verbitten, die ihre eigene Sache nur in Mißkredit bringen und ihr die verständnislose Feindschaft echt geistiger und künstlerisch konservativer Kreise zuziehen können. Es ist schon Tragik genug — und manche großen Erfinder haben tief an ihr gelitten —, daß die wunderbare Entfaltung der Technik die Menschen nicht glücklicher gemacht hat, daß ihr ursprüngliches Ziel, das Leben menschenwürdiger zu gestalten, bisher nicht erreicht ward, daß durch die Schnelligkeit mechanischer Vorrichtungen nicht Zeit und Raum für wesentliches Leben gewonnen wurde, daß die Uebertragung der schweren Arbeit an Maschinen das geistig-seelische Dasein doch nicht hat heben können, daß eine unendliche seelische Leere und Oede jetzt beinahe jeden umgibt, der von seinem Tagewerk aufschaut. Es war ein weiteres, ungewolltes und unbeabsichtigtes Nebenergebnis genialer Entdeckung und Erfindung, daß mechanische Uebertragungsmöglichkeiten von Bild und Wort und Ton auch auf geistige Gebiete und künstlerische Formen übergriffen — kann die Technik dafür, daß auf seiten der Kunst und des Geistes kein Widerstand war, daß nicht bewußtes Führertum mit Verantwortung und Vorsicht sich der neuen Mittel bediente, sondern wilde Ausbeutung sich ihrer bemächtigte und geistige Indolenz es widerspruchslos geschehen ließ? Kommt nun gar noch der Künstler und erklärt, daß dies alles in schönster Ordnung sei, daß es auch geistig Fortschritt bedeute, ja daß Kunst ihrerseits sich zu mechanisieren und nach dem Vorbild der Technik nur noch sachliche Zweckgebilde herzustellen habe, so muß der ernste Techniker im eigensten Interesse widersprechen und diesen Affen der Technik bedeuten, daß Mechanik auf Kunst übertragen nichts anderes als Kitsch und Stümperei, von der Technik gesehen: krassen Dilettantismus ergibt. Auf dem reinen Gebiete der Technik gibt es keinen Kitsch — eine Lokomotive, ein Automobil, ein Zweckbau von Fabrik und Werk ist sachlich schön. Eine aufs Geistige übergreifende Technik schon wird peinlich zwitterhaft, ist weder Sache mehr noch Geist; gar eine die Technik nachahmende und verherrlichende Kunst: eine Musik, die das Stampfen des Motors, das

Geräusch des Flugzeuges, den Lärm der Großstadt malt oder mathematisches Versuchsspiel der Tonmaterie selber sein will; eine „sachliche“ Lyrik und Dramatik, die mit den Requisiten der Zeit um sich wirft, eine Malerei, die mit der Photomontage wetteifert, ist lächerlich und widersinnig. Denn von der Kunst wird menschlicher Inhalt, Geist und Seele verlangt — bietet sie das nicht mehr, so wird sie gerade unsachgemäß und zweckwidrig, da sie ihre Sache nicht mehr treibt und ihren Zweck nicht mehr erfüllt. Aber vielleicht hat der von der technischen Umwelt zermürbte und schon seelisch mechanisierte Künstler von heute seelisch und geistig nichts mehr zu sagen und auszudrücken? Dann muß eben wahre Kunst und lebendiger Geist aus anderer Welt und Zeit beschworen werden — das deutsche Schicksal gewinnt dann den Sinn, daß frühere seelisch reichere und schöpferische Zeit unserer Oede und Leere ihre Fülle darreicht.

Wir brauchen nur auf Amerika zu blicken, um zu wissen, daß die Frage der Tradition, der geistigen Ueberlieferung, nicht nur ein künstlerisches und auch nicht nur ein deutsches oder europäisches Problem ist, sondern das Weltproblem schlechthin, von dessen Lösung es abhängt, ob die technischen und wirtschaftlichen Errungenschaften der Neuzeit den Menschen beherrschen sollen, oder ob der Mensch sie geistig bewältigen und einordnen und einem wirklichen Kulturfortschritt dienstbar machen wird.

Denn Amerika gibt uns ja das Beispiel einer nicht bodenständig und auf alten geistigen Grundlagen erwachsenen, sondern auf fremdem Boden erstellten und geplanten Kultur, in welcher der technisch-materielle Fortschritt sich eben nur deshalb so hemmungslos ausbilden und ausbreiten konnte, weil er ohne Gegengewicht geistiger Ueberlieferung war. Amerikanisierung Europas wiederum heißt gar nichts anderes als Verleugnung und Preisgabe dieser Ueberlieferung, wo sie noch organisch in unser Leben hineinwächst, während doch seltsamerweise Amerika heute geradezu sich europäisieren möchte und die Sehnsucht der besten Amerikaner dahin geht, alte geistige Werte als Gegenwerte der materiellen sich anzueignen, um ihrem eigenen Aufbau einen krönenden und abschließenden Sinn zu geben, da aus der technischen Zivilisation als solcher geistige Werte schöpferischer Art nicht entstehen. Wenn der Amerikaner mittelalterliche Kunst aufkauft und sich die besten Orchester und Dirigenten holt, um deutsche Musik bei sich heimisch zu machen, so ist das nicht nur die Geste eines Mannes, der alles kaufen und bezahlen kann, sondern dieselbe fast kindliche Andacht und Ehrfurcht vor überlieferten Werten, mit der er vor aller echten Tradition, vom englischen Landschloß bis zum deutschen Dom und der mittelalterlichen Burgruine steht.

Von hier aus sollte das Problem der Ueberlieferung uns in seiner ganzen Tragweite und Aktualität aufgehen: wir sollten endlich verstehen, welchen ungeheuren Vorteil wir heute noch vor Amerika voraushaben, wenn es darum geht, die Umwertung des technischen Fortschritts zur geistig bestimmten und erhöhten Lebensgestaltung zu vollziehen. Denn dasjenige Volk, dem diese Umwertung gelingt, hat alle Aussicht, das führende Weltvolk zu werden.

Es sind ja gerade aus Ihrem Kreise höchst bedeutsame Bestrebungen hervorgegangen, die dahin zielen, der Arbeit selber wieder einen persönlichen, das Leben ausfüllenden Sinn zu geben: Arbeit soll nicht mehr ein beliebiges und innerlich gleichgültiges Mittel zum Geldverdienen sein, und der eigentliche Genuß und Sinn des Lebens soll nicht erst nur in der Freizeit und Erholung, außerhalb der Arbeit, gesucht werden, sondern er soll ihr selber, durch Erkenntnis von Arbeitsziel und Arbeitszusammenhang als Schaffensfreude des Berufenen

innewohnen. Damit würde die mittelalterliche Handwerks-
gesinnung nicht nur als Kraft, sondern auch als Geist wiederaufleben, und schon dies wäre ein gewaltiger Schritt über das amerikanische Prinzip des bloßen Nutzens, des reinen Konkurrenz- und Rekordkampfes hinaus. Durch solche deutsche technische Arbeitsschulung wäre aber nur innerhalb etwa einer Werkgemeinschaft eine höhere Lebensgestaltung und Sinnggebung der Technik erreicht — die übrige Volksgesamtheit wäre nach wie vor von geistiger Durchdringung und Ergänzung der Technik ausgeschlossen. Ja, der Werkgemeinschaft selber würde — vergleicht man sie gerade mit dem mittelalterlichen Handwerk — doch noch etwas Wesentliches fehlen: der Aufblick zu etwas, was, noch über der freudigsten und sinnvollsten Arbeit, mit anderen eint und dem Leben als Ganzem, auch in Ruhe, Betrachtung, Genuß, in Glück und Unglück einen tieferen Sinn gibt. Der mittelalterliche Handwerker fand diesen Sinn in der religiösen Weltanschauung, die ihn mit allen verband und auch seiner Arbeit durch eine tief ins Berufsleben greifende Symbolik die letzte Weihe gab. Ich will hier nicht die Frage aufwerfen, inwieweit die in unseren Kirchen erhaltene Religion heute noch das ganze Volk umfaßt und eint, auch hier zeigt der Blick auf Amerika, worauf es eigentlich ankommt: der Amerikaner hat in seinem Puritanismus vielleicht Religion in genauerem Sinne als der Europäer; wenn er trotz dieser Religion einen Mangel fühlt und nach andern Werten geistiger Ueberlieferung verlangt, so bedeutet dies eben, daß er kirchlichen Glauben nur als Privatsache besitzt, daß dieser Glaube aber nicht mehr zugleich Weltanschauung im Sinne einer allgemein geistigen Bewertung und Durchdringung aller Lebensgebiete ist.

Im Mittelalter, dessen Grundlagen Amerika fehlen, war aber Religion nicht nur in der Kirche enthalten; sie durchdrang alles Leben, weil sie in geistiger Schöpfung, in Werken der Kunst und Wissenschaft, blutmäßig-national für jedes Volk gestaltet war. In der neueren Zeit ist dieses Erbe des Mittelalters, dieser religiös-nationale Schöpfer-Instinkt außerhalb der Kirchen nur in Deutschland lebendig geblieben — es ist nicht nationale Ueberhebung, sondern rein tatsächliche Feststellung, wenn wir sagen, daß die Errungenschaften deutschen Geistes in der neueren Welt etwas wesentlich anderes bedeuten und darstellen als die Künste und Wissenschaften der anderen Völker. Was die deutschen Musiker von Bach bis Beethoven, was Gestalten wie Kant und Goethe, wie Kleist und Hölderlin, Schopenhauer und Nietzsche von den geistigen Repräsentanten der neueren Italiener, Franzosen, Engländer unterscheidet, ist eben nicht Begabung und Talent, sondern die weltanschauliche Richtung, mit der das Geistige hier in einem religiösen Sinne für die gesamte menschliche Existenz wieder Gesetz und Mittelpunkt geworden ist. Während die andern Völker seit der Reformation ihre ganze Kraft in die Schaffung der Formen der Weltwirtschaft, der Weltherrschaft, der Weltausbeutung und des Weltgenusses setzten und das Geistig-Künstlerische fast nur als Ornament, Erholung, Unterhaltung duldeten, lag in Deutschland jahrhundertlang im Geistigen als im Weltanschaulichen der ausschließliche Ernst und die ausschließliche Schöpferkraft der Nation und wurde auch von den andern, wie das Wort vom „Volk der Dichter und Denker“ beweist, als ihr eigentliches Kennzeichen verstanden.

Wenn deshalb bei den andern Völkern die geistigen Verfallserscheinungen, die ich schilderte, in eben dem Maße, ja noch verheerender sich zeigen als bei uns und der Mechanisierungsprozeß des Geistes dort noch weiter vorgeschritten ist, so ist das gewissermaßen nur konsequent und bedeutet

nicht dasselbe; während unsere geistige Ueberlieferung uns das Recht und die Pflicht gibt, unsere kulturellen Errungenschaften vor solchem Schicksal zu bewahren. Es ist vielleicht unsere größte nationale Hoffnung und Zuversicht heute, daß wir hier noch eine Aufgabe haben, die keinem andern Volke mehr beschieden ist; und wir handeln, wenn wir sie in Angriff nehmen, zuletzt nicht nur für uns, sondern für die ganze Welt — wir hüten für sie den Geist, aus dem allein noch eine Erneuerung und Wiedergeburt der technisch erstarrten Zivilisation erfolgen kann. Solche Erneuerung und Wiedergeburt fällt aber auch uns nicht ohne Arbeit und Anstrengung in den Schoß. Wir müssen nicht nur der fahrlässigen Verschleuderung und Vernichtung unserer überlieferten Geisteswerte Dämme setzen, wir müssen diese Werte erst für uns selber wiederaufbauen. Denn das ist es ja, was das neuere Deutschland auch vor dem Kriege von unserem eigenen Mittelalter und von allen andern echten Kulturen schied: daß uns die Gestaltung, die Leibwerdung des Geistes fehlte, daß Geist nicht zum Denkmal ward, innerlich und äußerlich, an dem sich alles Leben der Nation orientiert, das steten Sinn und Gestaltbarkeit des Daseins verbürgt.

Das bloße Vorhandensein auch der größten geistigen Werte ist noch nicht Kultur — sie müssen in Formen gefaßt, in festen Einrichtungen verankert, zu lebendiger Anschauung und Wirkung sichtbar aufgerichtet sein: geistiger Aufbau im engeren Sinn einer irdischen Aufgabe muß den vorhandenen Werten selber erst ein Haus und eine Heimat unter Deutschen, den Deutschen wieder Geborgenheit im eigenen Geist, Berührung, Durchdringung und stetiges Wachstum mit ihm und in ihm schaffen und schenken.

Es genügt nicht, die Großtaten des Geistes nur vom Hörensagen zu kennen, sie immer nur im Munde zu führen und an ihren Jubiläen laut und öffentlich zu bezeugen, daß man noch von ihnen weiß. Es war der furchtbare und verhängnisvolle Irrtum der deutschen Bildung, daß es genüge, vom Geist und seinen Werken zu wissen, über die Biographie der Schöpfer, über die Veranlassung und Entstehung der Schöpfungen unterrichtet zu sein, und daß man mit diesem Wissen geistig etwas besitze, sich damit vom Nicht-Gebildeten, Ungebildeten in einem geistigen Sinne unterscheide. Hier ist die Hochachtung des Deutschen vor der Wissenschaft verhängnisvoll gewesen — nicht daß er historische und ästhetische, philologische und literaturkritische Wissenschaft besaß und zu wunderbarer Feinheit und Genauigkeit entwickelte; sondern daß er von ihr, die nur gleichmäßig Forschungsobjekte kennt und Wertsetzung, Wertunterscheidung auch zwischen deutschem und fremdem Geistesgut sich grundsätzlich verbietet, dennoch die Methoden der Befassung mit geistigen Dingen sich vorschreiben ließ und das Vorbild aller geistigen Erziehung von ihr als von der höchsten geistigen Instanz übernahm. Vielmehr, es gab und gibt bei uns in geistigen Dingen gar keine Erziehung, sondern nur Unterricht: schon dem Schüler wird Goethe und Schiller philologisches Lern- und Forschungsobjekt, nicht lebendig wirkende Kraft. Was sich nicht lernen und lehren, nicht erklären und wissen läßt, ist von aller pädagogischen Verantwortung, von aller planmäßigen Pflege ausgeschlossen; also alle wahre und eigentliche Kunst, vorab die größte, tiefste, umfangreichste der neueren Zeiten, die deutsche Musik. Man stellte hier nicht nationale heilige Werte auf, man setzte hier nicht Unterschiede zwischen dem, was groß und rein, und dem, was niedrig und unzulänglich war. Daß es eine musische Erziehung geben könne, die den Menschen dem Geiste sinnlich bereitet, wie einst bei den Griechen, davon nahm unser humanistisches Gymnasium keine Notiz: die Kenntnis von

Aeschylos und Sophokles war obligatorisch, aber von unserer äschyleischen und sophokleischen Welt, von Bachs Passionen und Beethovens Symphonien erfuhr man von Amts und Erziehung wegen nichts. Das Erlebnis der nationalen Geistesoffenbarungen ward dem privaten Zufall überlassen, die Pflege der Kunst dem Fachmann des betreffenden Gebietes, so daß der Konzert- und Theateragent, nicht aber irgendein geistiger Wille, ein nationales Ideal die öffentliche Pflege von Geist und Kunst bestimmte. Und das Ergebnis? Der Gebildete erwarb sich außerhalb der offiziellen Bildung und trotz der Entweihung durch Theater, Kritik, Konzertsaal auf eigene Faust so etwas wie eine persönliche Kultur, die bei jedem anders aussah, und hier durch Familientradition, dort durch Milieu und Geld begünstigt wurde. Das Volk im weitesten Sinne, dem solche Hilfsmittel nicht zu Gebote standen, blieb von diesen persönlichen Erlebnismöglichkeiten ebenso ausgeschlossen wie von der eigentlichen Bildung, die, wesentlich durch Lesen und Studieren fortgepflanzt, nur dem, der Zeit und Geld aufwenden konnte, sich erschloß.

Wir verstehen hier, warum es eine Jugendbewegung geben konnte: es war das Versagen der staatlichen Schulerziehung und Bildung, was selbst die Kinder der besseren Stände dazu trieb, ihre kulturelle Erziehung selbst in die Hand zu nehmen und das Gemeinschaftserlebnis von Natur, Musik und Dichtung in eigenen Formen zu suchen, das doch eine echte Kultur ihren Angehörigen selber spenden müßte. Wir verstehen weiter, warum die Masse des arbeitenden Volkes einer internationalen Ideologie und internationaler geistiger Gesinnung überhaupt gewonnen werden konnte: weil wiederum die nationale, geistige Erziehung versagte und es unterließ, das Volk an den geistigen Gütern, die da waren, wirklich teilhaben zu lassen und es in einer Ueberlieferung zu verwurzeln, durch die allein es sich dem Ganzen der Nation wahrhaft auf Gedeih und Verderb hätte verbunden fühlen können. Wenn selbst soziale Gefahren solchermaßen sich geistig begründet zeigen, so können auch nur geistige Gegenmittel hier wirklich und auf die Dauer Rettung bringen: geistige National-Erziehung heißt das Grundfordernis geistigen Wiederaufbaues.

Man beginnt ja heute zu begreifen, wie wichtig die Idee der Erziehung ist; man weiß, daß in der Schule uns die künftige Generation und damit unsere Zukunft selbst zu freier Bestimmung in die Hand gegeben ist, aber man überläßt es Parteien und Konfessionen, um die weltanschauliche Bestimmung der Schule zu kämpfen, und verfällt nicht darauf, daß es eine überkonfessionelle und überparteiliche deutsche Weltanschauung geben könne, eben den Inbegriff deutschen Geistes in seinen lebendigen Gedanken und Werken, der noch heute das ganze Volk zu einen imstande wäre.

Wenn deutscher Wiederaufbau irgend Wirklichkeit werden soll, so muß es hier von Grund auf anders werden: deutscher Geist darf nicht länger ein Faktor sein, den man im öffentlichen Leben ignoriert, der bei keiner unserer geistespolitischen Entscheidungen mitspricht und nur das private Leben und Schaffen machtloser Einzelner bestimmt. Der Staat muß endlich deutschen Geist organisch sich eingestalten und in seinen Kunst- und Bildungseinrichtungen ihn zu der kulturellen Würde und Wirkung bringen, die ihm entspricht und gebührt.

Dieser deutsche Geist: ein hoher und gleichsam noch ungenutzter, unverwirklichter Geist, ist heute unser bester Besitz und unsere größte Hoffnung — er verbürgt uns noch eine Zukunft, weil er noch eine Aufgabe setzt. Uns droht deshalb noch nicht das Schicksal hoher vollendeter Kulturen, in seelenlose Zivilisation zu versinken:

weil aus dem Geiste, den unser Volk in den neueren Zeiten erschuf, Kultur im wahren Sinne, deutsche Kultur, trotz aller klassischen Bildung, noch nicht hervorging und darum als Ziel und Vollendung uns erst noch bevorsteht. Diese tröstliche Aussicht versöhnt mit dem Bild, das die augenblickliche Gegenwart uns bietet — und doch bedürfen wir der unbeschönigten Schau des niederen Zustands, um in den höheren uns mit Willen und Bewußtheit zu erheben. Schöpfung selber ist unbewußt; gerät sie in Bedrängnis und Gefahr, so heißt ihre bewußte Rettung Wiederaufbau, Reformation. In den Dienst solchen Wiederaufbaus müssen wir

alle unsere Kräfte stellen: er ist die Aufgabe, die uns als Kulturvolk für uns selbst und für andere gesetzt ist.

Es wäre von tiefem Sinn, wenn der nationale Instinkt und die nationale Einsicht derselben Männer, die ungewollt die Problematik unseres heutigen Zustandes mit heraufführten, auch an seiner Lösung und Heilung entscheidenden Anteil hätte, wenn der Anstoß vielleicht zur Verwirklichung geistiger Wiedergeburt von dem Wirklichkeitssinn und der organisierenden Kraft der technischen und industriellen Kreise wesentlich mit ausginge — erst mit solcher geistigen Tat wäre deutscher Wiederaufbau in seinem ganzen Umfang gesichert und vollendet.

Wertung und Erforschung der Rohstoffe und Schlüsselerzeugnisse für die Eisenhütten-Industrie.

Von Alfons Wagner in Völklingen (Saar).

[Bericht Nr. 112 des Hochofenausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute¹].

(Eindeutige Wertung der Rohstoffe für bestimmte Verwendungszwecke. Bisherige Kenntnisse der Eigenschaften von Kohle, Koks, Erz und Roheisen. — Verwendung von Staubkohle. Chemische Zusammensetzung und Verkokungseigenschaften von Kohle. Petrographische Forschung und ihr Einfluß auf die Erkenntnis der Eigenschaften von Kohlen. — Unterschiedliches Verhalten des Kokses bei der Verhüttung. Laboratoriumsverfahren zur Feststellung der verschiedenartigen „Reaktionsfähigkeit“ und „Verbrennlichkeit“ bei der Auswahl des Kokses. Wandlung der Ansichten über „guten“ und „schlechten“ Koks im Laufe der Zeit. — Technische Wertung von Eisenerzen. Wert laboratoriumsmäßiger Reduktionsversuche. — Verschiedenes Verhalten von Roheisensorten gleicher Zusammensetzung bei der Verarbeitung. Untersuchungsergebnisse für das Verhalten von Gießereiroheisen bei wiederholtem Umschmelzen. Einwirkung von Blei und Zink auf Gefüge und Eigenschaften von Roheisen. Titan im Roheisen. Beziehungen zwischen Zusammensetzung und Verblasbarkeit von Thomas-Roheisen.)

Unser Zeitalter steht, vom Standpunkt des Hüttenmannes aus betrachtet, im Zeichen hochwertiger Eisenerzeugnisse und der Werkstoffvergütung. Es sei nur an die Berliner Werkstofftagung im Herbst 1927 sowie an die Tätigkeit des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute erinnert, um vor Augen zu führen, wie außerordentlich viel gerade auf diesem Gebiete des Eisenhüttenwesens durch die wissenschaftliche Betrachtungsweise in den letzten 20 Jahren erreicht worden ist. Aber bei aller Anerkennung des Geleisteten läßt sich nicht leugnen, daß, verglichen mit den Erfolgen der chemischen Industrie, die eisenhüttenmännischen Fortschritte nicht immer befriedigend genannt werden können. Es ist bereits von K. Daevs²) bei der Werkstofftagung auf die wesentlichen Unterschiede in den Arbeitsbedingungen der chemischen Industrie und der Eisenhütten hingewiesen worden. Wegen der hohen Temperaturen und der im Sinne der chemischen Industrie verunreinigten Rohstoffe sind die eisenhüttenmännischen Verfahren durchweg veränderlicher. Ein weiterer Grund liegt in der durchaus unzureichenden Erkenntnis und Erforschung unserer Rohstoffe und Schlüsselerzeugnisse. Die heute üblichen analytischen und metallographischen Untersuchungsverfahren reichen nicht aus, um ein eindeutiges Werturteil über deren Eignung für alle Verwendungszwecke abgeben zu können. Man greift vielfach auf erfahrungsmäßige Versuche, die möglichst weitgehend den Verarbeitungsbedingungen des Betriebes angepaßt sind, zurück und sucht sich auf diese Weise mit Hilfe von Ähnlichkeitsschlüssen Kenntnisse über die Eignung des betreffenden Stoffes zu verschaffen. Diese unzureichende Erkenntnis der Eigenschaften unserer eisenhüttenmännischen Rohstoffe und Schlüsselerzeugnisse muß um so mehr als rückständig erscheinen, wenn man ihr die hohen Anforderungen, die heute auf Grund der wissenschaftlichen Betrachtungsweise an die Fertigerzeugnisse gestellt werden, gegenüberstellt. Es scheint kein Zufall zu sein, wenn die

reine Hochschulforschung sich mit diesen wenig bekannten Eigenschaften der Rohstoffe verhältnismäßig selten befaßt. Laboratoriumsmäßig durchgeführte Untersuchungen haben den Mangel, daß bestimmte Reaktions- und Temperatureinwirkungen des Verhüttungsvorganges überhaupt nicht oder nur unvollkommen berücksichtigt werden können. Es gibt eben auf dem Gebiete des Eisenhüttenwesens eine Reihe wichtiger Aufgaben, und dazu gehört wohl in erster Linie die Erkenntnis von den Eigenschaften der Rohstoffe, zu deren Lösung vor allen Dingen der Betriebsmann berufen scheint, wenn die wissenschaftliche Betrachtungsweise in der auf Erfahrung gestützten die richtige Ergänzung findet.

Die nachfolgenden Ausführungen stellen einen Versuch dar, in großen Zügen ein Bild über den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse von den bekannten und vor allen Dingen unbekanntem Eigenschaften der wichtigsten Rohstoffe: Kohle, Koks, Erz, sowie des Schlüsselerzeugnisses Roheisen zu geben und die Mängel einer eindeutigen Wertung für bestimmte Verwendungszwecke sowie die Notwendigkeit weiterer Forschung auf diesem Gebiete klarzulegen.

I. Kohle.

Es muß vorausgeschickt werden, daß es eine allgemein gültige Wertung eines Stoffes nicht gibt. Jedes Werturteil kann nur dem jeweiligen Stand der Technik entsprechen, und da die Technik sich ständig weiterentwickelt und vervollkommnet, so müssen auch die Ansichten über bestimmte Vorzüge oder Mängel der Rohstoffe mit dem Wechsel der Zeit sich ändern. Die Schwelung scheint z. B. dazu berufen zu sein, ein gewisses Sortengleichgewicht auf dem Steinkohlenmarkt herzustellen, nachdem es durch geeignete Schwelverfahren gelungen ist, aus backender, billiger Feinkohle einen stückigen, rauchlosen und leicht brennenden Schwelkoks herzustellen, der an Stelle von Anthrazit Verwendung findet. Ferner haben neue Versuche über das Benzin-Gewinnungsverfahren durch Hydrierung von Kohle das merkwürdige Ergebnis gezeigt, daß man eine bedeutende Steigerung des „Berginisierungs-Effektes“ erreicht, wenn man minderergiebige mit in diesem Sinne höherwertigen Kohlenarten mischt; gleichzeitig tritt mit der Erhöhung der Benzinausbeute auch eine erhebliche Minderung der Abfallstoffe ein. Damit ist eine große Anzahl bisher

¹) Erstattet in der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 17. Mai 1930. — Sonderabdrucke dieses Berichtes sind zu beziehen vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664.

²) Stahl und Eisen als Werkstoff. Werkstofftagung Berlin 1927, Bd. I (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1928) S. 15.

nicht berücksichtigter Kohlenvorkommen in den neuen Verwendungsbereich einbezogen. Es ist ferner zu erinnern an die neuzeitliche Verwendung der Staubkohle in Sonderfeuerungen. Noch vor einigen Jahren war infolge geringer Nachfrage Magerfeinkohle so billig, daß die Kohlenstaubfeuerung sogar in erfolgreichen Wettbewerben mit der Hochfengasfeuerung treten konnte; aber seitdem die Technik in wachsendem Maße staubförmige Brennstoffe verfeuert, steigt die Nachfrage und damit der Preis für Staubkohlen. Man sieht: Was heute als schlechte Eigenschaft und Mangel eines Brennstoffes angesehen wird, ist morgen ein Vorzug, ja vielleicht sind sogar die Zeiten nicht mehr fern, wo man Stückkohle mahlt, um eine höhere Verbrennungswirkung zu erzielen.

Da der Staubkohlenfeuerung eine ständig steigende Bedeutung auf den Hüttenwerken zukommt, so sei etwas näher auf die Auswahl der Kohlen für Staubfeuerungen eingegangen. Im allgemeinen eignen sich hierzu fast alle Kohlenarten; wegen der Zerteilung der Kohle und der innigen Vermischung mit Luft sind die Grenzen der Brauchbarkeit einer Kohle bei Staubfeuerungen weiter zu ziehen als bei Rostfeuerungen. Für eine gute, vollkommene Verbrennung ist der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen von großem Einfluß³⁾. Es hat sich gezeigt, daß man bei großen Kesselanlagen, bei denen die Brennkammer stark mit Kühlrohren ausgekleidet ist, noch bei einem Gasgehalt von etwa 12 bis 14 % eine einwandfreie Ausbrennung erzielen kann, daß aber bei gasarmer Kohle mit 8 bis 10 % flüchtigen Bestandteilen in großen wassergekühlten Kammern auch bei höherer Luftvorwärmung und hohen Kammertemperaturen ein befriedigender Ausbrand viel schwerer zu erreichen ist. Die erforderliche Kammertemperatur steigt mit abnehmendem Gasgehalt, so daß z. B. bei Braunkohle, die mit niedriger Flammtemperatur noch eine einwandfreie Verbrennung gestattet, die geringsten Schwierigkeiten wegen der Haltbarkeit der gemauerten Kammerwände vorliegen, daß dagegen bei Magerkohle, die eine höhere Verbrennungstemperatur erfordert, das freie Mauerwerk weit mehr der Zerstörung ausgesetzt ist. Gasreiche Kohle hat den Vorteil, daß die Feuerung bei geringer Belastung noch arbeitet; so kann man mit Gaskohle die Feuerung noch bei etwa 20 % der Regelbelastung betreiben, während bei gasarmem Anthrazit unter 60 % der Regellast kaum noch eine gute Verbrennung erreicht wird. Die untere Grenze der Kohle für Staubfeuerungen sieht man bei 8 % flüchtigen Bestandteilen, doch ist nicht der Gasgehalt an sich entscheidend, sondern es spielt auch die chemische Zusammensetzung der Gase eine wichtige Rolle.

Der Aschengehalt der Kohle kann die Zündung beeinträchtigen, während die Verbrennung selbst durch ihn nicht gestört wird, solange er unter 50 % bleibt. Mit zunehmendem Aschengehalt steigt die Gefahr des Schlackenangriffs auf die Brennkammerwände, auf den vor allem die chemischen Eigenschaften und der Schmelzpunkt der Asche von Einfluß sind. Im allgemeinen kann angenommen werden, daß eine Asche, die arm an Flußmitteln ist und deren Schmelzpunkt über 1150 bis 1200° liegt, zu keinen Schwierigkeiten mehr führt. Für die Prüfung des Schlackenangriffs bietet die Tiegelerschmelzprobe gute Anhaltspunkte. Der Schamottestein muß in jedem Falle auf die Kohle abgestimmt werden; die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft hat beispielsweise nach

³⁾ Nach neueren Erfahrungen kann man auch arme Kohlen gut verfeuern, wenn ein geeigneter Brenner bzw. genügend großer Feuerungsraum und gute Ausmahlung zusammentreffen; selbst mit Koksgrus hat man gute Erfahrungen gemacht. Wenn auch der Feuchtigkeitsgehalt für den eigentlichen Verbrennungsvorgang nicht von wesentlicher Bedeutung ist, so übt er doch auf die Geschwindigkeit der Verbrennung einen erheblichen Einfluß aus. Vgl. H. Bleibtreu: Kohlenstaubfeuerungen, 2. Aufl. (Berlin: J. Springer 1930.)

einem besonderen Verfahren weit über 100 verschiedene Schamottesteine auf die Eignung für Staubfeuerung geprüft, so daß für jeden einzelnen neuen Bedarfsfall eine ausreichende Auswahl gegeben ist und eine Tiegelerschmelzprobe für die zu verwendende Kohle im allgemeinen ausreichende Schlüsse zuläßt.

Die Stückgröße der Kohle spielt für die Staubfeuerung unmittelbar keine Rolle, da ja die Kohle gemahlen wird. Mit abnehmendem Gasgehalt muß die Mahlfeinheit zunehmen. Der Gehalt an Feuchtigkeit ist für den eigentlichen Verbrennungsvorgang nicht von wesentlicher Bedeutung, wohl aber für den Mahlvorgang und die Förderung. Der Begriff des Feuchtigkeitsgehaltes an sich genügt jedoch nicht immer; das Verhältnis von Oberflächenfeuchtigkeit zu Kristallwasser ist manchmal von wesentlichem Einfluß.

Es scheint demnach ziemlich einfach, eine Wertung der Kohle nach ihrer Eignung für die Staubfeuerung vorzunehmen. Mit Ausnahme der Kohle mit ausgefallenen spezifischen Eigenschaften sind alle in Betracht kommenden Kohlenarten in Staubfeuerungen günstig zu verbrennen; als wenig geeignet sind lediglich sehr gasarme Kohlen und solche mit einer tiefschmelzenden Asche anzusehen.

Wesentlich verwickelter sind die Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Verkockungseigenschaft von Kohle. Trotz der vielen Untersuchungen und beachtenswerten Feststellungen gerade in den letzten Jahren kann hierüber auch heute noch nichts Genaueres gesagt werden. In England und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika sind verschiedene schaubildliche Klasseneinteilungen in Anwendung; bei ihnen werden die Kohlen unter Verwendung der Elementaranalyse, die frei von Wasser, Stickstoff, Asche und Schwefel gerechnet wird, in bestimmte Gruppen eingeteilt, deren Grenzen nach dem Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff festgelegt sind. Das anschaulichste Beispiel einer solchen Klasseneinteilung gibt das dreiachsige Schaubild nach F. F. Grout⁴⁾ und O. S. Ralston⁵⁾ (Abb. 1). Das punktierte Band veranschaulicht

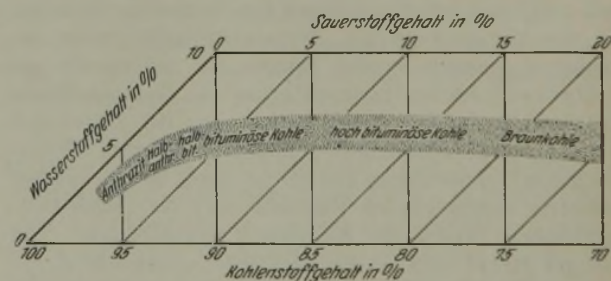


Abbildung 1. Dreiachsige Darstellung der Elementaranalyse von Kohle.

nur die Grenzen, innerhalb welcher die meisten Kohlenanalysen fallen; die Klasse der bituminösen und halbbituminösen Kohlen umfaßt fast alle Koks-kohlen. S. Rose⁶⁾ lehnt den von amerikanischen Forschern wiederholt gemachten Vorschlag, die Kohlen nach gewissen Verhältniszahlen, wie $\frac{H}{O}$, $\frac{C}{H}$ und $\frac{C}{O}$, einzuteilen, ab; ferner spricht er sich gegen den Begriff des „verfügbaren“ Wasserstoffes $H - \frac{O}{8}$ in der Kohle aus, d. i. die Wasserstoffmenge, die nach der Bindung des in der Kohle vorhandenen Sauerstoffes zu Wasser noch verbleibt. Großer Wert dagegen wird auf die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in der Reinkohle gelegt. Die Begriffe „niedriger“, „mittlerer“ und „hoher“ Gehalt an flüchtigen Bestandteilen sowie „hoher“ Sauer-

⁴⁾ Econ. Geol. (1901) Bd. II, S. 225/41.

⁵⁾ Techn. Paper Bur. Mines Nr. 93 (1915).

⁶⁾ Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 74 (1928) S. 600/39; vgl. Koppers-Mitt. (1928) S. 65/102.

stoffgehalt sind nur vergleichsweise anwendbar je nach der Zusammensetzung der Kohle, die von Fall zu Fall zur Verkokung zur Verfügung steht. Die amerikanischen Koksöfner bevorzugen Kohlen mit 16 bis 18 % flüchtigen Bestandteilen. Kohlen mit einem mittleren Gehalt an flüchtigen Bestandteilen — und darunter fallen nach Rose solche mit 22 bis 28 %, bezogen auf Trockenkohle — sind neutral, d. h. sie schrumpfen nicht und geben einen ausgezeichneten, großstückigen festen Koks, dessen physikalische Eigenschaften im allgemeinen kaum zu über treffen sind; doch liegt wohl der Gehalt an flüssigen Bestandteilen bei der größten Menge der Kohlen, die zur Verkokung gelangen, über 28 % (Zahlentafel 1). Der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen allein genügt jedoch nach amerikanischer Ansicht nicht, um Kokskohlen zu kennzeichnen, wenn nicht gleichzeitig der Sauerstoffgehalt oder der Heizwert berücksichtigt werden. Der Heizwert, der von den Elementarbestandteilen der Kohle abhängig ist, läßt sich meistens genauer und schneller bestimmen als der Sauerstoffgehalt.

Die amerikanischen Anschauungen über die Wertung von Kokskohle verdienen besondere Beachtung, weil der zweifellos vorhandene grundsätzliche Unterschied in der Verkokungsfähigkeit zwischen deutschen und amerikanischen Kohlen ungewöhnlich reizvoll ist. Zu den beachtenswertesten Feststellungen für den deutschen Besucher amerikanischer Kokereien gehört die Tatsache, daß drüben der Zusammensetzung nach schlechte und nach europäischer Anschauung kaum verkockbare Kohlsorten mit bestem Erfolg verarbeitet werden, und zwar grobgebrochen in einer Stückigkeit bis zu 6 cm und ungewaschen (Zentralkokerei Clairton der Carnegie Steel Corp.). So wird z. B. auf dem Hochofenwerk der Columbia Steel Corporation in Provo (Utah) aus 100 % Carbon-County-Kohle mit mehr als 40 % flüchtigen Bestandteilen und über 10 % O in der reinen Kohle ohne Stampfbetrieb in Koksöfen von 350 mm Breite ein zwar kleinstückiger und spröder Koks erzeugt, der jedoch durchaus verhüttbar ist und in einem Hochofen mit 4,58 m Gestelldurchmesser eine durchschnittliche Tageserzeugung von 350 t Gießereirohisen zuläßt. Die amerikanischen Fachgenossen wollen einen grundsätzlichen Unterschied in den Eigenschaften amerikanischer und deutscher Kokskohlen nicht wahr wissen und führen ihre verhältnismäßig besseren Ergebnisse auf die Einführung der schmalen Ofenkammer, die bessere Kammerbeheizung, höhere Verkokungstemperatur und kürzere Garungszeit bei besserer Betriebsüberwachung zurück. A. C. Fieldner⁷⁾ läßt als wichtigstes Kennzeichen für die Unterscheidung zwischen gut kokender und nicht kokender Kohle lediglich den Sauerstoffgehalt gelten und zieht die Grenze bei 10 %. Die Möglichkeit des Einflusses von Bitumen auf die Kohleigenschaften wird zugegeben, doch sind amerikanische

Versuche nach dieser Richtung nicht durchgeführt worden. Vielfach geht die Anschauung in Amerika dahin, daß das Alter der Kohle einen großen Einfluß ausübt, ohne daß man sich über die Ursache klar ist.

In Deutschland hat man nach vielen vergeblichen Versuchen, die Kohlen auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung in bestimmte Klassen einzuteilen, erkannt, daß fast

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung amerikanischer Kohlenmischungen für Kokereien.

Bezeichnung des Betriebes und der Kohlenmischung	Flüchtige Bestandteile	Fixer Kohlenstoff	Asche	Schwefel
	%	%	%	%
Carnegie Steel Corp.				
Fayette	33,51	58,43	8,06	1,03
Gates	33,62	58,57	7,81	0,89
Westmoreland	29,39	61,84	8,77	1,32
By-Products Coke Corp.				
60 % Illinois + 25 % Black Mountain + 15 % Smokeless Coal (Hochofenkoks)	31,85	57,54	10,61	1,52
40 % Kingston + 20 % Powellton + 40 % Pocahontas (Gießereikoks)	25,88	67,51	6,61	0,71
Black Mountain (Kentucky-Kohle)	35,24	54,63	10,13	1,64
Smokeless Coal (Pocahontas-Kohle)	19,27	71,95	8,78	0,86
Kingston (Pittsburgher Kohle)	28,32	63,62	8,06	0,71
Jones & Laughlin in Hazelwood				
80 % 4 Mine + 20 % Somerset	30,17	58,55	11,28	1,20
Jones & Laughlin in Aliquippa				
80 % Vesta 4 + 20 % Pocahontas	30,12	61,79	8,09	1,14
Pocahontas	16,97	77,12	5,91	0,81
Vesta 5	35,59	56,45	7,96	1,36
Vesta 4	34,30	57,95	7,75	1,31
Bethlehem Steel Corp. in Lackawanna				
Indiana	26,76	63,93	9,31	1,57
Indiana	27,17	62,98	9,85	1,47
Marion	36,87	56,53	6,60	0,81

jede Kohle besondere Eigenschaften hat und sich nicht in einen starren Rahmen zwingen läßt. Man lernte die Bedeutung der „Backfähigkeit“ als besondere Eigenschaft der Kokskohle kennen und bemüht sich, durch Bestimmung ihres Wertes einen einfachen und zuverlässigen Weg zur Feststellung der Verkokungsfähigkeit einer Kohle zu finden. Fr. Fischer⁸⁾ kann das Verdienst in Anspruch nehmen, zum ersten Male das Oelbitumen als Träger der Backfähigkeit erkannt zu haben. Da mit dem Alter der Kohle der Gehalt der Bitumina an Oelbitumen und damit die Neigung der Kohle, zu schmelzen und zu backen, zunimmt, um in den Kokskohlen ihren höchsten Wert zu erreichen, so ist durch die Fischerschen Untersuchungen eine wertvolle Kennzeichnung der Kohlen ermöglicht; weiter bedeuten sie auch eine wissenschaftliche Begründung der amerikanischen Anschauung, daß die Verkokungsfähigkeit der Kohlen mit ihrem Alter sich ändere. Wertvolle Folgerungen über die Eignung einer Kohle zur Verkokung lassen sich aus der Arbeit von P. Damm⁹⁾ ziehen, der die Eigenschaften der Kokskohle und die Vorgänge bei ihrer Verkokung zum Gegenstand eingehender Untersuchungen machte. Wir wissen heute, daß die z. B. nach H. Meurice¹⁰⁾ bestimmten Backfähigkeitszahlen brauchbare Anhaltspunkte für die Mengen der in den Kokskohlen vorhandenen und hauptsächlich den Schmelzvorgang beeinflussenden Bestandteile geben, und daß die Bestimmung des Verlaufs der Entgasung wertvolle Schlüsse für das Mischen der einzelnen Kohlsorten und

⁸⁾ Brennst.-Chem. 6 (1925) S. 33/43.

⁹⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 59/72 (Gr. A: Kokereiaussch. 30); Glückauf 64 (1928) S. 1073/86.

¹⁰⁾ Chal. Ind. 4 (1923) S. 45/52; vgl. Glückauf 62 (1926) S. 972/3.

⁷⁾ Persönliche Mitteilung.

ihre Behandlung bei der Verkokung zuläßt. Eine ausreichende Wertung wird voraussichtlich erst dann möglich sein, wenn ermittelt worden ist, welche Mindestmenge an Oelbitumen nötig und welche Höchstmenge des vom Zersetzungspunkte wahrscheinlich abhängenden Festbitumens beim Verkokungsvorgang zulässig ist, doch muß auf Grund neuerer Untersuchungen die Möglichkeit bezweifelt werden, dieses Ziel in absehbarer Zeit zu erreichen. Als sicher kann man annehmen, daß die seither vielfach vertretene Anschauung, daß Teergehalt der Kohlen und Bitumengehalt nahezu übereinstimmen, irrig ist.

In den letzten Jahren hat man mit gutem Erfolg versucht, auf Grund von petrographischen Forschungen weitere Fortschritte in der Erkenntnis der Eigenschaften von Kohlen zu machen. Auf Anregung von H. Röchling führte H. Hoffmann¹¹⁾ eine chemische und technologische Untersuchung der Gefügebestandteile der Saarkohle mit Rücksicht auf deren Aufbereitung und die Verbesserung der Koksbeschaffenheit durch; hierbei ergab sich die bemerkenswerte Feststellung, daß von der in die Oefen eingeführten Kokskohle schätzungsweise 25 bis 30 % aus nicht oder nur sehr schlecht kokenden Stoffen bestehen, und zwar in der Hauptsache aus den gesteinkundlich zu trennenden Bestandteilen Mattkohle und Faserkohle. Besonders die Mattkohle, die in der Saarkohle sowohl in aschenarmer als auch in aschenreicher Form auftritt und deren betriebsmäßige Trennung in Kohle und Schiefer wegen der Kosten nicht in Frage kommt, weil eine Zerkleinerung auf kolloidale Feinheit vorausgehen müßte, hat infolge der ungeeigneten Zusammensetzung und der nachteiligen Eigenschaften ihrer Bitumenbestandteile die stark ausgeprägte Neigung, den Blähgrad der Kokskohle erheblich zu vermindern. Sie scheint die ausschlaggebende Ursache für die schlechte Verkokbarkeit der Saarkohle und vor allen Dingen der Splittigkeit des Saarkokses zu sein. Im übrigen zeichnet sich die Mattkohle durch einen sehr hohen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen aus. Die Faserkohle tritt hauptsächlich im Kohlenfein auf; es wurde festgestellt, daß in dem Korn unter 0,15 mm durch ihre Ansammlung die nicht backenden Bestandteile ganz wesentlich angereichert sind. Die Entfernung dieser nicht verkokungsfähigen Bestandteile aus der Saarkohle ist in der Wirkung gleichbedeutend mit der Zumischung größerer Mengen gut backender Kokskohle; leider erscheint ihre Trennung von der übrigen Kokskohle wirtschaftlich und technisch zur Zeit kaum durchführbar.

Trotz aller Fortschritte, die in den letzten Jahren in der Erkenntnis der Kokskohlen-Eigenschaften und in der damit verbundenen Wertungsmöglichkeit gemacht worden sind, steht man immer noch vor der Tatsache, daß die Verkokungsfähigkeit einer Kohle zuverlässig nur durch Großversuche im Koksofen ermittelt wird. Beim Verdacht mangelhafter Schrumpfung oder sonstiger zweifelhafter Verkokungseigenschaften, oder wenn nur kleine Mengen von Kohlen verfügbar sind, kann auch ein sogenannter Kistenversuch empfohlen werden, bei dem eine besonders geformte Metallkiste, die mit der betreffenden Kohle gefüllt ist, in die Kohlenfüllung eines gewöhnlichen Ofens eingesetzt wird; doch können derartige Kistenversuche einen Großversuch im Koksofen nicht ersetzen und haben infolgedessen schon falsche Beurteilungen veranlaßt. Dringend zu warnen ist vor dem Versuch, verhältnismäßig kleine Mengen in sehr heißgehenden Laboratoriumsofen zu verkoken, weil derartige Versuche sehr leicht zu der „Entdeckung“ führen, daß auch aus minderwertiger Kohle ein harter Koks erzeugt werden kann.

¹¹⁾ Glückauf 64 (1928) S. 1237/43 u. 1273/80.

II. Koks.

Es kann heute als allgemein anerkannte Tatsache gelten, daß weitgehende Unterschiede in den Eigenschaften der Kohlen nicht nur das Aussehen und die physikalische Beschaffenheit des aus ihnen erzeugten Kokes, sondern auch sein Verhalten bei der Verhüttung erheblich beeinflussen. So viel steht jedenfalls fest, daß für den Hochofen die Verbrennungsgeschwindigkeit des Kokes nicht so sehr von seiner chemischen Zusammensetzung als von bestimmten anderen Eigenschaften abhängig ist. Einige Beispiele mögen das belegen.

Ein gut geleitetes rheinisch-westfälisches Hochofenwerk hatte bis vor einigen Jahren trotz aller Anstrengungen einen unnatürlich hohen Koksverbrauch; die Ursache wurde allgemein in der Koksgröße gesucht, obwohl die physikalischen Eigenschaften des zur Verhüttung gelangenden Kokes durchaus befriedigend waren. Als man dazu überging, nach amerikanischem Vorbild die Gestellweite der Hochofen auf 6,5 m zu vergrößern, sank der Koksverbrauch um über 400 kg/t Roheisen! Der Weg der Gestellweiterung ist in Deutschland allgemein beschritten worden, ohne daß man an irgendeiner anderen Stelle auch nur annähernd eine ähnliche Koksersparnis festgestellt hätte. Wie ist diese ungewöhnliche Erscheinung bei dem rheinisch-westfälischen Hochofenwerk zu erklären? Die Betriebsleitung glaubte, in den Ergebnissen des Hochofens eine Bestätigung dafür zu finden, daß eine Aenderung des Hochofenprofils einen größeren Einfluß auf den Koksverbrauch ausübt als die Beschaffenheit des Kokes. Die dort gemachten Erfahrungen dürften jedoch umgekehrt als einwandfreier Beweis für die Anschauung gelten, daß falsche oder in diesem Falle besser gesagt zu große „Reaktionsfähigkeit“ des Kokes die Ursache für den hohen Brennstoffverbrauch bildete. Durch die Erweiterung des Gestells wird, allgemein gesprochen, die Erzeugungsleistung gesteigert und die Durchsatzzeit verringert. Offenbar ist die dem alten Profil eigene Durchsatzzeit des betreffenden Hochofens für den zur Verhüttung kommenden Koks zu lang gewesen, der Koks verbrannte infolgedessen in höheren Zonen nutzlos. Erst nach wesentlicher Verminderung der Durchsatzzeit entsprach die „Betriebsgeschwindigkeit“ des Ofens der Reaktionsfähigkeit des Kokes, der jetzt bis in das Gestell gelangen konnte und damit in seinem ganzen Umfange wirksam wurde.

Es sei ferner auf die stark umstrittene Windvorwärmung beim Schürmann-Kupolofen verwiesen. An verschiedenen Stellen sind in durchaus einwandfreier Weise Untersuchungen über die Wirkung der Windvorwärmung beim Kupolofen durchgeführt worden, die mit ihren Feststellungen über den metallurgischen und wirtschaftlichen Erfolg im schroffen Widerspruch zueinander stehen. Wahrscheinlich haben beide, Gegner und Anhänger des Schürmann-Ofens, recht; die Ursache dürfte auch hier in dem verschiedenen Verhalten gewisser Kokssorten bei der Verbrennung mit vorgewärmtem Wind liegen.

Eine amerikanische Großkokerei belieferte zwei Konzern-Hochofenwerke, welche die gleichen Erze verhütteten, mit derselben Kokssorte; während das eine Werk zufriedenstellende Ergebnisse erlangte, arbeitete das andere mit derselben Sorte schlecht. Es wurden verschiedene Kohlenmischungen versucht, und trotzdem zeigten sich weitere beträchtliche Unterschiede in den Betriebszahlen. Schließlich belieferte man jedes der beiden Hochofenwerke mit einer besonderen Kokssorte, und es gelang erst dann, einheitliche Betriebsergebnisse zu erzielen.

Beim Umsetzen von Gießerei- auf Stahleisen ändert man in Amerika gern die Zusammensetzung der Kokskohle, indem man weniger Magerkohle zusetzt und den Koks „grün“, d. h. vor Beendigung seiner Garungszeit drückt. Man hat gefunden, daß der ungarische Koks reaktionsfähiger ist, und zieht die größere Reaktionsfähigkeit wegen der anzustrebenden kürzeren Durchsatzzeit beim Stahleisen vor.

Eine bemerkenswerte Feststellung ist ferner in letzter Zeit auf einem saarländischen Hochofenwerk gemacht worden, das Gießereiroheisen für den unmittelbaren Guß erbläst: Man hatte bis dahin Koks mit 13 bis 15 % Asche verhüttet und mußte vorübergehend aschenarmen auswärtigen Koks mit 9 bis 10 % Asche hinzukaufen. Dabei ergaben sich große Schwierigkeiten, weil die Betriebsgeschwindigkeit der Hochofen zu groß und die Durchsatzzeit zu gering wurde; die Folge war eine zu starke Garschaumgraphit-Bildung und damit Unbrauchbarkeit des Roheisens für den Guß erster Schmelzung. Eine Untersuchung ergab bei dem aschenärmeren Koks einen etwa 50° tieferen Zündpunkt, der also auf eine bessere Reaktionsfähigkeit des Kokses schließen ließ.

Daß in den Eigenschaften der Kokssorten beträchtliche Unterschiede bestehen, muß auf Grund der angeführten Beispiele anerkannt werden; es erscheint deshalb von größter Wichtigkeit, ein Verfahren zur Hand zu haben, das die Feststellung dieser Unterschiede bei der Auswahl des Kokses gestattet. Dazu sind verschiedene Laboratoriumsverfahren ausgearbeitet worden, die jedoch fast alle den Fehler aufweisen, daß die Koksprobe gepulvert oder sehr stark zerkleinert werden muß, so daß der Einfluß der Oberfläche der Beobachtung vollständig entgeht. Der Zellaufbau des Kokses, der zusammen mit der Dichte ein wesentliches Kennzeichen bildet, wird durch eine derartige Vorbereitung zerstört. Bei manchen Kokssorten ist die oberste Haut mit graphitischem Kohlenstoff überzogen, neuerdings nimmt man auch Beeinflussung durch Absorptionserscheinungen von Gasüberzügen an der wirksamen Oberfläche mancher Kokssorten an. Auch diese Eigenschaften werden durch eine Zerkleinerung natürlich zerstört und größere Oberflächen von einer veränderten Reaktionsfähigkeit geschaffen, ein Ziel, das man ja im Betriebe vielfach absichtlich durch Brechen des Kokses zu erreichen sucht. Man kann deshalb mit derartigen Laboratoriumsverfahren wohl Kokssorten gleicher Körnung und gleichen Gefüges untersuchen, also z. B. die Gleichmäßigkeit der Koksbeschaffenheit einer Anlage überwachen, jedoch nicht wirklich verschiedenartige Kokssorten erfolgreich miteinander vergleichen. Eine verhältnismäßig vollkommene Einrichtung zur Messung der Verbrennungswirkung von Koks stellt der von der „Gesellschaft für Kohlentechnik“¹²⁾ eingeführte Schachtofen dar, in dem Versuche mit den im Betriebe vorkommenden Körnungen durchgeführt werden. Da bei den Laboratoriumsprüfungen die Reaktionseinwirkungen des Hochofens ausgeschaltet bleiben, ist es nicht verwunderlich, daß bei den bisher in Deutschland durchgeführten Hochofenuntersuchungen Beziehungen zwischen dem Verhalten des Kokses bei der Laboratoriumsprobe und dem Verhalten im Ofen sich nicht feststellen ließen. Neuerdings sind von H. Jungbluth und K. Klapp¹³⁾ Reaktionsversuche mit vier Gießereikokssorten hervorragender Güte und ziemlich gleicher chemischer Zusammensetzung im Laboratorium

nach dem Verfahren von H. Koppers¹⁴⁾, F. Fischer¹⁵⁾ sowie G. Agde und H. Schmitt¹⁶⁾ durchgeführt worden. Die Versuche nach Agde-Schmitt und Koppers lieferten dasselbe Ergebnis, während die Fischerschen Versuche gänzlich aus dem Rahmen fielen. Drei der untersuchten Kokssorten zeigten gleiche Reaktionsfähigkeit, die vierte Sorte war erheblich reaktionsfähiger. Auch hier waren Beziehungen zwischen den Laboratoriumsversuchen und den praktischen Versuchen im Kupolofen nicht zu erhalten, besonders fehlte ein Zusammenhang zwischen Kohlensäuregehalt und Eisentemperatur.

Es muß zugegeben werden, daß sich die Ansichten über guten und schlechten Koks im Laufe der Zeit gewandelt haben. Während man früher den größten Wert auf gute physikalische Eigenschaften legte, weiß man heute, daß sehr oft mit einem weicherem Koks im Hochofen bessere Ergebnisse erzielt werden, weil seine Reaktionsfähigkeit größer ist. Die amerikanischen Hochofner, deren ganze Betriebsführung auf den physikalisch und chemisch vorzüglichen Bienenkorbokoks eingestellt war, hatten die größten Schwierigkeiten beim Uebergang zu Kammerofenkoks, der wesentlich weicher und reaktionsfähiger ist. Der Verfasser erlebte die mit der Umstellung verbundenen Nöte selbst gelegentlich eines Besuches auf einem amerikanischen Hochofenwerk, das seit zwei Monaten einen Großversuch zur Erfassung der Einwirkung von Kammerofenkoks an Stelle von Bienenkorbokoks auf die Selbstkosten durchführte: Die Einzelleistung der Hochofen war um 200 t je Tag zurückgegangen, der Koksverbrauch um 4 % gestiegen, die Formstörungen hörten nicht auf, so daß 140 Formen je Ofen und Monat verbraucht wurden! Diese Schwierigkeiten entstanden anfänglich auf allen amerikanischen Hochofenwerken, man lernte jedoch die Ofen sorgfältiger und gleichmäßiger zu behandeln und insbesondere Windtemperatur und Windmenge auszugleichen; um einen besseren Wärmeausgleich zu haben, wurde die Schlackenmenge erhöht. Auf diese Weise hat man im Laufe der Zeit verstanden, mit dem physikalisch schlechteren Kammerofenkoks wesentlich bessere Betriebszahlen zu erzielen als mit Bienenkorbokoks.

Größter Wert ist auf Gleichmäßigkeit des Kokses zu legen; ein weniger guter, aber gleichmäßiger Koks ist einem vorzüglichen, aber in seinen Eigenschaften stark schwankenden Koks vorzuziehen. Von Bedeutung ist auch eine gleichbleibende Kokskörnung, die auf die Dauer nur durch eine sorgfältige Siebtrennung zu erreichen ist; die Kokskörnung muß sich der Erzstückigkeit anpassen, d. h. zu großstückigem Erz gehört grobkörniger Koks, während bei gebrochenem Erz eine entsprechend kleinere Kokskörnung vorzuziehen ist.

Es wird den Hochofnern vielfach ein Vorwurf daraus gemacht, daß sie Koks auf Grund der schlechten Verhüttbarkeit beanstanden, ohne scharf umrissene Angaben über die wünschenswerten Eigenschaften machen zu können; derartige Einwände werden hoffentlich durch diese Ausführungen entkräftet. Die beste Prüfung für die Eignung von Koks wird im Hochofen und im Kupolofen selbst durchgeführt. Die Beurteilung wird aber erschwert, weil die Gichtgasanalyse keine reine Verbrennungsanalyse ist, sondern durch Kohlensäure aus dem Möller, durch Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff aus dem Koks verfälscht ist und erst durch Herausrechnen von diesen hinzugekommenen Bestandteilen befreit werden muß.

¹²⁾ F. Häusser und R. Besthorn: St. u. E. 45 (1925) S. 878/85.

¹³⁾ Gieß. 16 (1929) S. 761/72 u. 787/800.

¹⁴⁾ Koppers-Mitt. 4 (1922) S. 175/98.

¹⁵⁾ Brennst.-Chem. 4 (1923) S. 3319.

¹⁶⁾ Ber. Chem.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 50; vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 1477/83.

III. Erz.

Die technische Wertung von Eisenerzen wird allgemein in der Weise durchgeführt, daß man die Roheisengestehungskosten errechnet unter der Annahme, daß das zu bewertende Erz allein verhüttet werden soll. Man ermittelt die Erzmenge, den Kalkstein- und Koksbedarf und berücksichtigt die fehlenden oder überschüssigen Phosphor- und Manganganengen. Zur Vorausbestimmung des Brennstoffverbrauchs muß die „Reduktionsziffer“ des Erzes bekannt sein, d. h. der Anteil des Erzsauerstoffs, der durch indirekte Reduktion

Reduktionszahlen, die in Anlehnung an das Wiborgsche Verfahren¹⁷⁾ bestimmt wurden. Größere Durchschnittsproben der zu prüfenden Eisenerze werden auf 4 mm Korngröße zerkleinert und 10 g des staubfreien Stoffes in einem elektrisch geheizten und regelbaren Elektroofen 1 h bei 450° und eine weitere Stunde bei 900° bei einem Druck von 900 mm W.-S. der Einwirkung von Hochfengas ausgesetzt. An der im Hochfengas reduzierten Erzprobe wird das metallische Eisen bestimmt und als Reduktionsgrad der Anteil des metallischen Eisens am Gesamteisen im Roherz errechnet. Die Reduktionsziffern für Minette und Schweden-erz decken sich ungefähr mit den Betriebserfahrungen. Nach der Zusammenstellung müßte der auf dem Dwight-Lloyd-Band gewonnene Purpurerz-Sinter wesentlich schwerer reduzierbar sein als das Purpurerz. In Wirklichkeit verhalten sich die beiden Erze bei der Verhüttung jedoch umgekehrt.

Zahlentafel 2. Zusammenstellung von Reduktionszahlen verschiedener Erze eines westfälischen Hochofenwerkes.

Erzsorte	Reduktionsgrad in %					
Kiruna B-Erz	16,65	—	—	—	—	—
Käptens-Erz	21,93	18,13	15,38	23,08	21,57	—
Luossavaara B-Erz	29,29	19,47	14,87	—	—	—
Kiruna D-Erz	32,69	24,14	33,23	—	—	—
Grängesberg-Erz	23,42	—	—	—	—	—
Gellivare D-Erz	18,76	15,33	—	—	—	—
Idkerberget-Stückerz	22,64	—	—	—	—	—
Rif-Erz	20,76	26,45	—	—	—	—
Roteisensteine	46,20	29,51	23,05	36,14	34,68	34,53
Wabana	39,19	—	—	—	—	—
Djerissa	35,21	—	—	—	—	—
Siegerländer Rostspat	49,39	50,83	46,24	44,17	50,44	—
Minette	76,36	73,02	62,33	75,64	79,94	—
La Ferrière-Rostspat	62,15	47,50	—	—	—	—
Soumont-Rostspat	55,72	57,64	52,95	42,49	57,60	—
St. Remy-Rostspat	60,76	55,02	—	—	—	—
Larchamp-Rostspat	48,60	—	—	—	—	—
Bilbao-Rostspat	45,96	—	—	—	—	—
Ouenza-Erz	69,44	—	—	—	—	—
Glanzbrauneisenstein	38,02	—	—	—	—	—
Drehofen-Sinter	0,87	—	—	—	—	—
Purpurerz	17,39	—	—	—	—	—
Purpurerz-Sinter (Dwight-Lloyd)	3,24	—	—	—	—	—

Man sieht, daß die so bestimmten Reduktionsziffern bei Erzen von ungefähr gleicher Stückgröße und Dichte gute Verhältniszahlen darstellen, daß dagegen das Verfahren bei Erzen, die von Hause aus verschiedene Stückigkeit oder Dichte aufweisen, versagt. Die physikalischen Eigenschaften eines Erzes sind neben der chemischen Zu-

Zahlentafel 3. Zusammenstellung der Ergebnisse von Erz-Reduktionsversuchen unter Verwendung von kohlenstofffreiem Gichtgas.

Erzsorte und Versuchstemperatur	Metal-lisches Fe %	FeO %	Fe als FeO %	Fe als Fe ₂ O ₃ %	Gesamt-Fe %	R ¹⁾	Metal-lisches Fe %	FeO %	Fe als FeO %	Fe als Fe ₂ O ₃ %	Gesamt-Fe %	R ¹⁾	
Käptens-Magnetit: 940°	a)	18,38	78,12	61,53	1,59	81,50	32	35,16	63,47	49,36	0	84,52	47
	b)	22,16	72,21	56,24	3,25	81,65	37	31,05	67,83	52,76	0,12	83,95	45
Flußeisenstein: 940°		19,73	35,16	27,34	0,11	47,18	46	15,02	36,44	28,14	0,3	43,36	44
Menera-Brauneisenstein: 940°	a)	74,24	9,58	7,45	0	81,69	98 ²⁾	29,28	65,06	50,59	0,44	80,31	38
	b)	29,93	65,61	51,02	0,15	80,10	38 ³⁾						
Agglomerat (Dwight-Lloyd): 870°		22,50	50,59	40,12	2,68	65,30	41,5	30,12	51,13	39,76	1,34	71,22	45
Versuchsbedingungen	Versuch I a Gasmenge: 4,2 l/h Versuchsdauer: 3 h						Versuch I Gasmenge: 2,9 l/min Versuchsdauer: 4,1 h Gasgeschwindigkeit: 28 m/min = 20 h Durchsatzzeit						

1) R = Reduktionsziffern. 2) Nur feinkörniges Erz. 3) Gewöhnliches Erz.

abgebaut werden kann. Die Reduktionsziffer wird meist auf Grund von Erfahrungen bei der Verhüttung gleichwertiger Erze und aus den Wärmebilanzen eingesetzt.

Dieses Verfahren ist ungenau und außerdem nicht anwendbar bei der Wertung eines neuen Erzes mit unbekanntem Eigenschaften. Auf verschiedenen Hochofenwerken werden deshalb regelmäßig mit den zur Bewertung stehenden Eisenerzen Reduktionsversuche im Laboratorium durchgeführt. Zahlentafel 2 gibt eine Zusammenstellung von

sammensetzung von ausschlaggebender Bedeutung für seine Bewertung. Im einschlägigen Fachschrifttum finden sich in Bestätigung der bei der Verhüttung gemachten Erfahrungen zahlreiche Nachweise über den Einfluß von Stückgröße, Oberfläche und Dichte von Eisenerz auf die Reduktion, doch sind diese Eigenschaften bisher weder bei den durch Errechnung noch bei den laboratoriumsmäßig

¹⁷⁾ St. u. E. 8 (1888) S. 15.

durchgeführten Bewertungsverfahren genügend berücksichtigt worden. Je feinkörniger ein Erz, um so größer ist seine Oberfläche, und desto mehr Angriffsfläche steht für seine Reduktion zur Verfügung. Den aus solchen theoretischen Erwägungen heraus geborenen Bestrebungen, in steigendem Maße Feinerz zu verhütten, sind im Betriebe Grenzen gesetzt; man hat deshalb den Weg der Sinterung beschritten und macht die Feinerze stückig unter Schaffung einer großen Oberfläche. Nicht die chemische Zusammensetzung, sondern seine ausgezeichnete physikalische Beschaffenheit bildet den Vorzug des Dwight-Lloyd-Sinters. Man erkennt, wie falsch es ist, bei laboratoriumsmäßig durchgeführten Reduktionsverfahren stark zerkleinerte Erzproben als Ausgangsstoff zu verwenden. Die wichtigen Eigenschaften Porigkeit, Stückgröße und Dichte werden ausgeschaltet, und man erhält vollständig falsche Reduktionswerte. Auf keinen Fall darf ein dichter Magnetisenstein mit einem an sich schon porigen Brauneisenstein oder gar einem Sinter in der Reduktionsfähigkeit dadurch verglichen werden, daß man die verschiedenen Erze in denselben feinkörnigen Zustand überführt. Für alle Untersuchungen muß Voraussetzung sein, daß die Erze möglichst im Urzustand, d. h. so wie sie zur Verhüttung kommen, untersucht werden.

Auf Veranlassung von B. Osann wurde von Steinhäuser¹⁸⁾ eine Untersuchung der Abhängigkeit der Erzreduktion von der Gasgeschwindigkeit und der Durchsatzzeit durchgeführt. Die Erze wurden zwar auch zerkleinert, aber nur so weit, daß die Unterschiede in der Körnung der einzelnen Erzsorten wenigstens verhältnismäßig gewahrt blieben. Ebenso wurde die errechnete Gasgeschwindigkeit und Durchsatzzeit des Hochofens in den Versuchsbedingungen festzuhalten versucht. Um das Versuchsbild möglichst in der Nähe der Hochofentemperaturen zu halten, untersuchte man die Eisenerze Magnetit, Rot-

von Erzen unterscheiden: Bei der einen ändert sich die Reduktionsziffer R mit der Gasgeschwindigkeit nur in bescheidenem Maße (Käptens-Magnetit und Flußeisenstein), bei der anderen Gruppe (Menera-Brauneisenstein und Sinter) nimmt sie bedeutend zu. Rein äußerlich betrachtet kann man sagen, daß es sich bei Gruppe I um Erze von großer Dichte handelt, während sich die Erze der Gruppe II durch größere Porigkeit und Oberfläche auszeichnen. Besondere Beachtung verdienen die beim Versuch Ia erhaltenen Reduktionszahlen des Menera-Erzes; der Höchstwert, R = 98, wurde bei Verwendung von ausschließlich feinkörnigem Erz erhalten, während der Teilwert 38 bei einer Durchschnittsprobe erhalten wurde, die der natürlichen Erzstückigkeit nahekommt. Man erkennt auch hier klar den Einfluß der Körnung auf die Reduzierbarkeit des Erzes, und wie falsch es ist, den Ausgangsstoff für Reduktionsversuche zu pulvern. In Abb. 2 ist der Einfluß der Gasgeschwindigkeit und der Durchsatzzeit auf die Reduktionsziffern der unter-

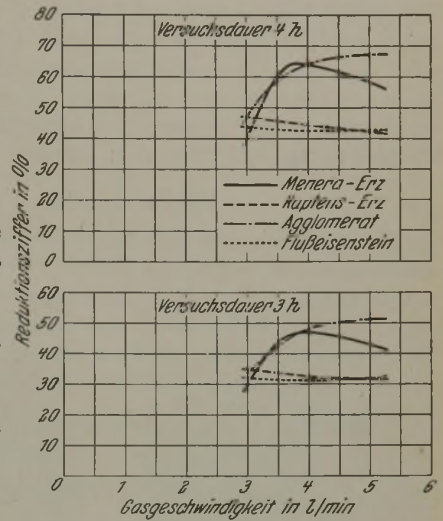


Abbildung 2. Einfluß der Gasgeschwindigkeit auf die Reduktionsziffer verschiedener Erze.

Zahlentafel 3. Zusammenstellung der Ergebnisse von Erz-Reduktionsversuchen unter Verwendung von kohlenstofffreiem Gichtgas. (Schluß.)

Metal-lisches Fe %	FeO %	Fe als FeO %	Fe als Fe ₂ O ₃ %	Gesamt-Fe %	R ¹⁾	Metal-lisches Fe %	FeO %	Fe als FeO %	Fe als Fe ₂ O ₃ %	Gesamt-Fe %	R ¹⁾	Metal-lisches Fe %	FeO %	Fe als FeO %	Fe als Fe ₂ O ₃ %	Gesamt-Fe %	R ¹⁾
24,2	73,98	57,53	1,03	82,76	37	33,73	64,57	50,21	0,3	84,24	45	18,95	76,60	59,27	2,75	81,27	31,5
26,62	70,15	54,55	1,76	82,93	40												
24,45	32,37	25,17	0,23	49,85	50	20,03	37,21	28,94	0,2	49,2	43	12,65	44,80	34,83	0,46	47,47	32
36,05	46,01	35,78	1,32	73,15	54	46,36	39,58	30,78	0,1	77,25	64	37,07	57,57	44,77	1,83	83,67	42
43,7	39,54	30,75	0	74,65	59	42,15	36,16	28,12	0	71,27	63	35,12	41,24	32,07	3,08	70,27	51,5
Versuch II Gasmenge: 2,9 l/min Versuchsdauer: 4,1 h Gasgeschwindigkeit: 28 m/min = 20 h Durchsatzzeit						Versuch III Gasmenge: 3,76 l/min Versuchsdauer: 4,1 h Gasgeschwindigkeit: 35 m/min = 20 h Durchsatzzeit						Versuch IV Gasmenge: 5,3 l/min Versuchsdauer: 3 h Gasgeschwindigkeit: 50 m/min = 14 h Durchsatzzeit					

¹⁾ R = Reduktionsziffern.

eisenstein und Brauneisenstein bei 940°, der Temperatur, bei der eine Verschlackung noch gerade vermieden werden kann; für den Dwight-Lloyd-Sinter liegt diese kritische Temperatur bei 870°. Durch Auswaschen der Kohlensäure aus dem Gichtgas wurde versucht, ein den wirklichen Verhältnissen nahekommendes Reduktionsgas zu schaffen. Man kann nach den Ergebnissen in Zahlentafel 3 zwei Gruppen

suchten Erze bei dreistündiger und vierstündiger Versuchsdauer dargestellt. Man sieht, daß z. B. Käptens-Erz und Flußeisenstein von der Gasmenge fast gar nicht beeinflußt werden. Beim Agglomerat wirkt neben der Versuchsdauer in einem bestimmten Gebiete die vergrößerte Gasgeschwindigkeit erheblich auf die Reduktionsziffer ein; ähnlich liegen die Verhältnisse beim Menera-Erz.

Steinhäuser hat ferner versucht, die Gefügeunter-suchung zur Klarstellung der Gründe für die Unterschiede

¹⁸⁾ Diplomarbeit, Clausthal 1926.

in den Reduktionsziffern heranzuziehen. Mengenanteil und Verteilung des metallischen Eisens sind nach Ätzung mit verdünnter Kupfersulfatlösung deutlich zu erkennen. Das Eisen bildet sich an den Rändern von Rissen, das Gas greift also die Kristallränder der Oxyde an und dringt von dort aus weiter in das Innere vor. Der Weg, die Verteilung der Eisenverbindung durch mikroskopische Untersuchungen der reduzierten Erzprobe zu erforschen und in Ergänzung zu den erhaltenen Reduktionszahlen zu bewerten, scheint gangbar zu sein. Vielleicht lassen sich durch weitere Forschung und durch Ausbau des Verfahrens wertvolle Anhaltspunkte für die Beurteilung von Eisenerzen schaffen.

IV. Roheisen.

Es wird heute auch von Vertretern der reinen Wissenschaft zugegeben, daß die chemische Zusammensetzung einen unzulänglichen Maßstab für die Güte von Roheisen darstellt. Wir wissen, daß Roheisensorten gleicher Zusammensetzung bei der Verarbeitung vollständig verschiedene Eigenschaften aufweisen können.

Zahlentafel 4. Zusammensetzung der untersuchten Roheisensorten.

Roheisenbezeichnung	Roheisensorte	Graphit	Geb. C	Ges.-C	Anteil des Graphits an Ges.-C	Si	Mn	P	S
		%	%	%	%	%	%	%	%
A	Englisches Hämatit .	4,55	0,34	4,89	93,2	1,18	0,83	0,040	0,045
B	Gießereiroheisen	3,53	0,65	4,18	84,5	2,38	0,61	0,518	0,020
C	Hämatit	3,05	0,70	3,75	81,4	2,77	1,30	0,089	0,030
D	Hämatit	2,98	0,92	3,90	76,3	1,70	0,67	0,075	0,040
E	Gießereiroheisen	3,65	0,80	4,45	82,0	2,32	0,45	0,326	0,020
F	Hämatit	3,30	0,28	3,58	92,3	2,75	0,83	0,091	0,020
G	Gießereiroheisen	2,93	1,25	4,18	70,1	2,41	0,62	0,558	0,035
H	Schwedisches Eisen .	3,10	0,90	4,00	77,5	1,59	0,13	0,046	0,015
J	Schwedisches Eisen .	2,90	0,95	3,85	75,5	1,40	0,10	0,050	0,025
K	Gießereiroheisen	3,36	1,04	4,40	76,5	2,15	0,83	0,456	0,045
L	Hämatit	3,45	0,45	3,90	88,5	2,76	0,25	0,067	0,040
M	Gießereiroheisen	2,68	1,25	3,93	68,3	1,93	0,60	0,444	0,040
N	Hämatit	3,30	1,05	4,35	75,8	2,52	0,58	0,046	0,030
O	Gießereiroheisen	2,93	1,17	4,10	71,5	2,94	1,05	0,312	0,020
P	Hämatit	3,35	0,85	4,20	79,8	3,18	0,79	0,056	0,020
R	Gießereiroheisen	2,65	1,30	3,95	67,2	2,63	0,72	0,524	0,010
S	Hämatit	2,30	0,70	3,00	76,8	2,89	0,82	0,063	0,015

Die Proben für die Zerreiß- und Biegefestigkeit, Härte- und Gefügeuntersuchungen wurden aus besonders gegossenen Rundstäben herausgedreht, bei den Roheisenproben erster Schmelzung wurden die Proben unmittelbar aus der Masse gedreht. Die Treffsicherheit der so erhaltenen Proben war ausgezeichnet. Sämtliche Versuchsreihen, auch die z. B. der schwedischen Holzkohlenroheisen, ergaben außerordentlich geringe Festigkeitswerte in den Urproben erster Schmelzung, die sich zwischen 8½ bis 12 kg/mm² Zerreißfestigkeit und 18 bis 19 kg/mm² Biegefestigkeit bewegten. Wiederholtes Umschmelzen ergab beachtenswerte Verbesserung der physikalischen Werte; dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß es trotz aller Anstrengungen nicht gelang, eine gleichbleibende Gießtemperatur zu erreichen, weil die Innehaltung eines möglichst in geringen Grenzen schwankenden Koksverbrauchs mit Schwierigkeiten verknüpft war.

Als Beleg aus dem Betriebe diene folgendes Beispiel. Eine bedeutende rheinisch-westfälische Hüttengießerei hatte versucht, zur Verbesserung der Kupolofenleistung Gußeisen nur aus Roheisen herzustellen. Der Zweck, die Ofenleistung zu erhöhen, wurde zwar erreicht, aber das dabei erzeugte Gußeisen war von durchaus unzureichender Beschaffenheit, so daß man daraus den Schluß ziehen kann, daß zur Gußwarenerzeugung nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen, sondern auch mit Rücksicht auf die Güte ein gewisser Anteil Gußbruch unbedingt erforderlich ist.

Aus Abb. 3 geht ferner hervor, daß die phosphorhaltigen Gießereiroheisensorten sich gegenüber den Hämatiten durchweg durch größere Festigkeit auszeichnen, und zwar nimmt diese Festigkeit durch wiederholtes Umschmelzen unverhältnismäßig stark zu. Im Gießereiroheisen ist bekanntlich Phosphideutektikum in größerer Menge, das hart und spröde ist und bei etwa 950° schmilzt. Bei gleicher Gießtemperatur wird deshalb ein phosphorhaltiges Gießereiroheisen verhältnismäßig stärker überhitzt sein als ein phospharmes Hämatiteisen. Vielleicht ist dieses Verhalten allein der Grund für die höheren Festigkeitswerte der untersuchten Gießereiroheisensorten. Es konnte nicht festgestellt werden, ob die aus dem Schrifttum bekannte Tatsache, daß

Um weitere Klarheit über die Ursache der Unterschiede bei den Eigenschaften von Roheisensorten verschiedener Herkunft zu erlangen, wurde das Verhalten von etwa 20 Roheisensorten (Zahlentafel 4) bei wiederholtem Um-

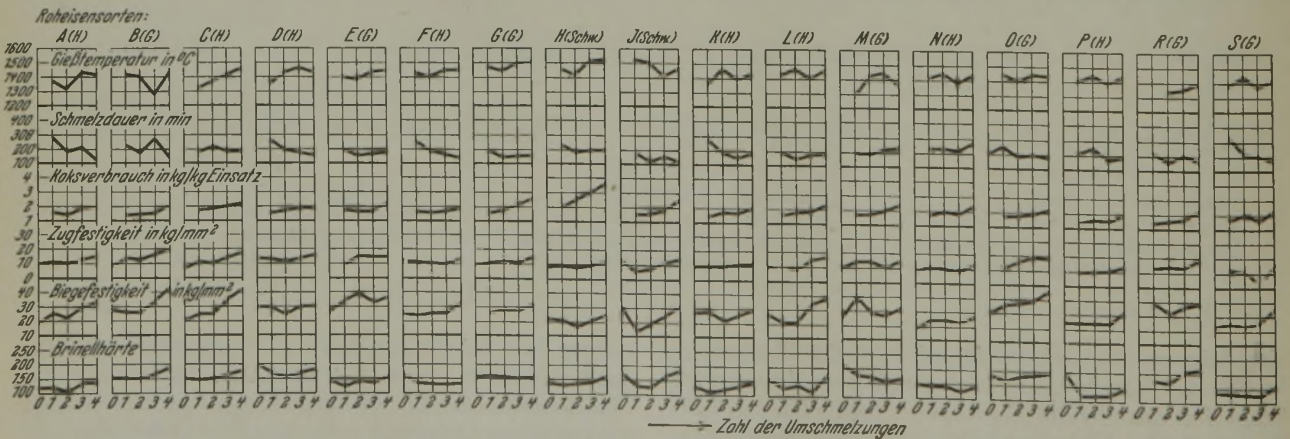


Abbildung 3. Einfluß wiederholten Umschmelzens auf die physikalischen Eigenschaften verschiedener Roheisensorten.

schmelzen analytisch, metallographisch und nach den Festigkeitswerten untersucht.

Das Umschmelzen wurde im Tiegel unter Beachtung möglichst gleichbleibender Schmelzbedingungen vorgenommen.

phorarmes Hämatiteisen. Vielleicht ist dieses Verhalten allein der Grund für die höheren Festigkeitswerte der untersuchten Gießereiroheisensorten. Es konnte nicht festgestellt werden, ob die aus dem Schrifttum bekannte Tatsache, daß

mittlere und höhere Phosphorgehalte sowie höhere Gießtemperaturen zu netzförmiger Anordnung des Phosphid-eutektikums führen, eine weitere Ursache für die hohen Festigkeitswerte im Gießereiroheisen darstellt.

An Hand einiger Bilder soll gezeigt werden, wie sich das Gefüge von Roheisen durch wiederholtes Umschmelzen ändert. [Das durch *Abb. 4 und 5* gekennzeichnete Roheisen A ist ein englisches Hämatit, dessen Erzeugungsbedingungen nicht bekannt sind; es ist jedoch anzunehmen, daß es mit einem großen Schlackenüberschuß, der für die englischen Roheisensorten im allgemeinen kennzeichnend ist, erblasen wurde. Derartige Roheisensorten zeichnen sich besonders durch weichmachende Eigenschaften aus. Die Urprobe hat einen Gesamtgehalt an Kohlenstoff von 4,98%, davon 93% in graphitischer Form! Beim Umschmelzen zeigte sich die starke Garschaumgraphitbildung. *Abb. 5* läßt erkennen, wie die groben geraden Linien der graphitischen Lamellen durch wiederholtes Umschmelzen immer feiner werden und sich schließlich dem eutektischen Gefüge nähern. In Deutschland werden Roheisen erblasen, die ähnlich günstige Eigenschaften aufweisen, wie man sie den englischen Sonderroheisensorten nachsagt. Das Roh-eisen B (*Zahlen-tafel 4*) ist z. B. mit mehr als 80%

Schlackenmenge und entsprechend hohem Koksverbrauch erblasen worden und erfreut sich wegen seiner weichmachenden Eigenschaften großer Beliebtheit.

Die große Bedeutung der Schlackenmenge für die Eigenschaften des Roheisens wird durch zahlreiche praktische Beispiele erhärtet. Es ist deshalb die Erkenntnis und Festlegung der untersten Grenze der erforderlichen Schlackenmenge, bei der ein gutes Gießerei- oder Hämatiteisen noch erblasen werden kann, von größter Bedeutung, jedoch lassen sich hierüber eindeutige und allgemeingültige Feststellungen nicht treffen, da der Mindestbedarf an „flüssiger“ Wärme (d. i. Schlackenmenge) von der chemischen Zusammensetzung des Roheisens abhängig ist¹⁹⁾. Der für die weich- oder hartmachende Eigenschaft des Roheisens wichtigste Bestandteil ist nach Form und Menge der Kohlenstoffgehalt, auf dessen Höhe der Hochöfner leider nur einen begrenzten Einfluß ausüben kann. Es ist nachgewiesen, daß bei derselben Roh-eisensorte aus demselben Ofen der Kohlenstoffgehalt um $\pm 0,5\%$ schwanken kann. Es kann nun vorkommen, daß ein Hochofen mit der zulässigen geringsten Schlackenmenge von

z. B. 40% längere Zeit störungsfrei betrieben wird und ein einwandfreies Gießereiseisen liefert, bis eines Tages die durch den Kohlenstoffgehalt geänderte chemische Zusammensetzung des Roheisens zur Erreichung der gewohnten graphitfördernden Einwirkung eine höhere kritische Temperaturgrenze, d. h. also Schlackenmenge, nötig macht. Bei Führung eines Schlackenüberschusses wird natürlich die Folge dieser durch wechselnden Kohlenstoffgehalt möglichen Verschiebung der kritischen Temperatur nicht so leicht in Erscheinung treten.

Die Menge des für die Weichmachung des Roheisens so wichtigen Graphitanteiles wird außer durch die Menge noch durch die Zusammensetzung der Schlacke bestimmt, die von ganz besonderer Wichtigkeit für die Wärmetönung ist. Eine hochbasische Schlacke besitzt bekanntlich größere Zähflüssigkeit und einen höheren Schmelzpunkt als eine saure

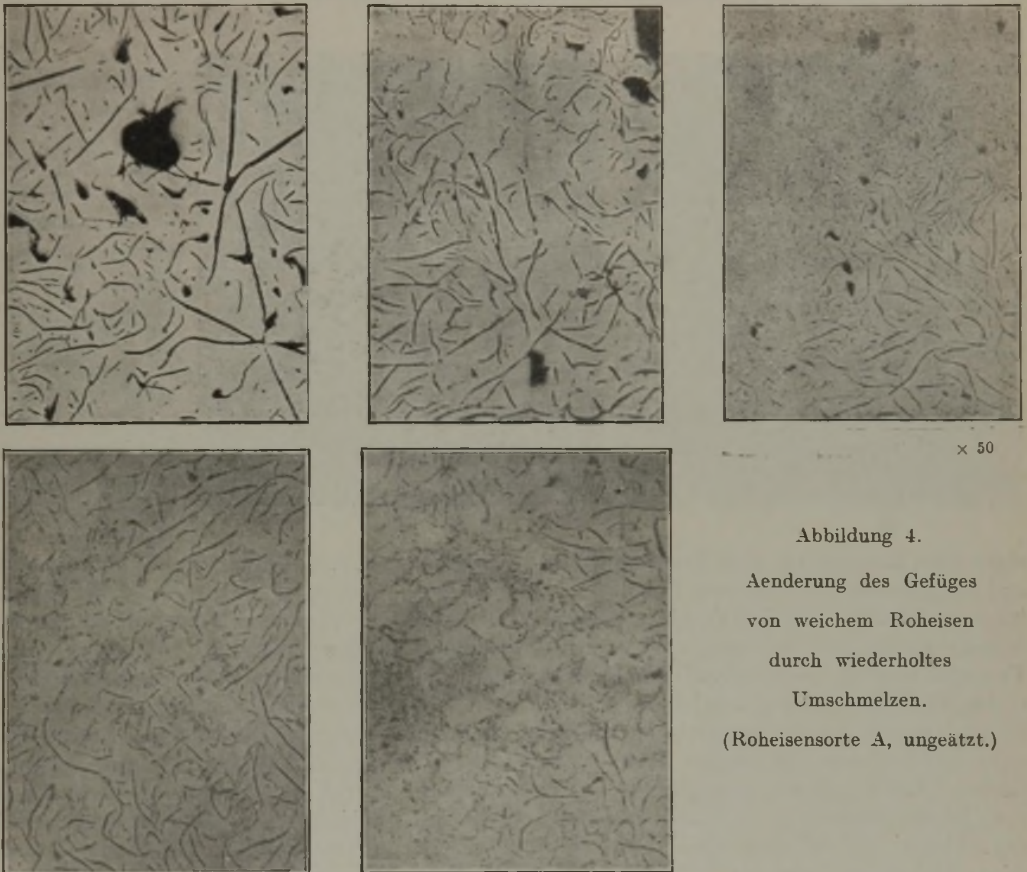
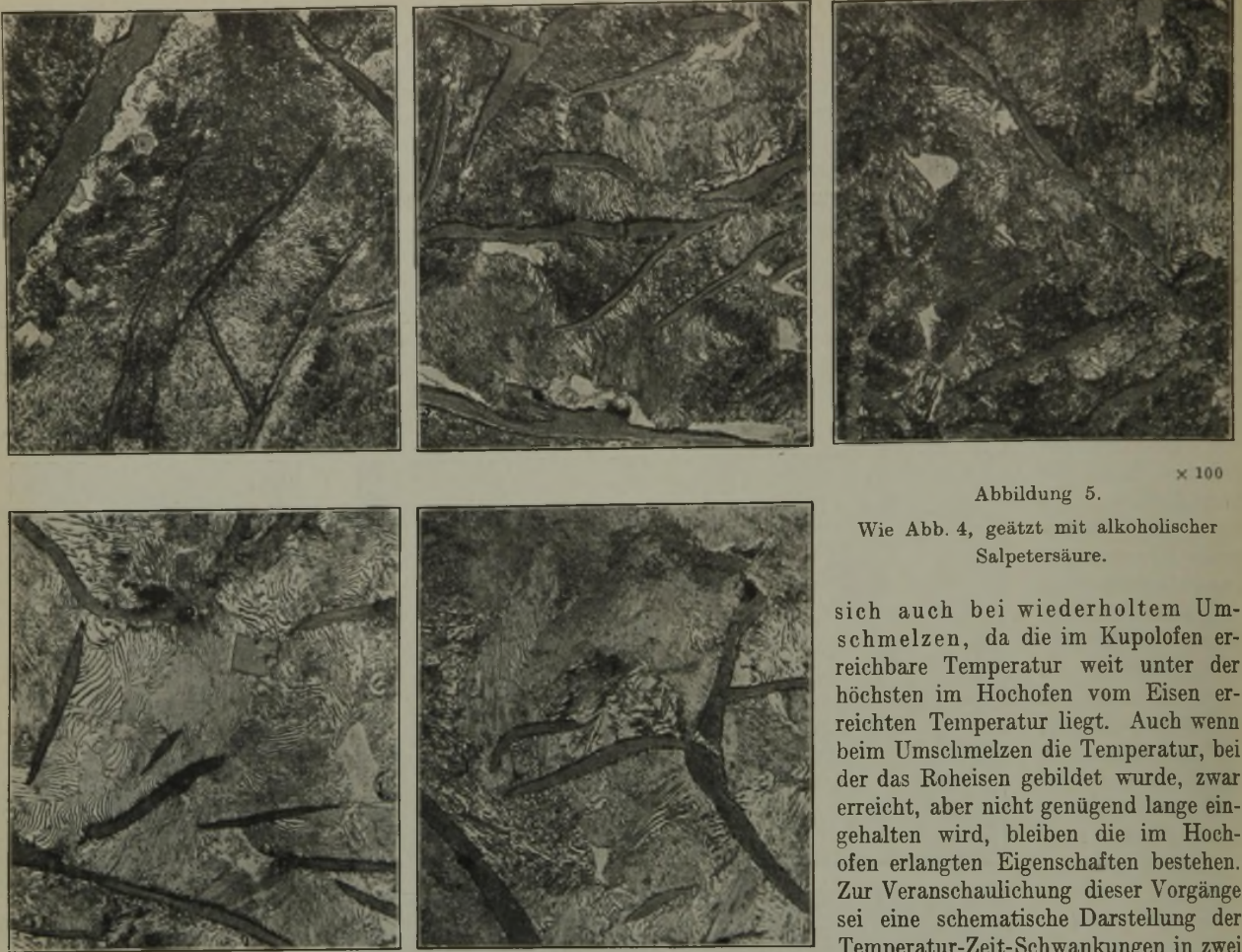


Abbildung 4.
Änderung des Gefüges
von weichem Roheisen
durch wiederholtes
Umschmelzen.
(Roheisensorte A, ungeätzt.)

Schlacke. Unter der Einwirkung dieser Zähflüssigkeit tritt eine starke Wärmehäufung im Gestell ein, so daß sogar in bestimmten Fällen bei der kalkreicheren Schlacke eine größere Siliziumreduktion erfolgen kann. Eine hohe Gestelltemperatur begünstigt das Auftreten von großflockigem Graphit im Roheisen, während eine Temperaturerniedrigung unter gleichen Verhältnissen die Bildung von feinlamellarem Graphit und entsprechend feinerem Korn begünstigt.

In *Abb. 6* ist das Gefüge eines ausgesprochenen harten Hämatitroheisens D festgehalten; der Graphitanteil beträgt in der Urprobe nur 76% vom Gesamtgehalt an Kohlenstoff. Das Gefüge ist feinkörnig, und zwar als Folge eines durch Blei und Zink verunreinigten Möllers. Die graphitverfeinernde und kohlenstoffvermindernde Einwirkung von Blei und Zink ist noch nicht ganz klar. Vermutlich hängt sie mit dem größeren Wärmeaufwand bei der Verdampfung von Blei und Zink zusammen, vielleicht üben auch heruntergekommene zinkoxydhaltige An-

¹⁹⁾ Vgl. A. Wagner: Ber. Hochofenaussch. V. d. Eisenh. Nr. 75; St. u. E. 46 (1926) S. 1005/12.

Abbildung 5. × 100

Wie Abb. 4, geätzt mit alkoholischer Salpetersäure.

sich auch bei wiederholtem Umschmelzen, da die im Kupolofen erreichbare Temperatur weit unter der höchsten im Hochofen vom Eisen erreichten Temperatur liegt. Auch wenn beim Umschmelzen die Temperatur, bei der das Roheisen gebildet wurde, zwar erreicht, aber nicht genügend lange eingehalten wird, bleiben die im Hochofen erlangten Eigenschaften bestehen. Zur Veranschaulichung dieser Vorgänge sei eine schematische Darstellung der Temperatur-Zeit-Schwankungen in zwei Metallbädern wiedergegeben, die von

sätze durch Berühren mit dem Roheisenbad auf Kohlenstoff und Silizium einen oxydierenden Einfluß aus. Es wäre verkehrt, ein derartiges Roheisen als minderwertig zu bezeichnen. Roheisenerzeuger und -verbraucher müssen nur dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechend die Roheisensorten aussuchen. Für dünnwandigen in der Landwirtschaft verwendeten Guß z. B. muß unter allen Umständen weiches Eisen verwandt werden, während das feinkörnige Eisen, aus blei- und zinkreichem Möller erblasen, sich ganz vorzüglich als Zusatz-eisen bei der Herstellung von Stahlwerkskokillen, Zylindern usw. eignet. Feinkörniges Eisen kann weich oder hart sein; die Härte tritt mit Sicherheit dann auf, wenn der Gehalt an gebundenem Kohlenstoff 0,7% wesentlich übersteigt. Eine Ausnahme bilden Roheisenabstiche, die bei Ofenstörungen erfolgen, z. B. beim Niedergehen von Ansätzen und hängenden Gichten, bei denen der Bruch des Roheisens immer feinkörniger und hart ist, auch wenn der Gehalt an gebundenem Kohlenstoff die Grenze von 0,7% noch nicht erreicht hat. Der gesamte Kohlenstoffgehalt in derartigen Roheisensorten ist meist niedriger als 3,4 bis 3,5%. Ein niedriger Kohlenstoffgehalt ist also nicht immer als Ursache für die hartmachenden Eigenschaften des Roheisens anzusprechen, sondern stellt lediglich vielfach eine Begleiterscheinung dar. Von grobkörnigem Hämatit und Gießereiroheisen kann man mit fast allgemeiner Gültigkeit sagen, daß sie weichmachende Eigenschaften aufweisen und schwefelarm sind.

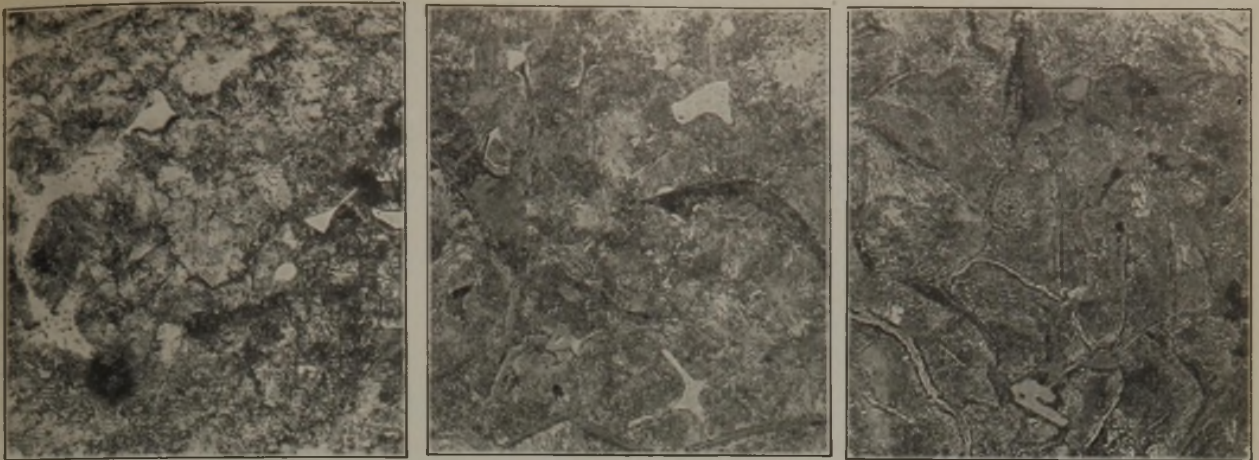
Das Gefüge des Hämatiteisens D ist durch sehr feinen Perlit gekennzeichnet; die Graphitlamellen sind sehr zahlreich und kurz, fast eutektisch. Dieses Gefüge vererbt

R. S. McCaffery²⁰), allerdings in anderer Absicht, aufgestellt worden ist (Abb. 7). Zwei Metallbäder von gleicher Anfangstemperatur werden erhitzt und erreichen nach derselben Zeit, jedoch nach den verschiedenen Kurven a und b, die gleiche Temperatur x. In beiden Bädern mögen sich bei der Erhitzung die gleichen Umsetzungen abspielen, sie werden aber wegen der verschiedenen Temperatur mit anderer Geschwindigkeit verlaufen. Dadurch werden die Metallbäder in dem durch die Linie m—n gekennzeichneten Zeitpunkt verschiedene Zusammensetzung aufweisen. Das gleiche gilt für den Punkt x. Man kann sinngemäß folgern, daß im Hochofen auch unter ähnlichen Verhältnissen Roheisensorten mit verschiedenen Eigenschaften erblasen werden können.

Die erblichen Eigenschaften von Gießereiroheisen sind vor allen Dingen für das Umschmelzen im Kupolofen von Bedeutung, weil der Kupolofen, gemessen am Hochofen, nicht in der Lage ist, Roheisen zu überhitzen. Die durch Wärmetönung im Hochofen hervorgerufene Roheisenbeschaffenheit spielt gar keine oder nur eine geringe Rolle beim Umschmelzen im Herd- oder Elektroofen, da die hier erreichbare Temperatur die Höchsttemperatur im Hochofen überragt.

Rein gefühlsmäßig ist anzunehmen, daß Roheisensorten verschiedenen Flüssigkeitsgrades im Hochofen sich unterschiedlich gegen die Gasaufnahme verhalten und andererseits auch beim Abstecken und Erstarren die eingeschlossenen Gase sehr ungleichmäßig abstoßen, d. h. ein dickflüssiges Roheisen wird sehr wenig Gase abgeben und infolgedessen auch sehr wenig sprühen, während man um-

²⁰) Trans. Am. Foundrymen's Ass. 35 (1927) S. 427/37; vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 1825/6.



× 100

Abbildung 6.
Änderung des Gefüges eines harten
Hämatitroheisens durch wiederholtes
Umschmelzen.
(Roheisensorte D, geätzt.)

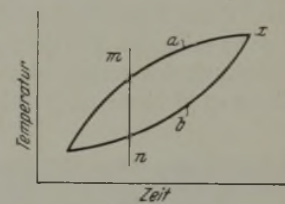
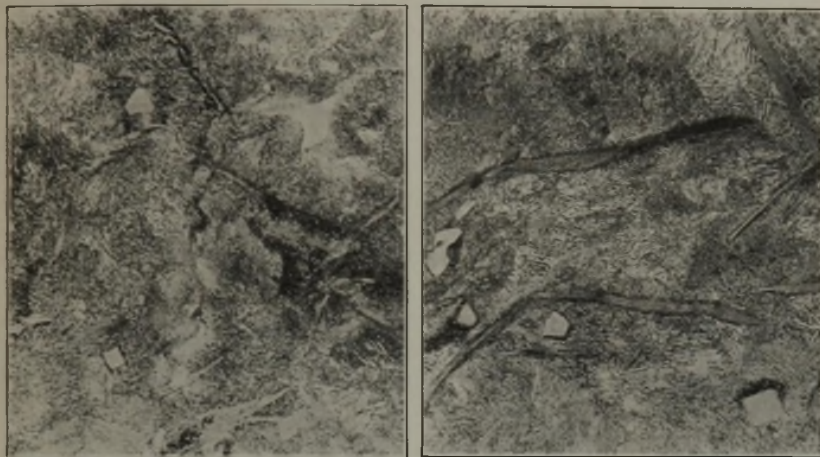


Abbildung 7. Schaubildliche
Darstellung der Temperatur-
Zeit-Schwankungen in zwei
Metallbädern.

gekehrt bei dünnflüssigem Eisen im allgemeinen starkes Sprühen beobachten und auf eine gewisse Gasabgabe schließen kann.

Bei der Untersuchung des Mikrogefüges einzelner Roheisensorten wurden gewisse Einschlüsse beobachtet, die sich bei genauer Untersuchung als Titanitrid (hellrosa) und Mangansulfid (mausgrau) herausstellten. In Abb. 8 sind zwei Gefügaufnahmen ein und derselben Stelle, einmal in Pikrinsäure, das andere Mal nach M. Künkele²¹⁾ geätzt, wiedergegeben. Es scheint, als wenn Titan die Seigerung von Mangansulfid begünstige und als Seigerungskern wirke. Derartige Ungleichmäßigkeit im Gefüge muß natürlich auch verschiedene Festigkeiten bei Gußstücken auslösen. Im allgemeinen beeinflußt Titan das Roheisen günstig, indem es die Festigkeit erhöht, auf Kornverfeinerung wirkt und in gleichem Maße den Graphitanteil erhöht sowie den Gehalt an gebundenem Kohlenstoff vermindert (Zahlentafel 5 und Abb. 9).

Die Zerreißfestigkeit stieg in den Urproben mit hohem Titangehalt bis auf 30 kg/mm², einen Wert, der von keiner anderen Roheisensorte erreicht wird. Bei wiederholtem Umschmelzen fielen die Festigkeitswerte sehr schnell entsprechend der Titanverschlackung. Titanhaltiges Roheisen ist so dicht und weich, daß es sich ausgezeichnet zu einer Spiegelfläche schleifen läßt und man z. B. mit 2-mm-Bohrern Roheisenmasseln ohne weiteres durchbohren kann. Der Titan-gehalt in fast allen Handelshämatiten bewegt sich zwischen 0,06 und 0,07 %. Wie Zahlentafel 6 zeigt, weisen manche

Zahlentafel 5. Einfluß von Titan auf die Graphit-
bildung in grauem Roheisen.

Ab- stich Nr.	Ti %	Ges.-C %	Graphit %	Anteil des Graphits an Ges.-C %	Si %	Mn %	P %	S %
1	0,17	3,3	2,5	77,4	3,87	0,09	0,091	0,005
2	0,10	3,2	2,4	75,0	3,61	0,10	0,093	0,015
3	0,08	3,2	2,2	68,8	3,45	0,10	0,089	0,022
4	0,06	3,25	2,1	64,6	3,43	0,10	0,078	0,024
5	0,22	3,25	2,7	83,0	4,16	0,16	0,066	0,005
6	0,15	3,15	2,4	71,2	3,95	0,09	0,076	0,006
7	0,10	3,25	2,2	67,7	3,55	0,11	0,084	0,017
8	0,08	3,2	2,2	68,8	3,41	0,09	0,081	0,024
9	0,27	3,4	2,8	82,4	4,13	0,10	0,083	0,004
10	0,19	3,15	2,4	76,2	3,94	0,10	0,080	0,004
11	0,13	3,15	2,1	66,7	3,73	0,10	0,083	0,011
12	0,16	3,15	2,4	71,3	3,8	0,10	0,080	0,005

Erze nennenswerte Gehalte an Titan auf; diese Feststellung wirkt teilweise überraschend, weil vielfach die Untersuchung von Erzen auf dieses Element unterbleibt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß es wohl möglich ist, unter Berücksichtigung der Gestehtungsbedingungen im Hochofen, des Gefüges (Bruchaussehen) und der chemischen Zusammensetzung ein Roheisen auf seine weich- und hartmachenden Eigenschaften hin zu beurteilen, doch erfordert eine derartige Wertung sehr viel Erfahrung und hat auf keinen Fall allgemeingültige Bedeutung. Aus der Erkenntnis heraus, daß die alten Prüfverfahren für Roheisen nicht mehr ausreichen, und daß vor allen Dingen die übliche Feststellung der chemischen Elemente allein dem Käufer

²¹⁾ Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 75 (1924).

Zahlentafel 6. Zusammenstellung titanhaltiger Eisenerze.

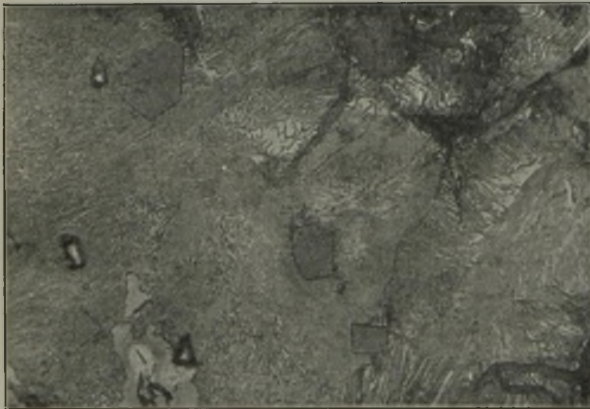
%	Gellivare-Erz	Kiruna-D-Erz	Grangesberg-Erz	Wabana-Erz	Freya-Erz	Segré-Erz	Rot-eisenstein Lahn	Minette Rochonvillers
Fe	62,2	61,4	60,20	51,9	65,0	53,6	37,4	33,3
Mn	0,15	0,1	0,20	0,17	0,06	0,30	0,40	0,32
P	0,84	1,75	0,90	0,90	0,022	0,85	0,18	0,65
SiO ₂	5,9	2,2	7,20	11,80	5,00	12,30	22,70	6,1
Al ₂ O ₃	1,0	0,85	1,00	4,00	0,40	4,8	2,00	4,4
CaO	3,4	5,8	3,4	3,30	2,00	3,0	9,00	17,2
MgO	1,4	1,2	1,4	0,7	1,45	0,4	2,10	1,30
Cu	—	—	—	—	—	Spur	—	—
S	0,19	0,5	0,19	0,08	0,16	0,22	0,19	0,05
Ti	0,22	0,17	0,30	0,30	0,84	0,26	0,28	0,165
V	0,35	0,12	0,15	0,066	0,18	0,084	0,05	0,05
Glühverlust	—	—	—	4,30	—	3,20	10,0	22,10
H ₂ O	1,0	0,80	0,70	1,40	0,40	1,40	4,2	7,7

keine Sicherung bietet, schlägt R. Moldenke²²⁾ vor, die Probe des zu untersuchenden Roheisens im Widerstandselektrofen so weit zu überhitzen, wie es zu irgendeinem Zwecke erforderlich ist, dann bei der erreichbaren Temperatur Probestäbe zu gießen und die Festigkeit zu ermitteln. Durch genaue Feststellung von Gießtemperatur, Ueberhitzungsgrad, Analysenbefund und der für die Probestäbe gewählten Form hofft Moldenke einwandfreie Prüfungsergebnisse zu erlangen. Ein derartiges Verfahren würde als Nutzenanwendung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ebenfalls zu empfehlen sein, doch ist auch sein Wert nur be-

man von unabsichtlich hineingetragenen Elementen wie Kupfer, Arsen, Titan usw. absieht, eine Sechs-Stoff-Legierung aus Eisen, Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Phosphor und Schwefel; daraus folgt, daß man jede Hoffnung aufgeben muß, die Lage der Eutektika durch Ableitung aus Erstarrungsschaubildern zu finden; es bleibt also nur die erfahrungsmäßige Feststellung übrig.

Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung hat in dankenswerter Weise eine thermische Untersuchung verschiedener Thomas-Roheisensorten und der zugehörigen Schlacken durchgeführt. Die Abkühlungskurven wurden mit der Kurnakow-Einrichtung aufgenommen. Die Untersuchung der Schlacken wurde in Tiegeln aus Pythagorasmasse ausgeführt; um den Einfluß der Umsetzung zwischen Tiegelstoff und geschmolzener Schlacke unbedeutend zu machen, wurde jedesmal eine 3 bis 4 cm hohe Schicht möglichst schnell eingeschmolzen. Das durch Porzellanrohre geschützte Thermolement wurde erst kurz vor der Abkühlung in die geschmolzene Schlacke eingeführt. Die Ergebnisse der Untersuchung sind aus *Zahlentafel 7 und 8* sowie

× 500



Geätzt mit Pikrinsäure.

Abbildung 8. Titanitrid- und Mangansulfid-Einschlüsse im Roheisen.

× 500



Geätzt mit dem Sulfid-Aetzmittel von Künkele.

dingt, da man ja das Roheisen aus anderen Gründen gattieren muß, und es sich in der dadurch erhaltenen Legierung nicht immer so, wie man es hofft, verhalten wird.

Bei der Verblasbarkeit von Thomas-Roheisen sind bisher gewisse Zusammenhänge zwischen Zusammensetzung und Ueberhitzung des Roheisens zu wenig beachtet worden. Es ist bekannt, daß ein Thomas-Roheisen sich um so günstiger verbläst, je stärker es überhitzt ist. Die Temperatur an sich ist jedoch nicht immer ein Maßstab für die Ueberhitzung, sondern es kommt auf den Schmelzpunkt des Roheisens an; bei gleicher Temperatur wird das Eisen verhältnismäßig mehr überhitzt sein, das den niedrigsten Schmelzpunkt aufweist, also eutektische Zusammensetzung hat. Wir wissen leider nur in wenigen Fällen von vornherein, ob ein Roheisen eutektisch ist; schon einige Prozent eines dritten Elements verändern das Eisen-Kohlenstoff-Schaubild sehr. Im Roheisen liegt, selbst wenn

Abb. 10 und 11 ersichtlich. Der höchste Schmelzpunkt mit 1205° ist beim Roheisen von Werk A zu finden, das den niedrigsten Kohlenstoffgehalt aufweist; die höhergeköhlten Thomas-Roheisen von Werk C und D weisen wesentlich niedrigere Schmelzpunkte auf. In etwa läßt sich dies nach dem Dreistoff-Zustandsschaubild Eisen-Kohlenstoff-Phosphor²³⁾ erklären. Die Lage des Ledeburit-Eutektikums der untersuchten Roheisensorten ist verhältnismäßig wenig verschieden, ebenso die des ternären Phosphid-Eutektikums. Bei den Roheisen C und E fallen Schmelzpunkt und Ledeburit-Eutektikum zusammen; der stärkste Unterschied zwischen Schmelzpunkt und Ledeburit-Eutektikum liegt mit 108° bei Probe A. Wenn alle fünf Roheisensorten die gleiche Temperatur von 1300° hätten, dann wäre das Eisen von Werk C und E am stärksten überhitzt, dann würde Eisen D und erst zum Schluß A folgen. Leider lassen sich praktische Angaben über die Verblasbarkeit des Roheisens A nicht

²²⁾ Trans. Am. Foundrymen's Ass. 35 (1927) S. 323/7; vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 1992/3.

²³⁾ Vgl. P. Oberhoffer: Das technische Eisen, 2. Aufl. (Berlin: J. Springer 1925) S. 88/91.

Zahlentafel 7. Ergebnis der Untersuchung der Thomas-Roheisenproben.

Probe	Zusammensetzung					Lage der Umwandelungspunkte			
	C	Si	Mn	P	S	Schmelzpunkt	Ledeburiteutektikum	Ternäres Phosphid-Eutektikum	Perlitpunkt
	%	%	%	%	%	°C	°C	°C	°C
A	2,97	0,64	2,10	1,81	0,102	1205	1097	960	685
B	3,48	0,48	1,82	2,02	0,068	1134	1110	965	682
C	3,70	0,19	1,44	1,80	0,077	1119	1119	967	690
D	3,74	0,30	1,11	1,63	0,106	1128	1120	967	694
E	3,60	0,66	2,06	1,70	0,077	1120	1120	957	665

Zahlentafel 8. Angaben über die zu den Thomas-Roheisenproben gehörigen Schlacken.

Probe	Schlackenmenge in % vom Roheisen-gewicht	Zusammensetzung							Beobachtungen aus der Abkühlungskurve
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	MnO	S	
		%	%	%	%	%	%	%	
A	70	31—32	10—12	33—38	10—12	1,5—2,0	5—6	1,5—1,8	Nur eine Verzögerung der Abkühlungsgeschwindigkeit bei 1147°.
B	59	33	11	43	4,5	0,9	2,5	2	Hauptteil der Erstarrung zwischen 1298 und 1275°; zwischen 1116 und 1105° weitere Verzögerung der Abkühlung.
C	59	29,13	10,61	46,56	7,33	0,75	3,49	2,05	Hauptteil der Erstarrung bei 1279°.
D	50,5	32,86	9,52 ¹⁾	43,45	7,25	0,77	2,70	2,03	Erstarrung zwischen 1280 und 1252°; eine weitere Wärmetönung bei 1100°.
E	52	32—33	11—12	41—42	4—5	0,8	2,4	1,8—2,2	Hauptteil der Erstarrung zwischen 1189 und 1148°; zwischen 967 und 940° zweite Wärmetönung.

¹⁾ Einschließlich TiO₂.

machen, da das Eisen in Siemens-Martin-Oefen verarbeitet wird; aus demselben Grunde wird von der Betriebsleitung auch ein möglichst niedriger Kohlenstoffgehalt angestrebt. Merkwürdigerweise ist der Vorteil eines höheren Kohlenstoffgehaltes im Thomas-Roheisen für die Verblasbarkeit bei den Stahlwerkern bisher wenig beachtet worden.

Hohe Temperatur des Roheisens wird durch kurze Durchsatzzeit, entsprechende Schlackenführung und bestimmte Möllerbestandteile erreicht. Die kurze Durchsatzzeit wird heute allgemein angestrebt und verwirklicht. Bei der Schlackenführung herrschte bisher die Ansicht vor, daß eine kurze hochbasische Schlacke günstig auf die physika-

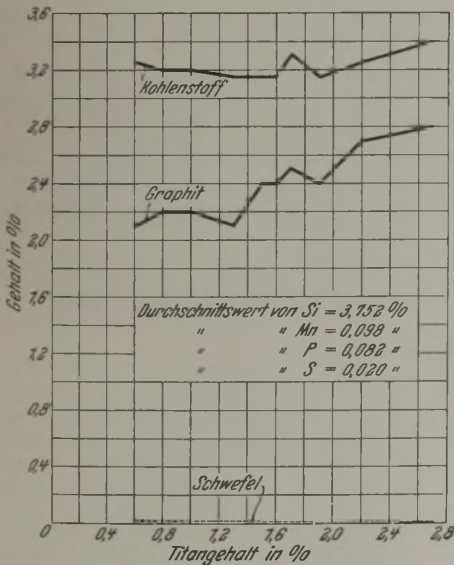


Abbildung 9. Einfluß von Titan auf die Graphitbildung im Roheisen.

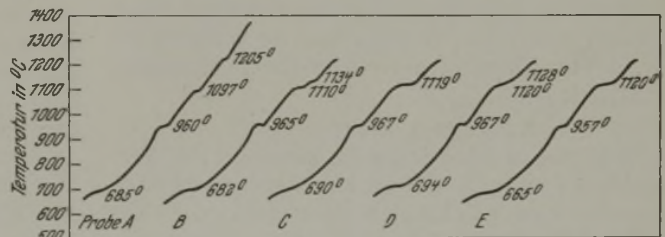


Abbildung 10. Abkühlungskurven verschiedener Thomas-Roheisenproben.

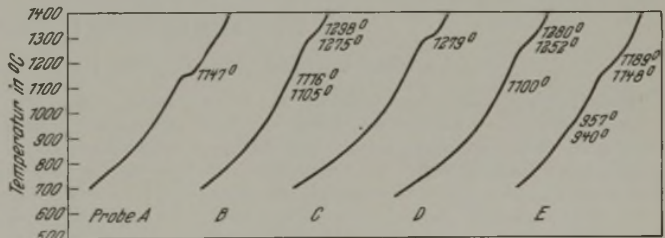


Abbildung 11. Abkühlungskurven der Schlacken zu den Roheisenproben aus Abb. 10.

Bei einer Anfrage bei verschiedenen Stahlwerksbetriebsleitern war nur in einer Antwort ein möglichst hoher Kohlenstoffgehalt gefordert. Der Wunsch, durch einen höheren Kohlenstoffgehalt den Schmelzpunkt zu erniedrigen und die verhältnismäßige Ueberhitzung zu erhöhen, scheidet sich mit dem Bestreben, durch einen niedrigen Kohlenstoffgehalt die Blasezeit beim Thomas-Verfahren zu verkürzen, da der Kohlenstoff erst völlig verbrannt sein muß, wenn eine weitgehende Entphosphorung auf 0,04 % gelingen soll. Es wird also von Fall zu Fall zu prüfen sein, in welchem Schnittpunkt beide Belange am besten gewahrt sind.

liche Wärme einwirkt. Ueberraschenderweise haben in neuester Zeit durchgeführte Untersuchungen ergeben, daß gerade bei den saureren Schlacken die Eisentemperatur vielfach höher liegt. Es scheint dies die Folge einer erhöhten Reaktionstätigkeit zwischen Schlacken- und Eisenbad zu sein. Der Möller übt einen mittelbaren Einfluß aus, indem z. B. poröses, nach dem Dwight-Lloyd-Verfahren erzeugtes Sintergut die indirekte Reduktion so stark begünstigt, daß die Kohlung schon früh einsetzt; die Folge ist ein kohlenstoffreicheres Roheisen, das aus den oben klargelegten Gründen verhältnismäßig stärker überhitzt ist. Ein höherer Kohlen-

stoffgehalt im Roheisen wird auch durch Führung einer hochbasischen Schlacke begünstigt, deren Anwendung jedoch aus anderen Gründen beim Erblasen von Thomas-Roheisen nicht wünschenswert ist.

Wer sich mit Rohstofffragen befaßt, wird bescheiden und erkennt die Grenzen seines Könnens. Wir sehen, daß — angenommen vielleicht bei Staubkohlen für Sonderfeuerungen — eine allgemeingültige eindeutige wissenschaftliche Wertung auch nicht bei einem einzigen Rohstoff der Hüttenindustrie durchführbar ist. Verhältnismäßig gute Fortschritte sind in den letzten Jahren in der Beurteilung von Roheisen gemacht worden. Auf Grund reicher praktischer Erfahrungen ist es wohl möglich, weich- und hartmachende Roheisensorten, deren Gestehtungsbedingungen bekannt sind, mit einiger Sicherheit zu kennzeichnen; man hat jedoch nur innerhalb gewisser Grenzen die Möglichkeit, ein bestimmtes Roheisen willkürlich zu erzeugen.

In einer Hochofenaussschuß-Sitzung ist vor einigen Jahren das Wort geprägt worden, daß wir Hüttenleute weniger „Chirurgen“ und mehr „Internisten“ sein müssen, da die „Diagnose“ heute in unserem Berufsleben eine zu geringe Rolle einnimmt. Dieser Vergleich ist außerordentlich treffend, er gilt für jeden von uns, ob er Hochöfner, Stahlwerker, Gießler oder Walzwerker ist. Ausgenommen sind vielleicht nur diejenigen Fachgenossen, die sich von Haus aus mit Gefügekunde und Wärmewirtschaft abgeben, und denen in manchen Fällen umgekehrt etwas mehr Verständnis für chirurgische Eingriffe zu wünschen wäre. Gute Diagnostikereigenschaften sind nötig bei der Beobachtung des Verhaltens der Rohstoffe, um ihre Eigenschaften kennenzulernen.

Zweck dieses Berichtes war, die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf die wenig bekannten Eigenschaften unserer Rohstoffe zu lenken und die Notwendigkeit gemeinsamer Forschung für den Betriebsmann und Wissenschaftler zu zeigen, um den Weg für eine eindeutige Wertung zu finden. Wenn das gelungen sein sollte, so betrachtet der Verfasser die Aufgabe, die er sich mit den vorstehenden Ausführungen gestellt hat, als gelöst.

Zusammenfassung.

Die Ausführungen geben in großen Zügen ein Bild über den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse von den bekannten und vor allen Dingen unbekanntem Eigenschaften der wichtigsten Rohstoffe Kohle, Koks, Erz sowie des Schlüssel-

erzeugnisses Roheisen, und legt die Mängel einer eindeutigen Wertung für bestimmte Verwendungszwecke sowie die Notwendigkeit weiterer Forschung auf diesem Gebiet klar.

Eine Wertung der Kohle nach ihrer Eignung für die Staubfeuerung ist verhältnismäßig einfach vorzunehmen. Mit Ausnahme der Kohlen mit ausgefallenen spezifischen Eigenschaften sind alle in Betracht kommenden Kohlenarten in Staubfeuerungen günstig zu verbrennen. Wesentlich verwickelter sind die Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Verkokungseigenschaft von Kohle. Trotz der vielen Untersuchungen und beachtenswerten Feststellungen gerade in den letzten Jahren kann hierüber auch heute noch nichts Genaueres gesagt werden. Die weitgehenden Unterschiede in den Eigenschaften der Kohlen beeinflussen nicht nur das Aussehen und die physikalische Beschaffenheit des aus ihnen erzeugten Kokes, sondern auch sein Verhalten bei der Verhüttung. Die verschiedenen Laboratoriumsverfahren zur Wertung von Koks weisen fast alle den Fehler auf, daß die Koksproben gepulvert oder sehr stark zerkleinert werden müssen, so daß der Einfluß der Oberfläche der Beobachtung vollständig entgeht. Die beste Prüfung für die Eignung von Koks wird im Hochofen und im Kupolofen selbst durchgeführt.

Auch die zur Erzbewertung im Laboratorium durchgeführten Laboratoriumsversuche nehmen keine Rücksicht auf die physikalischen Eigenschaften des Erzes, die neben der chemischen Zusammensetzung von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Die chemische Zusammensetzung stellt einen unzulänglichen Maßstab für die Güte von Roheisen dar. Es ist wohl möglich, unter Berücksichtigung der Gestehtungsbedingungen im Hochofen und der chemischen Analyse ein Roheisen auf seine weich- und hartmachenden Eigenschaften hin zu beurteilen, doch erfordert eine derartige Wertung sehr viel Erfahrung und hat auf keinen Fall allgemeingültige Bedeutung. Beim Thomas-Roheisen haben bisher gewisse Beziehungen zwischen Zusammensetzung und Verblasbarkeit zu wenig Beachtung gefunden.

Als unbedingt notwendig erweist sich die gemeinsame Forschung für den Betriebsmann und Wissenschaftler, um den Weg für eine eindeutige Wertung der Rohstoffe zu finden.

Wärmewertigkeit, Wärme- und Gasfluß, die physikalischen Grundlagen metallurgischer Verfahren.

Von Abteilungsdirektor Dr.-Ing. Hugo Bansen in Rheinhausen¹⁾.

(Die Darstellung metallurgischer Verfahren mit ihren Haupt-, Neben- und Verlustwärmern im Wärme-Temperatur-Schaubild zeigt den Wärmebedarf bei verschiedener Temperaturhöhe und lehrt die Anpassung des Heizverfahrens durch Wärmeumformung; Errechnung des Koksverbrauches der Hochofenvorgänge, Betrachtung der direkten Eisenerzeugung, der Wasserzersetzung, der Verschlackung, der Frischverfahren und Frischmittel mit Hilfe des Wärme-Temperatur-Schaubildes. Metallurgisches Verfahren bedeutet Wärmebedarf; Erzeugungshöhe ist abhängig von Brennstoffzufuhr und -ausnutzung und der Wärmeübertragung. Luft ist der Triebstoff von Heizvorgängen, Rauchgas der Wärmeträger; ihre Bewegung durch Ofenkanäle und geschichtete Stoffe bedeutet Ueberwindung von Stoßverlusten und Reibungswiderständen. Der Hochofenwiderstand ist abhängig von der Windmenge und von der Korngröße der Beschickung; Sturzfestigkeit des Kokes, Ofenprofil und Kohlenstoffabscheidung.)

Die physikalisch-chemischen Vorgänge bei den metallurgischen Verfahren stellen allgemein die Aufgabe, die Arbeitsstoffe auf eine hohe Reaktionstemperatur zu bringen und bei dieser die notwendige Reaktionswärme zuzuführen. Sie wird dadurch erschwert, daß die verfügbaren Brennstoffe bei ihrer Verbrennung mit Luftsauerstoff kein oder nur ein kleines Temperaturgefälle gegen die Arbeitstemperatur

besitzen, und die Wärme durch ihre gasförmigen Träger an die Arbeitsstelle herangebracht werden muß.

Diese physikalische Seite des metallurgischen Vorganges beginnt man erst in neuester Zeit zu würdigen, obwohl sie eine maßgebende Rolle in der Wirtschaftlichkeit spielt, denn sie beherrscht den Faktor „Zeit“.

Die stöchiometrische Gleichung eines metallurgisch-chemischen Vorganges gibt nur die Mengenverhältnisse an, die thermochemisch den theoretischen Wärmebedarf überhaupt.

Es fehlt aber jede Brücke zu dem tatsächlich beobachteten Brennstoffbedarf, der häufig ein Mehrfaches des Rechenwertes ist. Der Unterschied ist das, was man mit dem Sammelbegriff „Strahlung und Leitung“ umfaßt.

¹⁾ Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 17. Mai 1930 in Düsseldorf. — Der Vortrag ist in erweiterter Form als Buch (61 S. mit 33 Abb.) im Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, erschienen und zum Preise von 10 RM, für Mitglieder 9 RM, zu beziehen.

Solange man die Beziehungen des chemischen Vorganges zu Raum und Zeit übersah und die Schwierigkeiten der technisch-physikalischen Messungen und Rechnungen scheute, blieb notwendigerweise jede fortschrittliche Erkenntnis über die Grenzen des praktisch Erreichbaren aus. Die Reaktions-, die fühlbare, die Schmelzwärme blieben im Rahmen des ganzen Wärmearaufwandes ein nebelhafter theoretischer Begriff.

Die thermischen Arbeitsvorgänge spielen sich immer in Räumen ab, deren Wandungen und Arbeitsöffnungen für die Wärme und die Gase durchlässig sind. Daher wird im Bereich des Arbeitsvorganges neben jeder Arbeitswärme (i_s), die in kcal je kg Stoff angegeben wird, im gleichen Gefällewert eine Nebenwärme (Wand-, Ausstrahlungs-, Ausflamm-, Kühlwasserverlust) verbraucht. Es handelt sich dabei stets um eine fühlbare, von der heißeren Flamme zu der kälteren Umgebung abfließende Wärmemenge Q_s , die man in kcal/h anzugeben pflegt. Dazu tritt infolge des notwendigen Temperaturgefälles bei der Wärmeabgabe bis zum Ende der Heizfläche und der mangelnden Anpassung des Brennstoffes in den einzelnen Temperaturstufen an den Arbeitsvorgang die schon erwähnte Abgaswärme, die am besten in q_b kcal je kcal Wärmearaufwand angegeben werden kann. Dadurch wird die große Kluft zwischen dem Wärmebedarf nach der chemischen Gleichung, „die Strahlung und Leitung“, mit genau bestimmten Wärmewerten der Neben- und Verlustvorgänge ausgefüllt.

Diese Wärmemengen sind von den räumlichen Größen und der Zeit abhängig. Die Beziehung zum Werkstück und dem Arbeitsvorgang geht über die Abhängigkeit von der Temperatur, die praktisch über der Werktemperatur liegen muß, und über die Zeit, in der die Einheit des Werkstückes erzeugt wird.

Schreibt man für den Wärmearaufwand²⁾:

$$i \text{ kcal/kg Stoff} = i_s + \frac{Q_s}{g_1} + \left(z - \frac{G}{g_1}\right) \frac{Q_s}{G} + i \cdot q_b \quad (1)$$

$$\text{Gesamtaufwand} = \frac{\text{Hauptwärme} + \text{Nebenwärme}}{\text{Arbeitswärme}} + \frac{\text{Leerlaufwärme} + \text{Abgaswärme}}{\text{Verlustwärme}}$$

so erhält man gleichlaufend mit der Unterteilung der Arbeitszeit als Grundlage für eine wirtschaftliche Ausnutzung eine Unterteilung des Wärmearaufwandes als Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung des Brennstoffaufwandes im Bereich der Selbstkosten.

Die Gleichung zeigt ohne weiteres den Gewinn durch Verringerung des Abgasverlustes (q_b), der Verlustzeit $\left(z - \frac{G}{g_1}\right)$ und der Wand- und Kühlverluste $\left(\frac{Q_s}{g_1}\right)$. Zergliedert man die einzelnen Größen weiter, so kann man die so theoretisch und praktisch wirtschaftlich unerfaßbar erscheinenden chemischen und physikalischen Einzelvorgänge durch

²⁾ Werden in der Stunde g kg des Stoffes erzeugt, so ist die Erzeugungszeit $= \frac{1}{g}$ h/kg. Der Wärmebedarf des Gesamtvorganges ist also $i = i_s + \frac{Q_s}{g} + q_b \cdot i$.

Werden in einem Zeitabschnitt von z Stunden G kg des Stoffes, also $\frac{G}{z} = g \cdot \text{kg/h}$, erzeugt, so ist bei einer Volleistung von g_1 kg/h die Nutzarbeitszeit $z_1 = \frac{G}{g_1}$ und die Leerlauf- oder Verlustzeit $z_2 = z - z_1 = z - \frac{G}{g_1}$. In dieser werden $\left(z - \frac{G}{g_1}\right) Q_s$ kcal verbraucht, das sind $\left(z - \frac{G}{g_1}\right) \frac{Q_s}{G}$ kcal/kg

Umrechnung in Leistungen und Kosten in den Kreis der wirtschaftlichen Betrachtungen ziehen.

Zur Kennzeichnung der verschiedenen Wärmemengen werden in folgendem die in *Tafel 1* angegebenen Zeichen verwendet und zur allgemeinen Anwendung vorgeschlagen.

Jeder thermisch-metallurgische Vorgang bewegt sich in seinen Einzelvorgängen und im ganzen in den verschiedensten Temperaturgebieten. Die aus der chemischen Gleichung abgeleitete Wärmebilanz läßt dies nicht erkennen, sondern zählt nur Wärmemengen auf. Man weiß aber weder, ob diese Wärmemengen gegeneinander vertretbar sind, noch, ob der verfügbare Brennstoff überhaupt die Arbeitstemperatur erreicht oder dabei wirtschaftlich Wärme abgeben kann. Daher habe ich für metallurgische Zwecke vorgeschlagen, die Brennstoffe nach dem Temperaturgefällewert zu beurteilen und diesen mit der Arbeitstemperatur des Werkstückes zu vergleichen. Ein Beispiel einer solchen Betrachtung gibt *Abb. 1*. Durch Eintragung einer Reihe von Arbeitstemperaturen metallurgischer Vorgänge erhält man den ersten Anhalt dafür, ob oder unter welcher Voraussetzung ein Brennstoff überhaupt ein brauchbares Nutzgefälle ergibt. Für den Siemens-Martin-Ofen mit dem hohen Ende des Nutzgefälles von 1700 bis 1900° ergibt sich, daß überhaupt nur die höchstwertigen festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe ein kleines Nutzgefälle ergeben [(+) Fläche rechts von IIa]. Für die üblichen Gase ist sogar ein gewisser Teil der Gas- und Luftvorwärmung [(−) Fläche links von IIa] erforderlich, um die Rauchgas-temperaturen an die Abzugstemperatur von 1700 bis 1900° heranzubringen. Dieser Anteil an der Vorwärmung wird durch die Linie V gekennzeichnet. Es bleibt also überhaupt nur der zwischen den Linien IV und V liegende Teil der Vorwärmung als Nutzwärme übrig. Die Wärmeabgabe im Siemens-Martin-Ofen erfolgt also zumeist gar nicht aus dem Wärmegefälle des Brennstoffes, sondern aus dem erst durch eine Abwärmeeumformung geschaffenen Nutzgefälle.

Aufbauend auf andere Vorarbeiten habe ich versucht, eine grundlegende Schema für das Wärme-Temperatur-Schaubild zu entwickeln (*Abb. 2*), das man für alle metallurgischen und Verbrennungsvorgänge benutzen kann. Für ein Erz c , den notwendigen Reduktionskohlenstoff b und Zuschlag a gibt die Leitlinie A—B₁—C über der Abszissenachse den Wärmebedarf für die Temperaturerhöhung bis zur Reaktion bei t_2 ° an, bei der C—D = w_2 kcal/kg reduziertes Eisen nötig sind. Von D bis E sind weiter q_4 kcal zur Erhitzung auf den Schmelzpunkt nötig, bei der u_1 kcal für Schmelzwärme gebraucht werden. Schließlich werden noch von F bis G q_5 kcal zur Ueberhitzung auf Abstichtemperatur benötigt. Der ganze Wärmearaufwand $i =$

Stoff. Der gesamte Wärmearaufwand wird also für 1 kg Stoff

$$i = i_s + \frac{Q_s \cdot z}{G} + q_b \cdot i, \quad i = \frac{i_s + \frac{Q_s \cdot z}{G}}{1 - q_b} \quad (1)$$

Je größer die Stundenleistung $g = \frac{G}{z}$ wird, um so kleiner wird der Zähler. Je weiter man das Temperaturgefälle des Brennstoffes durch Anpassen an das Gefälle des Werkstückes angleicht, um so größer wird der Nenner. Beides wirkt darauf hin, daß $\frac{i_s}{i}$, das ist der Wirkungsgrad des thermischen Vorganges, größer wird.

Steht bei einem Ofen nur eine stündliche Wärmezufuhr von I kcal/h zur Verfügung, so ergibt sich die mögliche Stundenleistung $\frac{I}{i} = \frac{G}{z} = g$ und damit aus Gleichung (1):

$$g \text{ kg/h} = \frac{I (1 - q_b) - Q_s}{i_s} \quad (2)$$

Tafel I. Bezeichnungsweise.

Art	Wärme		Bezeichnung ¹⁾	
			der Menge	des Wertes
	gesamt	je kg		(Temperatur)
1. Chemische Bindung (Verbrennung, Reduktion, Oxydation, Schlacken-, Karbonatbildung)	W	w	$\begin{matrix} + \\ w' \\ \text{(Angebot)} \end{matrix}$ $\begin{matrix} - \\ w \\ \text{(Bedarf)} \end{matrix}$	$\begin{matrix} t \\ \text{---} \\ t \end{matrix}$
2. Fühlbare Wärme (Aufheizung, Abkühlung, Ausstrahlung, Wandableitung)	Q	q	$\begin{matrix} + \\ q' \\ \text{(Angebot)} \end{matrix}$ $\begin{matrix} - \\ q \\ \text{(Bedarf)} \end{matrix}$	$\begin{matrix} t_1 \\ \text{---} \\ t_2 \end{matrix}$
3. Zustandsänderung (Gefügeumwandlung, Verdampfen, Schmelzen)	U	u	$\begin{matrix} + \\ u' \\ \text{(Angebot)} \end{matrix}$ $\begin{matrix} - \\ u \\ \text{(Bedarf)} \end{matrix}$	$\begin{matrix} t \\ \text{---} \\ t \end{matrix}$
4. Summen (Vorgänge 1 bis 3)	I	i	$\begin{matrix} + \\ i \\ \text{(Angebot)} \end{matrix}$ $\begin{matrix} - \\ i \\ \text{(Bedarf)} \end{matrix}$	$\begin{matrix} t_1 \\ \text{---} \\ t_2 \end{matrix}$

¹⁾ Darin ist: I, i der Gesamtwärmeaufwand eines Vorganges, z. B. Aufheizen + Zustandsänderung + Reduktion

$q + u + w = i$
Wärmemengen, die verbraucht werden [Aufheizen (q), Verdampfen, Spalten, Verschlacken (u), Reduzieren (w)] erhalten keinen Index und das Vorzeichen (—).

Wärmemengen, die abgegeben werden [Kühlen (q), Kondensieren (u), Hydroxyd-, Karbonatbildung, Oxydieren (w)] erhalten als Index einen ' (q', u', w') und das Vorzeichen (+). Sie geben eine Wärmemenge an, die von der betreffenden Temperatur ab bis zur Abkühlung auf 0° verfügbar ist.

Wärmemengen eines Brennstoffes können zudem den Index _b (q_b, u_b, w_b), Wärmemengen eines Reaktionsstoffes den Index _s (q_s, u_s, w_s) oder das chemische Zeichen z. B. für Eisen _{fe} (q_{fe}) erhalten.

Zur Kennzeichnung des Gefällewertes der fühlbaren Wärme wird in Anlehnung an das Integralzeichen ein Temperaturgefällewertzeichen $\begin{matrix} t_1 \\ \text{---} \\ t_2 \end{matrix}$ und die Schreibweise $\begin{matrix} + \\ q \\ \text{---} \\ t_1 \\ \text{---} \\ t_2 \end{matrix}$ vorgeschlagen, die besagt, daß die Wärmemenge q in dem Bereich der Temperaturen t₂ bis t₁ gebraucht (—) oder im Bereich von t₁ bis t₂ verfügbar ist (+).

Umwandlungs- und Reaktionswärmen sind bei der Umwandlungstemperatur ohne Gefälleminderung verfügbar. Sie können bei dieser Temperatur und herab bis auf 0° ausgenutzt werden. Man kann also keine Wärme von 0° bis zur Umwandlungstemperatur für sie benutzen, sondern kann nur Wärmemengen bei oder über dieser Temperatur für sie verwenden. Die Temperatur gibt also einen Mindestwert an.

Man schreibt am besten: $\begin{matrix} t \\ u' \\ \text{---} \\ t \end{matrix}$ und $\begin{matrix} t \\ w' \\ \text{---} \\ t \end{matrix}$, wenn diese Wärme frei wird. Wird sie gebraucht, so schreibt man z. B.

$\begin{matrix} - \\ w \\ \text{---} \\ t \end{matrix}$; $\begin{matrix} - \\ w \\ \text{---} \\ 1000 \end{matrix}$ würde also sagen: Bei einer Temperatur von 1000° wird eine Wärmemenge w kcal/kg Stoff gebraucht.

Sofern zugleich nicht also gleichwertige Wärmemengen $\begin{matrix} + \\ u' \\ \text{---} \\ 1000 \end{matrix}$

oder $\begin{matrix} + \\ w' \\ \text{---} \\ 1000 \end{matrix}$ kcal/kg frei werden, muß man aus einer

fremden Wärmequelle also eine Wärmemenge $\begin{matrix} q \\ \text{---} \\ 1000 \end{matrix}$ beschaffen, die von der Temperatur t, mit der sie eingesetzt wird und

die beliebig hoch sein kann, eine Wärmemenge $\begin{matrix} + \\ q \\ \text{---} \\ t \end{matrix} = \begin{matrix} - \\ w \\ \text{---} \\ 1000 \end{matrix}$ abgibt.

q₁ + q₂ + q₃ + q₄ + q₅ + w₁ + w₂ + u₁ wird auf der Seite des Ausbringens durch die Summen der Wärmebindung w₂ im Eisen, der frei werdenden Umwandlungswärmen im Eisen u₁' + u₂' + u₃' und der fühlbaren Wärme im Eisen q', der Schlackenwärme q₂' + u₄' und der fühlbaren Gaswärme q₃' nach der Summenleitlinie N—L'—K'—O'—P'—R nachgewiesen. Bis zur Abgastemperatur t₅° kann die Gaswärme im Gegenstrom zur Vorwärmung der Beschickung bis t₆° ausgenutzt werden. Ebenso werden bei der Reduktion durch Verbrennung von C zu CO w₃ kcal und bei der Verschlackung bei t₃° w₄ kcal frei, die von dem Reduktionswärmebedarf w₂ abgezogen werden können. Die reduzierte Temperatur-Wärmeleitlinie A₁'—B₁'—C—D₂—E₂—F₁—G₁ dient zum Vergleich mit der ebenso entworfenen Leitlinie des Brennstoffes.

Aus der Behandlung des Brennstoffes im Wärme-Temperatur-Schaubild kann man ersehen, wie die Temperatur bei vollkommener Verbrennung durch Ballaststoffe (Überschußluft, Falschluff, Überschußgas, Rauchgas) bei gleichbleibender Wärmemenge gesenkt wird, und wie durch unvollständige Verbrennung nur eine geringere Temperatur erreicht wird. Die Abgaswärme senkt die verfügbare Wärme für den Werkstoff. Durch Vorwärmung des Brennstoffes und durch Vorwärmung der Luft wird die Temperatur gehoben.

Man kann zur Anpassung der It-Linie des Heizstoffes an die des Werkstoffes durch Einführung einer gewissen kälteren Gas- oder Abgasmenge an einer beliebigen Stelle des Wärmefflusses das Temperaturgefälle des Heizgases gegen den Werkstoff senken, um Ueberhitzungen zu vermeiden

oder Umsetzungen zu verzögern (direkte Reduktion), ohne die Wärmemenge zu verringern. Umgekehrt erhält man durch eine Anzapfung des Heizgasstromes eine Verringerung des Wärmeangebotes in dem unteren Temperaturbereich. Bei Hochöfen wäre eine Anzapfung des Schachtes nur im Ausnahmefall bei ungewöhnlich starker direkter Reduktion und geringem Kalksteinsatz möglich. Bei einem ausgeglichenen Hochofenbetriebe bindet der hohe Wärmebedarf für die Kohlensäureaustreibung jeden Wärmeüberschuß. Eine solche Anzapfung stellt rein rechnerisch die gedachte Teilung des Heizgasstromes zur Vorwärmung des Brennstoffes im Gegenstrom im Hochofenschacht vor. Die räumliche Teilung des Heizgasstromes, der von dem Heizkoks vor den Formen aufsteigt, zu einer getrennten Brennstoffvorwärmung und ungestörten völligen indirekten Reduktion scheidert, wie später ausgeführt wird, an der Gasundurchlässigkeit des geschichteten Erzes.

Die Ausnutzung der Abhitze im Gegenstrom-Schachtöfen gestattet, wenigstens für die Gasphase sich dem Ideale des Kreislaufes zu nähern, indem die aufsteigende Abwärme zur Vorwärmung des sinkenden Werk- und Brennstoffes verwendet wird.

Beim Hochofen ist der Wärmeaustausch von größter Bedeutung für die Erreichung eines höheren Temperaturgefälles durch die Vorwärmung des Kokes auf etwa Verbrennungstemperatur. Dieses Regenerativsystem im Hochofen erklärt ebenso die Möglichkeit, im Holzkohlenhochofen mit kaltem Winde überhaupt die Schmelztemperaturen zu erreichen, wie die Unmöglichkeit, durch Einblasen von

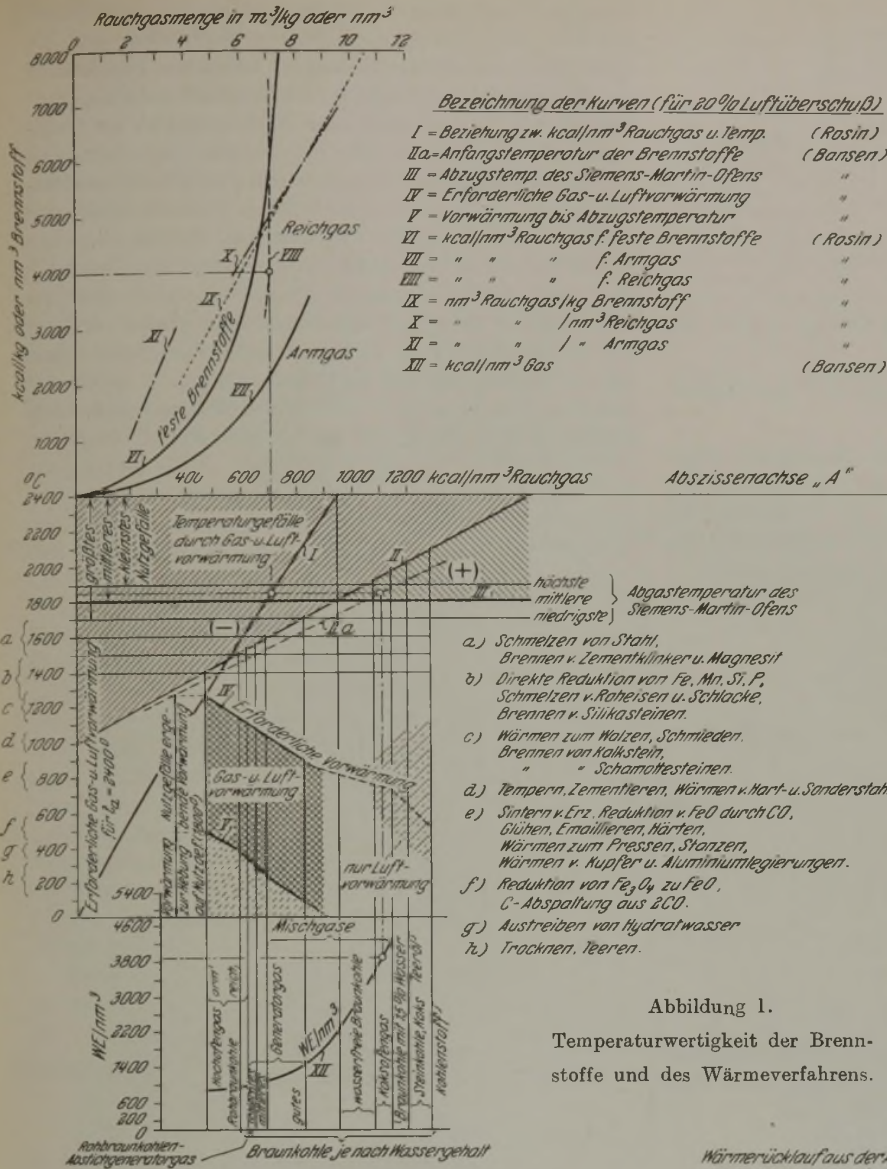


Abbildung 1.

Temperaturwertigkeit der Brennstoffe und des Wärmeverfahrens.

kaltem Brennstaub in die Hochofenform eine Senkung des Koksverbrauches zu erzielen.

Mit kalter Luft und kaltem Kohlenstoff erreicht man bei der Verbrennung zu Kohlenoxyd nur eine theoretische Temperatur von 1350° und nur durch die auf 1400° angenommene Kohlenstoffvorwärmung eine Temperatur von 1600° und damit ein bescheidenes Nutzgefälle zur Erzielung der direkten Reduktion und der Schmelzwärme beim Blasen mit kaltem Winde. Es wird durch die zusätzliche Schlackenbildungswärme unterstützt. Die außerordentliche Hebung des Nutzgefälles durch die Windvorwärmung ist der Grund für die erstaunliche Koksersparnis. Der Wärmegewinn je 100° höherer Windtemperatur ist natürlich gleich. Der Koksverbrauch sinkt in geringerem Maße, als die Windtemperatur steigt. Er sinkt bei 200° Windtemperatur auf 65% und bei 600° auf 38% des Koksverbrauches bei Wind von 0°.

Für die Tatsache, daß man im praktischen Hochofenbetriebe nicht mit beliebig hoher Windtemperatur an jeden Ofen herangehen kann, sucht P. Reichardt³⁾ an Hand des It-Diagrammes eine treffende Erklärung. Dem höheren Wärmeangebot bei hohem Temperaturgefälle im Gestell steht ein mangelndes Angebot im Schacht gegenüber.

³⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 77/101 (Gr. A: Hochofenaussch. 83).

Die Zersetzung der Luftfeuchtigkeit vor den Formen ergibt eine Steigerung des Koksverbrauches um 1,74% für je 1 g H₂O im Nm³ Wind. Bei der Spanne der mittleren Luftfeuchtigkeit in Sommer- und Wintermonaten von 17 gegen 3 g/Nm³ müßten die Koksverbrauchszahlen um etwa 200 kg abweichen. Tatsächlich stellt man aber nur Erhöhungen von 30 bis 35 kg/t Roheisen im Winter fest, die dem Koksverbrauch für die nur stattfindende Ueberhitzung des größeren Teiles der Luftfeuchtigkeit entspricht. Aus der Tatsache, daß der durchschnittliche Wasserstoffgehalt im Gichtgas im Sommer nicht höher ist als im Winter, folgt, daß auch im Sommer nur höchstens 3 bis 10 g H₂O/Nm³ zersetzt werden. Eine Wiedenumsetzung des etwa vor den Formen gebildeten Wasserstoffes dadurch, daß er als Reduktionsmittel dient, ist wegen des damit verbundenen höheren Koksverbrauches und der Zusammensetzung des aus den Notformen entnommenen Rastgases unwahrscheinlich, wo nur 1,5—1,8% H₂ nachgewiesen werden konnten.

Solange sich vor den Formen Sauerstoff befindet, wird überhaupt kein Wasserdampf zersetzt. Deshalb haben wir in den stark oxydierenden Abgasen des Kupolofens überhaupt keinen Wasser-

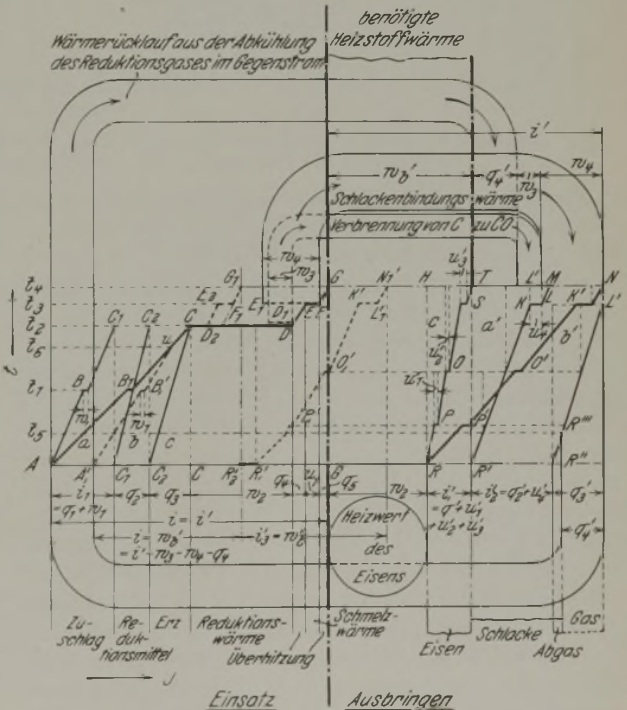


Abbildung 2. Wärme-Temperatur-Schaubild eines metallurgischen Kreisprozesses.

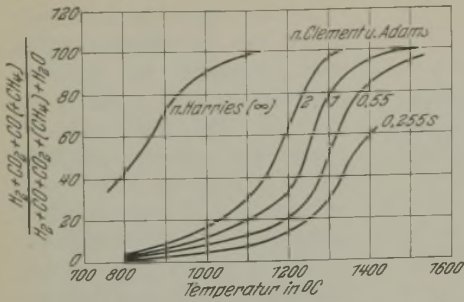


Abbildung 3. Wassergaserzeugung. Gleichgewichtslinie nach Harries und erreichte Gaszusammensetzung

bei verschiedener Berührungsdauer nach Clément und Adams [vgl. Gas-Wasserfach 73 (1930) S. 242].

stoff gefunden, weil sogar der Wasserstoff des Kokses verbrannt wird.

Ebenso zeigt die Abgasanalyse des Thomaskonverters nur Wasserstoffgehalte, die im Mittel nur etwa 70 % Wasserzersetzung anzeigen, ähnlich wie es bei der Vergasungsluft der Gaserzeuger der Fall ist. Dies entspricht durchaus der ab-

die von Reichardt bereits festgestellten engsten Querschnitte bei 900° durch die Austreibung der Kohlensäure und bei 1400° durch die direkte Reduktion erkennen. Vorwärmung des Einsatzes, Austreibung der Feuchtigkeit und Einspritzen von Wasser in die Gicht zum Niederschlagen des Gichtstaubes, Kühlverluste des oberen Schachtes werden nur durch Abwärme gedeckt und haben keinen Einfluß auf den Koksverbrauch. Er wird bestimmt durch Schlackenmenge und Kalksteinsatz, die Kühlverluste an Rast und Gestell, so daß er sich bei höherer Erzeugung verringert, und vor allem durch den direkt zu reduzierenden Eisenanteil. 10 % des Erzsauerstoffes = 40 kg O₂/t Roheisen, direkt reduziert, erhöhen den Koksverbrauch um 110 kg, so daß bei gegebener Erzeugung, z. B. 600t/Tag, und Schlackenmenge, z. B. = 500 kg/t Roheisen, sich die Beziehung bei Thomasroheisen ergibt: Koksverbrauch kg/t Roheisen = 1450 — 1080 R_i⁴). Er liegt also

bei kg Koks/t Roheisen	bei Anteil der indirekten Reduktion	bei % CO ₂
690	0,7	14,6
910	0,5	8,6
1090	0,3	4,8

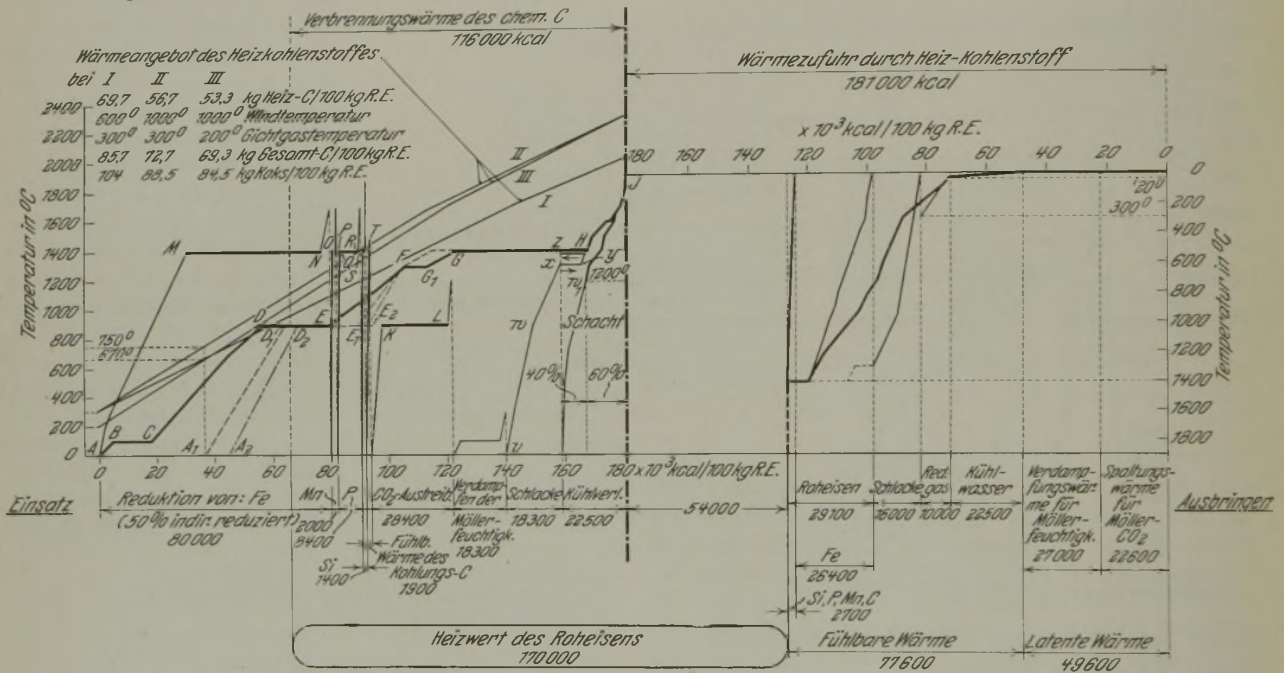


Abbildung 4. Wärme-Temperatur-Schaubild eines Thomashochofens für 100 kg Roheisen aus Erz (Mn = 1,45 %; P = 1,85 %; Si = 0,25 %; C = 3,25 %; Schlackenmenge = 70 kg je 100 kg Roheisen).

seits vom Gleichgewicht erreichbaren Gaszusammensetzung bei kurzen Berührungszeiten (Abb. 3). In großen Hochöfen ist die Aufenthaltszeit des Gases nur etwa 0,05 bis 0,1 s für 1 m Schachthöhe, man kann also selbst bei hohen Temperaturen nur geringe Zersetzungsgrade erreichen.

Es wird immer wieder selbst von ernstern Wissenschaftlern übersehen, daß Gleichgewichtskurven nur Grenzkurven sind und den Fehler haben, daß im Zeitbedarf völlig abweichende Gleichgewichtseinstellungen auf einer Kurve vereinigt sind. In den technisch verfügbaren Zeiten kommt man selbst bei hohen Temperaturen nicht an das Gleichgewicht heran. Sollen uns solche Kurven etwas nützen, so müssen sie uns den Zustand zeigen, zu dem man in den kurzen Zeitspannen technischer Vorgänge gelangen kann.

Es erscheint wohl möglich, daß man beim Trocknen der Luft auf 2,5 g/Nm³ in dem Bereich bis etwa 6 g/Nm³ Koksersparnis erzielt; es ist aber unerfindlich, warum man durch Erhöhung des Wassergehaltes gleichfalls Koks sparen kann.

Das Wärme-Temperatur-Schaubild des Hochofens (Abb. 4 läßt wieder in seiner Linie A—B—C—D—E—F—G—H—J

in den praktisch auftretenden Grenzen und wird durch den Kohlensäuregehalt ausgewiesen. Die Gichtgasanalyse ist daher ein vorzügliches Mittel zur Ueberwachung des thermischen Verhaltens des Hochofens. Maßgebend für den Anteil der indirekten Reduktion (R_i) ist die Durchgasung der Beschickungssäule. Sie ist um so besser, je gleichmäßiger der Ofen begichtet wird und je gleichmäßiger Erz und Koks in der Größe sind. Daraus erklären sich der günstige Einfluß des Agglomerates und die Störungen durch abreibenden Koks. Die Mängel in seinen Rohstoffen kann weder der Hochofen noch der Hochöfner gutmachen.

Aufsehen erregte die Mitteilung über das Duffield-Verfahren zur Erzeugung von Eisenschwamm durch Reduktion mit festem Kohlenstoff, wobei sich noch ein Gasüberschuß ergeben soll. Der Irrtum kann hier wieder nur in der Ueberschätzung der stöchiometrischen Gleichung liegen. Aus dem

⁴) Der Koksverbrauch für Thomasroheisen und überschlägig für andere Sorten beträgt K kg je t RE. = 1215 + 0,217 · kg Schlacke je t RE. + $\frac{60\ 000}{t\ Tageserzeugung}$ — 1080 · R_i.

Wärme-Temperatur-Schaubild des Verfahrens (Abb. 5) ergibt sich, daß man selbst bei voller Ausnutzung des gebildeten Kohlenoxyds zur Retortenbeheizung und Vorwärmung der Luft noch mit mindestens 400 bis 500 kg Brennstoffaufwand zu rechnen hat. Der Vorschlag, die Wände aus Karborundum zu machen, bringt nicht über die Unmöglichkeit hinweg, praktisch brauchbare Wärmemengen im Reduktionsraum ohne Wärmestauung weiterzuleiten.

Nur die Gasreduktionsverfahren haben durch den Fortfall der Zufuhr von äußerer Wärme beim Arbeiten mit Gas von Reduktionstemperatur Aussicht auf Erfolg, wenn man im Schachtofen im Gegenstrom gegen das Erz und mit einer Erzform von genügend äußerer und innerer Gasdurchlässigkeit arbeitet, wie sie etwa die Geröllkugeln nach C. A. Brackelsberg liefern.

Die im Herdofen oder Konverter ausgeübten Frischverfahren haben alle den thermischen Nachteil, daß ihnen die Vorwärmung der Einsatz- und Zuschlagstoffe im Gegenstrom mit den Abgasen fehlt, die ganze Vorbereitungswärme also von dem hohen Nullpunkt des Verfahrens = mindestens 1200 bis 1300° Einsatztemperatur aus zuzuführen ist. Das Wärme-Temperatur-Schaubild des Siemens-Martin-Ofens (Abb. 6) läßt daher erkennen, warum man bei festem oder flüssigem Einsatz etwa denselben Wärmebedarf hat. Von dem gesamten Wärmeumsatz im Oberofen von ~ 2 000 000 kcal/t Stahl bleiben nur 35 bis 40 % in diesem, davon dienen wieder nur 35 bis 50 % dem metallurgischen Vorgang. Die ganze im Oberofen verbleibende Wärmemenge liegt dazu im Gebiete der Gas- und Luftwärme. Dies erklärt die ausschlaggebende Bedeutung der Mitarbeit der Kammern. Da der Wärme- und Kühlverlust des Oberofens den Wärmebedarf bestimmt, so liegt die größte Möglichkeit der Senkung des Wärmeverbrauches je t Stahl in einer hohen Stundenleistung.

Sie ist bei dem Einsatz von größeren Roheisenmengen durch die Entkohlungszeit bestimmt. Stellt man die Frischgeschwindigkeiten

- beim Windfrischen . . . 50 bis 100 kg C/min,
- beim Erzfrischen . . . 5 bis 10 kg C/min,
- beim Flammenfrischen . . 1 bis 2 kg C/min

gegenüber, so versteht man die Bemühungen, zu einer Kürzung der Zeitdauer des Herdfrischverfahrens zu gelangen, die trotz vieler Vorschläge immer noch über das Duplex-Verfahren mit seinem großen Zwischenwärmeverlust gehen muß.

Der thermisch günstigste Fall für das Windfrischen, der bei den Versuchen mit dem Aufblasen von kaltem Winde über das Bad in Rheinhausen erreicht ist, ist in Abb. 7 für 1 kg C dargestellt. Die Wärme zur Vorwärmung der Luft muß durch Badwärme gedeckt werden, so daß von der Verbrennung des Kohlenstoffes zu Kohlenoxyd ein Ueberschuß von nur + 576 kcal bleibt. Verbrennt man das gebildete Kohlenoxyd mit seiner Temperatur über dem Bade, so kann man von der Verbrennungswärme weitere 1664 kcal bis zu der Abgastemperatur von 1800° für den Konverter, also gesamt 2240 kcal, gewinnen, die etwa 1,6 Nm³ Mischgas⁵⁾ bei der Ausnutzung bis 1800° bei Gas- und Luftvorwärmung entsprechen würden.

Das Erzfrischverfahren stellt bis jetzt das einzig praktisch ausgeübte Verfahren zur Beschleunigung des Frischvorganges im Herdofen dar. Es ist, wie Abb. 8 zeigt, rein endotherm und braucht — 6259 kcal/kg C, wofür 4,48 Nm³ Mischgas⁵⁾ im Siemens-Martin-Ofen aufzuwenden sind. Der

Zubrand aus dem Erz ist also sehr kostspielig. Der Gewinn liegt hauptsächlich in der Senkung der Umwandlungskosten durch Verkürzung der Arbeitszeit.

Wasser in Dampfform ist verschiedentlich in Patentschriften als Frischmittel genannt. Während Erz und Luft nur etwa 25 % O₂ enthalten, hat Wasser fast 90 % und nach Volumen 300mal soviel als Luft. Stöchiometrisch ist der Wärmeverbrauch für 1 kg O₂ bei Wasser auch niedriger, als wenn es aus Erz entbunden wird. Die praktische Anwendung dürfte immer an der Haltbarkeit der Einführungsrohre scheitern.

Es ist mir mit meinem Mitarbeiter Dr. Löbbbecke in gemeinsamer Arbeit gelungen, durch praktische Versuche den Nachweis zu erbringen, daß neue günstige Wirkungen auftreten, wenn man Wasser in flüssiger Form in das Bad

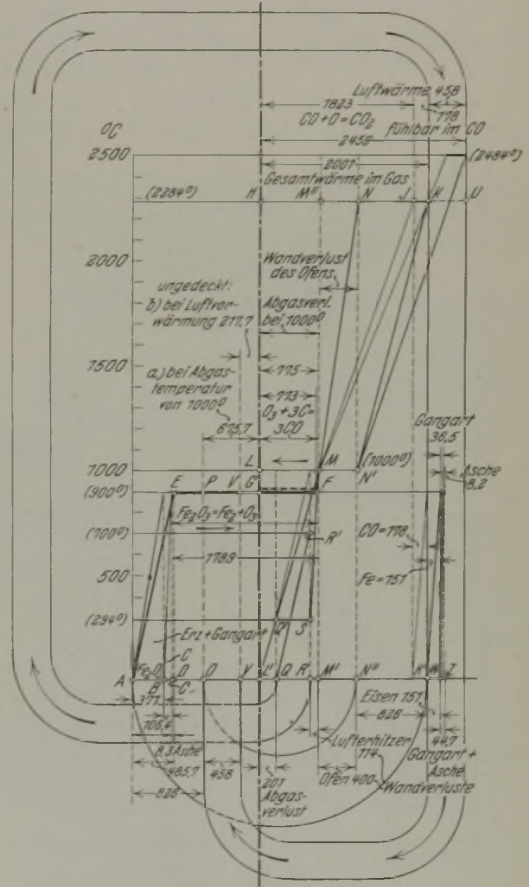


Abbildung 5. Wärme-Temperatur-Schaubild des Verfahrens zur Eisenschwammerzeugung.

einführt⁶⁾. Der Wärmeübergang des bewegten Bades an ein Rohr ist nach unseren Feststellungen etwa gleich dem von siedendem Wasser. Das Rohr stellt sich also auf ein Mittel zwischen Bad und Wassertemperatur ein und behält genügend Festigkeit. Da aus 1 Nm³ Wasser bis zu 2500 Nm³ Gas gebildet werden, so tritt eine außerordentlich starke Badbewegung ein, die den Wärmeübergang begünstigt. Bei Versuchen, die sich mit 40 bis 50 kg Wasser/min über mehr als 1 h ausdehnten, und bei denen Entkohlungs-geschwindigkeiten bis 30 kg/min erreicht wurden, nahm das Bad daher trotz des zeitlich großen Wärmebedarfes im Bade in der Temperatur etwas zu. Neben der guten Wärmeübertragung durch die Badbewegung ist dies auf die durch uns entdeckte exotherme Bindung des Wasserstoffes, vermutlich an karbidischen Kohlenstoff zu Methan, zurückzuführen. Man erhält dadurch eine generatorgasartige, dicke Flamme

⁵⁾ Für ein Mischgas von H₂=2340 kcal/m³ beträgt bei Gas- und Luftvorwärmung auf 1000° der Abgasverlust bei 1800° 2010 kcal/m³ und die Nutzwärme 1403 kcal/m³.

⁶⁾ DRP. angem., Auslandpatente.

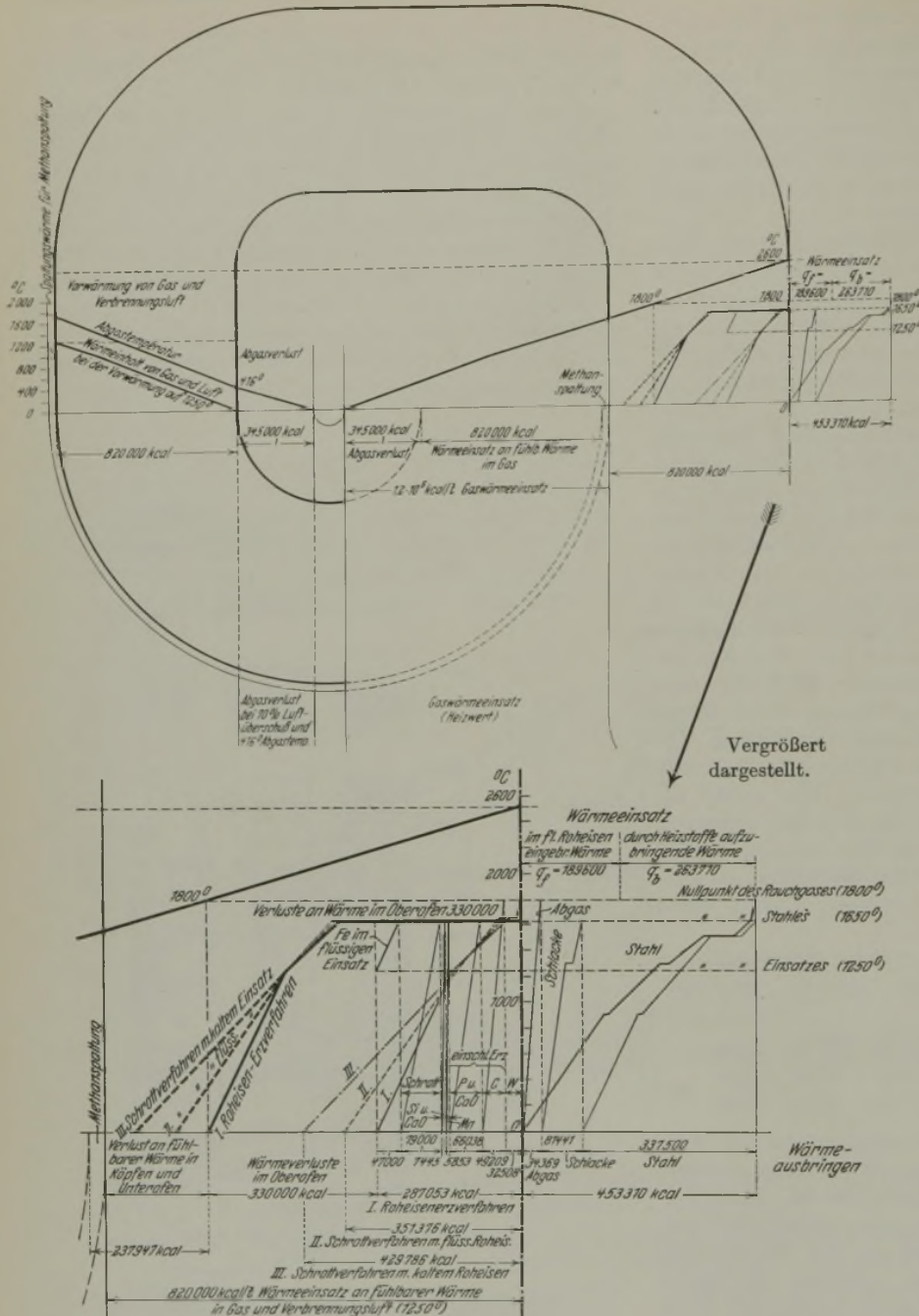


Abbildung 6. Wärmeschaubild für das Roheisen-Erzverfahren im Siemens-Martin-Ofen. (Schrotverfahren in gestrichelten Linien angedeutet.)

und infolge der starken und gleichmäßigen Gasentwicklung die Möglichkeit, während der Wasserfrischperiode das Mischgas völlig abzudrehen und allein mit dem mit der heißen Luft verbrannten Kohlenoxyd-, Methan- und Wasserstoffgemisch zu schmelzen.

Die Gasentwicklung geht zwar lebhaft, aber so ruhig vor sich, daß bei den Versuchen am Siemens-Martin-Ofen die Schmelzer zur Beobachtung des Bades und zur Aufschüttung der Vorwärmer ohne jede Gefahr an den Ofen herantreten konnten.

Den thermischen Verlauf stellt Abb. 9 für 1 kg C dar. Der Wärmeverbrauch für die Wasserzersetzung wird bis auf etwa 1600 kcal/kg C durch die CO- und CH₄-Bildung ausgeglichen. Der Gesamtwärmeaufwand/kg C im Bade ist dabei nur 2474 kcal gegenüber 5089 beim Erzfrischen.

Während bei diesem aber infolge der stoßweisen Entwicklung das Gas nicht über dem Bade ausgenutzt werden kann, im Gegenteil zur Aufwärmung auf Abgastemperatur von 1800° noch 1170 kcal verbraucht, kann man bei dem vorgeschlagenen Bansen-Löbbecke-Verfahren das Wasserfrischgas nach Abstellen des Heizgases im Herdraum verbrennen und neben der Dekung des Eigenbedarfes noch 4194 kcal als Ueberschußwärme entsprechend etwa 3 Nm³ Mischgas gewinnen.

Das Wasserfrischen kann also dem Erzfrischen um 7,5 Nm³ Mischgas/kg C oder bei einem Roheiseneinsatz von 750 kg/t Stahl mit 3,5 % C um rd. 200 Nm³ Mischgas oder 2 R.M./t Stahl und die Verkürzung der Entkohlungszeit überlegen sein. Ob und wie es sich je zu einem Betriebsverfahren entwickeln läßt, kann man zur Zeit noch nicht sagen.

Die Frischgeschwindigkeit könnte an sich, da man bei völliger Umsetzung nur etwa 1 kg H₂O je kg C braucht und man mit einem 9- bis 12-mm-Rohr leicht Wassermengen von 2000 bis 5000 kg/h einführen kann, beliebig hoch getrieben werden; jedoch muß man, wie bei allen anderen metallurgischen Verfahren, das Gleichgewicht zwischen Wärmebedarf, Wärmezufuhr und der Heizfläche und Heizflächleistung in kg/m² · h einhalten.

Die Schwierigkeiten, ein ruhendes Bad, also z. B. Gußeisen, auf einer meist kleinen Badfläche mit größerer Badtiefe zu überhitzen, sind auf die dadurch gestellte Forderung

eines unmöglichen Wärmedurchganges je m² Uebergangsfläche zurückzuführen. Es entsteht ein Mißverhältnis zwischen der Strahlung auf das Bad und der Wärmeleitfähigkeit des ruhenden Eisens, das in einem solchen Falle geradezu als Isolator anzusprechen ist. Deshalb ist das Kochen des Bades das einzige Mittel, um rasch Wärme in das Bad zu leiten, weil die Oberflächenwirkung, wie auch beim Frischen, allein viel zu gering ist. Das Frischen selbst, das heißt, die Notwendigkeit, Kohlenstoff zu entfernen, ist im Sinne der Wärmeübertragung nicht Ursache, sondern Wirkung. Man muß dem Bade Stoffe zusetzen, die Gase bilden, damit eine Badbewegung und eine Wärmeübertragung ermöglicht wird.

Mag ein metallurgischer Vorgang chemisch noch so gut ausgeklügelt sein, er ist erst fertig, wenn über die Ober-

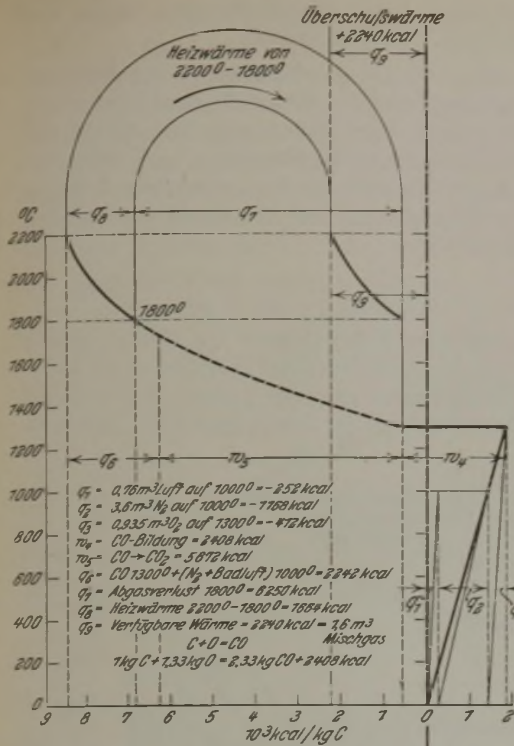


Abbildung 7. Wärme-Temperatur-Schaubild des Frischvorganges Kohlenstoff-Wind für 1 kg C und Verbrennung des gebildeten CO (1300°) mit Kaltwind. (Abgastemperatur 1800°.)

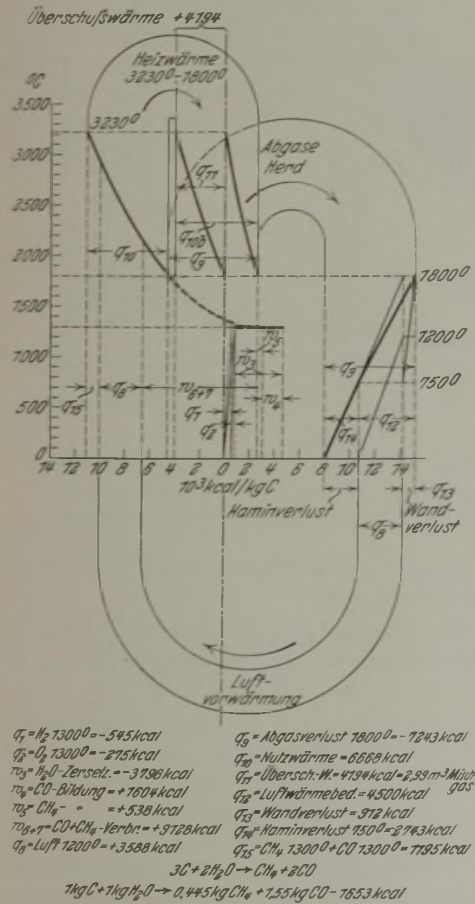


Abbildung 9. Wärme-Temperatur-Schaubild des Frischvorganges Kohlenstoff-Wasser für 1 kg C bei Verbrennung des Bildungsgases über dem Bade ($t_g = 1300^\circ$) mit Luft von 1200° (Abgastemperatur 1800° .)

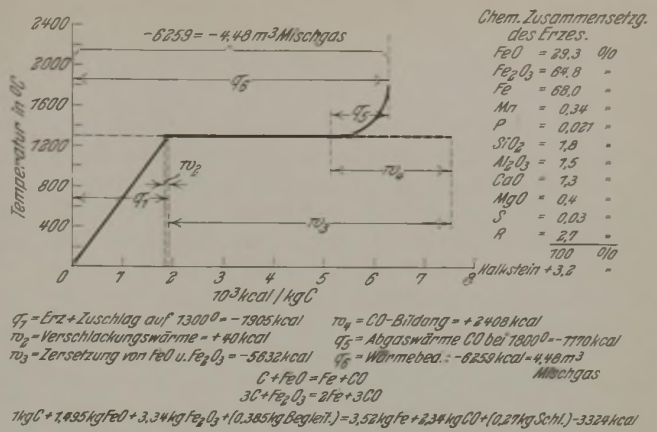


Abbildung 8. Wärme-Temperatur-Schaubild des Frischvorganges Kohlenstoff-Erz für 1 kg C mit 5,22 kg Erz.

fläche des Werkstoffes die zu seiner Durchführung nötige Wärmemenge zugeführt und in das Innere auf Grund der Wärmeübergangsbedingungen geleitet ist.

Abgesehen von den Sonderfällen der elektrischen Heizung wird der Wärmebedarf metallurgischer Verfahren durch chemische Bildungswärme gedeckt. Sie muß durch Oxydation der Heizstoffe mit Luft freigemacht werden.

Bei der Verbrennung entstehen Gase. Der metallurgische Vorgang kann nur stattfinden, wenn die notwendige Verbrennungsluft zugeführt und die Abgase abgeführt werden. Diese direkte Proportionalität von verfügbarer Luftmenge und abführbarer Rauchgasmenge als grundlegende Ursache für die Produktionsmöglichkeit ist dem Durchschnitt der wissenschaftlichen und praktischen Metallurgie wenig geläufig gewesen, sonst würde man der Sicherung, Regelung und Ueberwachung der Luftzufuhr und der Rauchgasabfuhr beim Betriebe sowie den Gesetzen der Gasströmung beim Bau der Oefen mehr Rechnung getragen haben.

Die Betriebsführung der metallurgischen Feuerungsanlagen krankt an den Mängeln des nach Erfahrungsregeln durchgeführten Ofenbaues und dieser an dem Mangel der rechnerischen Erfassung der Gaswege und der Heizflächen.

Die Gasbewegung in den Oefen erfolgt durch den Auftrieb der heißen Gassäulen in den Kammern, Ofenköpfen und dem Kamin. Die dadurch gegebene willkürliche und enge Begrenzung überwindet man durch Gas- und Luftzufuhr unter regeltem Druck mit Ventilatoren, wobei für Gas und Luft Drücke bis 200 mm W.-S. und für die Absaugung ein Zug von 50 bis 70 mm W.-S. wirtschaftlich sind.

Ist man so jetzt in der Lage, die Wege der Gase für jede Ofenbauart mit genügender Genauigkeit zu berechnen, sie also für eine vorgesehene Gasmenge und den verfügbaren Zug genü-

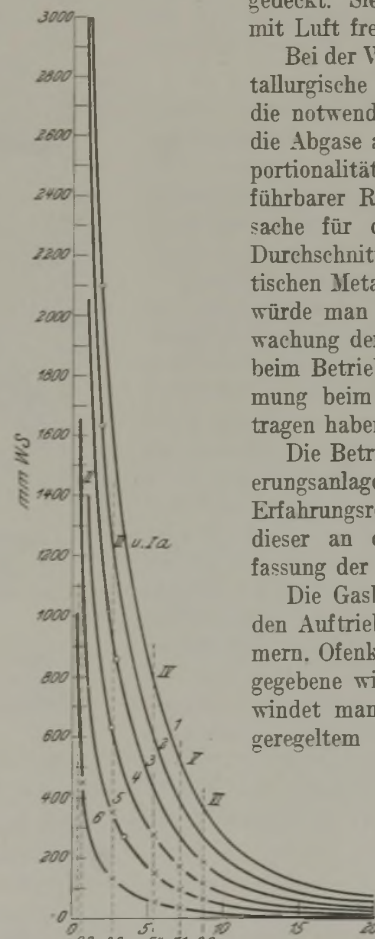


Abbildung 10. Widerstand von geschichteten Stoffen nach Ramsin. Schichthöhe 1 m, Querschnitt 1 m².

gend groß zu bemessen, so ist das nicht minder wichtige Gebiet der Bewegung der Gase in den geschichteten Stoffsäulen der Schachtofen noch fast unerschlossen.

Zur Schaffung rechnerischer Grundlagen habe ich umfangreiche Untersuchungen über die Durchflußwiderstände der Beschickungstoffe des Hochofens ausführen lassen. Sie zeigen eine befriedigende Uebereinstimmung mit den Versuchen von Ramsin, die dieser etwa zu gleicher Zeit veröffentlicht hat. Die Versuche wurden in einem Kasten von 1200 mm Dmr. ausgeführt, in dem auf einem Rost mit aufliegendem Drahtgeflecht die zu untersuchenden Stoffe bis 1000 mm Höhe geschichtet wurden. Unter dem Rost wurden gemessene Luftmengen von 500 bis 3000 m³/h, bezogen auf 1 m² Schachtquerschnitt, geblasen. Diese Einrichtung eignet sich für die Prüfung des Stückigkeitswertes von Erzen und Koks und des Durchflußwiderstandes und der Gasverteilung im Hochofen. Der Widerstand ist nicht von der Zusammensetzung des Stoffes, sondern von seiner äußeren Form abhängig.

Die Anwendung des Ramsinschen reduzierten Korndurchmessers gestattet, einen beliebigen geschichteten Stoff mit einem Bezugsstoff zu vergleichen, der ein gleichmäßiges Korn, und zwar von einem solchen Durchmesser hat, daß die Schicht von gleicher Höhe bei der gleichen Luftmenge den gleichen Widerstand ergibt.

In Abb. 10 ist der Druckverlauf für scharfkantige Schüttstoffe und Luft von 23°, p = 746 mm Q.-S. in Abhängigkeit von dem reduzierten Korndurchmesser aufgetragen. Man braucht nur die Versuchsergebnisse mit Stoffen unbekanntem Stückigkeitswertes beim Durchblasen verschiedener Luftmengen einzutragen, um sie zu kennzeichnen. Dies ist mit den Ergebnissen eigener Versuche geschehen. Man sieht daraus, daß Feinerze, die Grundlage des Agglomerats, vor dem Sintern der Luft einen großen Widerstand entgegenzusetzen, der dem eines reduzierten Korndurchmessers nach Ramsin von 0,2 mm gleichkommt, so daß also Feinerze praktisch völlig luftundurchlässig sind. Das gesinterte Agglomerat dagegen ist schon erheblich gasdurchlässiger; Agglomerat aus Schlicherz entspricht einem reduzierten Korndurchmesser von 2,6 mm, Agglomerat aus Abbränden + Schlich = 5,4 mm, ein Anhalt dafür, welche Bedeutung das Agglomerieren für die Auflockerung der Ofensäule hat. Stückiges Kiiruna-Erz entspricht 7,1 mm reduziertem Korndurchmesser. Besonders beachtenswert sind die Versuche mit der gemischten Schichtung von Koks und Erz nach den Raumverhältnissen im Hochofen. 70 Vol.-% Koks von 50 bis 100 mm, mit 30 Vol.-% Erz gemischt und 1 m hochgeschichtet, ist gasdurchlässiger (entspricht 8,6 mm reduziertem Korndurchmesser) als eine getrennte Aufschichtung von 0,3 m Erz auf 0,7 m Koks (entspricht 2,6 mm reduziertem Korndurchmesser). Je besser also Erz und Koks gemischt sind, um so gasdurchlässiger ist die Ofensäule.

Bei der vergleichsweise geringen Gasdurchlässigkeit geschichteter Erze ist die Beimischung des Kokes für den Hochofen zum Erz das einzige Mittel, es für die großen Gas-mengen je m² freien Ofenquerschnitts mit den verfügbaren Winddrücken gasdurchlässig zu machen. Daher ist weit mehr noch der Erfolg der Eisenschwammerzeugung im Schachtofen durch Gasreduktion von der guten Durchdringbarkeit der Stoffsäule abhängig. Wegen des Mangels einer geeigneten Erzform ist sie praktisch noch nicht weiter gediehen. Es ist uns gelungen, in dem in Rheinhausen erprobten Erzgeröll nach C. A. Brackelsberg-Hemer mit seiner gleichmäßigen Kugelgröße von

10 bis 30 mm einen festen Idealkörper nach äußerer und innerer Gasdurchlässigkeit zu finden.

Um die von der Maschine aufzubringende Windpressung voll zu erfassen, muß man den ganzen Weg des Windes über die Zuleitung, durch den Winderhitzer, die Ringleitung und den Düsenstock bis an die Formspitze und weiter den Gasweg durch die Ofensäule, die Gasabführung und Staubsäcke bis zur Rohgasleitung und den darin herrschenden Rohgasdruck verfolgen.

In Abb. 11 sind diese Grenzen der Widerstände bei Windmengen von 40 000 bis 120 000 Nm³/h und dem entsprechenden täglichen Koks-durchsatz von 340 bis 1000 t eingetragen. Bei gleichem Druck und gleichbleibender Windmenge sind die Streuungen bei den äußeren Widerständen (a, b, d) auf Aenderungen der Temperatur allein zurückzu-

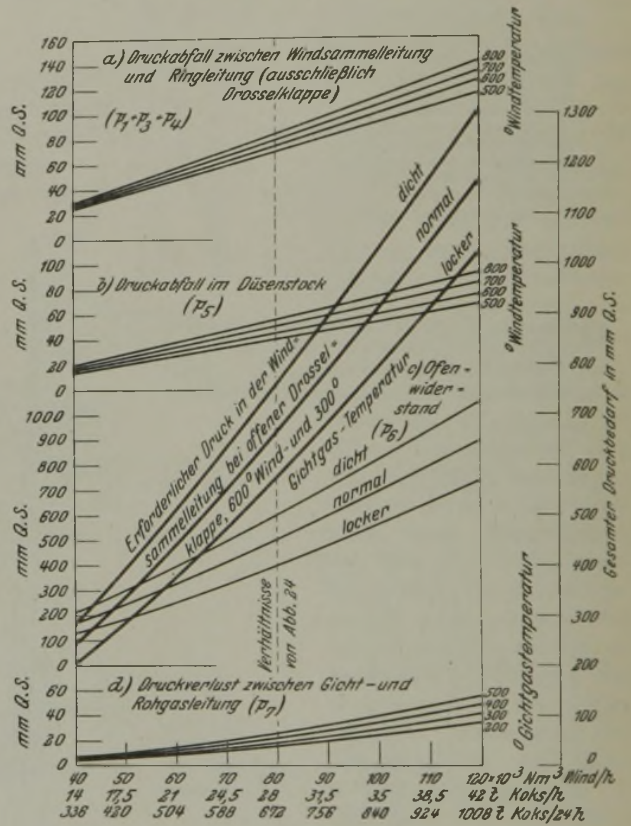


Abbildung 11.

Druckverlust für einen Hochofen zwischen Wind-sammel- und Rohgasleitung bei veränderlicher Windmenge und Temperatur (ausschließlich Drosselklappe).

führen. Der Widerstand der Ofensäule beträgt etwa 75 bis 60 % der Maschinenpressung.

Die Beziehung zwischen dem Ofensäulenwiderstand, der Höhe, dem Querschnitt und der Windmenge für den betrachteten Ofen ist in Abb. 12 dargestellt.

Der größere Druckabfall von dem Kohlensack zur Rast ist eine Folge der Verengung nach der Rast hin, also der größeren Geschwindigkeit. Die Bedeutung dieses Verlaufes der Geschwindigkeit auf den Widerstand und die deshalb erforderliche Pressung ergibt in einem Beispiel die Nachrechnung des Druckabfalles bei einer Gestellerweiterung von 3,5 auf 4,5 m, wobei er sich von 470 auf 428 mm, also um 42 mm Q.-S., das ist 10 % des ganzen Ofensäulenwiderstandes, verringert. Durchsatzgeschwindigkeit und Gasgeschwindigkeit sind im Kohlensack am geringsten und steigen nach oben und unten. Durch hohe Geschwindigkeit

im oberen Schacht vermeidet man am besten die Kohlenstoffausscheidung, muß aber unter Umständen eine größere Staubabscheidung in Kauf nehmen. Man kann ihrer aber mit Leichtigkeit durch die Eichenbergsche Ablenkung mit Gas- und Wasserstrahlen Herr werden.

Wie die Gas- und Stoffprobenahme und die Temperaturmessungen der letzten Jahre immer wieder zeigen, schaffen die stark arbeitenden Verbrennungsherde vor den Formen eine rasch heruntergehende, mehr oder weniger ringförmige

0,1 bis 0,2 kg C je 100 m³ bei 14 bis 32 m³ Gas je h, entsprechend einer Geschwindigkeit (0°, 760 mm Q.-S.) von 0,5 bis 1,12 m/s.

Die stärkste Kohlenstoffabscheidung liegt bei allen Gasgeschwindigkeiten bei 400°, während sie mit zunehmender bzw. abnehmender Temperatur geringer wird. Abb. 14 gibt die Ergebnisse bei der Geschwindigkeit, wie sie etwa in dem Hochofenquerschnitt herrscht (22,86 m³/h), wieder. Für andere Geschwindigkeiten ist der Verlauf ähnlich.

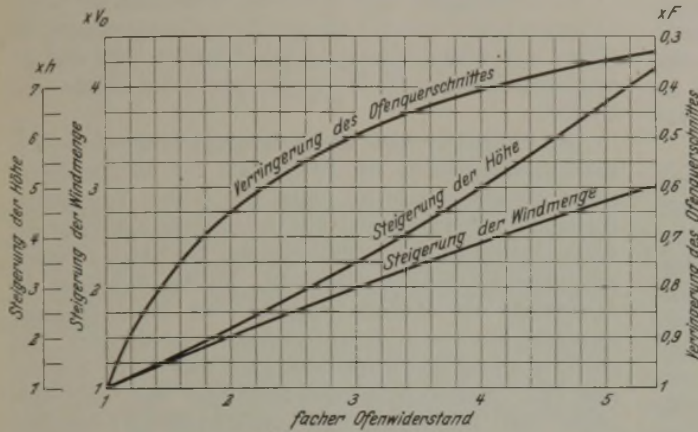


Abbildung 12. Beziehungen zwischen dem Widerstand der Hochofensäule, der Windmenge, Ofenhöhe und Ofenquerschnitt.

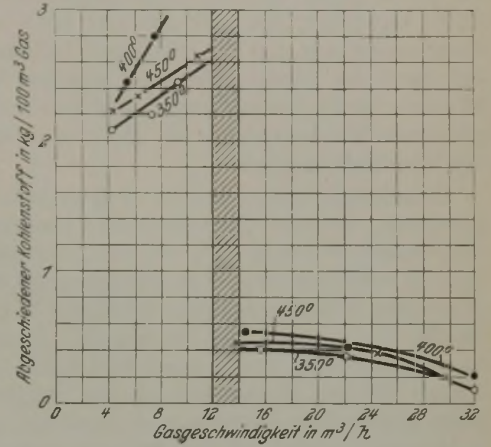


Abbildung 13. Kohlenstoffabscheidung aus Hochofengas bei verschiedenen Temperaturen in Abhängigkeit von der Gasgeschwindigkeit.

Randzone und eine langsam arbeitende Kernsäule. Diese kann im wahren Sinne des Wortes zum „toten Mann“ werden, wenn sie infolge mangelnder Gasdurchlässigkeit thermisch und chemisch nicht genügend erschlossen ist. Eine Verschlechterung der indirekten Reduktion, gekennzeichnet durch eine Senkung des CO₂-Gehaltes im Gichtgas

Aus ihnen geht hervor, daß über 650° die Kohlenstoffabscheidung keinen störenden Einfluß auf die Erzreduktion mehr ausüben kann.

Eine plötzliche Steigerung oder Senkung der Gasgeschwindigkeit, schon durch die Umdrehungsschwankungen des Versuchsgebüses veranlaßt, führt zu einer plötzlichen starken

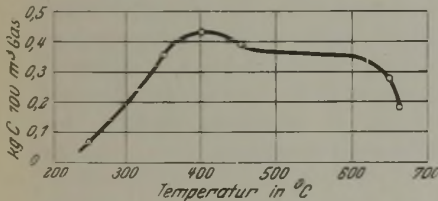


Abbildung 14. Kohlenstoffabscheidung je 100 m³ Gas in Abhängigkeit von der Temperatur. (Mittlere Gasgeschwindigkeit 22,86 m³/s.)

und eine Erhöhung der Gichtgastemperatur bei höherem Kokssatz, ist also nicht so sehr eine Folge des schlechten Arbeitens in waagerechter als in senkrechter Schicht.

Die Kohlenstoffabscheidung hängt in erster Linie von der Gasgeschwindigkeit ab. Wie Versuche in dem weiter unten beschriebenen Versuchsgerät gezeigt haben, steigt sie bei gleicher Temperatur (Abb. 13) bis zu einem Höchstwert [2,65 bis 3 kg C je 100 Nm³ Gas bei 8 bis 12 m³/h, entsprechend einer Geschwindigkeit (0°, 760 mm Q.-S.) von 0,283 bis 0,425 m/s] an. Bei sämtlichen Versuchen fiel sie dann zwischen 12 und 14 m³/h aus nicht geklärten Gründen steil ab und senkte sich langsam von 0,4 bis 0,5 kg C je 100 m³ auf

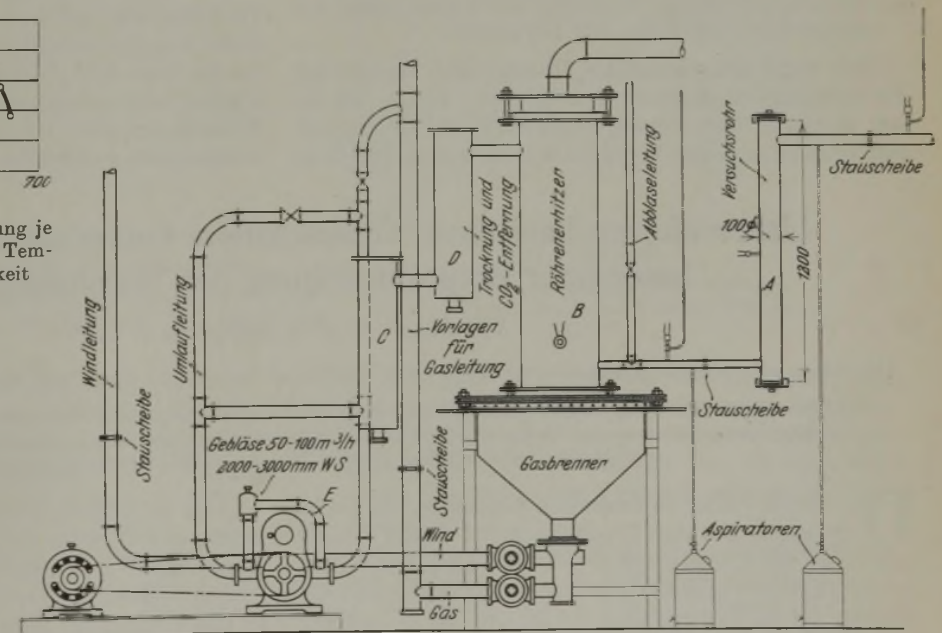


Abbildung 15. Versuchsanlage für Kohlenstoffabscheidung.

Kohlenstoffabscheidung bei Wärmeentbindung. Dieser Vorgang dürfte vergleichbar sein mit der Erscheinung, daß nach dem Drosseln des Windes beim Wiederanblasen der Ofenwiderstand bei der gleichen Windmenge, offenbar durch plötzliche Kohlenstoffabscheidung, größer ist.

Zu solchen Untersuchungen sind Einrichtungen nötig, bei denen wir die Vorgänge der Wärmeübertragung und der gleichzeitigen chemischen Wechselwirkung mit den Gasen unter den Bedingungen, wie sie im Ofen vorliegen, betrachten können. Haben die Versuche zur Aufstellung von Gleichgewichtskurven den bereits erwähnten Nachteil, daß sie in Zeiten durchgeführt sind, die ein Vielfaches der technischen Zeiten sind, so haben sie den weiteren Mangel, daß man die Stoffe in meist feinkörniger Form und nicht in der grobstückigen mit einer ungünstigeren Reaktionsoberfläche verwendet, und dazu das Gas nicht mit richtiger Zusammensetzung und der wirklichen Arbeitsgeschwindigkeit durch den geschichteten Stoff streichen läßt. Weiter haben sie häufig den meßtechnischen Fehler, daß man die gemessene Wandtemperatur als Reaktionstemperatur von Gas und Stoff anspricht.

Deshalb habe ich die in *Abb. 15* dargestellte Anordnung entwickelt. Ein aus Nichrothermblech geschweißter, elektrisch heizbarer Zylinder (A) von wenigstens 100 mm Dmr. und 1 m nutzbarer Länge stellt gewissermaßen eine aus dem Ofeninnern herausgeschnittene Stoffsäule dar. Das Gas, das in Vorlagen (C und D) gekühlt, getrocknet oder chemisch behandelt werden kann, wird durch einen Röhren-erhitzer (B) aus Nichrotherm bis auf Temperaturen von 1000° erhitzt. Die Eintritts- und Austrittstemperatur des Reaktionsgases wird mit Durchflußpyrometern gemessen, ebenso kann vor und hinter der Reaktionssäule die Gasmenge mit Staurändern gemessen werden. Durch ein Kapselgebläse (E) mit regelbarem Umlauf kann man die Luft- oder Gasmenge bis 100 m³/h unter Drücken bis 3000 mm W.-S. zuführen. Der Apparat ist geeignet für die Untersuchung von

1. Reaktionszeit und -verlauf zwischen Gas und festem Stoff,
2. Wärmeübertragung von Gas an Stoff,
3. Wärmeübergang von Gas an die Wand,
4. Durchflußwiderstand von heißen und kalten Gasen bei verschiedener Korngröße und Korngestalt.

Nur durch die planmäßige Messung und Berechnung der metallurgisch-physikalischen Vorgänge können wir in der Erfassung der betriebswirtschaftlichen Grundlagen unserer metallurgischen Verfahren weiterkommen. Bereits in

einer kleinen Denkschrift mit dem Vorschlag zur Schaffung eines metallurgischen Wärmeforschungs-Institutes an die Geschäftsführung des Vereins habe ich vor zwölf Jahren auf diese Lücken hingewiesen. Was andere und ich auf dem Gebiete seitdem festgestellt haben, habe ich versucht, in einem Bericht für den Welt-Ingenieurkongreß Tokio 1929 programmäßig zu umfassen. Die vorliegende Fassung kann nur ein bescheidener Ausschnitt daraus sein.

Zusammenfassung.

Im vorliegenden Bericht soll die Bedeutung der physikalischen Grundlagen für die metallurgischen Verfahren zur Eisen- und Stahlerzeugung erläutert werden. Sie sind gekennzeichnet durch die Wärmewertigkeit, den Wärme- und Gasfluß.

Der Einfluß der Gas- und Luftvorwärmung auf die Verwendungsmöglichkeit der Brennstoffe für die metallurgischen Verfahren wird an Hand des Wärme-Temperatur-Schaubildes erläutert und die rechnerische Erfassung der Wärmewertigkeit aller metallurgischen Verfahren an einem grundlegenden Schema dargestellt. An den Beispielen der Auswertung des Hochofenvorganges, der Eisenschwamm-erzeugung sowie der Frischverfahren wird dargetan, daß die Errechnung der Wärmewertigkeit und deren Darstellung im Wärme-Temperatur-Schaubild ein wertvolles Mittel zur Beurteilung der metallurgischen Verfahren bietet. Außer dem Frischen mit Luft und mit Erz wird das Frischen mit Wasser im flüssigen Zustand behandelt im Zusammenhang mit der Frage der Beschleunigung der Frischvorgänge.

Daneben ist die Erkenntnis der Grundlagen des Wärme- und Gasflusses für die Durchführung der metallurgischen Verfahren von ausschlaggebendem Werte. Gas-, Luft- und Rauchgasbewegung eines Ofens können rechnerisch erfaßt und durch die Auswertung kann restlose Ausnutzung eines Ofens erreicht werden. Die Betrachtung des Durchflußwiderstandes der Beschickungssäule von Schachtofen ergibt die Forderung einer guten Gasdurchlässigkeit für die Einsatzstoffe, wovon wesentlich eine hohe Ofenausnutzung abhängt. Die Kohlenstoffabscheidung aus dem Gichtgas im Hochofenschacht beeinträchtigt erheblich die Gasdurchlässigkeit der Beschickungssäule, so daß es notwendig erschien, ihre Größenordnung versuchsmäßig zu erfassen.

Ueber die mechanischen Eigenschaften kupferlegierter Stähle unter besonderer Berücksichtigung der Wärmebehandlung.

Von Franz Nehl in Mülheim a. d. Ruhr¹⁾.

(Mitteilung aus der Versuchsanstalt der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Abt. Stahl- und Walzwerke Thyssen, Mülheim-Ruhr.)

[Eigenschaften der Kupferstähle. Korrosionsbeständigkeit. Verbesserung der Festigkeitseigenschaften, insbesondere des Streckgrenzenverhältnisses und der Warmfestigkeit, durch geeignete Wärmebehandlung. Ausscheidungshärtung. Verwendungsmöglichkeiten: als Baustahl, Konstruktionsstahl (Schmiedestücke) und Stahlguß.]

Das Kupfer gehört zu denjenigen Elementen, die bis in die jüngste Zeit dem Eisenhüttenmann als Legierungsbestandteil des Eisens wenig erwünscht waren. Der Grund für diese Einstellung ist darin zu suchen, daß der Einfluß des Kupfers auf die Eigenschaften des Stahles von den älteren Metallurgen²⁾ zu Unrecht als nachteilig bezeichnet wurde.

¹⁾ Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 17. Mai 1930 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahlisen m. b. H. in Düsseldorf, Postschloßfach 664, zu beziehen.

²⁾ A. Ledebur: Handbuch der Eisenhüttenkunde, 5. Aufl., Abt. 3 (Leipzig: A. Felix 1908) S. 367; J. Iron Steel Inst. 36 (1889) S. 123/31.

Erst die umfangreichen Untersuchungen und Veröffentlichungen der letzten Jahre haben ergeben, daß ein geringer Kupferzusatz zum Stahl die Korrosionsbeständigkeit erheblich verbessert. Wenn die günstige Wirkung des Kupfers in dieser Richtung unbestreitbar ist, so gingen dagegen die Ansichten über seinen Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften dahin, daß es keine nennenswerte Aenderung derselben hervorzurufen vermag. Jedenfalls haben die Versuche, die Festigkeitseigenschaften von Stahl durch Kupferzusatz zu verbessern, kaum zu überzeugenden Erfolgen geführt.

Der Einfluß des Kupfers auf die Festigkeitseigenschaften von Stahl ist besonders von W. Lipin³⁾ eingehend unter-

Zahlentafel 1. Festigkeitseigenschaften von Blechen aus Kupferstahl.

Blechstärke mm	Bezeichnung	Zugfestigkeit kg/mm ²	Streckgrenze kg/mm ²	Streckgr. Zugfestigk. x 100 %	Dehnung %	Kerbzähigkeit mkg/cm ²
10	Höchster Wert	49,0	33,4	68	25,0	25,1
	Niedrigster Wert	47,2	31,7	67	22,0	12,1
15	Höchster Wert	47,5	32,0	67	27,0	21,2
	Niedrigster Wert	45,7	30,3	66	25,5	15,0
20	Höchster Wert	47,2	31,6	67	27,0	22,3
	Niedrigster Wert	45,2	30,1	67	24,0	15,5

sucht worden. In Abb. 1 sind die Ergebnisse dieser Versuche in schaubildlicher Darstellung wiedergegeben; außerdem sind zum Vergleich noch die Festigkeitseigenschaften von Flußstahl in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt aufgetragen.

Nach den Ergebnissen von Lipin ruft etwa 1 % Cu dieselbe Festigkeitssteigerung hervor wie 0,12 % C. Die Streckgrenze steigt dagegen bei Kupferstahl stärker an als bei den

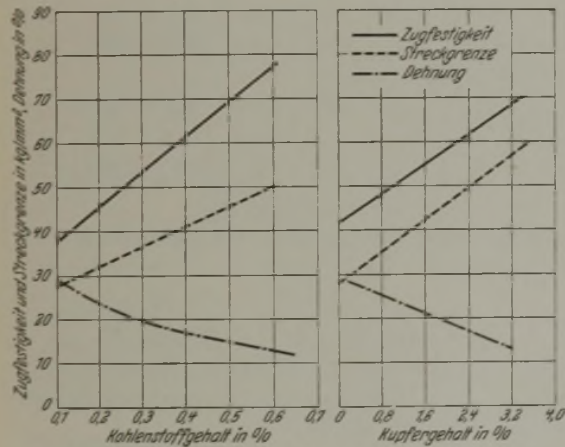


Abbildung 1. Festigkeitseigenschaften von Stahl in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt und vom Kupfergehalt.

Kohlenstoffstählen, während die Dehnung in gleichem Maße wie bei den Kohlenstoffstählen abnimmt. Diese letzte Feststellung dürfte zweifellos mit dazu beigetragen haben, von der praktischen Verwendung höherlegierter Kupferstähle Abstand zu nehmen.

Die viel zu wenig beachtete, aber immerhin erhebliche Steigerung der Streckgrenze bei Kupferstählen gab die Veranlassung zu den nachstehend beschriebenen Versuchen.

Zunächst wurden Bleche in den Stärken von 10, 15 und 20 mm ausgewalzt. Der für die Blöcke erforderliche Stahl wurde im Siemens-Martin-Ofen (50 t) erschmolzen. Die Schmelze hatte folgende Zusammensetzung (Schmelze A): 0,12 % C, 0,65 % Mn, 0,011 % P, 0,030 % S, 0,16 % Si, 0,85 % Cu. An den Enden sowie aus der Mitte der Bleche wurden an verschiedenen Stellen Zerreiß- und Kerbschlagproben in der Längsrichtung herausgearbeitet. In Zahlentafel 1 sind die an den Blechen ermittelten höchsten und niedrigsten Festigkeitswerte wiedergegeben.

Vergleicht man die ermittelten Werte mit den in Zahlentafel 2 wiedergegebenen Ergebnissen, die durch F. Körber

Zahlentafel 2. Mittelwerte der mechanischen Eigenschaften von Kesselblechen bei Raumtemperatur (nach F. Körber und A. Pomp).

Blechsorte	Bezeichnung	Streckgrenze, untere kg/mm ²	Zugfestigkeit kg/mm ²	Streckgr. Zugfestigk. x 100 %	Dehnung %	Einschnürung %	Kerbzähigkeit mkg/cm ²
I	A 1	18,7	34,5	54	29,9	65,0	19,4
	B 1	21,3	37,3	57	28,7	65,5	15,6
	C 1	18,0	34,4	52	28,6	65,7	12,5
	E b	19,7	34,4	57	28,1	66,3	10,6
	E s	21,5	39,7	54	25,7	58,8	10,5
II	A 2	26,2	44,0	60	26,1	54,3	12,6
	D 2	21,7	38,1	57	27,6	59,7	12,3
	H 2	20,1	39,3	51	26,8	58,9	5,6
III	B 3	24,5	47,0	52	24,3	53,0	9,6
	C 3	24,9	47,5	52	20,7	55,7	8,6
	D 3	25,0	45,2	55	23,3	54,2	10,7
	H 3	26,8	50,8	53	20,9	52,7	8,0
3 % Ni	F 3	33,4	49,4	68	22,2	60,2	15,6
	G 3	34,3	51,6	67	22,4	58,5	16,4
5 % Ni	F 5	36,5	55,0	66	23,2	59,2	17,4
	G 5	—	59,7	—	20,9	57,1	14,0

und A. Pomp⁴⁾ an Kesselblechen von 20 mm Stärke gefunden wurden, so erkennt man, daß das bei Kupferstahl erreichte Streckgrenzenverhältnis bei den unlegierten Blechen in keinem Fall erzielt wird. Bei den Blechen der Blechsorte III,

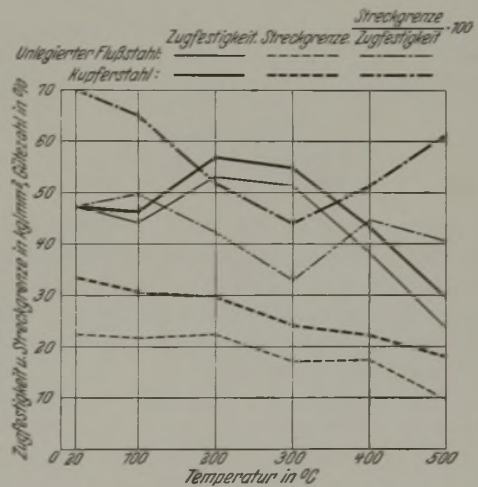


Abbildung 2. Festigkeitseigenschaften geglühter 20-mm-Bleche bei höheren Temperaturen.

die ihrer Festigkeit nach den untersuchten Blechen aus Kupferstahl entsprechen, liegt das prozentuale Verhältnis von Streckgrenze : Festigkeit um mehr als 12 % tiefer. Auch die Kerbzähigkeit (Schlagquerschnitt 15 x 15 mm) liegt höher als die vom unlegierten Werkstoff, während die Dehnung annähernd dieselbe ist.

Die Erhöhung der Streckgrenze durch Zulegierung von Kupfer ist praktisch bereits bei dem Union-Baustahl mit 0,6 bis 0,8 % Cu verwertet worden, dem zur Erhöhung der Zähigkeit etwa noch 0,4 % Cr zulegiert wird. Bei dem Union-Baustahl werden die von der Reichsbahn für St 52 verlangten Bedingungen ohne Schwierigkeiten erreicht; er hat aber gegenüber dem Silizium-Baustahl den Vorteil der höheren Korrosionsbeständigkeit sowie der größeren Gleichmäßigkeit und besseren Oberflächenbeschaffenheit. Ein außerordentlich

³⁾ St. u. E. 20 (1900) S. 536/41 u. 583/90.

⁴⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 9 (1927) S. 339.

Zahlentafel 3. Festigkeitseigenschaften geglühter 20-mm-Bleche bei höheren Temperaturen.

Eigenschaften	Versuchstemperatur											
	20°		100°		200°		300°		400°		500°	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Streckgrenze kg/mm ²	22,6	33,4	21,9	30,2	22,4	29,6	16,9	24,1	17,2	22,2	9,6	18,1
Zugfestigkeit kg/mm ²	47,5	47,4	44,2	46,5	52,8	57,0	51,4	54,8	38,5	43,5	23,8	29,6
Streckgrenze . 100 %	47,6	70,3	49,7	65,0	42,3	51,8	32,9	43,5	44,7	51,0	40,3	61,2
Zugfestigkeit %	20,7	26,0	15,5	18,3	12,4	17,2	22,4	22,5	21,6	28,5	26,4	26,7
Dehnung ($\epsilon = 11,3 \cdot \sqrt{f}$) . . . %	55,7	61,0	54,0	45,5	39,6	42,3	48,0	40,6	59,9	52,5	72,0	48,2
Einschnürung %												
					O	Si	Mn	P	S	Cu		
A: Unlegierter Flußstahl. Zusammensetzung:					0,29	Sp.	0,60	0,026	0,036	0,14	%	
B: Kupferstahl. „					0,11	0,16	0,65	0,011	0,036	0,85	%	

Zahlentafel 4. Festigkeitseigenschaften von Blechen aus Kupferstahl.

Eigenschaften	Walzzustand			Walzzustand und bei 650° geglüht			Normalisiert			Normalisiert und bei 650° geglüht		
	Blechstärke in mm											
	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Streckgrenze kg/mm ²	31,7	30,9	30,6	32,8	32,8	32,2	32,7	32,7	33,4	31,8	30,7	33,2
Zugfestigkeit kg/mm ²	47,4	46,3	45,6	44,2	43,2	43,1	47,9	47,2	47,4	44,6	42,8	44,1
Streckgrenze . 100 %	67	67	67	74	76	73	68	69	70	71	72	75
Zugfestigkeit %	23,0	26,0	26,9	23,1	24,3	23,4	22,9	24,9	26,0	22,3	24,3	26,5
Dehnung %	55,0	60,7	58,3	60,4	63,4	61,9	56,3	62,8	61,0	65,2	66,1	65,7
Einschnürung %												
	Kerbzähigkeit in mkg/cm ²											
Anlieferungszustand	19,8	20,3	16,7	24,3	22,9	20,2	23,9	22,7	21,2	24,4	24,0	24,3
Gealtert	14,5	11,0	1,8	18,4	11,2	8,0	16,4	12,7	11,6	18,0	13,6	13,6
Abnahme %	27	46	89	24	51	60	31	44	45	26	48	44
	Kerbschlagprobe.											
Zerreißprobe.	20 mm Blech: 15 × 15 mm Schlagquerschnitt.											
Meßlänge: $\epsilon = 11,3 \cdot \sqrt{f}$;	15 „ „ 15 × 15 „ „											
Querschnitt: 20 × 10 mm.	10 „ „ 15 × 10 „ „											

günstiges Streckgrenzenverhältnis wird auch bei Rohren aus Kupferstahl erzielt. So wurden bei einem nahtlosen gepilgerten Rohre der Abmessung 106 × 4 mm mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,16 % und einem Kupfergehalt von 1 % folgende Festigkeitseigenschaften ermittelt:

Streckgrenze	Festigkeit	Dehnung	Einschnürung
kg/mm ²	kg/mm ²	%	%
47,4	59,2	27,6	56,2

Das Verhältnis von Streckgrenze zu Festigkeit beträgt hier somit 80% gegenüber 60 bis 70% bei Kohlenstoffstahl. Die Tatsache, daß bei Kupferstählen das Verhältnis von Streckgrenze zu Festigkeit so günstig ist, ist um so bedeutungsvoller, als die Ueberlegenheit auch bei höheren Temperaturen bestehen bleibt. In *Zahlentafel 3* sowie in der schaubildlichen Darstellung der *Abb. 2* sind die Ergebnisse von Warmzerreißversuchen an 20-mm-Blechen aus unlegiertem Flußstahl (nach F. Körber und A. Pomp) und aus Kupferstahl gleicher Ausgangsfestigkeit wiedergegeben. Die Ueberlegenheit in der Warmstreckgrenze (0,2-Grenze) sowie das auch bei höheren Temperaturen günstigere Streckgrenzenverhältnis gehen aus den Ergebnissen klar hervor, eine Feststellung, die dem Kupferstahl zweifellos noch manche Anwendungsgebiete, vor allem im Kesselbau, eröffnen dürfte.

Die Festigkeitsprüfung, die an Blechen aus Kupferstahl durchgeführt wurde, beschränkte sich nicht nur auf den Walzzustand, sondern es wurden auch Versuche unternommen, die Festigkeitseigenschaften durch eine Glüh- und Anlaßbehandlung zu verbessern.

Zu diesem Zwecke wurden vom Fußende der aus der Schmelze A gewalzten 10-, 15- und 20-mm-Bleche Abschnitte entnommen, deren Festigkeitseigenschaften nach folgender Behandlung ermittelt wurden:

1. Walzzustand,
2. 6 h bei 650° geglüht,
3. normalisiert (1 h bei 900° geglüht),
4. normalisiert, an der Luft auf etwa Raumtemperatur abgekühlt, 6 h bei 650° geglüht.

Durch die Glühung bei 650° wird, wie späterhin noch näher erläutert wird, im Ueberschuß gelöstes Kupfer zur Ausscheidung gebracht und das Phasengleichgewicht hergestellt.

Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung sind in *Zahlentafel 4* zusammengestellt. Zu den Ergebnissen ist folgendes zu bemerken:

Durch die Glühung bei 900° ist, wie zu erwarten war, besonders bei den dickeren Blechen eine Steigerung von Streckgrenze und Festigkeit eingetreten, während durch die Glühung bei 650° auffallenderweise eine Zunahme der Streckgrenze, dagegen eine Abnahme der Festigkeit bei allen Blechstärken gegenüber dem Walzzustand herbeigeführt wurde. Diese Aenderung der Festigkeitseigenschaften bedingt naturgemäß eine Verschiebung des Verhältnisses von Streckgrenze: Festigkeit nach oben, so daß in allen Fällen eine Verhältniszahl von über 70 % erreicht wurde, ein Wert, der bei unlegiertem Werkstoff nur durch eine Vergütung (Abschrecken und Anlassen) erzielt werden kann. Die Abnahme der Festigkeit durch Glühung bei 650° tritt auch bei den normalisierten Blechen

ein. Bemerkenswert sind ferner die Werte der Kerbschlagprüfung im Anlieferungs- und gealterten Zustand (10 % gereckt, auf 250° angelassen). Aus den angeführten Kerbschlagwerten geht hervor, daß im Siemens-Martin-Ofen erschmolzener Kupferstahl guten Reinheitsgrades eine wesentlich geringere Alterungsempfindlichkeit zeigt als üblicher unlegierter Werkstoff. Diese auch an anderen Schmelzungen festgestellte Tatsache äußert sich darin, daß die bei einer tieferen Endtemperatur gewalzten dünneren Bleche schon im Walzzustand alterungsunempfindlich sind, während bei den dickeren 20-mm-Blechen die im Walzzustand vorhandene Alterungsempfindlichkeit durch Glühung behoben wird. Die an Blechen aus Kupferstahl ermittelten Festigkeitseigenschaften dürften unter Berücksichtigung der erhöhten Korrosionsbeständigkeit besonders für den Schiffbau beachtenswert sein.

Bei den Versuchen, die Festigkeitseigenschaften von Kupferstahl durch Wärmebehandlung zu beeinflussen, ergaben sich überraschende Ergebnisse beim Anlassen auf Temperaturen zwischen 500 und 550°. So wurden an einem Abschnitt des 20-mm-Blechtes der Schmelze A vor und nach dem Anlassen folgende Festigkeitseigenschaften ermittelt:

	Zugfestigkeit kg/mm ²	Streckgrenze kg/mm ²	Dehnung %	Kerzbähigkeit mkg/cm ²
Anlieferung	46,0	30,5	25,0	17,5
Angelassen	58,8	43,5	15,5	7,2

Es tritt somit eine Anlaßhärtung ein, bei der gegenüber dem Walzzustand eine Zunahme der Festigkeit um 28 % und der Streckgrenze um 45 % erreicht wird, während die Dehnung um 32 % und die Kerzbähigkeit um 58 % abnimmt.

Um das Wesen der Anlaßhärtung von Kupferstahl zu klären, wurden planmäßige Untersuchungen an Streifen aus Universaleisen von 20 mm Stärke durchgeführt, die aus Blöcken einer im Elektroofen hergestellten Schmelze (Schmelze E) folgender Zusammensetzung gewalzt worden waren:

C	Si	Mn	P	S	Cu
%	%	%	%	%	%
0,08	0,03	0,41	0,017	0,010	1,01

Das Ergebnis dieser Versuche ist in Abb. 3 graphisch aufgetragen. Man erkennt, daß bei Anlaßtemperaturen von 450° an Streckgrenze und Festigkeit stark zunehmen, um bei Temperaturen von 550° den Höchstwert zu erreichen. Bei höheren Temperaturen wird die Steigerung von Streckgrenze und Festigkeit immer geringer, so daß bei etwa 700° überhaupt keine Anlaßwirkung mehr festzustellen ist. Entsprechend der Steigerung der Festigkeit nehmen Dehnung und Kerzbähigkeit ab.

Eine derartig durch Anlassen bewirkte Aenderung der Festigkeitseigenschaften wurde zuerst an Metallegierungen (Duralumin) beobachtet und ist auch an weichem Flußstahl von G. Masing⁵⁾ und W. Köster⁶⁾ festgestellt worden. Es lag also die Schlußfolgerung nahe, daß auch bei Kupferstahl diese Erscheinung auf einen Veredlungsvorgang im Sinne des Duralumins zurückzuführen ist. Diese Annahme konnte durch die im folgenden beschriebenen Versuche sowie durch Untersuchungen von H. Buchholtz und W. Köster⁷⁾ voll und ganz bestätigt und der Nachweis erbracht werden, daß es sich um Löslichkeitsänderungen im System Eisen-Kupfer handelt.

Voraussetzung für die Ausscheidungshärtbarkeit von Legierungen ist das Vorhandensein übersättigter Mischkristalle. α -Eisen hält nach Buchholtz und Köster⁷⁾ bei Zimmertemperatur bis 0,5% Cu in Lösung. Beträgt der Kupfergehalt mehr als 0,5%, so muß sich, wenn das Gleichgewicht der Phasen bestehen bleiben soll, Kupfer längs der Löslichkeitslinie ausscheiden. Wie im folgenden nachgewiesen wird, findet eine der Löslichkeitslinie entsprechende Ausscheidung von Kupfer nur bei ungewöhnlich langer Abkühlungsdauer statt. Bei normaler Abkühlung an der Luft hält das α -Eisen stets mehr Kupfer in Lösung, als dem Gleichgewicht entspricht, d. h. es befindet sich im Zustand der Uebersättigung. Es besteht somit ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den bisher bekannten veredelbaren Legierungen und dem Kupferstahl. Während bei den ersten eine Uebersättigung nur durch eine

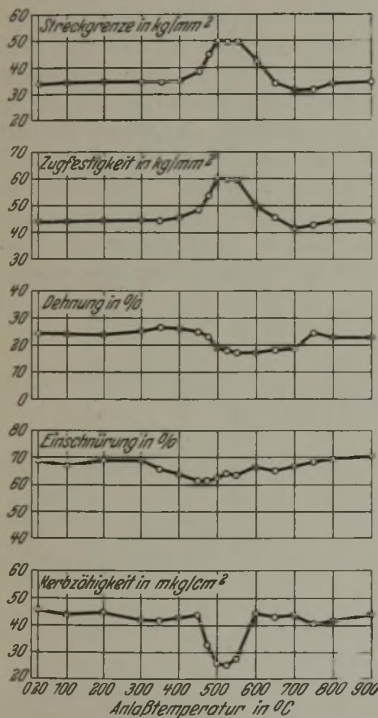


Abbildung 3. Festigkeitseigenschaften eines 1prozentigen Kupferstahles in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur.

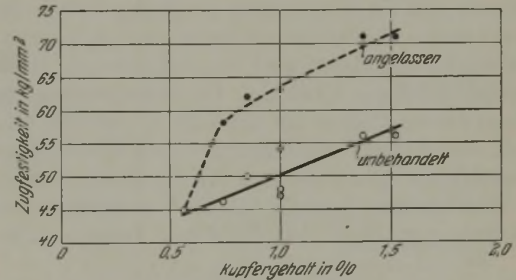


Abbildung 4. Einfluß des Kupfergehaltes auf die Zugfestigkeit im unbehandelten und angelassenen Zustand.

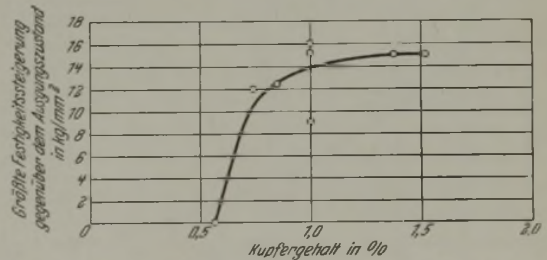


Abbildung 5. Einfluß des Kupfergehaltes auf die größte Festigkeitssteigerung nach dem Anlassen.

beschleunigte Abkühlung (Abschrecken) erreicht werden kann, tritt sie bei Stählen mit mehr als 0,6% Cu bereits bei üblicher Abkühlung an der Luft ein. Diese Tatsache ist zweifellos von großer Bedeutung; gestattet sie doch, die Ausscheidungshärtung auch an solchen Teilen vorzunehmen, bei denen eine Abschreckung aus konstruktiven Gründen nicht möglich ist oder zum mindesten eine Gefährdung des Konstruktionselementes (Eigenspannung, Risse) bedingt. Der Vorgang der Ausscheidungshärtung beruht nun darauf, daß sich der im Ueberschuß gelöste Stoffanteil bei erhöhten Temperaturen wieder ausscheidet, da jede instabile Legierung das

⁵⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 185/96.

⁶⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 503/22.

⁷⁾ Siehe S. 687/95 dieses Heftes.

Bestreben hat, in den Gleichgewichtszustand zurückzu-kehren. Nach der Theorie von P. D. Merica und R. G. Wal-tenberg⁹⁾ findet die Ausscheidung zunächst in hochdis-penser Form statt, wodurch eine Steigerung von Streck-grenze und Festigkeit hervorgerufen wird. Bei längerer An-laßdauer tritt eine Zusammenballung der ausgeschiedenen Teilchen ein, die in dieser Größenordnung keine Verfestigung hervorrufen. Diese bei allen veredelbaren Legierungen grundsätzlichen Erscheinungen konnten auch an kupferhaltigem Stahl nachgewiesen werden. Eine Ueber-sättigung des α -Eisens und damit die Voraussetzung für die Fähigkeit zur Ausscheidungshärtung kann nach dem Zu-standsschaubild nur eintreten, wenn der Kupfergehalt des Stahles mehr als 0,5% beträgt. In der Tat konnte an einer Reihe von Versuchsschmelzen mit gleichem Kohlenstoff-, aber steigendem Kupfergehalt festgestellt werden, daß eine Anlaßwirkung erst bei einem Kupfergehalt oberhalb 0,6% merkbar in Erscheinung tritt. Abb. 4 gibt die Festigkeit der untersuchten Kupferstähle vor und nach dem Anlassen bei 525° wieder, während in Abb. 5 die durch das Anlassen er-reichte Festigkeitssteigerung aufgetragen ist. Man erkennt, daß die Anlaßwirkung bei 1,3% Cu ihren Höchstwert er-reicht, woraus zu folgern ist, daß das α -Eisen bei Luftab-kühlung bis zu 1,3% Cu in Lösung zu halten vermag.

Zweifelsohne hängt der Grad der erreichten Uebersätti-gung von der Abkühlungsgeschwindigkeit ab, und es ist anzunehmen, daß bei Abschreckung der Betrag des im α -Eisen gelösten Kupfers noch größer sein wird. Andererseits muß die Uebersättigung und damit auch die Anlaßwirkung bei ver-langsamter Abkühlung abnehmen. Um diese Annahme nach-zuprüfen, wurden Proben der Schmelze E auf 900° erhitzt und mit verschiedener Abkühlungsgeschwindigkeit im Ofen auf Zimmertemperatur abgekühlt. An den Proben wurde die durch zweistündiges Anlassen auf 525° erreichbare Festig-keitssteigerung ermittelt. Aus Abb. 6 geht hervor, daß bis zu

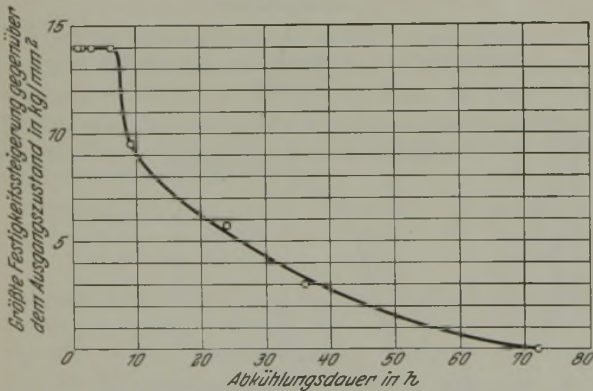


Abbildung 6. Einfluß der Abkühlungsdauer des oberhalb 7A₃ geglühten 1prozentigen Kupferstahles auf die Festigkeitssteigerung nach dem Anlassen.

einer Abkühlungsdauer von 6 h immer die gleiche Steigerung von 14 kg/mm² ermittelt wurde. Bei längerer Abkühlungs-dauer nimmt die Steigerung ab, um bei 72 h den Wert Null zu erreichen. Bei dieser Abkühlungsdauer findet somit die Ausscheidung des Kupfers längs der Löslichkeitslinie statt, so daß sich ein derart langsam abgekühlter Kupferstahl im Gleichgewichtszustand befindet.

Für die praktische Auswertung der Anlaßwirkung bei Kupferstahl ist die Klärung folgender Fragen von Bedeutung:

1. Wie äußert sich die Anlaßwirkung bei verschiedenen Temperaturen?

⁹⁾ Scient. Papers Bur. Standards 15 (1919) S. 105/19.

2. Welche Aenderungen der Festigkeitseigenschaften treten mit zunehmender Anlaßdauer ein?

Zu diesem Zwecke wurde folgender Versuch durchgeführt:

Proben der Schmelze E wurden verschieden lange bis zu 120 h auf bestimmte Temperaturen angelassen und die nach den einzelnen Zeiten erzielte Anlaßwirkung durch Messung der Brinellhärte ermittelt. Das Ergebnis dieser Versuche ist in Abb. 7 graphisch dargestellt. Aus dieser Darstellung ist zu entnehmen, daß bis zu 380° selbst nach einer Anlaßdauer von 120 h keine Aenderung der Härte festzustellen ist. Von 400° an tritt eine Steigerung der Brinellhärte ein; die Ausscheidung geht aber so träge vor sich, daß das Maximum der Härtesteigerung nach 120 h noch nicht erreicht ist. Eine weitere Steigerung der Anlaßtemperatur bewirkt einen immer schnelleren Verlauf der Ausscheidung. Bei 450° ist der Höchstwert der Härtesteigerung nach 9 h, bei 500° nach 3½ h, bei 550° nach 1 h, bei 600° nach 15 min und bei 650° nach 5 min erreicht, und zwar nimmt die Größe des Höchstwertes mit steigender Anlaßtemperatur ab. Bei 700° wird überhaupt keine Anlaßwirkung mehr erreicht. Diese Erscheinung dürfte darauf zurückzuführen sein, daß bei höheren Temperaturen der Vorgang der Zusammenballung bereits während der Ausscheidung der hochdispersen Kupferteilchen einsetzt.

Ein Maßstab für die Geschwindigkeit, mit der die Zu-sammenballung der ausgeschiedenen Kupferteilchen statt-findet, ist die Zeit, in der die Ausgangsfestigkeit wieder er-reicht wird. Dies ist bei 500° nach 60 h, bei 550° nach 25 h, bei 600° nach 7 h und bei 650° nach 2 h der Fall. Nach diesen Anlaßzeiten ist das im Ueberschuß gelöste Kupfer vollständig globular zur Ausscheidung gebracht. In diesem Zustand kann, da die α -Kristalle nicht mehr übersättigt sind, durch Ausscheidung keine Härtung eintreten. Um einen im Gleichgewichtszustand befindlichen Kupferstahl wieder ausscheidungshärtbar zu machen, muß dieser auf Tem-peraturen erhitzt werden, bei denen wieder eine erhöhte

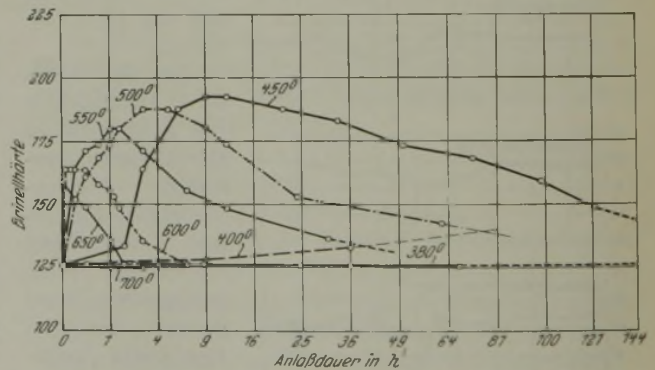


Abbildung 7. Brinellhärte eines 1prozentigen Kupferstahles in Abhängigkeit von der Anlaßdauer bei verschiedener Anlaßtemperatur.

Lösungsfähigkeit des α -Eisens für Kupfer eintritt. Nach dem Zustandsschaubild ist dies bei Temperaturen von 600° auf-wärts der Fall. Nach Luftabkühlung von Temperaturen oberhalb 600° muß also wieder eine Uebersättigung und damit Ausscheidungshärtbarkeit eintreten. Diese Annahme wird durch folgenden Versuch vollauf bestätigt:

Proben der Schmelze E wurden durch 6stündiges Glühen bei 650° in den Gleichgewichtszustand gebracht, so daß eine Anlaßwirkung bei 500 bis 550° nicht in Erscheinung trat. Die Proben wurden bei verschiedenen Temperaturen von 600° aufwärts geglüht und nach Abkühlung an der Luft 1½ h bei 525° angelassen. Die Steigerung der Brinellfestigkeit ist in Abb. 8 aufgetragen; man erkennt, daß bei 600° noch keiner-

lei Anlaßwirkung eingetreten ist, sondern daß sie erst bei Temperaturen zwischen 700 und 750° eintritt, und zwar nimmt sie oberhalb 700° sehr rasch, oberhalb 750° nur sehr langsam zu.

Aus den vorstehend beschriebenen Versuchen sind folgende Schlußfolgerungen zu ziehen:

1. Stähle mit einem Kupfergehalt von mehr als 0,6 % sind vergütbar, sofern sie nicht durch ungewöhnlich lange Abkühlung bzw. durch eine besondere Glühbehandlung vorher in den Gleichgewichtszustand gebracht worden sind.

2. Die größte Anlaßwirkung wird erreicht bei einer Temperatur von 450 bis 500° und einer Anlaßdauer von 4 bis 8 h. Bei einer Anlaßtemperatur von 500 bis 550° genügt eine Anlaßdauer von 1 bis 3 h, jedoch ist die erreichte Steigerung der Festigkeit nicht ganz so groß wie bei einer Anlaßtemperatur von 450 bis 500°.

3. Bis zu einer Anlaßtemperatur von etwa 390° waren bei dem untersuchten Stahl keine Änderungen der Festigkeitseigenschaften festzustellen.

Die letzte Feststellung ist praktisch von Bedeutung, und zwar um so mehr, als sie auch für den vergüteten Stahl zutrifft. So konnten bei einem durch Anlassen gehärteten

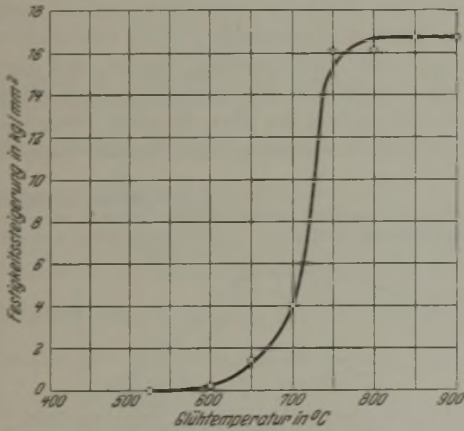


Abbildung 8. Einfluß der Glühtemperatur auf die größte Festigkeitssteigerung nach dem Anlassen bei 525°.

Kupferstahl nach einer Anlaßdauer von 4 Wochen bei einer Temperatur von 390° keinerlei Änderungen der Festigkeitseigenschaften festgestellt werden. Kupferstähle können somit auch im vergüteten Zustand für Konstruktionsteile, die erhöhten Temperaturen ausgesetzt sind, verwendet werden, sofern diese 400° nicht übersteigen. Diese Tatsache dürfte besonders für den Dampfkesselbau von Bedeutung sein.

Der Umstand, daß die Anlaßwirkung durch Löslichkeitsänderung der α -Mischkristalle bewirkt wird, führt zu der Folgerung, daß bei höhergekohltem Eisen, d. h. bei abnehmendem Anteil der α -Kristalle, sich auch die Anlaßwirkung vermindert. In welchem Maße dies der Fall ist, zeigt Abb. 9, aus der hervorgeht, daß die bei einem 1prozentigen Kupferstahl erreichte Festigkeitssteigerung von 20 kg/mm² bei 0,05 % C auf etwa 10 kg/mm² bei 0,3 % C heruntergeht.

Die bisher geschilderten Versuche zwecks Klärung der Ausscheidungshärtbarkeit von Kupferstahl sind laboratoriumsmäßig an einer Schmelzung von 5 t im Elektroofen durchgeführt worden. Um einen Anhalt darüber zu bekommen, wie sich das beschriebene Verfahren betriebsmäßig durchführen läßt, wurde folgender Großversuch durchgeführt:

Aus Blöcken der Siemens-Martin-Schmelze A mit einem Kupfergehalt von 0,85 % wurden Bleche von 10, 15 und 20 mm Stärke in der Weise ausgewalzt, daß die Walzung bis

Zahlentafel 5. Festigkeitseigenschaften von Blechen aus angelassenem Kupferstahl.

Blechstärke mm	Bezeichnung	Zugfestig. kg/mm²	Streckgrenze kg/mm²	Streckgr. Festigkeit × 100 %	Dehnung %	Kerbzähig. mkg/cm²
10	Höchster Wert	63,6	54,2	85	17,5	16,0
	Niedrigster Wert	61,2	51,1	83	16,0	13,8
15	Höchster Wert	61,3	48,5	79	18,0	15,4
	Niedrigster Wert	59,1	44,5	75	16,5	12,1
20	Höchster Wert	60,8	47,6	78	18,0	17,1
	Niedrigster Wert	56,8	43,1	76	16,0	13,7

auf doppelte Blechstärke oberhalb 900°, die Endwalzung unterhalb 900° stattfand. Der Zweck dieses Verfahrens soll im folgenden noch erläutert werden. Die Endtemperatur der Auswalzung lag in allen Fällen oberhalb 750°. Die Bleche wurden sodann in einem großen Glühofen langsam auf 500°

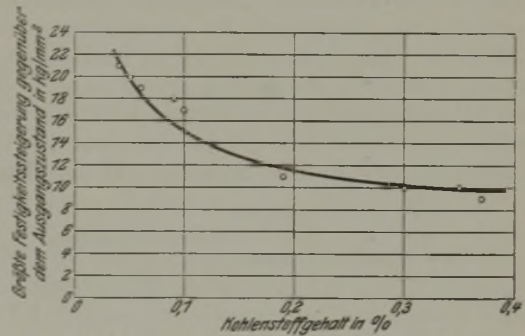


Abbildung 9. Einfluß des Kohlenstoffgehaltes auf die größte Festigkeitssteigerung nach dem Anlassen.

erwärmt und 1 h bei dieser Temperatur angelassen. Von den Enden und aus der Mitte der Bleche wurden Zerreiß- und Kerbschlagproben an verschiedenen Stellen in der Längsrichtung entnommen. Die bei der Festigkeitsprüfung ermittelten höchsten und niedrigsten Werte sind in Zahlentafel 5 zusammengestellt. Aus dem verhältnismäßig geringen Unterschied der Festigkeitszahlen ist zu ersehen, daß die Anlaßwirkung überall gleichmäßig eingetreten ist. In Zahlentafel 6 sind die Mittelwerte der Festigkeitseigenschaften mit den sich aus Zahlentafel 1 ergebenden Mittelwerten der normal gewalzten und nicht angelassenen Bleche der Schmelze A vergleichsweise gegenübergestellt. Die Zahlen kennzeichnen die ungewöhnliche Zunahme von Streckgrenze und Festigkeit durch die Anlaßbehandlung. In allen Fällen wird ein Streckgrenzenverhältnis erreicht, wie es bisher bei weichem, unlegiertem Stahl nur durch eine Vergütung, d. h. durch Abschreckung in Wasser erzielt werden konnte. Auffallend ist die geringe Abnahme der Dehnung und Kerbzähigkeit. Diese letzte Tatsache ist auf die Walzung unterhalb A_3 zurückzuführen. Wie bereits Köster bei der Ausscheidungshärtung von Kohlenstoffstählen feststellen konnte, wird durch die Ausscheidung in hochdisperser Form der Steilabfall der Kerbzähigkeit nach höheren Temperaturen hin verschoben. Diese Feststellung trifft, wie aus Abb. 10 zu ersehen ist, auch für Kupferstahl zu. Durch Verformung unterhalb A_3 wird nun der Steilabfall nach tieferen Temperaturen verschoben, und zwar tritt diese Verschiebung bei den angelassenen Proben auffallenderweise in viel stärkerem Maße ein als bei den nicht angelassenen.

Zahlentafel 6. Vergleichende Zusammenstellung der Festigkeitseigenschaften von Blechen aus Kupferstahl vor und nach der Anlaßbehandlung.

Eigenschaften	Blechstärke in mm								
	10			15			20		
	Walz-zustand	Ange-lassen	Unter-schied %	Walz-zustand	Ange-lassen	Unter-schied %	Walz-zustand	Ange-lassen	Unter-schied %
Streckgrenze kg/mm ²	32,5	52,5	+ 62	31,0	46,5	+ 50	36,5	45,0	+ 48
Zugfestigkeit kg/mm ²	48,0	62,5	+ 30	46,5	60,0	+ 29	45,5	58,8	+ 29
Streckgrenze . 100 % Zugfestigkeit	68	84	+ 24	67	78	+ 16	67	76	+ 13
Dehnung %	23,5	16,8	- 29	26,2	17,3	- 34	25,5	17,0	- 33
Kerbzähigkeit mkg/cm ²	16,0	15,4	- 4	18,0	13,8	- 23	19,0	15,4	- 19

5 mm tiefem Rundkerb von 2 mm Dmr.; die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus je drei Proben. An Hand der angeführten Zahlen läßt sich die durch das Anlassen bewirkte Steigerung von Streckgrenze und Festigkeit erkennen. Auch im vorliegenden Falle wird eine Streckgrenze oder ein Streckgrenzenverhältnis durch die Anlaßbehandlung erreicht, das vergüteten Stählen entspricht. Die erreichte Dehnung und Einschnürung sind als gut zu bezeichnen. Weniger befriedigend ist dagegen die Kerbzähigkeit; allerdings muß dabei berücksichtigt werden, daß sie an kleinen Proben mit einem Schlagquerschnitt von 10 × 5 mm ermittelt wurde. Nach Versuchen des Forschungsinstituts der Vereinigten Stahlwerke, Dortmund, kann jedoch die Kerbzähigkeit durch Zulegieren geringer Mengen Chrom erheblich gesteigert werden.

Das beschriebene Verfahren ermöglicht es, Baustähle und Bleche mit Festigkeitseigenschaften herzustellen, die bisher ohne Vergütung nicht erreichbar waren. Der Verwendung als Baustahl dürfte jedoch der Umstand hemmend im Wege stehen, daß Schweißarbeiten nicht vorgenommen werden können, da bei erhöhten Temperaturen der veredelte Kupferstahl wieder weich wird. Von größerer Bedeutung ist die Veredlung von Kupferstahl für die Herstellung von Schmiedestücken, besonders wenn, wie es fast immer der Fall ist, die Entstehung von inneren Spannungen bei dem normalen Vergütungsverfahren zu befürchten ist, oder wenn es sich um verwickeltere Teile handelt, bei denen ein Verziehen unbedingt vermieden werden muß. Alle diese Nach-

Bei der durch Ausscheidungshärtung vergüteten Welle aus Kupferstahl konnten gegenüber normal vergüteten Schmiedestücken zwei erhebliche Vorteile festgestellt werden. Zunächst konnte nachgewiesen werden, daß die Anlaßhärtung über den ganzen Querschnitt der Welle gleichmäßig eintritt, so daß auch in der Mitte dieselben Festigkeitseigenschaften festgestellt wurden wie am Rande. Diese Tatsache

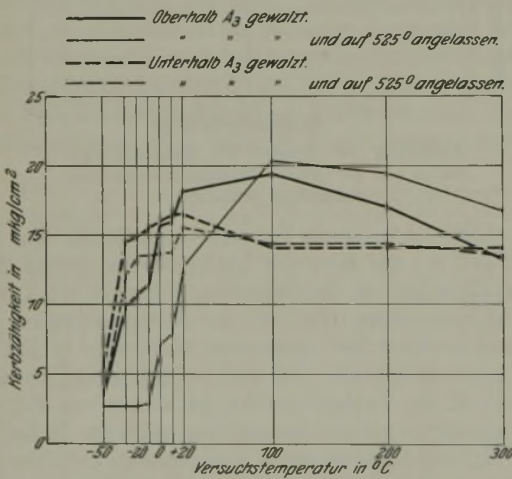


Abbildung 10. Kerbzähigkeits-Temperatur-Kurven von Kupferstahlblechen (0,85%) in Abhängigkeit von der Art der Verformung (Probenform: 160 × 30 × 15).

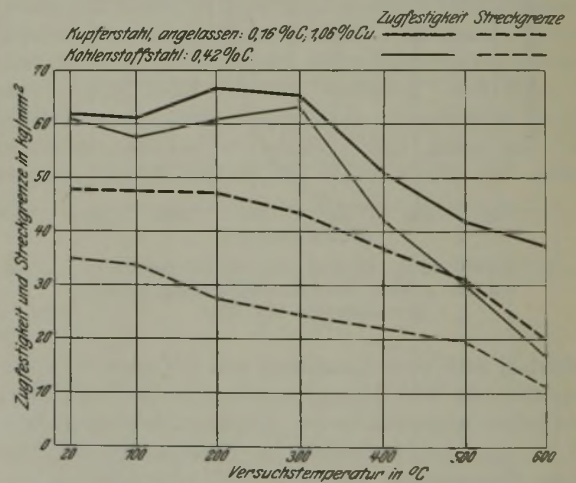


Abbildung 11. Warmfestigkeit von Blechen aus angelassenem Kupfer- und Kohlenstoffstahl annähernd gleicher Ausgangsfestigkeit.

teile kommen bei der Veredlung durch Anlassen nicht in Frage, im Gegenteil wird bei den anzuwendenden Temperaturen noch eine Beseitigung etwaiger Schmiedespannungen erreicht.

In Erkenntnis der Bedeutung des Verfahrens für die Schmiedetechnik wurde folgender Versuch durchgeführt: Ein 2½-t-Block der Schmelze A wurde zu einer 7 m langen abgesetzten Welle mit Durchmessern von 300, 200 und 100 mm ausgeschmiedet. Die Welle wurde sodann 5 h bei einer Temperatur von 450 bis 500° angelassen. Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung, die vom Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke A.-G. durchgeführt wurde, sind auszugsweise in Zahlentafel 7 aufgeführt. Die Festigkeitsproben sind aus der Randzone der Welle entnommene Längsproben; die Kerbschlagproben hatten die Abmessung 10 × 10 × 60 mm mit

Zahlentafel 7. Festigkeitseigenschaften einer abgesetzten Welle aus Kupferstahl vor und nach dem Anlassen.

Eigenschaften	Durchmesser in mm					
	100		200		300	
	Anlie-ferung	Ange-lassen	Anlie-ferung	Ange-lassen	Anlie-ferung	Ange-lassen
Streckgrenze kg/mm ²	36,0	46,5	32,5	43,8	31,8	41,2
Zugfestigkeit kg/mm ²	49,3	58,2	47,3	58,5	46,8	54,6
Streckgrenze . 100 % Zugfestigkeit	73	80	69	75	69	75
Dehnung %	24,6	19,6	25,2	20,0	25,8	17,4
Einschnürung . . %	65	59	65	59	66	57
Kerbzähigkeit mkg/cm ²	10,4	6,0	9,5	4,6	9,3	3,3

ist besonders für schwere Schmiedestücke mit großem Durchmesser von Bedeutung, bei denen sich selbst bei Verwendung hochlegierter, ungleich teurerer Stähle eine gleichmäßige Vergütung bis in den Kern hinein nur schwer erreichen läßt. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Schwingungsfestigkeit des angelassenen Kupferstahles. Entsprechend der hohen Streckgrenze ergaben die aus der Randzone der Welle (300 mm Dmr.) entnommenen Proben die hohe Schwingungsfestigkeit von

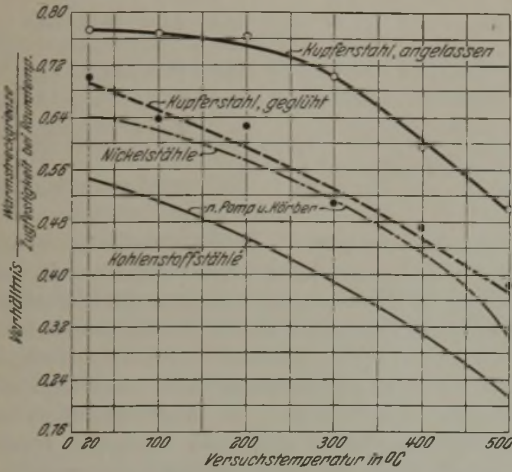


Abbildung 12. Verhältnis der Warmstreckgrenze zur Zugfestigkeit bei Raumtemperatur von Kesselblechen.

27 kg/mm². Dieser Wert entspricht einer Verhältniszahl von Schwingungsfestigkeit zu Zugfestigkeit von $\frac{\sigma_D}{\sigma_B} = 0,58$, eine Zahl, die bei Kohlenstoffstahl gleicher Festigkeit bei weitem nicht erreicht wird. Nach dem Anlassen steigt die Schwingungsfestigkeit auf 34 kg/mm² und das Verhältnis $\frac{\sigma_D}{\sigma_B}$ auf

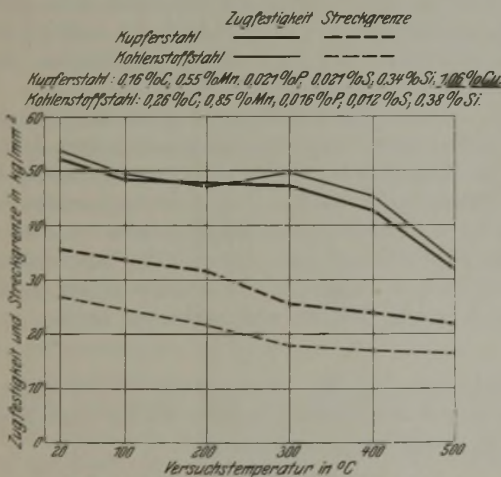


Abbildung 13. Warmfestigkeit von Stahlguß aus Kupfer- und Kohlenstoffstahl mit annähernd gleicher Ausgangsfestigkeit.

0,62. Während bei den veredelbaren Leichtmetallen und bei vergüteten Stählen meist eine Abnahme der Verhältniszahl Schwingungsfestigkeit: Zugfestigkeit gegenüber dem Ausgangszustand festgestellt wird, findet somit bei der Anlaßhärtung eine Zunahme statt.

Von Bedeutung ist ferner die Tatsache, daß auch bei angelassenem Kupferstahl das hohe Streckgrenzenverhältnis bei erhöhten Temperaturen bestehen bleibt. In welchem Maße der angelassene Kupferstahl einem Kohlenstoffstahl annähernd gleicher Ausgangsfestigkeit überlegen ist, zeigt Abb. 11, so daß für alle Fälle, bei denen eine Beanspruchung

über Temperaturen von 400° hinaus nicht in Frage kommt, die Verwendung angelassenen Kupferstahles angebracht erscheint. Nach F. Körber und A. Pomp⁹⁾ ist das Ver-

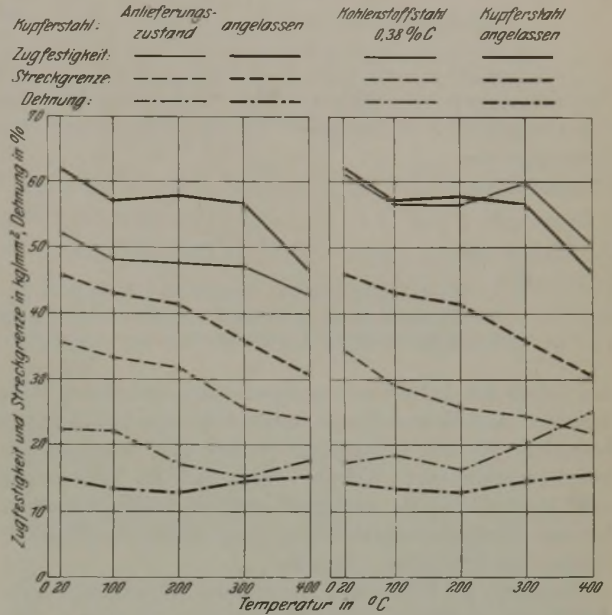


Abbildung 14. Festigkeitseigenschaften von Stahlguß (Mittelwerte aus vier Proben).

hältnis von Warmstreckgrenze zu Zugfestigkeit bei Raumtemperatur unabhängig vom Kohlenstoffgehalt für die einzelnen Temperaturen annähernd konstant. In Abb. 12 sind diese Verhältniszahlen für Kohlenstoff- und Nickelstahl nach Körber und Pomp sowie für angelassenen und nicht angelassenen Kupferstahl aufgetragen. Diese Dar-

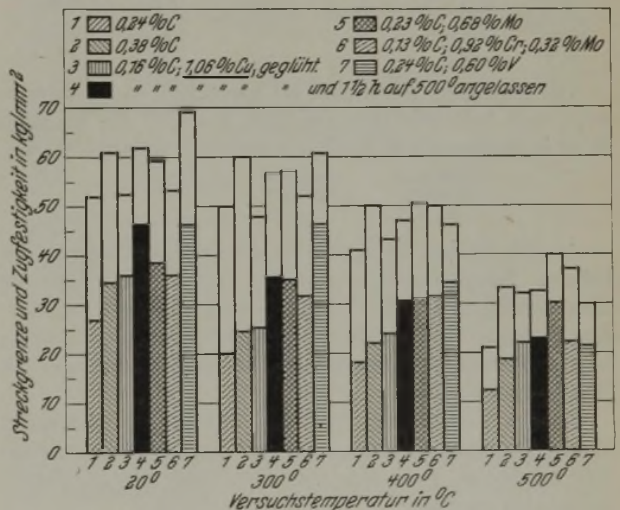


Abbildung 15. Warmfestigkeit von verschieden legiertem Stahlguß.

stellung zeigt, daß das Verhältnis für Kupferstahl höher liegt als bei Kohlenstoff- und Nickelstahl.

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, daß eine Verwendung angelassenen Kupferstahles besonders in solchen Fällen angebracht ist, wo eine Oel- oder Wasservergütung nicht möglich ist. Dieser Fall ist vor allem bei der Herstellung von Stahlgußteilen gegeben. Der Stahlgießer konnte sich die durch eine Vergütung erreichbare Verbesserung der Festigkeitseigenschaften von Stahl nur selten zunutze machen, weil verwickelt gestaltete Gußteile eine Abschreckung wegen

⁹⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 12 (1930) S. 13/22.

Zahlentafel 8. Festigkeitseigenschaften von Stahlguß.
(Mittelwerte aus 4 Proben.)

Eigenschaften	Versuchstemperatur														
	20°			100°			200°			300°			400°		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Streckgrenze . . . kg/mm ²	35,7	46,0	34,5	33,6	43,3	29,0	31,7	41,4	25,8	25,5	35,7	24,5	24,0	30,6	21,7
Zugfestigkeit . . . kg/mm ²	52,4	62,1	61,0	48,3	57,2	56,5	47,8	58,1	56,4	47,2	56,6	59,8	42,7	46,4	50,3
Streckgrenze / Zugfestigkeit 100 . . . %	68,1	74,1	56,6	69,5	75,8	51,3	66,3	71,3	47,5	53,1	63,1	40,8	56,3	65,8	43,2
Dehnung ($\epsilon = 11,3 \cdot \sqrt{f}$) %	22,5	15,0	17,6	22,1	13,9	18,5	17,3	13,0	16,3	15,3	14,6	20,3	18,0	15,6	25,3
Einschnürung . . . %	51,2	41,0	27,6	46,4	42,7	30,5	39,5	36,0	28,0	31,0	24,4	22,0	20,5	23,7	46,9

A: Kupferstahl geblüht. Zusammensetzung in %: 0,16 C; 0,55 Mn; 0,021 P; 0,021 S; 0,34 Si; 1,06 Cu.
 B: Kupferstahl geblüht und 1,5 h auf 500° angelassen. Zusammensetzung wie A.
 C: Kohlenstoffstahl geblüht. Zusammensetzung in %: 0,38 C; 0,65 Mn; 0,038 P; 0,012 S; 0,39 Si; 0,15 Cu.

der Gefahr des Auftretens von Spannungen und Rissen nicht zuließen. Aus diesem Grunde dürfte daher die Anlaßhärtung besonders für die Herstellung hochwertiger Stahlgußteile von Bedeutung sein. Welche Vorteile sich bei Verwendung von Kupferstahl als Stahlguß ergeben, zeigt folgender, bei den Vereinigten Stahlwerken, A.-G., Friedrich-Wilhelms-Hütte, durchgeführter Versuch:

In einem 5-t-Elektroofen wurde eine Schmelzung folgender Zusammensetzung hergestellt: 0,16 % C, 0,55 % Mn, 0,021 % P, 0,020 % S, 0,43 % Si, 1,06 % Cu.

Aus dieser Schmelzung wurde eine Reihe von Gußstücken hergestellt, die einwandfrei ausfielen. Außerdem wurden Probestücke zur Herstellung von Zerreiß- und Kerbschlagproben mitgegossen. Die Blöcke wurden zusammen mit den Gußstücken bei 900° geblüht und an der Luft abgekühlt. Die Festigkeitsprüfung (Mittelwerte aus drei Proben) hatte folgendes Ergebnis:

Streckgrenze kg/mm ²	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Einschnürung %	Kerbzähigkeit mkg/cm ²	Schlagquer-schnitt
35,7	52,4	22,5	51,2	12	15 × 15

Die erreichten Werte sind als vorzüglich zu bezeichnen, wenn man berücksichtigt, daß nach Din 1681 für Stahlguß St 52 in Sondergüte folgende Mindestwerte verlangt werden:

Streckgrenze kg/mm ²	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung %
25	52	16

In Abb. 13 sind die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung bei höheren Temperaturen, verglichen mit einem unlegierten Elektrostahlguß (nach Pomp)⁴⁾ annähernd gleicher Ausgangsfestigkeit, aufgetragen, eine Darstellung, die die überlegenen Festigkeitseigenschaften des Kupferstahles in der Wärme kennzeichnet.

Zwecks Feststellung der durch Anlassen eintretenden Festigkeitsänderung wurden einige Versuchsblöcke 2 h bei 500° angelassen. Nach dem Anlassen wurden folgende Festigkeitszahlen ermittelt:

Streckgrenze kg/mm ²	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Einschnürung %	Kerbzähigkeit mkg/cm ²
46,0	62,0	15,5	41	9,0

Nach dem Anlassen entspricht der Stahlguß in seiner Festigkeit der Din-Güte Stg 60.81. Die für diese Güte verlangte Mindestdehnung von 8 % wird somit erheblich überschritten, auch die Kerbzähigkeit von 9 mkg/cm² ist für einen Stahl von 62 kg/mm² Festigkeit als sehr günstig zu bezeichnen.

Um einen Vergleich mit einem unlegierten Stahlguß gleicher Festigkeit zu erhalten, wurde eine 5-t-Elektroschmelzung folgender Zusammensetzung hergestellt:

0,38 % C, 0,39 % Si, 0,65 % Mn, 0,038 % P, 0,012 % S. Es wurden Probestücke gleicher Abmessung wie bei dem Kupferstahl mitgegossen und bei 930° geblüht. In Zahlen-

tafel 8 sind die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung von Kupferstahl vor und nach dem Anlassen sowie diejenigen des Kohlenstoffstahles vergleichsweise zusammengestellt, während Abb. 14 eine graphische Darstellung der für Streckgrenze und Festigkeit ermittelten Werte wiedergibt. Die Darstellung kennzeichnet eindeutig die außerordentliche Ueberlegenheit des angelassenen Kupferstahles, vor allem gegenüber einem Kohlenstoffstahl gleicher Festigkeit. Besonders beachtenswert ist wiederum das hohe Streckgrenzenverhältnis des Kupferstahles (Zahlentafel 8).

Abb. 15 gibt eine Darstellung der Warmfestigkeitseigenschaften von verschieden legiertem Stahlguß nach A. Rys¹⁰⁾ wieder, in die die Ergebnisse der untersuchten Stähle ergänzend eingetragen sind. Wie die Darstellung erkennen läßt, entspricht der angelassene Kupferstahl in seinen Festigkeitseigenschaften den ungleich teureren legierten Stählen. Bedenkt man aber, daß der Kupferzusatz von 1 % etwa 15 R.M./t, der Vanadinzusatz von 0,6 % z. B. dagegen unter Berücksichtigung des Abbrandes 190 R.M./t, d. h. mehr als das Zehnfache kostet, so ergibt sich die ungleich größere Wirtschaftlichkeit der Verwendung angelassenen Kupferstahles für Temperaturbereiche bis zu 400°.

Die vorstehenden Ausführungen geben an Hand der bis jetzt vorliegenden Versuchsergebnisse nur einen Ausschnitt über die Möglichkeiten der praktischen Anwendung höhergekupferten Stahles wieder. Das Gebiet der ternären Kupferstähle ist noch nicht berücksichtigt worden; es dürfte aber keinem Zweifel unterliegen, daß sich die Eigenschaften der Kupferstähle, vor allem für die Anlaßveredlung durch Zulegierung anderer Metalle, noch verbessern lassen.

* * *

Herrn Dr.-Ing. W. Baumgardt, der einen Teil der Versuche durchführte, möchte ich für seine Mitarbeit meinen besten Dank aussprechen.

Zusammenfassung.

Es wurden die Eigenschaften kupferhaltiger Stähle untersucht und gegenüber unlegiertem Stahl folgende Vorteile ermittelt:

1. höhere Korrosionsbeständigkeit;
2. hohes Streckgrenzenverhältnis;
3. höhere Warmfestigkeit;
4. Fähigkeit zur Ausscheidungshärtung.

Das Wesen der Ausscheidungshärtung wurde näher erläutert und festgestellt, daß es sich bei kupferhaltigem Stahl um eine Veredlung im Sinne des Duralumins handelt. Auf Grund der vorliegenden Versuchsergebnisse wurde auf die Verwendungsmöglichkeit des Kupferstahles als Baustahl, Kesselbaustoff sowie für Schmiedestücke und Stahlgußteile hingewiesen.

¹⁰⁾ St. u. E. 50 (1930) S. 423/38.

Ueber die Anlaßhärtung kupferlegierten Stahles.

Von Herbert Buchholtz und Werner Köster in Dortmund¹⁾.

[Mitteilung aus dem Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., Dortmund.]

(Die inneren Ursachen der Anlaßhärtung kupferlegierten Stahles. Nachweis der Ausscheidungshärtung der Eisen-Kupfer-Legierungen. Aenderung der elektrischen, magnetischen und Festigkeitseigenschaften. Bestimmung der Löslichkeitslinie für Kupfer im Eisen. Bildung eines übersättigten α -Mischkristalls bei Abkühlung aus dem γ -Mischkristallgebiet. Zerfall der an Kohlenstoff und Kupfer gemeinsam übersättigten festen Lösung. Technologische Bedeutung der Anlaßhärtung insbesondere für Schmiedestücke. Warmzerreierversuche.)

Die von F. Nehl²⁾ in kupferlegiertem Stahl beobachtete und genauer verfolgte Steigerung der Härte durch Anlassen auf etwa 500° wurde im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., gleichzeitig bei der Entwicklung des Chrom-Kupfer-Stahles — Union-Baustahl³⁾ — auch an diesem festgestellt.

Diese Härteänderung wird, wie nachstehend gezeigt wird, durch die Ausscheidung des Kupfers aus dem an ihm übersättigten α -Eisen hervorgerufen. Ueber die grundsätzliche Wirkung eines derartigen Ausscheidungsvorganges auf die Eigenschaften des technischen Eisens, insbesondere unter Berücksichtigung der Abhängigkeit von der Teilchengröße des sich ausscheidenden Stoffes wurde in mehreren Arbeiten berichtet⁴⁾.

Verhalten des Chrom-Kupfer-Stahles beim Anlassen. Deutung der Anlaßhärtung.

In Abb. 1 und 2 ist die Aenderung verschiedener Eigenschaften eines geglühten und an der Luft erkalteten Chrom-Kupfer-Stahles in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur dargestellt. Der untersuchte Stahl hatte folgende chemische Zusammensetzung:

C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Cr %
0,15	0,41	0,93	0,024	0,029	1,1	0,38

Die zur Prüfung verwendeten Proben wurden 1 h bei der jeweiligen Anlaßtemperatur geglüht und im Ofen abgekühlt.

Abb. 1 zeigt die Aenderung der Festigkeitseigenschaften. Sie beginnt bei der genannten Behandlung zwischen 300 und 400°, erreicht bei 500° ihren höchsten Wert und wird darüber hinaus wieder rückläufig. Die größte Steigerung der Zugfestigkeit betrug bei dem untersuchten Stahl 20 %, die der Streckgrenze 32 %. Die Dehnung nahm um 12 %, die Einschnürung um 3 % und die Kerbzähigkeit (Probeform 10 × 10 × 60 mm mit 5 mm tiefem Rundkerb bei 2 mm Dmr.) um 25 % ab. Die Abnahme der Kerbzähigkeit bei Raumtemperatur ist als eine Folge der Verlagerung des Steilabfalls auf der Kerbzähigkeits-Temperatur-Kurve zu höheren Temperaturen hinaufzufassen, wie man aus Abb. 13 und 14 entnehmen kann. Eine weitere Verlagerung tritt nach einer Alterungsbehandlung, bestehend in einer 10prozentigen Stauchung mit nachfolgendem einstündigen Anlassen auf 250°, ein. Die hiernach erhaltenen Kerbzähigkeitswerte sind in Abb. 1 ebenfalls eingetragen.

Zugfestigkeit und Streckgrenze fallen nach Ueberschreitung des Höchstwertes bei 500° auf einen bei etwa 650° liegenden Wert ab, der niedriger als der des Ausgangszustandes ist. Bei weiterer Erhöhung der Glühtemperatur

steigen beide wieder langsam an und erreichen bei ungefähr 800° den Ausgangswert.

Die Streckgrenze ist in allen Fällen auf der Spannungs-Dehnungs-Kurve durch einen ausgeprägten Fließbereich kenntlich. Seine Größe ist von der Wärmebehandlung abhängig. Er ist im Zustand der Anlaßhärtung am größten.

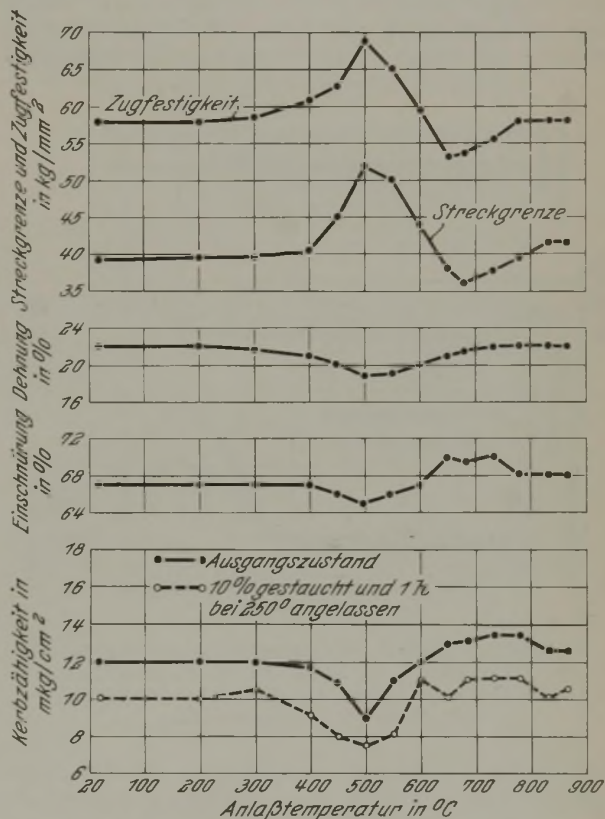


Abbildung 1. Einfluß der Anlaßtemperatur bei einstündiger Anlaßdauer auf die mechanischen Eigenschaften eines geglühten Chrom-Kupfer-Stahles.

Abb. 2 enthält das Ergebnis der Messung der Koerzitivkraft und Remanenz, der elektrischen Leitfähigkeit und des spezifischen Gewichtes des Chrom-Kupfer-Stahles in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur. Danach wird die Koerzitivkraft nicht sichtlich beeinflusst. Die Remanenz nimmt von 500° an ständig zu, entsprechend dem üblichen Verhalten von Kohlenstoffstahl. Die Leitfähigkeit ändert sich bis 400° nicht. Dann steigt sie rasch an, erreicht bei 600° einen Höchstwert und fällt wieder stark ab. Das spezifische Gewicht ändert sich in der gleichen Weise wie die Leitfähigkeit. Einer Leitfähigkeitszunahme entspricht ein Anstieg des spezifischen Gewichtes und umgekehrt.

Diesen Prüfergebnissen ist folgendes zu entnehmen: Der oberhalb A₃ geglühte und an der Luft erkaltete Chrom-Kupfer-Stahl befindet sich nicht im Gefügleichgewicht. Bei den angegebenen Abkühlungsverhältnissen entsteht eine

¹⁾ Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 17. Mai 1930 in Düsseldorf. — Sonderdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Schließfach 664, zu beziehen.

²⁾ Vgl. S. 678/86 dieses Heftes.

³⁾ E. H. Schulz: St. u. E. 48 (1928) S. 849/53; H. Buchholtz: Bautechn. 7 (1929) S. 93/6; E. H. Schulz und H. Buchholtz: Z. V. d. I. 73 (1929) S. 1573/80.

⁴⁾ W. Köster: Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 503/22; Z. anorg. Chem. 179 (1929) S. 297/308; Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 553/8 u. 637/58.

instabile feste Lösung, die bei Raum- und mäßig erhöhter Temperatur zerfallsbeständig ist. Von etwa 400° Anlaßtemperatur an tritt eine heterogene Aufspaltung dieser Lösung ein, die bei etwa 600° beendet ist. Oberhalb 600° bildet sich wieder mit steigender Glüh-temperatur zunehmend der instabile Zustand aus. Der Entmischungsvorgang wird von einer Aenderung der Festigkeitseigenschaften begleitet, die in einer Verfestigung mit darauffolgender Entfestigung besteht. Der Beginn der Härtesteigerung liegt bei etwas tieferer Temperatur als der der Leitfähigkeits-erhöhung. Der Härtehöchstwert wird durchschritten, ehe derjenige der Leitfähigkeit erreicht wird.

Dem Verlauf der Eigenschaftsänderungen zufolge liegt die Annahme nahe, daß es sich bei dem behandelten Entmischungsvorgang um die Ausscheidung von eisenhaltigem Kupfer aus dem an ihm übersättigten α -Eisen handelt. Bei dem Zerfall des an Kohlenstoff übersättigten α -Eisen-Mischkristalles treten die gleichen Aenderungen ein, Steigerung der Zugfestigkeit und Härte bei Verminderung der Dehnung und Einschnürung, Verlagerung des Kerbzähig-

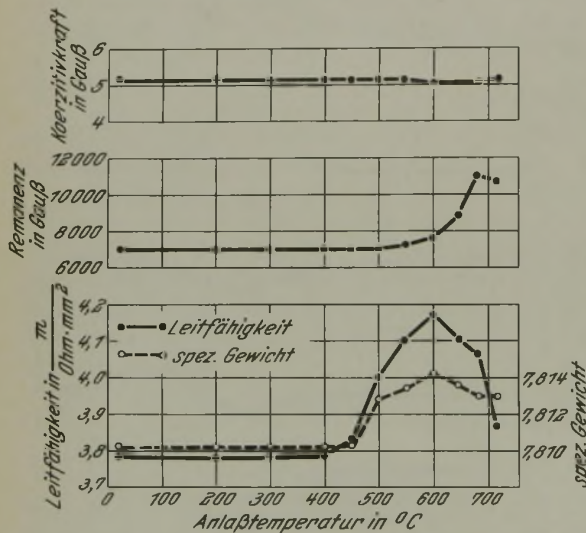


Abbildung 2. Einfluß der Anlaßtemperatur bei einständiger Anlaßdauer auf die Koerzitivkraft, Remanenz, elektrische Leitfähigkeit und das spezifische Gewicht eines geglühten Chrom-Kupfer-Stahles.

keitsabfalles zu höheren Temperaturen, Leitfähigkeitszunahme und Erhöhung des spezifischen Gewichtes⁴). Doch treten bei den Eisen-Kohlenstoff-Legierungen noch Anomalien der magnetischen Eigenschaften auf, die bei den vorstehenden Messungen am Chrom-Kupfer-Stahl nicht zu finden waren.

Für die genannte Annahme spricht weiterhin die Zeitabhängigkeit der Anlaßhärtung. Sie entspricht dem bekannten Isothermenschaubild, wonach die Aenderung mit steigender Anlaßtemperatur rascher einsetzt und von einer bestimmten Temperatur an einen Höchstwert durchläuft, der seinerseits mit steigender Anlaßtemperatur eher auftritt und an Größe abnimmt. Von einer Wiedergabe der am Chrom-Kupfer-Stahl aufgenommenen Anlaß-Isothermen der Festigkeitseigenschaften kann hier abgesehen werden, da ihr Verlauf mit den von Nehl an einem Kupferstahl ermittelten und in Abb. 7 seiner Arbeit⁵) angeführten Härtekurven grundsätzlich übereinstimmt.

Ueber die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit des Kupfers im α -Eisen bestehen bisher keine genauen Angaben. Den vorliegenden Leitfähigkeitsmessungen ist zu entnehmen, daß die Löslichkeitszunahme des Kupfers von ungefähr

600° an aufwärts beginnt. Abb. 3 zeigt den Verlauf der Löslichkeitslinie des Kupfers im α -Eisen, wie er auf Grund weiter unten angeführter Leitfähigkeitsmessungen berechnet wurde. Danach löst das α -Eisen bei 810°, der Temperatur des Austenitzerfalls, etwa 3,4 % und bei 600° etwa 0,4 % Cu. Ueber die Zuverlässigkeit der nach dem angegebenen Verfahren gewonnenen Löslichkeitswerte kann man auf folgenden Wege Rechenschaft erlangen. G. Tammann und W. Oelsen⁵) zeigten kürzlich, daß die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit eines Stoffes in einem anderen vielfach durch eine Gerade dargestellt wird, wenn man die gelöste Menge in logarithmischem Maßstab in Abhängigkeit von dem reziproken Wert der absoluten Temperatur aufträgt. Die Löslichkeitskurve wird dann durch folgende theoretisch begründete Gleichung dargestellt:

$$\log x = -\frac{a}{T} + b,$$

in der x die Sättigungskonzentration, T die absolute Temperatur sowie a und b zwei Konstanten bedeuten. Wendet

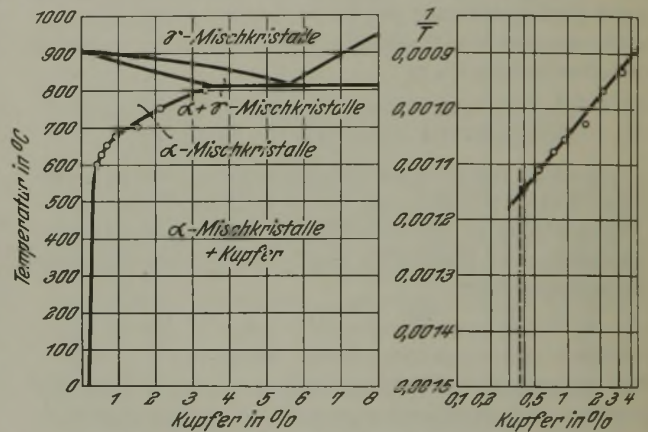


Abbildung 3 und 4. Löslichkeit des Kupfers im α -Eisen.

man diese Darstellungsart auf die Löslichkeitskurve des Kupfers im α -Eisen an, so liegen gemäß Abb. 4 die versuchsmäßig gewonnenen Punkte mit sehr guter Genauigkeit auf einer Geraden. Ihre Gleichung lautet:

$$\log x = -\frac{4125}{T} + 4,32.$$

Der Unterschied zwischen den gefundenen und den nach dieser Gleichung berechneten Werten ist äußerst gering.

Der Tatsache, daß schon bei Ofenabkühlung nach Glühungen von 650° an aufwärts eine Leitfähigkeitsabnahme eintritt, ist zu entnehmen, daß die Ausscheidung des Kupfers aus der festen Lösung im α -Eisen sehr träge verläuft. Dieser Verzögerung der Entmischung ist die Festigkeitszunahme des von 650° an aufwärts geglühten Stahles zuzuschreiben. Der Festigkeitswert nach einständiger Glühung bei 650° entspricht annähernd dem eines im Phasengleichgewicht befindlichen und von Härtungserscheinungen freien Chrom-Kupfer-Stahles. Durch längere Glühung bei rd. 600° kann noch eine weitere, jedoch nur unwesentliche Entfestigung herbeigeführt werden.

So sehr das Verhalten des Chrom-Kupfer-Stahles auch dafür spricht, daß seine Härtung beim Anlassen auf einen Ausscheidungsvorgang nach dem Beispiel des Duralumins zurückzuführen ist, so wenig reicht es doch zum klaren Beweise aus. Denn wenn auch nachgewiesen wurde, daß eine geringe Härtesteigerung schon beim Anlassen eines

⁵) Z. anorg. Chem. 186 (1930) S. 257/88.

dicht unterhalb A_1 geglühten Stahles eintritt, so erfolgt eine stärkere Erhöhung etwa gemäß *Abb. 1* doch erst nach Glühung bei einer oberhalb A_1 gelegenen Temperatur. Es kann deshalb immerhin der Einwand erhoben werden, daß es sich bei der Härtung um die Folge der unter dem Einfluß des Kupfers verzögerten $\gamma \rightarrow \alpha$ -Umwandlung handeln könnte. Deshalb wurde der schlüssige Beweis an einer praktisch kohlenstofffreien Eisen-Kupfer-Legierung geführt. An dieser Legierung wurde auch besonders die Frage untersucht, weshalb am Chrom-Kupfer-Stahl keine auf die Ausscheidung von Kupfer hinweisende magnetische Anomalie beobachtet wurde, die bisher bei allen zur Ausscheidungshärtung fähigen Eisenlegierungen gefunden wurde.

Untersuchung einer 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung.

Die zu diesem Zweck erschmolzene Legierung hatte folgende chemische Zusammensetzung:

C	Si	Mn	P	S	Cu
%	%	%	%	%	%
0,04	0,18	0,16	0,015	0,039	5,0

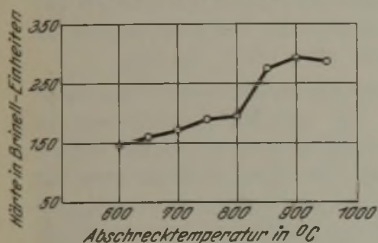


Abbildung 5. Einfluß der Abschrecktemperatur auf die Härte der 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung.

900° hinauf abgeschreckt und daran anschließend je 1 h lang bei steigenden Temperaturen angelassen.

Abb. 5 zeigt den Einfluß der Abschrecktemperatur auf die Härte der 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung. Schon bei 650° ist eine leichte Erhöhung der Härte festzustellen, die auf die Lösung von Kupfer in Eisen zurückzuführen ist. Mit der weiteren Aufnahme von Kupfer nimmt die Härte beschleunigt zu. Bei 900° ist der Höchstwert der Härtesteigerung erreicht. Der Verlauf dieser Kurve entspricht im wesentlichen den Angaben von A. Kussmann und

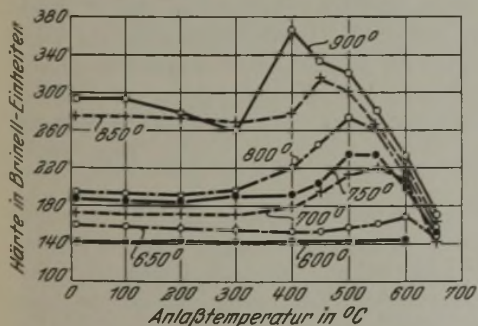


Abbildung 6. Einfluß des Anlassens auf die Härte der 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung nach Abschrecken von verschiedenen Temperaturen.

B. Scharnow⁶⁾. Sie stellten indessen keinen Härteanstieg unterhalb 800° fest, da die Legierungen vor Versuchsbeginn nicht durch Ausglühen in den Zustand des Gefügegenichtes gebracht wurden.

Abb. 6 gibt den Verlauf der Anlaßkurven wieder. Die bei 600° Abschrecktemperatur fehlende Anlaßhärtung tritt schon nach Abschreckung von 650° andeutungsweise auf. Ihr Betrag nimmt dann rasch mit steigender Abschrecktemperatur zu. Auch die absolute Höhe des Härtehöchstwertes wächst in dieser Richtung erheblich. Weiterhin ist festzu-

stellen, daß die Temperatur des Härtehöchstwertes auf den Anlaßkurven mit steigender Abschrecktemperatur beträchtlich erniedrigt wird. Nach Abschreckung von 650° ist sie 600°, nach Abschreckung von 900° liegt sie bei 400°. Die Härtung verläuft also in bekannter Weise⁷⁾ um so schneller, je höher der Kupfergehalt der festen Lösung ist. Sehr beachtenswert ist, daß die Anlaßhärtung auch nach dem Abschrecken aus dem γ -Zustandsfeld auftritt. Das besagt, daß dabei eine feste Lösung von Kupfer im α -Eisen entsteht, die anscheinend viel Kupfer gelöst enthält und sich genau so verhält wie die aus dem α -Zustandsfeld abgeschreckte feste Lösung. Diese Angelegenheit wird weiter unten eingehend besprochen werden.

Das magnetische Verhalten der 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung beim Anlassen wurde für drei Zustände verschiedener Leitfähigkeit, also bei wechselnden Kupfergehalten der übersättigten festen Lösung untersucht. Zunächst wurde der im Anlieferungszustand befindliche Stahl stufenweise bis 800° angelassen und jedesmal luftgekühlt. Dann wurde der von 800° luftgekühlte Stahl erneut von niedrigen

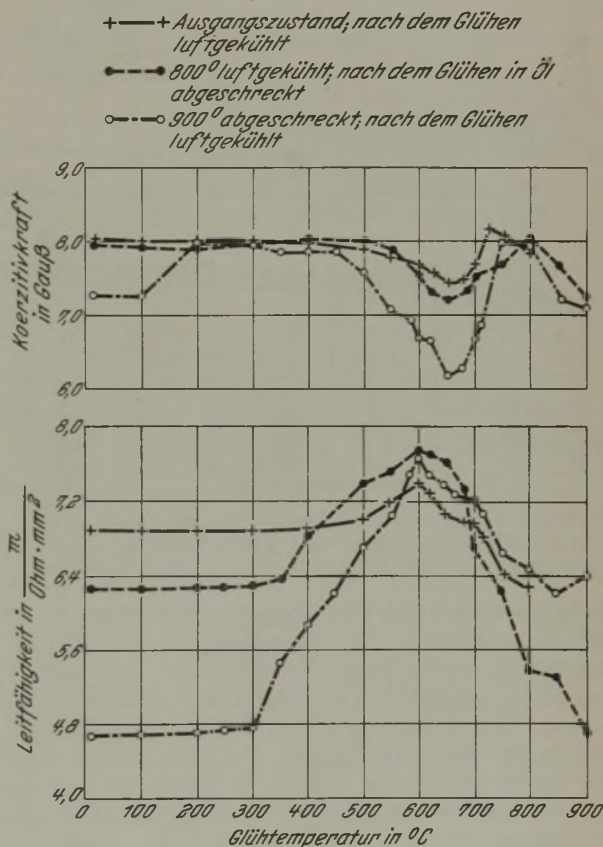


Abbildung 7. Einfluß des Glühens auf Koerzitivkraft und Leitfähigkeit der 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung nach verschiedener Vorbehandlung.

Temperaturen ausgehend angelassen und jedesmal in Oel abgeschreckt, und schließlich der von 900° in Oel abgeschreckte Stahl mit nachfolgender Luftabkühlung nochmals angelassen. Die versuchsmäßig ermittelten Werte sind in *Abb. 7* wiedergegeben.

Das Ergebnis der Leitfähigkeitsmessungen ist wieder durchaus eindeutig. Die Leitfähigkeit nimmt beim Anlassen bis 600° zu. Die Temperatur, von der an die Zunahme beginnt, ist um so niedriger, je größer die gelöste Kupfermenge ist. Dann fällt sie wieder ab, wobei Oelabschreckung stärker erniedrigend wirkt als Luftabkühlung. Der frühzeitigere

⁷⁾ Vgl. z. B. O. Dahl: Wiss. Veröffentl. Siemenskonzern 6 (1927) S. 222/34.

⁶⁾ Z. anorg. Chem. 178 (1929) S. 317/24.

Beginn der Entmischung beim Anlassen bei Erhöhung der Abschrecktemperatur steht in bester Uebereinstimmung mit der Verlagerung des Härtehöchstwertes zu niedrigeren Temperaturen.

Auch die Anlaßkurven für die Koerzitivkraft zeigen bei dieser Legierung einen einheitlichen Einfluß der Wärmebehandlung. Die Koerzitivkraft nimmt von etwa 400° an ab, durchläuft bei 650° einen Mindestwert und kehrt dann wieder auf den Ausgangswert zurück. Oberhalb 800° nimmt sie in der gleichen Weise ab, wie von Kussmann und Scharnow⁶⁾ angegeben wird. Die Ausbuchtung der Kurve bei 650° ist nun um so tiefer, je höher die Abschrecktemperatur ist. Man darf deshalb diese Aenderung der Koerzitivkraft als Begleiterscheinung der Entmischung des Kupfer- α -Eisen-Mischkristalles ansehen.

Um einen klareren Einblick in diesen Vorgang zu gewinnen, wurden in dem fraglichen Temperaturbereich verschiedene Anlaß-Isothermen aufgenommen. Diejenigen, bei

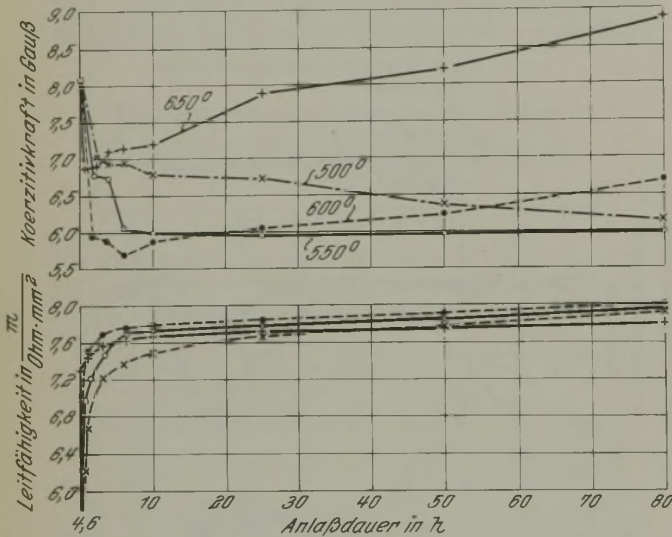


Abbildung 8. Zeitliche Aenderung der Koerzitivkraft und Leitfähigkeit der 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung nach Abschreckung von 900° bei verschiedenen Anlaßtemperaturen.

denen die Proben von 900° abgeschreckt wurden, sind in Abb. 8 wiedergegeben. Wie ersichtlich ist, nimmt die Leitfähigkeit anfänglich rasch und später nur noch äußerst langsam zu. Der höchste Wert wird bei 600° Anlaßtemperatur erreicht. Die Koerzitivkraft fällt ab, und zwar ebenfalls zuerst rasch und später langsam. Im Laufe der Zeit kehrt sich jedoch der Einfluß auf die Koerzitivkraft um, die Koerzitivkraft nimmt wieder zu und überschreitet sogar den Ausgangswert.

Dieser Befund läßt sich wie folgt deuten. Früheren Untersuchungen⁴⁾ zufolge hängt die Beeinflussung der Koerzitivkraft von dem Verteilungsgrad der Ausscheidungen ab. Insbesondere tritt eine starke Zunahme auf, wenn sie im Bereiche mikroskopischer Sichtbarkeit liegen. Diese Steigerung liegt in der Regel in der Nähe der Temperatur, bei der die Löslichkeit des Zusatzstoffes zuzunehmen beginnt, z. B. bei der Ausscheidung des Kohlenstoffs bei 250°. Bei derjenigen des Kupfers würde man danach die Zunahme der Koerzitivkraft zwischen 600 und 700° Anlaßtemperatur erwarten. Bei der Ausscheidung des Kohlenstoffs aus dem an ihm übersättigten α -Eisen wurde weiterhin festgestellt, daß die Koerzitivkraft, ehe dieser Anstieg erfolgt, zunächst abnimmt. Die Abnahme der Koerzitivkraft ist mithin einem äußerst feinen submikroskopischen Verteilungsgrad zugeordnet. Die Ausscheidung des Kohlenstoffs ist wie die

des Kupfers von einer Härtung begleitet. Die Ausscheidung des Kupfers verläuft also über dieselben Verteilungsstufen wie die des Kohlenstoffs und kann somit zu einer Abnahme der Koerzitivkraft führen. Für die Auslegung, daß die beobachtete Koerzitivkraft-Abnahme auf die Teilchengröße der Kupferausscheidungen zurückzuführen ist, spricht die Umkehr der Koerzitivkraftänderung bei isothermer Behandlung, wobei die Leitfähigkeit unverändert bleibt. Wenn die Umkehr erst äußerst spät einsetzt, so ist daraus zu schließen, daß die Wachstumsgeschwindigkeit der Kupferteilchen außerordentlich gering ist. Indessen gelangen auch sie in die Größenordnung, die die Koerzitivkraft erhöht, wenn man, wie der Versuch lehrt, die Bedingungen entsprechend wählt. Die Ausscheidung des Kupfers verläuft also unter grundsätzlich denselben Eigenschaftsänderungen wie diejenige anderer Stoffe, sobald seine trotz der hohen Temperaturen nur äußerst geringe Neigung zum Zusammenballen der Teilchen berücksichtigt wird. Diese Ableitungen werden nicht unwesentlich durch die Angaben der Bearbeiter des Zustandsschaubildes Eisen-Kupfer gestützt, die durchweg erst bei höheren Gehalten an Kupfer freies Kupfer feststellen konnten, während doch die Löslichkeitsgrenze bei Raumtemperatur schon bei etwa 0,4 % Cu liegt.

Bei den Abschreckversuchen an der 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung hatte sich mehrfach gezeigt, daß bei Ueberschreitung des A_1 -Punktes kein plötzlicher Wechsel der Eigenschaften auftritt. Es hatte vielmehr stets den Anschein, als ob nur eine weitere Vermehrung des Kupfergehaltes der festen Lösung von Kupfer im α -Eisen stattfinde. Eine angenäherte Auskunft über den Betrag an gelöstem Kupfer läßt sich auf folgendem Wege gewinnen. Berechnet man den Unterschied zwischen dem spezifischen Widerstand der weitgehend durch Glühung bei 600° in den Gleichgewichtszustand versetzten Legierung, $0,126 \frac{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$,

dem nach Abschreckung von einer höheren Temperatur und dividiert diese Differenz durch den Faktor, der die Erhöhung des spezifischen Widerstandes durch Aufnahme von 1% Cu in fester Lösung angibt, $0,02 \frac{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ ⁵⁾, so

erhält man die Menge des zwischen 600° und der jeweiligen Abschrecktemperatur aufgenommenen Kupfers. Auf diese Weise wurde unter Zugrundelegung der in Abb. 7 durch Oelabschreckung erhaltenen Leitfähigkeitswerte die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit des Kupfers im α -Eisen bestimmt, die bereits in Abb. 3 wiedergegeben und an Hand von Abb. 4 besprochen wurde. Der spezifische Widerstand nach Abschreckung von 900° beträgt $0,218 \frac{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$,

der Unterschied gegenüber der Glühung bei 600° also 0,092 und der sich daraus ergebende Betrag an gelöstem Kupfer 4,6%. Dieser Gehalt stimmt mit dem Kupfergehalt der Legierung ausgezeichnet überein, wenn man den durchaus wahrscheinlichen Wert 0,4 % Cu als Sättigungsgrenze bei 600° einsetzt. Daraus würde also hervorgehen, daß der gesamte Kupfergehalt des Stahles vom α -Eisen in fester Lösung aufgenommen wird.

Dieser Betrag ist aber größer als der Sättigungswert des α -Eisens bei der Temperatur der eutektoiden Umsetzung, der ungefähr 3,4 % beträgt. Daß es sich gleichwohl um eine Lösung von Kupfer im α -Eisen handelt, kann man zunächst aus der Art ihres Zerfalles beim Anlassen schließen. Abb. 6 und 7 zufolge verhält sich die aus dem γ -Mischkristall-Gebiet

⁵⁾ Nach unveröffentlichten Untersuchungen des Forschungsinstitutes der Vereinigten Stahlwerke.

abgeschreckte Legierung genau so wie die aus dem α -Mischkristall-Gebiet abgeschreckte, abgesehen davon, daß ihr Kupfergehalt größer ist. Eine neue Anlaßwirkung tritt jedenfalls nicht auf. Weiterhin beweist dieses die Verfolgung der Längenänderung in Abhängigkeit von der Temperatur. Auf der Erhitzungskurve wurde die $\alpha \rightarrow \gamma$ -Umwandlung durch eine Verkürzung bei 805° angezeigt. Bei Ofenabkühlung fand die $\gamma \rightarrow \alpha$ -Umwandlung bei 780° statt. Dabei dehnte sich die Probe wieder auf die Länge aus, die sie bei der gleichen Temperatur während des Erhitzens hatte. Bei rascherer Abkühlung sank die Temperatur der $\gamma \rightarrow \alpha$ -Umwandlung. Bei Luftabkühlung betrug sie 725°. Gleichzeitig nahm dabei die Längenänderung bei der Umwandlung derart zu, daß die Probe nachher länger als bei der Erhitzung war. Der bei rascherer Abkühlung bei der Umwandlung entstehende α -Mischkristall hat also ein größeres Volumen als der bei langsamer Abkühlung sich bildende. Da die Aufnahme von Kupfer in feste Lösung mit einer Volumenzunahme verbunden ist, heißt das, daß der Kupfergehalt des α -Eisens bei rascher Abkühlung aus dem γ -Zustandsfeld höher ist, als der Sättigung bei der Zerfallstemperatur des Austenits entspricht.

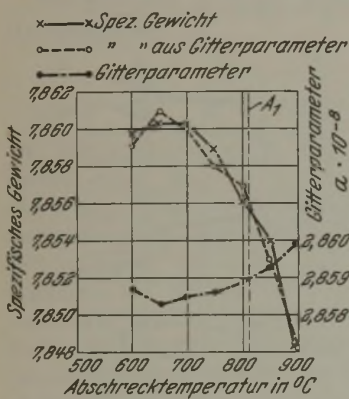


Abbildung 9. Einfluß der Abschrecktemperatur auf das spezifische Gewicht und den Gitterparameter der 5prozentigen Eisen-Kupfer-Legierung.

nahme des Kupfergehaltes des α -Eisens über den Sättigungswert hinaus eindeutig nachgewiesen werden kann. Dieses ist bei den Eisen-Kohlenstoff-Legierungen infolge der großen Bildungsgeschwindigkeit des Perlits nicht möglich.

Ein letzter Beweis für die Zustandsform der aus dem γ -Feld abgeschreckten Legierung wurde auf röntgenographischem Wege erbracht. Die zur Untersuchung dienenden Proben wurden zunächst 24 h bei 600° geglüht und dann von steigenden Temperaturen abgeschreckt. Die Abschreckwirkung wurde durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes nachgeprüft. Das spezifische Gewicht nimmt mit steigender Abschrecktemperatur gemäß Abb. 9 ab. Bei der röntgenographischen Untersuchung dieser Proben ergab sich, daß, obgleich bei 810° der $\alpha \rightarrow \gamma$ -Umwandlungsbereich überschritten wird, auch bei Abschrecktemperaturen oberhalb dieser Temperatur nur das α -Raumgitter auftritt. Damit wird die Gleichartigkeit der aus dem γ -Feld und der aus dem α -Feld durch Abschrecken hergestellten übersättigten festen Lösung einwandfrei belegt. Der Gitterparameter des α -Eisens nimmt stetig mit wachsendem Kupfergehalt zu, wie Abb. 9 zeigt. Die aus ihm berechneten Werte des spezifischen Gewichtes sind ebenfalls in Abb. 9 eingetragen. Sie stimmen gut mit den nach dem Auftriebsverfahren gemessenen überein.

Zerfall des an Kohlenstoff und Kupfer gleichzeitig übersättigten α -Eisens.

Durch die folgenden Versuche sollte festgestellt werden, in welcher Weise die Kohlenstoffausscheidung durch die gleichzeitige Anwesenheit an Kupfer in dem an ihnen beiden übersättigten α -Eisen beeinflusst wird. Hierzu wurde ein Stahl folgender Zusammensetzung verwendet:

C	Si	Mn	P	S	Cu
%	%	%	%	%	%
0,05	0,32	0,21	0,037	0,040	2,0

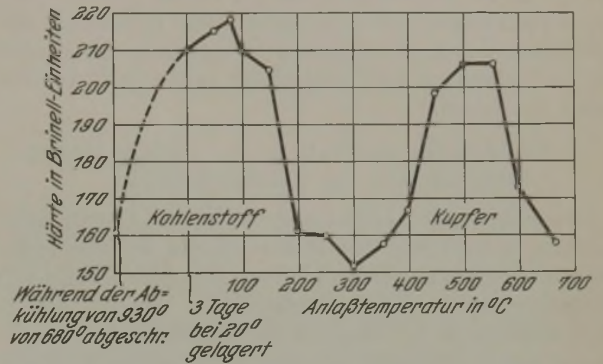
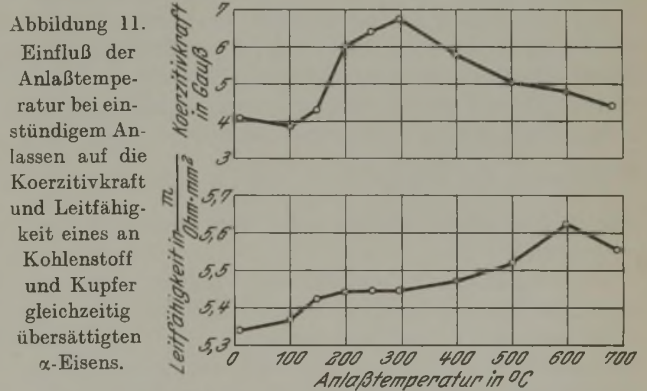


Abbildung 10. Einfluß der Anlaßtemperatur bei halbstündigem Anlassen auf die Härte eines an Kohlenstoff und Kupfer gleichzeitig übersättigten α -Eisens.

Der Stahl wurde bei 930° $\frac{1}{2}$ h geglüht und während der Abkühlung von 680° in Wasser abgeschreckt. Darauf lagerte er zunächst drei Tage bei Raumtemperatur und wurde dann je $\frac{1}{2}$ h lang bei steigenden Temperaturen angelassen. Abb. 10 zeigt die dabei auftretende Aenderung der Härte. Zunächst erfolgte bei der Lagerung und weiterem Anlassen auf 75° eine Härtung infolge der Kohlenstoffausscheidung. Dann ging die Härte in bekannter Weise beim Anlassen auf 200° zurück. Bei weiterem Anlassen erfolgte eine neue Härtung mit einem Höchstwert bei 500°, die durch die Kupferausscheidung bedingt wird. Abb. 11 zeigt die zu-



gehörigen Messungen der Koerzitivkraft und Leitfähigkeit. Auf der Leitfähigkeitskurve prägt sich die Ausscheidung des Kohlenstoffs und des Kupfers durch zwei deutlich voneinander getrennte Bereiche aus, in denen die Leitfähigkeit ansteigt. Ihre Lage paßt zu der der Härtesteigerung. Die Koerzitivkraft zeigt dagegen in Übereinstimmung mit den früheren Befunden nur die Ausscheidung des Kohlenstoffs durch ihre Steigerung von 150 bis 300° an. Zum Nachweis der Kupferausscheidung mittels der Koerzitivkraftmessung bedarf es erst eines längeren Anlassens bei 600 bis 650°.

Der folgende Versuch zeigt, daß es möglich ist, zunächst bei höheren Temperaturen eine Härtung durch Kupferaus-

scheidung herbeizuführen und darüber hinaus eine weitere Härtesteigerung durch Kohlenstoffausscheidung bei Raumtemperatur zu erhalten. Eine bei 930° geglihte und luftgekühlte Probe, deren Härte 192 B.-E. betrug, wurde rasch auf 650° erhitzt und sofort abgeschreckt. Infolge der Wirkung des Kupfers stieg die Härte dadurch auf 203 B.-E. an. Gleichzeitig wurde durch diese Behandlung ein gewisser Bruchteil an Kohlenstoff in übersättigte feste Lösung übergeführt. Dieser bewirkte bei achtstägiger Lagerung der Probe bei Raumtemperatur eine zusätzliche Erhöhung der Härte auf 224 B.-E. Die Ausscheidung der beiden Elemente aus der doppelt übersättigten Lösung und ihre Einwirkung auf die Eigenschaften des Stahles geht demnach, soweit sich bis jetzt übersehen läßt, weitgehend unbeeinflußt voneinander vonstatten.

Technologische Bedeutung der Anlaßhärtung insbesondere für Schmiedestücke.

Die durch die Anlaßhärtung bewirkten Eigenschaftsänderungen kupferlegierten Stahles können als Gütesteigerung des Stahles angesehen werden. Dies gilt insbesondere für den geprüften Chrom-Kupfer-Stahl. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, tritt im Vergleich zur Erhöhung der Streckgrenze und Zugfestigkeit nur eine verhältnismäßig geringe Abnahme der Formänderungsgrößen ein. Einem Kohlenstoffstahl gleicher Zugfestigkeit ist der anlaßgehärtete Chrom-Kupfer-Stahl infolgedessen bei weitem überlegen. Dies gilt vor allem für die Kerbzähigkeit. Der Steilabfall der Kerbzähigkeits-Temperatur-Kurve liegt bei Chrom-Kupfer-Stahl so weit unterhalb Raumtemperatur, daß er sich auch nach der unvermeidbar mit der Härtung verbundenen Verlagerung zu höheren Temperaturen noch darunter befindet. Sogar durch eine auf die Anlaßhärtung folgende Alterungsbehandlung wird er nicht bis zur Raumtemperatur hinauf verlegt. Gemäß Abb. 1 beträgt die Kerbzähigkeit des bei 500° anlaßgehärteten und darauf gealterten Stahles noch 7,5 mkg/cm². Die Abnahme der Kerbzähigkeit ist bei beiden Behandlungen nur auf die durch sie erfolgende Beeinflussung der Hochlage der Kerbzähigkeit zurückzuführen. Die Alterungsbeständigkeit des Chrom-Kupfer-Stahles bleibt also auch nach erfolgter Anlaßhärtung weitgehend erhalten. Eine weitere wertvolle Eigenart der Anlaßhärtung ist die Tatsache, daß die Schwingungsfestigkeit im gleichen Maße wie die Streckgrenze, nämlich um 25 bis 30 %

erhöht wird. Das Verhältnis $\frac{\sigma_D}{\sigma_B}$, das im allgemeinen mit etwa 0,5 angegeben werden kann, wird dabei auf etwa 0,6 erhöht.

Die Anlaßhärtung kupferlegierten Stahles erhält als eine „Vergütungsbehandlung“ eine besondere praktische Bedeutung, weil es nicht notwendig ist, vor dem Anlassen beschleunigt abzukühlen. Der Zerfall der festen Lösung Eisen-Kupfer verläuft bei betriebsmäßiger Abkühlung so träge, daß es für die Anlaßhärtung keiner weiteren Vorbehandlung bedarf. Aus diesem Grunde dürfte die Anlaßhärtung für alle diejenigen Konstruktionsteile Bedeutung erlangen, die heute bereits einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Außer den bereits von F. Nehl²⁾ genannten Möglichkeiten ist hier in erster Linie an die Herstellung größerer Schmiedestücke mit erhöhter Beanspruchung gedacht, die zur Zeit meist aus vergütetem Nickel- oder Chrom-Nickel-Stahl hergestellt werden. Eine Reihe technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte haben in jüngster Zeit zur Entwicklung von hochwertigen Stählen für Schmiedestücke im nichtvergüteten Zustand geführt. Kennzeichnend für diese Stähle ist ein verhältnismäßig

geringer Kohlenstoffgehalt und die Anwesenheit geringer Legierungsmengen, wodurch eine erhöhte Streckgrenze und Kerbzähigkeit erreicht wird.

Bevor über die Ergebnisse der praktischen Anlaßversuche an Schmiedestücken aus Chrom-Kupfer-Stahl berichtet wird, seien kurz die Eigenschaften des geglihten Schmiedestahles, die der Gütesteigerung durch nachträgliches Anlassen zugrunde liegen, angegeben. Abb. 12 zeigt die mittleren Festigkeitseigenschaften einer größeren Zahl mittelgroßer Schmiedestücke — im wesentlichen Wellen von etwa 300 mm Dmr. — aus Chrom-Kupfer-Stahl im geglihten Zustand, nach steigender Zugfestigkeit geordnet. Der Verschmiedungsgrad lag zwischen 3 und 5; die Werte in der Längsrichtung sind die Mittel aus Rand- und Kernproben, während die Querproben dem Kern entnommen wurden. Die Streckgrenze liegt in der Längsrichtung meist über 65 %, in der Querrichtung meist über 60 % der Zugfestigkeit und damit um etwa 5 kg/mm² über der eines Kohlenstoffstahles

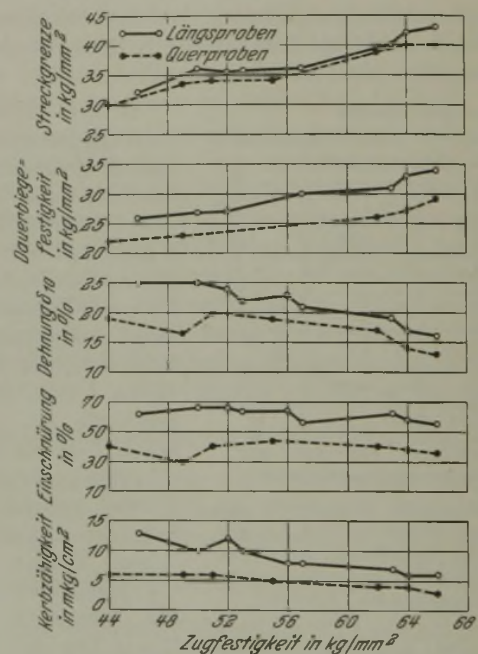


Abbildung 12. Mittlere Festigkeitseigenschaften von geglihten Schmiedestücken aus Chrom-Kupfer-Stahl in Abhängigkeit von der Zugfestigkeit.

gleicher Festigkeit. Der erhöhten Streckgrenze entspricht eine etwas höhere Schwingungsfestigkeit des Stahles. Das

Verhältnis $\frac{\sigma_D}{\sigma_B}$ beträgt etwa 0,55. Die Kerbzähigkeit des

geschmiedeten Chrom-Kupfer-Stahles weist infolge der günstigen Lage des Steilabfalles auf der Kerbzähigkeits-Temperatur-Kurve um über 60 % höhere Werte auf als ein Kohlenstoffstahl gleicher Festigkeit. Aus dem gleichen Grunde ist der Chrom-Kupfer-Stahl auch gegen Kaltverformung und Alterung wesentlich weniger empfindlich als Kohlenstoffstahl.

Stellt nun der geglihte Chrom-Kupfer-Stahl bereits einen Werkstoff mit erhöhter Beanspruchungsmöglichkeit dar, so gelingt es durch die Anlaßhärtung, seine Festigkeitseigenschaften, insbesondere Streckgrenze und Schwingungsfestigkeit, noch weiter zu steigern. Aus einer Reihe umfangreicher Schmiede- und Anlaßversuche an abgesetzten Wellen mit 300 bis 100 mm Dmr. seien folgende kennzeichnenden Ergebnisse mitgeteilt.

Zahlentafel 1. Mittlere Festigkeitseigenschaften geschmiedeter Wellen aus Chrom-Kupfer-Stahl im geglühten Zustand und nach Anlaßhärtung (Schmelze A).

Behandlung	Wellen- durch- messer mm	Verschmie- lungsgrad	Proben- entnahme	Streckgrenze kg/mm ²		Zugfestigkeit kg/mm ²	Deh- nung δ_{10} %	Elna- hnung %	Streckgrenze % Zugfestigkeit · 100	Kerzbähigkeit mkg/cm ²		Dauerbiege- festigkeit kg/mm ²	
				obere	untere					nicht gealtert	gealtert	poliert	mit Ge- winde
Normalisierend geglüht Luftabkühlung	300	4	Rand längs	37	36	51	24	70	73	10,6	10,0	28	25
			Mitte längs	35	34	50	25	69	70	11,9	10,6	—	—
			Mitte quer	34	33	49	18	37	69	7,3	5,0	24	20
	100	38	Rand längs	38	37	52	26	69	73	11,9	10,7	—	—
			Mitte längs	37	36	51	26	69	73	10,8	9,5	28	25
			Mitte quer	37	36	51	26	69	73	10,8	9,5	28	25
Nach der Glühung 4 h bei 500° angelassen	300	4	Rand längs	46	45	59	18	66	79	10,6	6,7	36	30
			Mitte längs	45	44	58	19	59	78	9,5	6,0	—	—
			Mitte quer	43	42	54	13	36	80	5,0	2,5	31	25
	100	38	Rand längs	48	47	60	21	65	80	9,3	7,4	—	—
			Mitte längs	47	47	59	22	65	80	9,0	6,5	37	30
			Mitte quer	47	47	59	22	65	80	9,0	6,5	37	30

Die Schmelze A hatte nachstehende chemische Zusammensetzung:

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr
%	%	%	%	%	%	%
0,18	0,01	0,75	0,036	0,036	0,87	0,42

Das Ausgangsblockgewicht betrug etwa 3 t. Die Blöcke wurden unter üblichen Bedingungen verschmiedet und darauf zum Teil im Schmiedezustand, zum Teil nach einer normalisierenden Glühbehandlung etwa 4 h bei ungefähr 500° angelassen und an der Luft abgekühlt. Die mittleren Ergebnisse der Festigkeitsprüfung an Längs- und Querproben aus Rand und Kern der 300 und 100 mm starken Wellen nach der Glühbehandlung sowie nach der Anlaßhärtung sind in *Zahlentafel 1* mitgeteilt. Die Kerbschlagprüfung wurde durch Alterungsversuche — Stauchen um etwa 10 % und Anlassen bei 250° — ergänzt; die Proben hatten die gleichen Abmessungen wie bei den eingangs beschriebenen Untersuchungen. Die Schwingungsfestigkeit wurde auf der Schenckschen Dauerbiegemaschine durch Dauerversuche über 6 Mill. Lastwechsel an Proben mit polierter Oberfläche und in einer zweiten Versuchsreihe zur Feststellung der Kerbempfindlichkeit an Proben mit eingeschnittenem Gewinde mit etwa $\frac{1}{10}$ mm Tiefe und sechs Gang auf 1" bestimmt.

Ergänzend sei zu den Ergebnissen vorausgeschickt, daß durch ein der Anlaßhärtung vorangehendes Normalisieren im Vergleich zu den Eigenschaften der im Schmiedezustand angelassenen Wellen die Kerzbähigkeit und die Gleichmäßigkeit der Gefügeausbildung erhöht wurde. Für alle größeren Stücke ist somit ein dem Anlassen vorangehendes Normalisieren zu empfehlen.

Durch die Anlaßhärtung wurde die Streckgrenze um 9 bis 10, die Festigkeit um 6 bis 8 und die Schwingungsfestigkeit um etwa 8 kg/mm² gegenüber dem Ausgangszustand erhöht, während die Dehnung um etwa 5 %, die Kerzbähigkeit um 2 bis 3 mkg/cm² herabgesetzt wurde. Die Steigerung betrug somit für Streckgrenze und Schwingungsfestigkeit 25 bis 30, für die Zugfestigkeit etwa 15 %. Das Verhältnis Streckgrenze zu Zugfestigkeit steigt in den anlaßgehärteten Wellen auf etwa 80 %. Verglichen mit den Eigenschaften eines geglühten Kohlenstoffstahles gleicher Zugfestigkeit ist die Streckgrenze des anlaßgehärteten Chrom-Kupfer-Stahles um etwa 8 bis 10 kg/mm² höher, während die Dehnung nur um 2 bis 3 % niedriger,

die Kerzbähigkeit mindestens gleich oder sogar höher gefunden wird.

Auch die Schwingungsfestigkeit wird in der gleichen Weise wie bei dem gewalzten Stahl gesteigert und das Verhältnis $\frac{\sigma_D}{\sigma_B}$ über seinen üblichen Wert von etwa 0,5

auf 0,6 erhöht. Im Gegensatz hierzu wird durch eine Vergütungsbehandlung wohl die Elastizitäts- und 0,2-Grenze beträchtlich gesteigert, jedoch die Schwingungsfestigkeit lediglich um einen Betrag erhöht, der der Zunahme der Zugfestigkeit entspricht. An vergüteten Stählen mit etwa 40 kg/mm² Schwingungsfestigkeit wurde in der Regel bei der angewendeten Oberflächenbeschädigung eine Abnahme derselben um 25 bis 30 % beobachtet. Dagegen betrug die Abnahme der Schwingungsfestigkeit durch Oberflächenbeschädigung bei den anlaßgehärteten Stählen nur etwa 18 %, die Kerbempfindlichkeit geht somit über das an geglühten Stählen ermittelte Maß nicht hinaus.

Die Tatsache, daß durch die Anlaßhärtung in den Kupferstählen auch die Schwingungsfestigkeit stark erhöht wird, verdient insofern besondere Beachtung, als die Leichtmetalllegierungen, z. B. Duralumin, durch die Anlaßhärtung wohl eine erhebliche Steigerung von Streckgrenze und Zugfestigkeit, jedoch nur eine unbedeutende Erhöhung der Schwingungsfestigkeit erfahren. Demgegenüber ist es bei den anlaßgehärteten Stählen mit Sicherheit möglich, selbst in großen Abmessungen eine nennenswerte Steigerung auch der Schwingungsfestigkeit bis in den Kern hinein zu erreichen.

Das Wesen der Anlaßhärtung bringt es mit sich, daß auch bei großem Querschnitt des Werkstückes in den Rand- und Kernzonen praktisch die gleichen Festigkeitseigenschaften erzielt werden. So zeigen die in *Zahlentafel 1* mitgeteilten Werte der Längsproben im Rand und Kern der Wellen eine außerordentlich hohe Gleichmäßigkeit. Dasselbe ergaben über den ganzen Querschnitt einer anlaßgehärteten Welle mit 300 mm Dmr. durchgeführte Härtebestimmungen. Die Härtezahlen lagen zwischen 174 und 183 B.-E., sie waren also in allen Zonen praktisch gleich. Der langsame Temperatenausgleich bei der Anlaßhärtung rechtfertigt weiterhin die Annahme, daß anlaßgehärtete Werkstücke auch mit großen und verwickelten Querschnitten praktisch frei von Eigenspannungen sind. Ebensowenig werden sich bereits fertiggearbeitete Konstruktionsteile

Zahlentafel 2. Mittlere Festigkeitseigenschaften von Chrom-Kupfer-Stahl im geglühten Zustand und nach Anlaßhärtung (Schmelze B).

Behandlung	Durchmesser des Probestücks mm	Probenentnahme	Streckgrenze kg/mm ²		Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung δ_{10} %	Einschnürung %	Streckgrenze Zugfestigkeit 100 %	Kerzbähigkeit mkg/cm ²		Dauerbiegefestigkeit kg/mm ²
			obere	untere					nicht gealtert	gealtert	
Normalisiert Angelassen	230	Rand längs	37	36	54	24	68	69	12	10	29
		Rand längs	51	51	66	20	64	77	8	6	37
Normalisiert Angelassen	22	Rand längs	41	40	55	26	72	75	13	11	31
		Rand längs	56	54	68	20	69	82	11	9	40

bei der Anlaßhärtung verzichten. Das Verfahren weist also für die Herstellung schwerer Schmiedestücke einen neuen Weg, der es ermöglicht, die Vergütung und die sich aus ihr ergebenden Nachteile zu vermeiden, ohne aber auf ihre günstigen Wirkungen verzichten zu müssen.

Der gütesteigernde Einfluß der Durcharbeitung bei der Warmformgebung äußert sich bekannterweise nur unterhalb eines Verschmiedungsgrades von etwa 2 : 1 in stärkerem Maße. Er bleibt auch nach erfolgter Anlaßhärtung noch sichtbar. Mit weiter steigender Durcharbeitung werden infolge der beschleunigten Abkühlung nach dem Schmieden oder Glühen nur noch Streckgrenze und Kerzbähigkeit etwas höher ermittelt. Während für die verschieden stark geschmiedeten Wellen der Schmelze A die Eigenschaftsunterschiede praktisch bedeutungslos waren, zeigte sich der Einfluß von Durcharbeitung und damit

aus; bei kleinen Dicken ist die Wirkung noch geringer. Genaue Auskunft über den Einfluß der Anlaßhärtung und einer anschließenden Alterungsbehandlung auf die Temperaturabhängigkeit der Kerzbähigkeit gibt *Abb. 13* für das Rundeisen der Schmelze B, *Abb. 14* für die 300-mm-Welle aus Schmelze A. Wie *Abb. 13* erkennen läßt, wirkt die Anlaßhärtung stärker verlagernd auf den Steilabfall ein als die gewählte Alterungsbehandlung. Der günstigen Lage des Steilabfalls im geglühten Zustande ist es jedoch zu verdanken, daß die Verringerung der Kerzbähigkeit bei Raumtemperatur so niedrig bleibt. Die Alterungsbehandlung setzt dafür die Hochlage stärker herab. In größeren Abmessungen, die infolge geringerer Durcharbeitung und langsamer Abkühlung eine größere Korngröße aufweisen, liegt der Steilabfall schon im geglühten Zustande bei etwas höheren Temperaturen. Wie *Abb. 14* zeigt, werden jedoch auch in derartigen Wellen bei Längsproben bis zu Temperaturen von -20° praktisch günstige Kerzbähigkeitswerte ermittelt. Der anlaßgehärtete Chrom-Kupfer-Stahl ist somit auch in großen Abmessungen wenig alterungsempfindlich.

Die für die Verwendung von Schmiedestücken im Elektromaschinenbau wichtigen Induktionswerte werden durch die Anlaßhärtung gegenüber dem Ausgangszustand verbessert. Anlaßgehärtete Schmiedestücke aus Chrom-Kupfer-Stahl erfüllen in allen ihren Querschnittszonen die für Rotorkörper aufgestellten Bedingungen. Die Induktionswerte entsprechen bei allen Feldstärken denen eines vergüteten Nickelstahles.

Warmbeständigkeit und Eigenschaften in der Wärme.

Von erheblicher praktischer Wichtigkeit ist die Frage der Warmbeständigkeit derartig anlaßgehärteter Werkstücke. Bis zu sieben Wochen dauernde Anlaßversuche — zum Teil unter gleichzeitig ruhender Zugbeanspruchung von 9 kg/mm² — ergaben, daß bis zu etwa 425° hinauf eine Abnahme von Streckgrenze und Zugfestigkeit, gemessen bei Raumtemperatur, nicht erfolgt. Im allgemeinen tritt beim Anlassen auf diese Temperatur im Laufe längerer Zeiten sogar noch eine weitere praktisch erwünschte Härtesteigerung ein, wobei die Zähigkeit in vollem Maße erhalten bleibt. Ein Anlassen bei etwa 450° führt nach etwa achtzehn Tagen zu einer leichten Verringerung von Streckgrenze und Zugfestigkeit; bei noch höheren Temperaturen verläuft die durch das Wachstum der ausgeschiedenen Teilchen bedingte Entfestigung naturgemäß schneller. Es bestehen somit keine Bedenken, anlaßgehärtete Teile aus Chrom-Kupfer-Stahl bei Betriebstemperaturen bis zu 425° zu verwenden.

Ueber die Temperaturabhängigkeit der 0,2-Grenze und der Zugfestigkeit — ermittelt im Kurzversuch mit einer

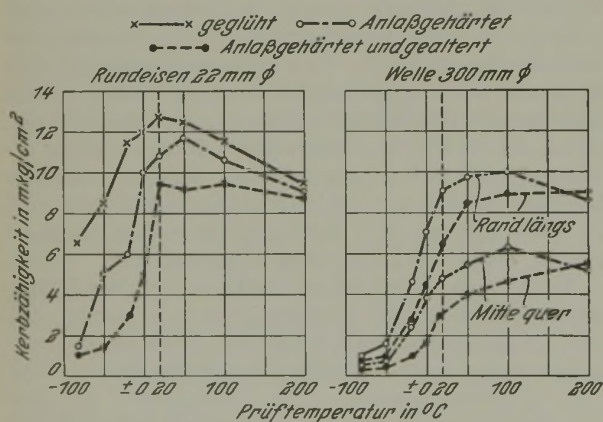


Abbildung 13 und 14. Einfluß der Anlaßhärtung und einer zusätzlichen Alterungsbehandlung auf die Kerzbähigkeit geschmiedeten Chrom-Kupfer-Stahles.

Abkühlungsgeschwindigkeit deutlicher beim Vergleich der in *Zahlentafel 2* wiedergegebenen Festigkeitseigenschaften einer anderen Schmelze (B), die auf eine Welle von 230 mm und auf ein Rundeisen von 22 mm Dmr., also mit stark verschiedenem Verformungsgrad, verarbeitet wurde. Die chemische Zusammensetzung dieser Schmelze entsprach der von A bis auf einen etwas höheren Kupfergehalt (1,0%). Bemerkenswert hoch für schwachlegierte und nicht vergütete Stähle ist die Schwingungsfestigkeit von 40 kg/mm².

Wie bereits ausgeführt wurde, ist der gewalzte Chrom-Kupfer-Stahl sowohl im geglühten wie im anlaßgehärteten Zustand sehr alterungsbeständig. Dasselbe gilt auch für geschmiedeten Stahl in großen Abmessungen, wie die in *Zahlentafel 1 und 2* mitgeteilten Ergebnisse schon zeigen. Die Verringerung der Kerzbähigkeit bei Raumtemperatur geht durch eine Alterungsbehandlung auch im anlaßgehärteten Zustand bei Längsproben nicht über 40 % hin-

Belastungsdauer von 30 s auf jeder Laststufe — gibt Abb. 15 Auskunft. Zum Vergleich sind ein Kohlenstoffstahl von 65 kg/mm² Zugfestigkeit mit etwa 0,5 % C und 1 % Mn sowie ein geglühter Chrom-Kupfer-Stahl herangezogen; die Proben des anlaßgehärteten Stahles entstammten dem Rundeisen der Schmelze B. Schon der geglühte Chrom-Kupfer-Stahl ist — besonders bei Temperaturen über 450° — trotz geringerer Festigkeit dem Kohlenstoffstahl durch eine um 6 bis 7 kg/mm² höhere Streckgrenze überlegen. Nach der Anlaßhärtung ergeben sich bis 400° Prüftemperatur gegenüber Kohlenstoffstahl um 12 kg/mm² höhere Werte für die Streckgrenze. Mit weiter steigender Prüftemperatur sinken dann infolge der Entfestigung die Werte des anlaßgehärteten Stahles langsam auf die des geglühten Stahles ab. Auch über 425° ist somit gegenüber einem Kohlenstoffstahl mit 65 kg/mm² Festigkeit mit einer um 30 bis 50 % höheren Streckgrenze zu rechnen. Dauerstandversuche über 45 h Belastungsdauer bestätigten die Ergebnisse der Kurzzeitversuche. So wurden nach dem abgeänderten Verfahren

zwischen 450 und 600° etwas herabgesetzt. Dieses tritt besonders dann auf, wenn die Kupferauscheidung während des Warmzerreiversuches erfolgt. Die Veränderung der Formänderungsfähigkeit ist jedoch wesentlich geringer, wenn der Stahl vor dem Warmzerreiversuch bereits anlaßgehärtet wurde.

Das Urteil über die Eigenschaften anlaßgehärteter Schmiedestücke aus Chrom-Kupfer-Stahl läßt sich also dahin zusammenfassen: Schon der im geglühten Zustande verwendete Chrom-Kupfer-Stahl ist den unlegierten Stählen bis 70 kg/mm², aber auch den vergüteten Nickel-Chrom-Stählen mit etwa 1 % Ni und 0,3 % Cr durch seine höhere Streckgrenze und Kerbzähigkeit überlegen. Durch die Anlaßhärtung werden Streckgrenze und Schwingungsfestigkeit auch in größeren Querschnitten erheblich gesteigert. Nach Anlaßhärtung sind die für die Praxis maßgebenden Eigenschaften denen vergüteter Chrom-Nickel-Stähle bis etwa 70 kg/mm² gleichzusetzen. Als besonderer Vorzug verdienen gegenüber den vergüteten Stählen neben den geringeren Kosten die durch die Art der Anlaßhärtung bedingte Gleichmäßigkeit der Eigenschaften und leichte mechanische Bearbeitbarkeit derartiger Werkstücke hervorgehoben zu werden.

Zusammenfassung.

Bei kupferlegiertem Stahl mit einem Kupfergehalt von mehr als etwa 0,5 % tritt beim Anlassen auf etwa 500° eine Härtesteigerung ein. Auf Grund von Messungen der Aenderung der elektrischen, magnetischen und Festigkeitseigenschaften in Abhängigkeit von der Wärmebehandlung wird der Nachweis geführt, daß die Anlaßhärtung auf die Ausscheidung des Kupfers aus dem an ihm übersättigten α -Eisen zurückzuführen ist. Die Ausscheidung des Kupfers und ebenso die Zusammenballung der ausgeschiedenen Teilchen verläuft sehr träge. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes verläuft die Ausscheidung des Kupfers unter denselben Begleiterscheinungen wie der Zerfall anderer übersättigter α -Eisen-Mischkristalle.

Die Löslichkeit des Kupfers im α -Eisen beträgt von Raumtemperatur bis 600° etwa 0,4 %. Von da an nimmt sie mit der Temperatur zu; bei 810°, der Temperatur der eutektoiden Umsetzung, beträgt sie etwa 3,4 %.

Aus dem an Kohlenstoff und Kupfer gleichzeitig übersättigten Eisen scheiden sich beide Stoffe weitgehend unabhängig voneinander ab.

Bei der Abkühlung aus dem γ -Mischkristallgebiet bildet sich ein über den höchstmöglichen Sättigungswert (3,4 % Cu) übersättigter α -Mischkristall. Er stellt ein Analogon zum Kohlenstoff-Martensit dar.

Die technologische Wirkung der Anlaßhärtung ist als eine Gütesteigerung anzusprechen, da die Erhöhung von Streckgrenze, Schwingungsfestigkeit und Zugfestigkeit ohne entsprechende Erniedrigung der Formänderungswerte erfolgt.

Die Eigenschaften anlaßgehärteter Schmiedestücke aus Chrom-Kupfer-Stahl sind denen vergüteter Chrom-Nickel-Stähle bis etwa 70 kg/mm² Zugfestigkeit gleichzusetzen. Sie zeichnen sich durch hohe Gleichmäßigkeit ihrer Eigenschaften bis in den Kern auch größerer Querschnitte aus. Der Stahl ist auch nach der Anlaßhärtung noch weitgehend alterungsbeständig.

Die Warmstreckgrenze und Dauerstandfestigkeit werden durch die Anlaßhärtung erhöht.

- x— Kohlenstoff-Stahl mit 65 kg/mm² Zugfestigkeit
- o— Chrom-Kupfer-Stahl geglüht
- Chrom-Kupfer-Stahl anlaßgehärtet

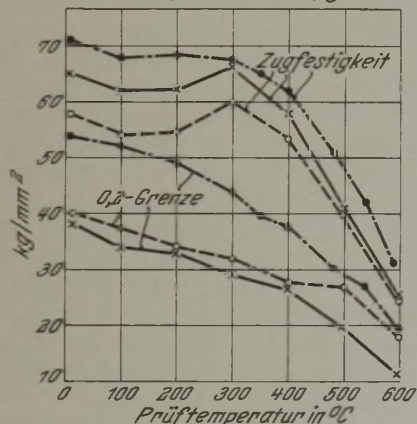


Abbildung 15. 0,2-Grenze und Zugfestigkeit in Abhängigkeit von der Prüftemperatur.

von A. Pomp und A. Dahmen⁹⁾ — Dehngeschwindigkeit in der 25. bis 35. Stunde gleich höchstens 0,0005 % je h — für den Kohlenstoffstahl und den anlaßgehärteten Chrom-Kupfer-Stahl die in *Zahlentafel 3* mitgeteilten Werte für die Dauerstandfestigkeit gefunden.

Zahlentafel 3. Dauerstandfestigkeit von Kohlenstoffstahl und anlaßgehärtetem Chrom-Kupfer-Stahl.

Stahlsorte	Dauerstandfestigkeit in kg/mm ² bei		
	300°	400°	500°
Kohlenstoffstahl	30	18	6
Chrom-Kupfer-Stahl, anlaßgehärtet.	32	23	12

Der anlaßhärtable kupferlegierte Stahl zeigt im Temperaturbereich der Ausscheidung verminderte Formänderungsfähigkeit. Aehnlich wie bei Kohlenstoffstählen im Blaubruchgebiet — und damit auf die mögliche Gleichartigkeit beider Vorgänge hinweisend — ist auch bei den anlaßgehärteten Kupferstählen Dehnung und Einschnürung

⁹⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 9 (1927) S. 33/52.

Gedanken zum neuen Agrarprogramm.

Von Dr. M. Schlenker in Düsseldorf.

I.

Zu den umstrittenen Fragen der Wirtschaftspolitik der gegenwärtigen deutschen Regierung gehört das Notprogramm zur Rettung der Landwirtschaft. Das Für und Wider der Pläne, zu deren Durchführung der Reichstag der Regierung die Ermächtigung erteilt hat, ist so ausgiebig von den verschiedensten Gesichtspunkten aus erörtert worden, daß man meinen sollte, eine Einigung der widerstreitenden Meinungen müsse möglich sein. Aber wie über allen Maßnahmen der verflochtenen Regierung, gleichgültig, ob es sich um Reparationsfragen, Finanzreform oder Agrarproblem handelt, die Ueberschrift „Zu spät!“ stand, so muß man auch jetzt wieder mit Bedauern feststellen, daß offenbar der neuen Regierung, die das Erbe der Regierung der Versäumnisse antreten mußte, für ein planmäßiges Durchdenken der viel zu lang hinausgezögerten Maßnahmen, welche die Frage der Wiederherstellung der landwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit lösen sollen, nur wenig Zeit übrig blieb. Was nützt es jetzt, wenn man aus dem ausgepreßten Steuersäckel der deutschen Wirtschaft noch weitere Mittel herausholen will, um eine Umschuldung landwirtschaftlicher Betriebe vorzunehmen, ohne gleichzeitig Sicherheit dafür zu schaffen, daß die Erzeugnisse solcher Betriebe auch zu lohnenden Preisen abgesetzt werden können. Es ist bekannt, daß die deutsche Landwirtschaft eine jährliche Mehreinnahme von rd. 3 Milliarden *RM* benötigt, um zu einer bescheidenen Verzinsung des in ihr angelegten Kapitals zu kommen. Nur ein Bruchteil dieser Summe wird aus der an sich notwendigen Umschuldung herausgewirtschaftet werden können. Der Schwerpunkt wird in der Erhöhung der Einnahmen liegen müssen, und für diese Erhöhung bestehen nur zwei wirksame Möglichkeiten: einmal die durch die eingeleitete Zollpolitik beabsichtigte Hebung des Preisstandes für Getreidesorten und Futtermittel, und ferner die allein durch eine Verschiebung innerhalb des Absatzapparates mögliche Steigerung des Ertrages beim Erzeuger. Versucht man nur den einen Weg der Ertragssteigerung durch Preissteigerung zu beschreiten, dann wird diesem Versuch, besonders bei den Erzeugnissen der landwirtschaftlichen Veredelungswirtschaft, bestimmt nur ein kurzer, vorübergehender Erfolg beschieden sein. Dieser Weg bedeutet nämlich, produktionswirtschaftlich gesehen, an sich keinen unbedingten Fortschritt. Aus dem knappen Fell unseres Volkseinkommens, von dem schon die Hälfte in die öffentlichen Kassen wandert, können weitere Riemen nicht mehr geschnitten werden, am allerwenigsten in einer Zeit, in der die industrielle Beschäftigung so danieliegt wie gegenwärtig, und in der die breitesten Volksschichten, die doch die Hauptverbraucher landwirtschaftlicher Erzeugnisse sein müssen, sich mit der sorgenvollen Frage quälen, ob und wie lange der Arbeitsplatz noch zur Verfügung steht. Man wird sich also auch in der Landwirtschaft bemühen müssen, eine höhere Stufe von Wirtschaftlichkeit als die bisherige zu erreichen, und das geht nur durch das Mittel, das auch die Industrie anzuwenden gezwungen war und das heute schon fast zu einem abgegriffenen Schlagwort geworden ist, nämlich durch Qualitätssteigerung und Rationalisierung. Es ist sicher richtig, daß hierzu zwei Voraussetzungen gegeben sein müssen, einmal das Vorhandensein ausreichender Geldmittel und dann die Einsicht in gewisse organisatorische Mängel. Allerdings

wird eine nicht zu knapp bemessene Zeit für die Durchführung dieser Dinge vonnöten sein. Das hindert nicht, daß diese Notwendigkeiten vom Standpunkt einer vorausschauenden Agrarpolitik schon jetzt in Angriff genommen werden müssen. Auf diesem Gebiet hat bisher die Arbeit der „Grünen Front“ leider noch keine greifbaren Ergebnisse zeitigen können, und das ist der Grund, weshalb auch weite Kreise der Industrie, die der Landwirtschaft grundsätzlich freundschaftlich gegenüberstehen, noch mit einer gewissen Besorgnis der Entwicklung der jetzigen Reform entgegensehen. Vornehmlich das weite Feld der landwirtschaftlichen Veredelungserzeugnisse bietet Gelegenheiten, die ins Auge zu fassen sind. Die Inanspruchnahme staatlicher Hilfe durch einen Wirtschaftszweig wie die deutsche Landwirtschaft kann sich auf die Dauer nur dann rechtfertigen, wenn die Machtmittel des Staates auch nach der Richtung angesetzt werden, wo offensichtliche Mängel der Organisation und des Qualitätswillens erkennbar sind. Ich will nicht verkennen, daß dank der Arbeit der landwirtschaftlichen Organisationen bereits auf manchen Gebieten Ansatzpunkte zur wirkungsvollen Durchsetzung des Gedankens des marktfähigen Qualitätserzeugnisses geschaffen sind. Die in verschiedenen Landesteilen erfolgte Einführung von Milch- und Buttermarken, der Eierabstempelung usw. ist dafür kennzeichnend. Das bisher schon Erreichte verlangt aber dringend des zielbewußten weiteren Ausbaues, den Staat und Landwirtschaft bei den Sofortmaßnahmen, die die Not der gegenwärtigen Stunde erfordert, nicht aus dem Auge verlieren dürfen. Mir scheint, daß die Landwirtschaft hier Zukunftsaufgaben hat, die, auf die Dauer gesehen, wichtiger sind als die doch schließlich ein äußeres Mittel bleibende Beeinflussung der landwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit durch zollpolitische Maßnahmen.

Es kann nicht bestritten werden, daß die Einfuhr an landwirtschaftlichen Veredelungserzeugnissen außerordentlich groß ist. 1929 betrug sie für

Käse	106 Mill. <i>RM</i>	Gemüse	140 Mill. <i>RM</i>
Wein	60 „ „	Südfrüchte	244 „ „
Obst	212 „ „	Eier	280 „ „

Das bedeutet einen Einfuhrwert von mehr als 1 Milliarde *RM*. Diese Erzeugnisse kommen vornehmlich aus Ländern, denen gegenüber wir Agrarpositionen handelsvertraglich gebunden haben. Es handelt sich um folgende Staaten: die Niederlande, Schweiz, Dänemark, Finnland, Italien, Spanien, Frankreich, Portugal, Griechenland, Belgien, Südslawien, Türkei, die nach Deutschland einschließlich der Industrieausfuhr insgesamt für $3\frac{1}{2}$ Milliarden *RM* ausführen. Stellen wir dem gegenüber, was die gleichen Staaten an deutschen Industrieerzeugnissen kaufen, so ergibt sich, daß wir nach dort im Jahre 1929 eine Ausfuhr von mehr als $5\frac{1}{4}$ Milliarden *RM* gehabt haben. Unsere Handelsbilanz ist also gegenüber diesen Staaten stark aktiv. Jedwede Gegenmaßnahme dieser, von etwaigen deutschen agrarischen Zollerhöhungen betroffenen Länder muß deshalb unsere Ausfuhr an einem sehr empfindlichen Punkt treffen. Wenn auch ein Teil der geplanten Zollmaßnahmen im Augenblick nicht eine Bedrohung bestehender Handelsverträge bedeutet, so schließt doch die Durchführung autonomer Zollerhöhungen die Gefahr in sich, daß die Erwartungen der entsprechenden deutschen landwirtschaftlichen Kreise auf spätere Inkraftsetzung der Zölle erheblich gestärkt und damit

eine Unsicherheit in die vertraglichen Abmachungen hineingebracht wird. Es ist daher unerlässlich, daß bei allen denjenigen Erzeugnissen, bei denen die ausländische Einfuhr durch eine Steigerung der Güte der deutschen Erzeugnisse bekämpft werden kann, diese Qualitätssteigerung durch verstärkten Zollschutz nicht noch hintangehalten wird. Auch eine geplante Aenderung der Weinzölle bedeutet die Gefährdung von drei wichtigsten Handelsverträgen. Mir scheint hier der mögliche Vorteil für die Landwirtschaft in keinem Verhältnis zu den Opfern zu stehen, die von der Volksgesamtheit hierfür gefordert werden.

Meine Bedenken gegen die zollpolitischen Maßnahmen des Agrarprogramms richten sich in erster Linie gegen die Regelungen auf dem Gebiete der Veredelungswirtschaft. Ganz anders sind grundsätzlich die neuen Getreide- und Futtermittelzölle zu beurteilen. Im Gegensatz zu vielfach in der Presse geäußerten Auffassungen bin ich der Meinung, daß ein erhöhter Getreidezollschutz sowohl vom Standpunkt der inneren Wirtschaftspolitik als auch unter dem Gesichtspunkt der Handelspolitik nicht die Gefahren enthält, mit denen man häufig die Industrie und besonders auch die Arbeiterschaft zu vergraulen versucht. Weder die Lebenshaltung der deutschen Arbeiterschaft noch unsere Handelsbeziehungen zu den wichtigsten Abnehmern unserer Industriewaren werden durch eine Erhöhung des Zollschutzes unserer Getreidewirtschaft gefährdet, wenn man einerseits die auch aus anderen Gründen erforderliche Rationalisierung des Verteilungsapparates der landwirtschaftlichen Erzeugnisse zielbewußt betreibt und auf der anderen Seite die Tatsache ins Auge faßt, daß die hauptsächlichsten Lieferländer der Getreideerzeugnisse uns nur in verhältnismäßig geringem Maße Industrieerzeugnisse abnehmen. Ob es freilich zweckmäßig war, den Weg der Gleitzölle zu beschreiten, oder ob im mehr oder weniger politisch bestimmten Getreidepreis auf die Dauer das Heil ruht, ist eine völlig anders zu beurteilende Frage. Es ist Pflicht gerade der Industriegruppen, die wie die westdeutsche Industrie für die Bedürfnisse der Landwirtschaft immer besonderes Verständnis bewiesen haben, mit ihren Sorgen gegenüber diesen Unzulänglichkeiten und Mängeln des Getreidehilfsprogramms zum Nutzen der Gesamtwirtschaft und gerade auch der Landwirtschaft nicht zurückzuhalten¹⁾. Im übrigen sollte man auch für die Wiedergesundung der Getreidewirtschaft die neben dem Außenschutz wichtigen innerwirtschaftlichen Erzeugungs- und Absatzfragen in neuen, den Erfordernissen der heutigen Verkehrswirtschaft entsprechenden Formen einer baldigen befriedigenden Lösung entgegenzuführen versuchen. Um nur eine Frage herauszugreifen, erinnere ich hier an das von Dr. Solmsen in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft gedanklich schon außerordentlich weit geförderte Gebiet des landwirtschaftlichen Warenkredits auf der Grundlage des Lagerhauswesens. Landwirtschaft, Industrie und Handel haben ein gemeinsames Interesse daran, den Gesetzgeber baldigst zur Schaffung der hier notwendigen rechtlichen Voraussetzungen zu veranlassen.

Fragt man sich nach den Ursachen, auf die die halben und teilweise widerspruchsvollen Maßnahmen des neuen Agrarprogramms zurückzuführen sind, so wird man sie gerechterweise weniger in der Unfähigkeit der jetzigen Minister, als vielmehr in einer gewissen Unausgeglichenheit

der durch das Schlagwort der „Grünen Front“ gekennzeichneten landwirtschaftlichen Zweckvertretung, vor allem aber in der Eigenart unserer politischen Verhältnisse überhaupt suchen müssen. Zur „Grünen Front“ nur einige Gedanken, die auszusprechen ich mich verpflichtet fühle, gerade weil ich eine kraftvolle und geschlossene Vertretung der landwirtschaftlichen Belange durch die Landwirtschaft selbst für außerordentlich wichtig halte! Die „Grüne Front“ ist gewissermaßen die „arithmetische Addition“ unendlich vieler zersplitterter Einzelbelange von zwei Millionen landwirtschaftlichen Betrieben, die ihre Entstehung dem berechtigten Abwehrwillen der Landwirtschaft gegen wirtschaftlichen Untergang verdankt. Es ist schwer, der Vielzahl dieser Anhängerschaft gegenüber einen klaren Führerwillen zu entwickeln, weil es eben nicht möglich ist, allen einzelnen Gruppen der „Front“ in jedem Zeitpunkt gleichmäßig gerecht zu werden und allen Teilen die von ihnen gewünschten Vorteile zu verschaffen. Nach meinem Eindruck hat die „Grüne Front“ bisher teilweise das Unmögliche möglich zu machen versucht, den Durchschnitt der vorhandenen Wünsche zum Programm zu erheben. Dieses Verfahren wird man auf die Dauer nicht aufrechterhalten können, wenn man der Gefahr entgehen will, die Hilfsmaßnahmen zu verzetteln und, statt den Hebel an den wirklich bedrohten Stellen mit Nachdruck und ganzer Kraft anzusetzen, auf allen Gebieten zersplitterte Einzelhilfe Platz greifen zu lassen. Es wird nunmehr darauf ankommen, daß es dem Ansehen der Führer gelingt, in ihren eigenen Reihen das Bewußtsein für die Notwendigkeit einer einheitlichen Politik nach großen Gesichtspunkten und klaren Richtlinien durchzusetzen.

II.

Den Hauptgrund für die Unzulänglichkeiten der bisherigen Agrarpolitik sehe ich, wie schon angedeutet, in dem unentwickelten und unreifen Zustand unseres ganzen politischen Lebens. Wir haben es ganz allgemein seit der Revolution nicht verstanden, die Demokratie nach der Richtung auszubauen, daß sich ein klarer, überlegener Staatswille gerade in wirtschaftlichen Fragen ausreichend Geltung zu verschaffen vermöchte. Die Minister erscheinen als Geschäftsführer von Fraktionen, und die Fraktionen wiederum tragen den Charakter von unverantwortlichen Vollzugsausschüssen irgendwelcher Interessengruppen. Fruchtbare Gedanken vermögen sich fast nie durch dieses Netz von kleinen und kleinsten Interessen bis an die Oberfläche durchzuwinden. Sie werden erstickt in dem Kuhhandel um Gruppenvorteile, zu deren Befriedigung heute der Staat gerade gut genug ist. So scheint es, um nur ein Beispiel zu nennen, auch dem großen Gedanken der Rettung des deutschen Ostens aus schwerster wirtschaftlicher und nationaler Not zu gehen, den der Reichspräsident als Voraussetzung für die Tragbarkeit bestimmter internationaler Abmachungen bezeichnet hat. Die Ueberlieferung einer von hohem Gemeinsinn getragenen Staatsauffassung der deutschen und vornehmlich preußischen Geschichte ist abgerissen und lebt nur noch in wenigen Schichten unseres Volkes. Das klägliche Ende der letzten Regierung, der sogenannten Großen Koalition, wurde verursacht durch den Umstand, daß die verantwortlichen Minister der Sozialdemokratischen Partei vor dem eigensüchtigen Machtwillen der Gewerkschaften nicht die Waffen strecken wollten. Wenn man eine solche Politik will, dann sollte man doch lieber gleich zum offenen Ständestaat übergehen, allerdings mit der daraus folgenden Notwendigkeit einer neben die Ständekammer gestellten Zweiten Kammer, die als Repräsen-

¹⁾ Ich darf zu diesem Punkte auf einen Aufsatz verweisen, den mein Mitarbeiter Dr. M. Hahn in Nr. 16 der Ruhr- und Rhein-Wirtschaftszeitung vom 18. April 1930 unter dem Titel „Das Agrarprogramm der Regierung und die deutsche Industrie“ veröffentlicht hat.

tation übergeordneter staatlich gerichteter Kräfte die Beschlüsse der Ersten Kammer auf Durchführbarkeit und Sauberkeit zu prüfen hat. Parlamentarismus kann sich in der Demokratie nur dann behaupten, wenn die Parteien über Führer verfügen, die sich nicht zu willenlosen Werkzeugen von Interessengruppen herabwürdigen lassen, sondern im Staatswohl zu fühlen und zu denken gewohnt und erzogen sind. Niemals würde sich ein englischer Parteiführer auch nur kurze Zeit halten können, wenn er seine Aufgabe anders auffaßte. Mein Aufruf an die deutsche Unternehmerschaft, sich dem Staate und der Politik mehr als bisher zu widmen, den ich gelegentlich der letzten Mitgliederversammlung des Langnamvereins zum Ausdruck brachte, ist zum Teil mißverstanden worden. Der „politische Direktor“ ist nicht als Einrichtung gedacht, die sich gegen den Staat einstellt. Man könnte ebensogut vom „politischen Unternehmer“ sprechen, dessen Entschlüsse und Entscheidungen von politischem Willen, von politischer Einsicht und von politischer Verantwortung mitbestimmt sein müssen. Nicht Kräfte gegen den Staat, sondern Kräfte für den Staat sollen entbunden werden! Bisher haben die in der Unternehmerschaft vorhandenen politischen Führungskräfte sich nicht in genügendem Maße entfalten können. Es ist aber doch wohl in erster Linie ein Nutzen des Staates, sich die großen staaterhaltenden Kräfte im deutschen Unternehmertum dienstbar zu machen, um sie als Sturmbock gegen Parteigeist und Nutznießertum einzusetzen.

„Jedes Volk hat die Regierung, die es verdient“ — die Wahrheit dieses Satzes ist durch die Geschichte noch immer erwiesen worden. Demokratien verlangen vom Staatsbürger ein größeres Maß von Selbstzucht und Gemeinsinn als Monarchien. Die Krise des deutschen Parlamentarismus leitet sich aus dem Mangel an diesen Eigenschaften im deutschen Volke her, ebenso wie die Gesundheit der demokratischen Einrichtungen Englands und auch der Vereinigten Staaten aufgebaut ist auf einer verantwortlichen

Führerschicht, in die hineinzuwachsen nur dem gelingt, der bewiesen hat, daß seine Vorstellungen von Politik auf die Vollziehung des Gesamtwillens der Nation gerichtet sind. Auch der italienische Diktator Mussolini bemüht sich um die Verbindung zwischen den Einzelbelangen wirtschaftlicher Gruppen und dem Gesamtwohl. Folgerichtig hat er Arbeitgeber und Arbeitnehmer in einheitliche Vertretungen zusammengefaßt und diesen jetzt eine Spitze im nationalen Wirtschaftsrat gegeben. Der Wirtschaftsrat ist allerdings gehalten, sich dem von der faschistischen Regierung verkörperten Staatswillen unterzuordnen. Ich will keineswegs einer schematischen Uebertragung von Einrichtungen aus Ländern mit anderen Voraussetzungen und anderer Geschichte das Wort reden. Dennoch, wo auch immer Menschen regiert werden, besteht eine innere Verwandtschaft politischer, wirtschaftlicher und geistiger Fragen der gleichen Zeit. Deshalb sollten wir den Versuchen Mussolinis, der uns übrigens auch auf dem engeren Gebiete der Agrarpolitik vielleicht in mancher Beziehung Beispiel sein kann, unsere Aufmerksamkeit schenken und aus ihnen lernen. Der bisherige deutsche Reichswirtschaftsrat hat nicht vermocht, der Uebermacht von Parlament, Fraktionen und Parteien Fruchtbare entgegenzustellen: Die Wirtschaftspolitik größerer Sachlichkeit ist nicht um einen Schritt weiter gekommen. Der jetzige Reichsbankpräsident Dr. Luther hat noch vor kurzem als Führer des Bundes zur Erneuerung des Reiches Wege gewiesen, auf denen sich vielleicht der Reichswirtschaftsrat fruchtbar in unser Staatsleben einschalten läßt. Die ernsthafte und gründliche Prüfung seiner Vorschläge über die Schaffung einer zweiten Kammer sollte baldmöglichst von Regierung und Parlament auf die Tagesordnung gesetzt werden! Wann wird endlich eine starke Regierung, ausgestattet mit höchster Autorität und gestützt auf einen Generalstab der deutschen Wirtschaft, dem Gesamtwillen des deutschen Volkes in allen für unsere Zukunft wichtigen Entscheidungen Geltung verschaffen?

Umschau.

Verlustquellen in Schmiedebetrieben bei wechselnder Beschäftigung¹⁾.

Bei den hier wiederzugebenden Zusammenstellungen der Gemeinkosten einer Reihe von Schmiedebetrieben sind die Ergebnisse von fünf Jahren ausgewertet worden. Dabei zeigt sich, daß der Beschäftigungsgrad für einen praktisch nutzbringenden Betriebsvergleich von ganz grundlegender Bedeutung ist. Das gilt nicht nur für einen Vergleich verschiedener Betriebe, sondern auch dann, wenn man Jahres- oder Monatsergebnisse ein und desselben Betriebes miteinander vergleichen will. Dieser Einfluß des Beschäftigungsgrades ist wohl bekannt, er wird wohl berücksichtigt, meist aber nur gefühlsmäßig, nicht — wie es zur sachlichen Beurteilung unumgänglich ist — zahlenmäßig! Für eine solche langjährige Zusammenstellung eignen sich natürlich nur Werke, die einen wenigstens einigermaßen gleichbleibenden Fertigungsplan in dieser Zeit beibehalten haben und auch nicht etwa infolge Wechsels der leitenden Beamten eine Aenderung in der Art ihrer Unkostenverrechnung haben eintreten lassen. Im letzten Falle sind entweder die Werte unbrauchbar oder erfordern eine recht umständliche Umrechnung; diese wurde in einzelnen Fällen zum Teil von den Werken auch durchgeführt. Auch all den anderen Firmen, die wiederum ihre Unkostenunterlagen zur Verfügung gestellt haben, dankt Verfasser auch an dieser Stelle.

Ueber den Einfluß der Gemeinkosten auf die Einzellöhne oder -stunden steht der Verfasser durchaus auf dem Standpunkt, daß man in der Betriebsnachrechnung möglichst viele Kosten unmittelbar verrechnen soll, ohne erst noch den Umweg über den zum Teil verpönten, sogenannten Gemeinkostensatz zu nehmen. Es muß natürlich auch in den Schmiedewerkstätten auf möglichst weitgehende Unterteilung in Kostenstellen und Werkstätten

gedrungen werden. Jedoch lassen sich die bisher als Unkosten oder Gemeinkosten verrechneten Werte hier nicht so weitgehend als Einzelkosten aufteilen, wenn nicht die im Betriebe täglich zu leistende „Verrechnungsarbeit“ wachsen und sehr bald an dem Punkte angelangt sein soll, wo durch ein derartiges Streben nach gerechter Verteilung nur eine Verteuerung des Betriebes hervorgerufen wird. Dies ist der Grund, weshalb Verfasser in allen von ihm untersuchten Werken die Verrechnung nach den drei großen Hauptgruppen Materialkosten, produktive bzw. Einzellöhne und Gemeinkosten auch bei seinen neueren Sammlungen vorgefunden hat und daher auch den auf die Produktivlöhne bezogenen Unkostensatz für seine Zusammenstellungen zugrunde gelegt hat. Um die Verschiedenheiten der Verdiensthöhe auszuschalten, wurden noch außerdem mit Hilfe der produktiven Stunden die Unkostenbeträge in $\mathcal{R}M/h$ gebildet.

Der Beziehung der Gemeinkosten auf die Einzel- bzw. produktiven Löhne allein kommt insofern erhöhte Bedeutung zu, als die Ueberwachung des Betriebes mit seinem schwankenden Beschäftigungsgrad in dieser Beziehung auf den produktiven Lohn, der sich bei nachlassender Beschäftigung ebenfalls ganz von selbst vermindert, eine viel sicherere Grundlage hat als bei jeder anderen Bezugsgröße. Diese in den meisten Betrieben zur Verrechnung der Selbstkosten gebräuchliche Grundlage zeigt gegebenenfalls mit unfehlbarer Sicherheit an, wie bei verminderter Beschäftigung die anderen Ausgaben, wie unproduktive Löhne, Gehälter und zahlreiche andere Nebenkosten sich in ihrer verhältnismäßigen Höhe verhalten haben. Dies kommt längst nicht so deutlich zum Ausdruck, wenn etwa die Gesamtsumme der Löhne als Bezugsgröße genommen wird. Von grundsätzlicher Bedeutung ist dabei jedoch die Art der Verrechnung (vgl. *Zahlentafel 1*); die einzelnen Abteilungen wurden daher in ihrem Ein- oder Ausschluß mit + oder — und durch sinnfällige Buchstaben gekennzeichnet. Um für die während der fünf Jahre eingetretene Preisänderung bei den einzelnen Verrechnungsarten geeignete Maßstäbe zu

¹⁾ Vgl. K. Seyderhelm: Unkostensätze und Nebenbetriebskosten unter besonderer Berücksichtigung des Beschäftigungsgrades. (Berlin: Maschinenbau-Verlag.)

Zahlentafel 1. Unkostensätze von Schmiedewerkstätten.

Werk Nr.	Art der Fertigung	Jahr	Arbeiterzahl	Gedinge- (Akkord-) Verdienst	Beschäftigungsgrad	Betriebsunkosten			
						Berechnungsart	% des produktiven Lohnes	RM/h	% vom produktiven Lohn bezogen
X	Mittlere Schmiede	1927	42	1,13	60	B + K, L, W,	262	2,96	320
		1928	54	1,35	56	E - A, V	200	2,68	235
XI	Gesenkpresserei	1927	90	1,10	65	B + H	450	4,90	546
		1928	68	1,18	42	- A, V	435	5,10	540
IIIa	Schmiede	1926	—	0,87	21	B - L, A, V,	292	2,54	353
		1927	153	1,19	112	K, E, W	240	2,87	296
IIIb	Gesenkpresserei	1926	—	0,85	28	B - L, A, V,	335	2,85	405
		1927	—	1,18	80	K, E	265	3,13	327
XIa	Gesenkpresserei	1927	—	—	—	B + K, L, W,	367	4,10	444
		1928	—	—	—	E - A, V	350	4,10	435
VII	Hammerschmiede für Großreihenbau	1927	68	etwa 1,05	75	B + K, L, W	175	—	202
		1928	50	etwa 1,20	57	- A, V	163	—	192

B = Betrieb, L = Lager, E = Einkauf, K = Konstruktion, W = Werkzeugmacherei, A = Abschreibung, V = Verzinsung.

erhalten, wurden jeweils für eine Anzahl von Werken die Bestandteile der einzelnen Kostengruppen der Jahre 1924 bis 1928 in Hundertsätzen festgestellt; daraus wurden dann die Maßzahlen im bezogenen Durchschnitt für die einzelnen Jahre errechnet. Die einzelnen Jahresergebnisse wurden auf die Verhältnisse des ersten Verrechnungsjahres 1924 bezogen, dessen Ergebnisse gleich 1 gesetzt wurden. Mit Hilfe dieser Zahlen sind die auf 1924 bezogenen Unkostensätze in der letzten Spalte der *Zahlentafel 1* errechnet worden. Diese Werte, von denen *Zahlentafel 1* nur die für die Jahre 1927 und 1928 wiedergibt, aus den verschiedenen Betrieben mit ihren stark schwankenden Beschäftigungsgraden zeigen unter Ausschaltung der Nebenwerte den praktischen Einfluß des Beschäftigungsgrades auf die Unkostensätze. Dabei ist eine Ordnung zugrunde gelegt, bei der in *Abb. 1* in senkrechter Richtung die auf 1924 bezogenen Unkostensätze aufgetragen sind, und zwar in Abhängigkeit von dem waagrecht abzulesenden Beschäftigungsgrad. Dieser ist auf den produktiven Stunden aufgebaut und in Hundertteilen ausgedrückt. Dabei sind die in *Abb. 1* eingezeichneten Grenzfälle denkbar: Schaulinie a der günstigste Fall mit gleichbleibendem Gemeinkostensatz trotz verminderter Beschäftigung, Schaulinie b (eine gleichzeitige Hyperbel) stellt den ungünstigsten Fall dar, wo die Unkostensumme trotz zurückgehender Beschäftigung unveränderlich bleibt. Zwischen diesen beiden Grenzfällen ist eine Schar von Schaulinien denkbar, von denen das Wohl und Wehe eines Werkes bei rückgängiger Beschäftigung abhängig ist.

In *Abb. 2* sind für einige Werke solche Schaulinien, wie sie aus den einzelnen Jahresergebnissen folgen, eingetragen. Sie zeigen die Kennlinie der betreffenden Gemeinkosten bei wechselnder Beschäftigung. Die zeichnerische Auftragung ist erforderlich, um aus der Fülle der auf ganz verschiedenen Beschäftigungsgraden und Höhen liegenden Werte die Richtung der Schaulinie herauszufinden, die dem in den meisten Fällen erreichten Durchschnittsverlauf entspricht. Bei der Auswertung der einzelnen Schaulinien zur Ermittlung der durchschnittlichen Richtung für die Abhängigkeit von Gemeinkosten und Beschäftigungsgrad wurde von dem Gedanken ausgegangen, daß es weniger auf die unterschiedsmäßige Aenderung als auf die verhältnismäßige Aenderung bei einem bestimmten Beschäftigungsgrad ankommt. Es wäre nun naheliegend gewesen, für den letzten die volle (= 100 %) Beschäftigung = 1 anzunehmen. Die Beschäftigung war jedoch in sehr vielen Fällen, namentlich bei den zahlreichen Untersuchungen anderer Unkostenstellen und Arten¹⁾ weit unter 100 % geblieben, weshalb in jeder Schaulinie der Wert des bezogenen Unkostensatzes bei 80 % als Grundwert mit 1 angenommen wurde. Diese Vereinigung ist in *Zahlentafel 2* vorgenommen. Sie gibt in der letzten Spalte für den von 10 zu 10 % steigenden Beschäftigungsgrad

die durchschnittlichen Verhältniszahlen des An- und Abstieges des Unkostensatzes für die untersuchten Werke an.

Bei der Betrachtung solcher Wechselwirkungen ist jedoch sehr wohl zu unterscheiden zwischen ihrer Auswirkung bei monatlichen Ergebnissen und bei Jahresergebnissen. Bei den ersten muß man in Einzelmonaten infolge besonderer Umstände, wie Urlaubszeit, vorübergehendes Nachlassen der Aufträge etwa im Zusammenhang mit der Jahreszeit, ein gewisses Spiel gelten lassen. Ihre Untersuchung ergab einen wesentlich stärkeren Anstieg¹⁾.

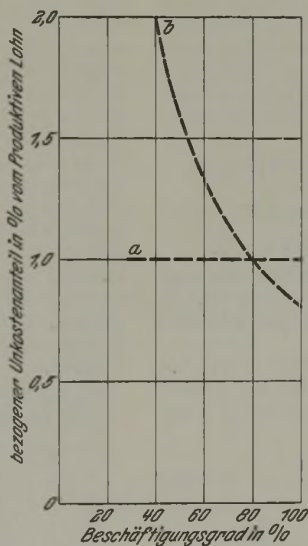


Abbildung 1. Grenzfälle der Wechselwirkung zwischen verhältnismäßigen Unkosten und Beschäftigungsgrad.

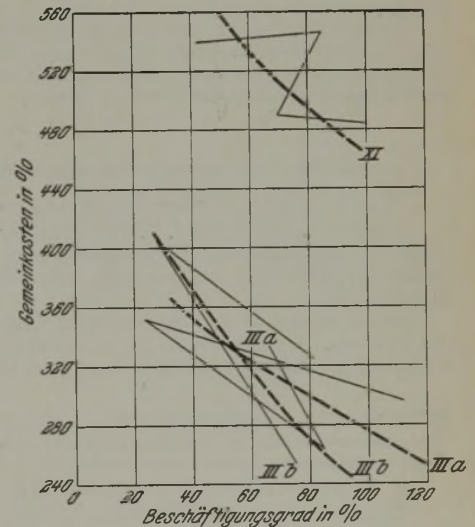


Abbildung 2. Kennlinien der Gemeinkosten bei wechselnder Beschäftigung.

Zahlentafel 2. Einfluß des Beschäftigungsgrades in Schmiedebetrieben.

(Die Unkosten steigen oder fallen.)

Beschäftigungsgrad in %	Schmiedebetriebe			
	Werk XI	Werk IIIa	Werk IIIb	Durchschnitt
30	—	—	—	—
40	—	1,18	1,38	1,28
50	1,13	1,13	1,28	1,18
60	1,08	1,08	1,18	1,11
70	1,04	1,03	1,08	1,05
80	1	1	1	1
90	0,97	0,96	0,93	0,95
100	0,94	0,94	—	0,94

Die Verfolgung dieser abgekürzten Unkostengestaltung bei wechselnder Beschäftigung genügt natürlich keineswegs. Nur eine eingehende Untersuchung und Unterteilung der einzelnen Kostenarten kann durchgreifenden Erfolg bringen.

Die einzelnen Untersuchungen, wie sie der Verfasser in seiner Druckschrift wiedergegeben hat, zeigen nämlich fast sämtlich ein mehr oder weniger unterschiedliches Ansteigen bei abnehmendem Beschäftigungsgrad.

Bei jeder Bekämpfung von Verlustquellen handelt es sich eben um Kleinarbeit und um Einzelverfolgung. Die Ergebnisse zeigen eindeutig, daß die Verlustquellen um so bedrohlicher werden, je geringer die Beschäftigung ist. Sie verlangen also gerade unter Hinweis darauf erhöhte Aufmerksamkeit.

In der Druckschrift wird auf den Ofen als eine der Hauptverlustquellen im Schmiedebetrieb näher eingegangen.

Wenn bei der hier für einen Zeitraum von fünf Jahren durchgeführten Untersuchung zwischen Beschäftigungsgrad und Unkostenarten Beziehungen gefunden wurden, die als der Durchschnitt einzelner Werke angesehen werden können, so sollen diese immer noch steilen Anstiege keineswegs als eine erreichbare Norm hingestellt werden; sie sollen vor allem den Blick auf diesen vielleicht für die nächste Zukunft der deutschen Industrie besonders wichtigen Einfluß einer Beschäftigungsverminderung zahlenmäßig lenken und dabei die Tatsache beleuchten, daß es einer Reihe von Werken gelungen ist, bereits unter diesem Durchschnitt zu bleiben.

Dabei sei zum Schluß noch eine andere Seite dieser Frage — des zahlenmäßigen Einflusses des Beschäftigungsgrades auf die Gesteigungskosten — gestreift, nämlich der Einfluß dieser zahlenmäßigen Erkenntnis bei jedem einzelnen Werke auf eine vernünftiger Preisstellung.

Diese Frage geht weit über den Rahmen der einzelnen Betriebswirtschaft hinaus; denn wenn ein Werksleiter bei einer vorübergehenden Senkung der Gesteigungskosten die Verkaufspreise senkt, in der irrigen Annahme, daß die Ursache hierfür nicht in der vorübergehend stärkeren Beschäftigung, sondern in seinen Maßnahmen zur Erreichung größerer Wirtschaftlichkeit liegt, so schädigt er damit nicht nur sein eigenes Werk, dessen Ertragsgrenze er an einen nur ausnahmsweise zu erreichenden Beschäftigungsgrad bindet, sondern auch die betreffende gesamte Industrie!

Es muß daher auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus angestrebt werden, diese Erkenntnis des praktischen, zahlenmäßigen Einflusses des Beschäftigungsgrades auf die Gesteigungskosten in möglichst weite Kreise zu tragen.

Dr.-Ing. K. Seyderhelm.

Fortschritte im ausländischen Walzwerksbetrieb¹⁾.

Neues Streifenwalzwerk der Acme Steel Co.

Rogers A. Fiske und J. B. Pletcher beschreiben das neue Walzwerk für warmgewalzte Streifen der Acme Steel Co. zu Riverdale bei Chicago, Ill., das durch einige Neuerungen bemerkenswert ist²⁾.

Dieses ist das dritte Streifenwalzwerk der Acme Steel Co.; das erste kann Streifen von 25 bis 76 mm Breite und bis 3,2 mm Dicke walzen, das zweite Streifen von 76 bis 508 mm Breite und

hinausgeschoben werden. Der Ofen hat eine vorgesehene Leistung von 40 t/h und eine lichte Weite von 9,75 m, die aber später zur Aufnahme von Knüppeln von 12,19 m Länge vergrößert werden kann. Zum Heizen dient Generatorgas, das dem Ofen durch 8 Brenner zugeführt wird; die Verbrennungsluft wird durch einen gußeisernen Rekuperator im Abgasabzug vorgewärmt. Das Ofengewölbe ist flach und hängt an einem Trägersaufbau, der unabhängig vom Ofen auf besonderen Stützen ruht. Der aus dem Ofen tretende Knüppel kann auf einer davorstehenden Kniehebelschere geschöpft werden.

Das Walzwerk (Abb. 1) besteht aus 14 Gerüsten, und zwar aus der Vorstraße mit 9 Gerüsten und der Fertigstraße mit 5 Gerüsten, dazwischen ist eine elektrisch angetriebene fliegende Schere zum Abschneiden der vorderen Enden angeordnet; diese fallen in Schubkarren, die unter der Schere aufgestellt sind. Hinter dieser Schere ist ein Trog angeordnet, der es dem austretenden Walzgut gestattet, eine Schleife zu bilden, so daß es ohne Spannung in die Fertigstraße tritt.

Die Vorstraße hat vier Gerüste mit senkrechten Stauchwalzen und fünf Duogerüste mit waagerechten Walzen von 305 mm Dmr. und 381 mm Ballenlänge, deren Stellung aus der Abbildung zu ersehen ist; die Fertigstraße besteht aus fünf Duogerüsten.

Die waagerechten Walzen haben keine Zapfen, dafür ist der Ballen der Walzen in voller Dicke verlängert, und diese Verlängerungen dienen als Zapfen, die in Rollenlagern gelagert sind, wodurch eine reichliche Tragfläche und eine durchgehende kräftige Bauart der Gerüste erreicht wird. Auch die Stauchgerüste sind ungewöhnlich schwer ausgeführt, so daß sie, wenn schmale Streifen gewalzt werden, zur raschen Verminderung des Stabquerschnittes mit Walzen versehen werden können, die Oval- und Vierkantstiche statt der Stauchstiche haben.

Zahlentafel 1. Uebersicht über die Antriebsmotoren.

Gerüst Nr.	Motorstärke in PS	U/min
1. (Stauher)	150	400/1200
2.	600	400/1000
3.		
4. (Stauher)	150	400/1200
5.	600	450/900
6.		
7. (Stauher)	150	400/1200
8.	600	450/900
9.	150	400/1200
10. (Stauher)	600	450/900
11.	600	450/900
12.	700	264/595
13.	800	382/908
14.	800	382/908

Um je nach der Verschiedenheit der Erzeugnisse die Walzgeschwindigkeit einstellen zu können, wurden zum Antrieb der Walzgerüste regelbare Gleichstrommotoren für 600 V verwendet mit Ausnahme der vier ersten Gerüste mit waagerechten Walzen, die paarweise von je einem Motor aus durch Zahnradvorgelege gemeinsam angetrieben werden. Bei dem Gerüst sowie bei allen Stauchgerüsten geschieht die Kraftübertragung vom Motor aus ebenfalls durch ein Vorgelege, während die drei letzten Fertigerüste unmittelbar angetrieben werden. Zahlentafel 1 gibt eine Uebersicht über die Antriebsmotoren.

Alle Walzmotoren werden durch gefilterte Luft gekühlt. Zur Erzeugung des Gleichstromes von 600 V für die Walzmotoren,

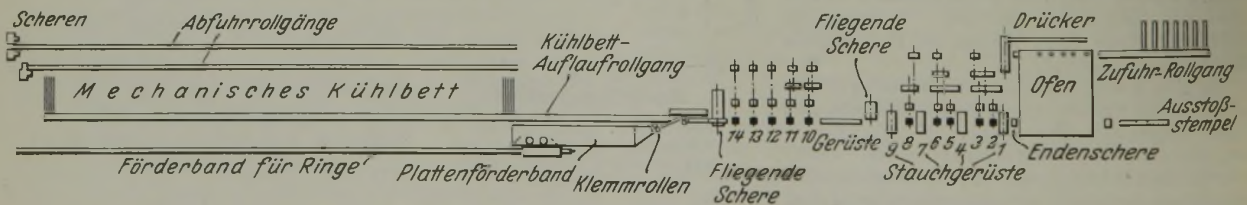


Abbildung 1. Walzwerk für Streifen von 18 bis 152 mm Breite.

allen üblichen Dicken³⁾, während das dritte Walzwerk Streifen von 18 bis 152 mm Breite, und zwar schmale Streifen bis 0,6 mm Dicke, breitere bis 0,9 mm Dicke, dagegen dickere Streifen in allen Breiten, ferner Bandeisen und schmale Flaacheisen herstellen kann. Knüppel von 44 mm Vierkant und Brammen bis 51 x 146 mm Querschnitt in Längen von 9,14 m gelangen vom Aufgabebisch zum Ofen über einen Zufuhrrollgang, der im Ofen wassergekühlte Rollen hat; hier werden sie durch Drücker über geneigte Gleitrollen zu einem Trog hinabgestoßen, aus dem sie durch einen Stempel, der von zwei angetriebenen Klemmrollen bewegt wird,

Hilfsvorrichtungen und zur Erregung ist ein einziger großer Umformersatz vorhanden, der aus fünf Maschinen besteht, und zwar aus zwei Maschinen von 2000 kW für 600 V zum Antrieb der Walzmotoren, einer Maschine von 300 kW für 250 V für Hilfsvorrichtungen und Krane, und einer Maschine von 100 kW für 250 V zur Erregung, die alle von einem Drehstrom-Synchronmotor von 6350 PS für 12 000 V und 60 Perioden angetrieben werden. Man wählte diese Anordnung, weil man von ihr einen besseren Wirkungsgrad erwartete, als wenn die Maschinen einzeln angetrieben worden wären, außerdem nimmt dieser große Satz weniger Platz ein; ferner war es nur durch diese Anordnung möglich, den Antriebssynchronmotor für 12 000 V an ein bestehendes Ueberland-Drehstromnetz anzuschließen, wodurch auch die Schaltanlagen vereinfacht und der Wirkungsgrad durch Ausschaltung von Umspännverlusten verbessert wurde.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 492/3.

²⁾ Iron Age 125 (1930) S. 846/50; Iron Trade Rev. 86 (1930) Nr. 12, S. 41/4.

³⁾ Vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 504/5.

Die vier Motoren der Stauchgerüste werden durch magnetische Widerstandsanlasser gesteuert, so daß sie unabhängig von den anderen großen Motoren angelassen oder stillgesetzt werden können. Die acht Walzmotoren zu den Gerüsten mit waagerechten Walzen werden durch Regelung der Spannung des Umformersatzes gemeinsam angelassen und gesteuert, außerdem kann die Drehzahl der drei Motoren zum Antrieb der Vorwalzgerüste mit waagerechten Walzen und der vier Motoren der Stauchgerüste durch eine besondere Widerstands-Feineinstellung von den an den Walzgerüsten stehenden Arbeitern geregelt werden.

Bemerkenswert ist auch noch die Art der Schmierung. Alle Lager und Vorgelege werden durch Oel geschmiert, das von einer

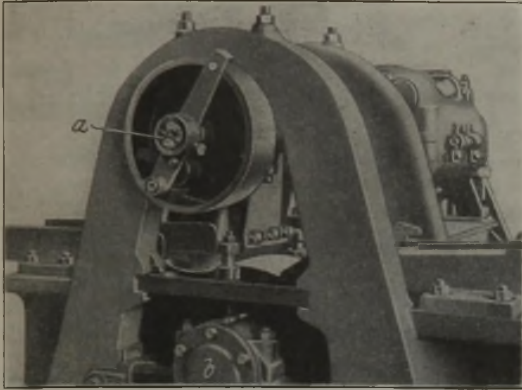


Abbildung 2. Elektrisch angetriebene Schere.

in einem Keller zusammengefaßten selbsttätig arbeitenden Filteranlage den Verbrauchsstellen zugeführt wird und von dort wieder der Filteranlage zufließt; dagegen werden alle Rollenlager an den Walzgerüsten durch Fett geschmiert.

Die das Walzwerk verlassenden Streifen können entweder auf ein etwa 70 m langes Zacken-Kühlbett geleitet oder in Bündeln aufgewickelt werden. Im ersten Falle werden sie durch eine elektrisch angetriebene fliegende Schere für einen größten Stabquerschnitt von $178 \times 6,4$ mm (Abb. 2 und 3) in Kühlbettlängen geteilt. Die Schere hat nur ein bewegliches Messer, und zwar das Obermesser, dessen Antriebswelle eine Umdrehung bei jedem Schnitt macht. Die Obermesserwelle (a) und die Welle der Trag-

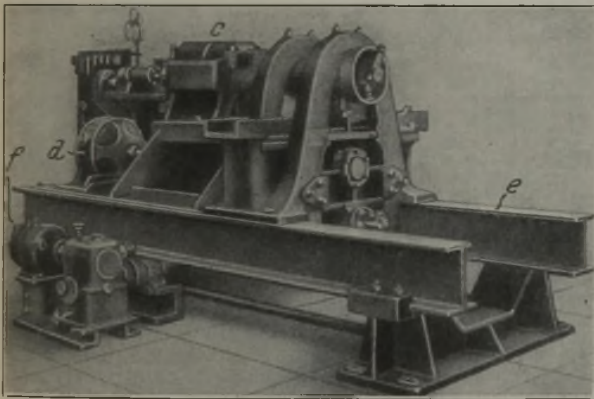


Abbildung 3. Zusammenstellung der fliegenden Schere.

rolle (b) werden unmittelbar durch je einen Motor (c und d) angetrieben, wobei die Umfangsgeschwindigkeit der Rolle gleich der Geschwindigkeit des aus dem letzten Walzgerüst tretenden Stabes ist. Durch eine besondere elektrische Steuerung ist es möglich, die Schnittgeschwindigkeit der Schere, die bis zu $15,23$ m/s betragen kann, der Durchlaufgeschwindigkeit des Walzgutes anzupassen. Da die Schere bei der Herstellung von Streifen in Bündeln nicht benutzt wird, so kann sie aus der Walzrichtung auf einem aus Doppel-T-Eisen bestehenden Gestell (e) durch eine von einem Motor (f) aus angetriebene Vorrichtung verschoben werden. Zwischen dieser Schere und dem Auflaufrollgang des Kühlbettes ist ein Zwischenraum, der bei Streifen, die in Kühlbettlängen geschnitten werden sollen, durch einen Rollgang mit 15 einzeln elektrisch angetriebenen Rollen ausgefüllt werden kann; sollen die Streifen aber in Bündeln gewickelt werden, so wird, nachdem die Schere seitlich ausgefahren worden ist, eine aus Klemmrollen, Führungen und einem Schleifenwerfer bestehende Vorrichtung eingesetzt, beide Vorrichtungen können in 5 min durch einen

Laufkran ein- oder ausgebaut werden. Hinter dem Schleifenwerfer läuft der Streifen auf ein Plattenförderband, das ihn zu einer der beiden Wickelmaschinen bringt; von dort geht der Bund auf ein Förderband von 79 m Länge, das ihn zum Lager schafft, wo er gebunden und aufgestapelt wird.

Die auf dem Kühlbett erkaltenen Streifen gelangen zuerst auf eine Abschiebeplatte und werden dann durch einen quer über das ganze Kühlbett laufenden 5-t-Kran mit einer Anzahl im Abstand von 455 mm voneinander angeordneten Magneten von der Abschiebeplatte abgehoben und auf einen der vier neben dem Kühlbett aufgestellten Rollgänge gelegt, der sie zu der am Ende jedes Rollganges stehenden Schere bringt.

Durch dieses neue Walzwerk, dessen Leistung auf 12 000 t im Monat vorgesehen ist, wird die Leistung der Acme Steel Co. an warm gewalzten Streifen auf 500 000 t im Jahre gesteigert, während auf den sonst noch vorhandenen Kaltwalzwerken etwa 75 000 t Bänder hergestellt werden können. Schließlich sei noch auf die wertvollen erläuternden Abbildungen hingewiesen, die in den beiden Schriftumsangaben genannten Aufsätzen beigegeben worden sind.

H. Fey.

Schleuderguß und seine metallkundliche Untersuchung.

Die zunehmende Bedeutung des Schleudergusses spiegelt sich in den zahlreichen Veröffentlichungen aus den letzten Jahren wider. Neuerdings berichten M. v. Schwarz und A. Váth¹⁾ über metallkundliche Untersuchungen an Schleudergußrohren, wobei sie einleitend eine kurze Kennzeichnung der verschiedenen Schleuderverfahren geben, auf die näher einzugehen sich hier wohl erübrigt.

Die Verfasser untersuchten zunächst 63 verschiedene Sorten von gewöhnlichem, phosphorreichem Handelsguß, dessen chemische Zusammensetzung zwischen 2,98 bis 3,26 % C, 1,23 bis 5,4 % Si, 0,14 bis 0,72 % Mn, 0,74 bis 1,42 % P und 0,016 bis 0,148 % S schwankte. Die ermittelte Biegefestigkeit lag im allgemeinen zwischen 28 und 34 kg/mm². Als Maß für die Brinellhärte, die mit der 2,5-mm-Kugel bei 100 kg Belastung bestimmt wurde, wurde jeweils der niedrigste Wert aus mehreren Bestimmungen über den ganzen Querschnitt gewählt. Bei Einordnung der untersuchten Werkstoffe in zwei Reihen, deren erste einen Phosphorgehalt von 0,8 bis 1,1 % und deren zweite einen solchen von 1,2 bis 1,4 % hatte, wurde gefunden, daß bei beiden Reihen mit steigendem Siliziumgehalt ein starker Härteabfall zwischen 2 und 3 % Si auftrat, wobei das Grundgefüge ferritisch wurde. Die Proben aus der phosphorreicherer Reihe benötigten zur Ferritisierung einen etwas höheren Siliziumgehalt als die Proben aus der phosphorärmeren Reihe. Als obere Grenze der Bearbeitbarkeit wurde eine Brinellhärte von etwa 235 Einheiten bei den Proben ermittelt. Durch schaubildliche Darstellung der Härteverläufe wurde gefunden, daß bei den untersuchten Proben aus phosphorreichem Handelsguß mit Wandstärken von 10 bis 17 mm der für die Bearbeitung kritische untere Siliziumgehalt in der Reihe mit 0,8 bis 1,1 % P bei etwa 2,1 % und in der Reihe mit 1,2 bis 1,4 % P bei etwa 2,25 % Si liegt. Das spezifische Gewicht der Proben nahm in beiden Reihen mit steigendem Siliziumgehalt ab; die phosphorreicheren Proben hatten bei gleichem Siliziumgehalt ein niedrigeres spezifisches Gewicht als die phosphorärmeren Proben. Durch Gefügeuntersuchung der Proben wurde festgestellt, daß im Maurerschen Gußeisenschaubild das perlitische Gebiet für phosphorreiches Gußeisen nach rechts verschoben wird, also zu Gebieten höheren Siliziumgehaltes; diese Verschiebung wird mit steigendem Phosphorgehalt größer.

Untersuchungen von ungeglühtem Schleuderguß wurden an Rohren durchgeführt, die nach dem Verfahren von Billand gegossen waren, also in senkrecht sich drehender Kokille ohne Sandauskleidung. Die Gefügeuntersuchung ergab keine neuen Beobachtungen; Festigkeitsprüfungen wurden wegen zu geringer Wandstärke der vorliegenden Proben nicht durchgeführt. Härtebestimmungen erfolgten an Proben von 6 bis 21 mm Wandstärke senkrecht und parallel zur Rohrachse und in Schrägschliffen senkrecht zur Oberfläche; bei der weißerstarren Außenzone wurden im Mittel 617 bis 633 Brinelleinheiten und bei dem grau erstarrten Teil 250 bis 300 Brinelleinheiten festgestellt. Bei den Versuchsstücken mit größerer Wandstärke lagen, wie zu erwarten war, die Härteverläufe im grauen Teil etwas tiefer als bei den dünnwandigen Proben, und auch ihre Schrecktiefe war etwas geringer. Untersuchungen über das spezifische Gewicht des ungeglühten Schleudergusses ergaben in Übereinstimmung mit C. Pardun²⁾, daß eine Aenderung des spezifischen Gewichtes beim Schleuderguß gegenüber Sandguß außer durch die Einwirkung der Abkühlungsgeschwindigkeit nicht festgestellt werden kann.

¹⁾ Gieß. 17 (1930) S. 177/82, 204/8, 230/4 u. 253/9.

²⁾ St. u. E. 44 (1924) S. 905/11, 1044/8 u. 1200/8.

Bei Glühversuchen wurden Schleudergußproben von 5,5 bis 6 mm Wandstärke möglichst rasch erhitzt, 4 h auf Temperatur gehalten und langsam im Ofen abgekühlt. Erst bei Glühtemperaturen oberhalb 500° wurde ein stärkeres Abfallen der Brinellhärte festgestellt. Glühtemperaturen von 760 bis 780° bewirkten die vollständige Zerlegung des gebundenen Kohlenstoffs. Das spezifische Gewicht der geglühten Schleudergußproben blieb bei Glühtemperaturen bis etwa 500° ungefähr gleich, nahm aber dann bei steigender Glüh Temperatur entsprechend der Raumentnahme durch die Karbidzerlegung immer rascher ab. Durch Gefügeuntersuchungen der geglühten Schleudergußproben wurde festgestellt, daß bis zu Glühtemperaturen von etwa 950° der aus der Zerlegung des Eisenkarbids stammende freie Kohlenstoff hauptsächlich als Temperkohle abgeschieden wird. Bei Glühtemperaturen oberhalb etwa 780° nimmt die Zahl der Temperkohleflöckchen zu, ihre Größe aber ab. Diese Feststellung wurde bereits von R. Ruer und N. J. Lin¹⁾ gemacht und durch die erhöhte Keimbildung bei Glühtemperaturen über 800° erklärt. Glühtemperaturen oberhalb etwa 950° ergaben mehr graphitartige Kohlenstoffausscheidungen, eine Beobachtung, die auch von P. Bardenheuer²⁾ gemacht worden war und die von ihm als Graphitausscheidung aus der flüssigen Phase erklärt wurde, weil das ternäre Phosphideutektikum schon bei 950° flüssig ist.

Bei Versuchen, die Seigerung der einzelnen Legierungselemente des geschleuderten Gußeisens zu bestimmen, wurden ungeglühte Proben verschiedener Wandstärke verwendet, deren einzelne Schichten abgefragt oder abgehobelt wurden. Das untersuchte, in senkrechter Drehform geschleuderte Eisen zeigte die gleichen Seigerungsergebnisse, die von Pardun und anderen Forschern bei Waagrecht-Schleuderguß gefunden worden waren; mit zunehmender Rohrwandstärke ergab sich zunehmende Seigerung von Mangan, Phosphor und Schwefel. Aus Betrachtungen über die beim Röhrenschleuderguß hauptsächlich auftretenden Gußfehler wie Kaltschweißen, Gasblasen, Erstarrungslunker und Spritzkugeln wurde gefolgert, daß zur Vermeidung dieser Fehler anzustreben sind:

1. eine große Erstarrungszeit, die durch angewärmte, dünnwandige oder ausgekleidete Gießform und nicht zu kaltes Vergießen des Eisens zu erreichen ist;
2. eine dünnflüssige, also phosphorreiche Gattierung;
3. bei Schleuderverfahren mit Gießbrinne ein möglichst stoßfreies, tangentiales Auftreffen des Gießstrahles auf die mit einer dem Rohrdurchmesser angepaßten Umlaufzahl sich drehende Kokille.

K. L. Zeyen.

Dauerversuche mit sehr hohen Lastwechsel-Frequenzen.

C. F. Jenkin und G. D. Lehmann³⁾ führten Versuche aus, um den früher von Jenkin⁴⁾ für Frequenzen bis 2000/s gefundenen Einfluß auf die Dauerfestigkeit weiter zu verfolgen. Die Verfasser beschreiben zunächst die Entwicklung ihrer Prüfvorrichtung. Sie konnten die Schwingungshäufigkeit n bis auf 20000/s treiben, indem sie die Probe als frei schwingenden, in zwei Knotenpunkten unterstützten Stab ausbildeten, der in der Mitte durch zwei Düsen mit getrockneter Luft angeblasen wurde (Abb. 1). Die schwingende Probe P bildete die Ventilklappe der zwei Luftkammern L . Die Aufhängung der Probe geschah in jedem Knotenpunkt durch zwei Drähte D (0,25 mm Dmr.), die durch feine Querbohrungen der Flachprobe gesteckt und mit ihr verlötet waren; diese Bohrungen lagen gleichzeitig in den Knotenpunkten der sekundären Querschwingung der Probe. Die verschiedenen Frequenzen wurden durch Ändern der Probenlänge erzielt. Die Größe der Schwingungsamplitude wurde durch Ändern von Abstand, Größe und Öffnung der Düsen sowie des Luftdrucks eingestellt und aus der Länge des Lichtbandes ermittelt, das ein von der Probenoberfläche reflektierter Lichtpunkt erzeugte. Zur Berechnung der größten spezifischen Formänderung und Beanspruchung aus der Amplitude wurden von Professor Love besondere Formeln abgeleitet, welche den bei höheren Frequenzen nicht unerheblichen Einfluß der Querbiegung berücksichtigen.

Anschließend berichten die Verfasser über die bisherigen Versuchsergebnisse an glühtem Kupfer (Zugfestigkeit 23 kg/mm²), gewalztem Aluminium (Zugfestigkeit 10 kg/mm²), normalisiertem Armco-Eisen (Zugfestigkeit 31,5 kg/mm²), normalisiertem bzw. gewalztem Stahl mit 0,11% C (Zugfestigkeit 35,5 bzw. 67,5 kg/mm²) und gehärtetem Stahl mit 0,86% C (Zugfestigkeit 78,5 kg/mm²). Die Proben waren etwa 1 mm dick und 3 mm

breit; ihre Länge betrug bei den höchsten Frequenzen nur noch 17 mm. Abb. 2 zeigt, daß mit steigender Frequenz die Schwingungsfestigkeit aller untersuchten Werkstoffe einem Höchstwert zustrebt, bei einigen Werkstoffen darüber hinaus schon wieder abfällt. Die für $n = 50/s$ eingetragenen Schwingungsfestigigkeiten sind nicht auf der in Abb. 1 dargestellten Vorrichtung ermittelt worden; sie fügen sich auch meist nur schlecht in den Kurvenverlauf ein; außerdem sind sie im Verhältnis zu den angegebenen Zugfestigkeiten teilweise (z. B. Aluminium und Armco-Eisen) sehr hoch, so daß hier eine gewisse Unstimmigkeit vorzuliegen

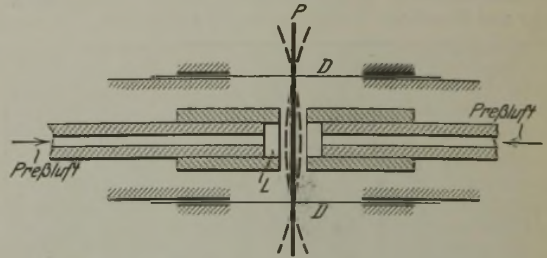


Abbildung 1. Schema der Vorrichtung für Schwingungsversuche mit hohen Frequenzen.

scheint. Die Verhältniszahlen zwischen den erreichten Höchstwerten der Schwingungsfestigkeit und der Zugfestigkeit sind (in der oben angegebenen Reihenfolge der Werkstoffe): 0,38, 0,79, 0,90, > 0,80, > 0,59 und 0,66.

Die Verfasser besprechen dann noch die möglichen Fehlerquellen. Eine Temperaturerhöhung der Probe ist infolge der Kühlung durch den erregenden Luftstrom nicht wahrscheinlich. Die aus den Probenabmessungen berechneten Schwingungszahlen wurden bis $n = 10\ 000/s$ durch stroboskopische Messungen nachgeprüft; aus den (geringen) Abweichungen, die gefunden wurden,

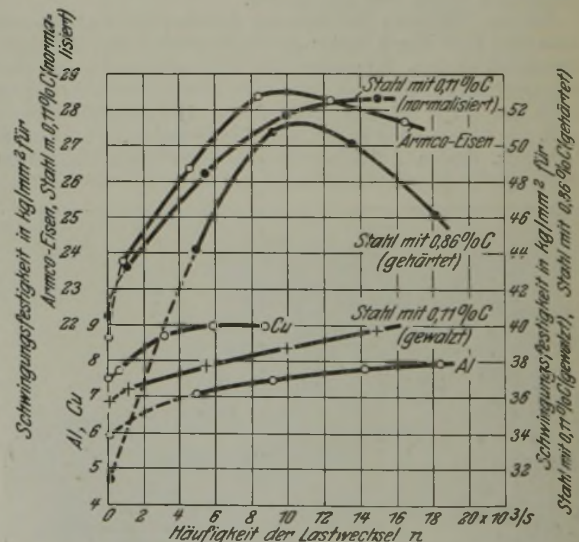


Abbildung 2. Abhängigkeit der Schwingungsfestigkeit von der Lastwechsel-Frequenz.

schließen die Verfasser auf eine Zunahme des Elastizitätsmoduls mit wachsender Frequenz. Der vor allem bedenkliche Einfluß der Steifigkeit der Aufhängedrähte wurde an Aluminium, bei dem er sich am stärksten bemerkbar machen mußte, durch Änderung der Drahtstärke (0,25 und 0,15 mm Dmr.) bei $n = 18\ 400/s$ untersucht, wobei sich kein wesentlicher Einfluß ergab. Ueber die Stärke der Anspannung der Drähte enthält der Bericht keine Angaben. Die Frage, wieweit die unter Annahme vollkommener Elastizität berechnete Beanspruchung mit der tatsächlichen übereinstimmt, ob der Luftdruck etwa die Form der Biegunslinie des als frei schwingend betrachteten Probestabes beeinflusst, müssen die Verfasser offen lassen; sie nehmen an, daß unvollkommene Elastizität wohl einen systematischen Fehler ergebe, dem aber die komplexe Beziehung zwischen Schwingungsfestigkeit und Frequenz nicht zugeschrieben werden könne.

Die Untersuchung der gebrochenen Proben aus Kupfer, Armco-Eisen und dem normalisierten Kohlenstoffstahl ergab eine Zunahme der Härte durch die Dauerbeanspruchung, die von der Frequenz in ähnlicher Weise abhängig war wie die Zunahme der Schwingungsfestigkeit.

R. Mailänder.

¹⁾ Met. 8 (1911) S. 97/101.

²⁾ St. u. E. 47 (1927) S. 857/67.

³⁾ Proc. Royal Soc. London, A 125 (1929) S. 83/119.

⁴⁾ Proc. Royal Soc. London, A 109 (1925) S. 119; vgl. St. u. E. 45 (1925) S. 518.

Der Weltverbrauch an Wolframzerzen.

Mit der Entwicklung des Verbrauchs an Wolframzerzen in den wichtigeren Ländern der Erde beschäftigt sich Ernst Rothelius¹⁾. Seit im Jahre 1860 in Hannover die fabrikmäßige Darstellung von Wolframmetall als Stahlzusatz aufgenommen worden war, blieb Deutschland bis zum Kriege als Verbraucher von Wolframzerzen führend; es bezog aus allen in Betracht kommenden Ländern — selbst aus England und bis 1912 von den Vereinigten Staaten Amerikas — Wolframzerze und verarbeitete ungefähr 50 %, 1913 sogar fast zwei Drittel der jährlichen Weltförderung von 6000 bis 8000 t. Die übrigen europäischen Länder mögen für ihre Stahlindustrie 10 bis 15 % und die Vereinigten Staaten die restlichen 35 % verbraucht haben.

Mit Ausbruch des Krieges hörte alle Zufuhr von Wolframzerzen nach Deutschland auf, und die deutsche Stahlindustrie suchte mit den einheimischen Erzen auszukommen, deren einzigen Quellen Gruben in Sachsen, alte wolframhaltige Zinnerzhalden und einige kleinere und nicht sehr reiche Vorkommen bei Neudorf am Harz bildeten. Die hier gewonnenen Mengen stiegen von 16 t im Jahre 1913 auf 107 t im Jahre 1917, während die sächsischen Gruben ihre jährliche Friedensförderung von ungefähr 100 t allmählich auf 250 t im Jahre 1919 erhöhen konnten. Dazu wurden die Erze immer ärmer, so daß die im Frieden so bedeutende deutsche Wolframindustrie während des Krieges fast vollständig daniederlag.

In England hatte vor dem Kriege eine Wolframindustrie gegen den starken deutschen Wettbewerb nicht aufkommen können, und es führte jährlich für 6 Mill. \mathcal{M} Wolframmetall und Ferrowolfram ein. Da ab August 1914 eine starke Verbrauchs- und Preissteigerung für Wolframzerze vorauszusehen war, richtete die englische Regierung zusammen mit einer Gesellschaft Sheffielder Stahlwerke eine Hütte für eine jährliche Leistung von 500 t Wolfram ein, die im Juli 1915 das erste Metall lieferte, und der acht andere, meist kleinere private Werke folgten. Zur Versorgung dieser Anlagen wurde sämtliches im britischen Weltreiche befindliche Erz beschlagnahmt, so daß die von England überwachenden Mengen im Jahre 1917 fast 50 % und 1918 über 33 % der Weltförderung ausmachten. Nach Friedensschluß ging der Verbrauch an Erzen jedoch sofort zurück, und die junge Industrie kam fast zum Erliegen.

Im Gegensatz zu England hat es in den Vereinigten Staaten während des Krieges einen offenen Markt für Wolframzerze gegeben, der ein sehr wechselvolles Bild bot. Die Beschlagnahme der australischen und indischen Erze durch die britische Regierung führte eine Verdoppelung der einheimischen Gewinnung herbei; diese stieg im Jahre 1916 auf 5400 t, für 1917 auf 5600; und ging 1918 auf 4600 t zurück. Zusammen mit der Einfuhr, die in dieser Zeit von 3700 auf 10 500 t jährlich stieg, verarbeitete Amerika weitaus den größten Teil der Welterzeugung. Die Einfuhr im Jahre 1918 wurde ungefähr zur Hälfte aus den während des Krieges neu erschlossenen, in diesem Jahre schon 9000 t Erz bringenden Gruben in den Provinzen Kwangtung und Kwangsi des südlichen Chinas bestritten. Da diese Erze im Gegensatz zu den amerikanischen im Tagebau gewonnen wurden, war ihr Preis viel geringer als die Selbstkosten des amerikanischen Bergbaues, dessen Förderung denn auch im Jahre 1919 auf 300 t zurückging und im Jahre 1921 ganz eingestellt wurde.

Die deutsche Wolframindustrie begann dagegen nach dem Kriege wieder kräftig aufzuleben und verbrauchte im Jahre 1923 schon wieder 50 % der Weltförderung von ungefähr 6000 t. 1927 betrug der Verbrauch 4100 t, von dem drei Viertel aus China, 10 % aus British-Indien stammten und der Rest in kleineren Mengen aus anderen Ländern eingeführt wurde; eine eigene Förderung besitzt Deutschland nicht. Auch die englische Wolframindustrie gewann in der Nachkriegszeit wieder an Boden und verhält jetzt ungefähr 20 % der Förderung der Welt. In den Vereinigten Staaten von Amerika brachte das Jahr 1922 den einheimischen Wolframzerzgruben den ersehnten Zollschatz, durch den die short tons-Einheit WO_3 in fremden Erzen mit 7,14 $\$$ belastet wurde und auch Wolframlegierungen entsprechend verzollt werden mußten. Dadurch stieg die Förderung bis auf 1170 t im Jahre 1928, während der Preis unter geringen Schwankungen auf 10,00 bis 11,25 $\$$ für die Einheit WO_3 in guten Konzentraten anzog. Da der von den chinesischen Erzen beherrschte übrige Weltmarkt die Einheit WO_3 in 1 short ton bei 65 % WO_3 nur mit 3,25 bis 4 $\$$ bezahlt, ist durch den Zollschatz dem amerikanischen Wolframzerzbergbau wohl geholfen worden, das amerikanische Ferrowolfram aber hat gegenüber dem deutschen und englischen die Wettbewerbsfähigkeit fast verloren.

Karl Müller.

Erzeugung, Absatz und Gesteigungskosten einer oberhessischen Eisenhütte als Spiegel des Niederganges der deutschen Volkswirtschaft zu Ende des 16. Jahrhunderts.

Die Königin Elisabeth von England ließ im Jahre 1597 die Niederlassung der Hansa in London, den Stahlfhof, schließen¹⁾ und die deutschen Kaufleute des Landes verweisen. Jahrhunderte lang hatten diese insbesondere den Eisenbedarf Englands durch Einfuhr aus Deutschland und Schweden gedeckt. Mittelbar hatten sie damit Anlaß gegeben zur Entstehung einer großen Anzahl von Eisenhütten in Deutschland. Je mehr seit Beginn des 16. Jahrhunderts die eigene Eisenerzeugung Englands — vielfach unter entscheidender Mitwirkung eingewanderter deutscher Hüttenleute — vermehrt und die Güte des englischen Eisens verbessert worden waren, desto mehr sank die Einfuhr deutschen Eisens durch die Hansa, bis schließlich mit der Aufhebung des Stahlfhofes diese Einfuhr ganz aufhörte. Die Kaufleute der Hansa hatten das für England bestimmte Eisen, für das Normen vorgeschrieben waren, auf den Messen, etwa in Frankfurt, gekauft oder in Antwerpen, dem damaligen Hauptstapelplätze für deutsches Eisen, abgenommen. Das Wegfallen der Ausfuhr mußte sich auf Erzeugung und Absatz der deutschen Eisenhütten ungünstig auswirken. Es ist verständlich, daß bereits eine Verringerung der Eisenausfuhr Schwierigkeiten zur Folge haben mußte, insbesondere für Hütten, die verkehrsgünstig lagen, deren Erzeugnis also durch hohe Frachtkosten, vielleicht auch Zölle, erheblich vorbelastet war.

Auch die Eisenhütte zu Hirzenhain, die die Grafen von Stolberg 1555²⁾ an Stelle einer früheren, schon 1375 erwähnten³⁾, in den Wirren des Bauernkrieges eingegangenen Eisenhütte errichtet hatten, gehörte trotz ihrer Lage in der Nähe einer nach Frankfurt führenden Straße zu dieser Hüttengruppe. Der erste Pächter der Hütte, Honjer Herrtling, hatte die Ausfuhr seines Eisens von vornherein geplant. Schon als Verwalter der Hütte hatte er mehrere Reisen nach Antwerpen unternommen, die sicher der Anbahnung der notwendigen Beziehungen dienten. Daß auf der Hirzenhainer Hütte tatsächlich für die Ausfuhr nach England gearbeitet wurde, kann aus den noch 1585 vorkommenden Bezeichnungen „englisch eisen“ und „englisch schien“ mit hinreichender Sicherheit geschlossen werden⁴⁾. Daß diese Eisensorten auch für das Inland hergestellt worden wären, erscheint ausgeschlossen. Denn ihre Herstellung war durch die vermehrte Arbeit und den vermehrten Abbrand [18 % gegen 8½ % bei gewöhnlichem Eisen⁵⁾] zu teuer, als daß sie bei den inländischen Eisenpreisen sich bezahlt gemacht hätte.

Gerade die Hütte zu Hirzenhain zeigt den ungünstigen Einfluß des Versiegens der deutschen Eisenausfuhr im letzten Viertel des 16. Jahrhunderts besonders deutlich. Allerdings stehen uns nicht für den gesamten Zeitraum lückenlose Zahlenunterlagen zur Verfügung, da die Hütte während ihrer Blütezeit verpachtet war und Zahlen nur aus der Zeit der gräflichen Verwaltung vorliegen, die aber erst einsetzte, nachdem der Niedergang bereits begonnen hatte. Immerhin finden sich auch aus der Zeit der Verpachtung genügend Zahlenunterlagen, die auf dem Wege des Vergleichs hinreichend genaue Zahlen zu gewinnen gestatten.

Wir wissen z. B. aus einer Aufzeichnung Kaspar Lißmanns, der die Hütte von 1564 bis 1585 gepachtet hatte, daß bei dem in Hirzenhain zur Anwendung gelangenden Zerrenverfahren zur Erzeugung von 18 Wag⁶⁾ Eisen 13 Fuder⁷⁾ Holzkohlen nötig waren⁸⁾. Da nun der Kohlenverbrauch Lißmanns immer angegeben ist (die Kohlen wurden ihm aus den gräflichen Wäldungen geliefert und mußten mit der Pachtsumme bezahlt werden), ist die Errechnung der Lißmannschen Erzeugung nicht schwer. Für die Anfangsjahre der Hütte ist uns eine Erzeugungsangabe erhalten, ebenso gibt Herrtling für die Zeit seiner Pachtung die Jahreserzeugung mit etwa 700 Wag an⁹⁾. *Zahlentafel 1* zeigt die Entwicklung der Erzeugung bis zur Errichtung der Hochofenhütte

¹⁾ Otto Johannsen: Geschichte des Eisens, 2. Aufl. (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1925) S. 104. Ludwig Beck: Geschichte des Eisens, 2. Abt. (Braunschweig: Friedrich Vieweg u. Sohn 1893/95) S. 582.

²⁾ Fürstl. Stolbergisches Archiv Ortenberg XI C 4 (nachstehend stets „Arch. O.“ abgekürzt).

³⁾ Reimer: Hess. Urkundenbuch B II 4 (= Publikationen aus den preuß. Staatsarchiven, Bd. IV, S. 861).

⁴⁾ Hüttenrechnung 1585/86. Arch. O. XI C 4.

⁵⁾ 1 Wag = 120 Pfund = 60 kg.

⁶⁾ 1 Fuder zu 16 Eich zu je 16 Maß = etwa 0,5 m³.

⁷⁾ Schreiben Lißmanns. Fürstl. Stolbergisches Archiv Wernigerode A 54/3.

⁸⁾ Hüttenrechnung Herrtlings. Arch. O. XI C 4.

¹⁾ Tekn. Tidskrift 59 (1929) Bergsvetenskap 11, S. 81/6.

zu Ortenberg, wobei allerdings für die Jahre 1593 bis 1602 Zahlen nicht gegeben werden können, da die Hütte während dieser Zeit an Ysenburg verkauft war⁹⁾.

Zahlentafel 1. Entwicklung der Erzeugung.

Jahr	Gesamterzeugung		Bemerkungen
	Wag	Tonnen	
1556/57	1911 $\frac{1}{2}$	11,5	1 $\frac{1}{2}$ Jahre
1559	700	42	
1564/65	911	54,6	
1567/68	928	56	
1583/84	765	46	
1584/85	666	40	Lißmann verläßt die Hütte
1585/86	774 $\frac{1}{2}$	46,5	Eigenverbrauch 1,3 t
1586/87	724 $\frac{3}{4}$	43,5	
1590/91	607 $\frac{3}{4}$	36,5	
1591/92	284	17	
1602/03	227 $\frac{1}{2}$	13,6	

Das folgende Schaubild (Abb. 1) offenbart deutlich Aufstieg und Niedergang der Hütte. Es zeigt, daß der Niedergang bereits während der Pachtzeit Lißmanns begann. Den Scheitelpunkt der Linie stellt die Erzeugung Lißmanns im Betriebsjahr 1567/68 dar. Das Wiederanstiegen der Erzeugung in den ersten Jahren des gräflichen Betriebes ist vielleicht auf den Wunsch der Hüttenleitung zurückzuführen, durch höhere Erzeugungszahlen den bisherigen Pächter zu übertrumpfen. Die aus jenen Jahren erhaltenen

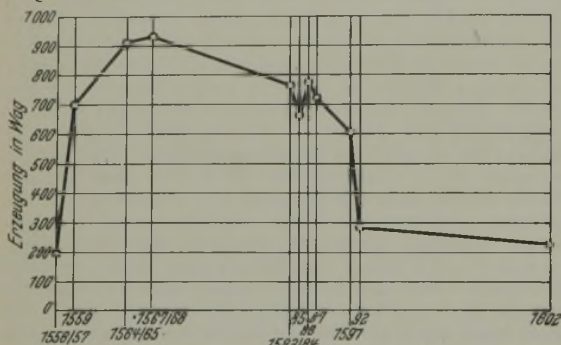


Abbildung 1.

Erzeugung der Hirzenhainer Hütte in den Jahren 1556 bis 1603.

Hüttenrechnungen erweisen jedoch das Ungesunde dieser künstlichen Steigerung: Die Erzeugung kann nicht mehr voll abgesetzt werden. Es verbleibt ein stets größer werdender Vorrat an unverkauftem Eisen. Es ist ein eigenartiges, aber nicht unbegründetes Zusammentreffen, daß der Steilabfall der Kurven mit der Kraftloserklärung der Vorrechte der Stahlhofkaufleute in England (1587)¹⁰⁾ zusammenfällt und daß vom gleichen Zeitpunkt an auch die Selbstkosten die Verkaufspreise übersteigen (vgl. Abb. 2).

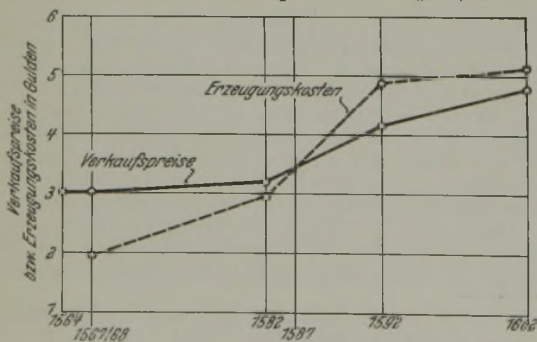


Abbildung 2. Erzeugungskosten und Verkaufspreise der Hirzenhainer Hütte in den Jahren 1564 bis 1602 je Wag Eisen.

Bereits 1588 kann die Hütte einen an die gräfliche Kasse, die Kellerei, ablieferbaren Ueberschuß nicht mehr aufweisen¹¹⁾. Der Hüttenverwalter erzielt zwar einen rechnungsmäßigen Ueberschuß durch Einsetzen des Verkaufswertes der Vorräte auf der Einnahmeseite; aber für die gräfliche Kasse ergibt sich die Not-

⁹⁾ Arch. O. VI 5, Berg- und Hüttenachen.

¹⁰⁾ Königin Elisabeth von England setzte 1587 die Stellung der Stahlhofkaufleute auf die ihrer eigenen herab (Beck, II, S. 582).

¹¹⁾ Hüttenrechnung 1587/88. Arch. O. XI C 4.

wendigkeit, Gelder für Löhne usw. vorzulegen. In den Rechnungen dieser Jahre erscheint immer wieder die Spalte: „bar aus der Kellerey“. Wie groß der Unterschied gegen die Zeit der Verpachtung war, ergibt sich aus der Tatsache, daß Lißmann durchschnittlich 450 Gulden Jahrespacht an die gräfliche Kellerei abführte¹²⁾. Von 1587 ab zeigt die Linie ein starkes Abgleiten der Erzeugung. Nur zu deutlich spiegeln sich darin die oben bereits gezeigten Einflüsse der verschlechterten deutschen Wirtschaftslage wider.

Von einem Absatz ins Ausland ist in jenen Jahren keine Rede mehr. Es finden sich auch keinerlei Anzeichen, die sich als Zeugnisse einer Ausfuhr deuten ließen. Ein Verkauf auf den Frankfurter Messen, der in früheren Jahren mehrfach erwähnt wird, kommt nicht mehr vor. Die Gesamterzeugung geht, soweit sie überhaupt abgesetzt werden kann, ausschließlich an Käufer aus der Umgebung, an kleine Händler, Schmiede, Nagelschmiede und Pfannenschmiede¹³⁾.

Trotz des Absinkens der Erzeugung blieb die Belastung des Betriebes durch die Löhne gleich. Sie erhöhte sich sogar noch beträchtlich dadurch, daß nun die Hütte selbst die Kohlenfuhr-löhne bezahlen mußte, während dem Pächter Lißmann die Kohlen frei auf die Hütte geliefert worden waren. Die Löhne blieben während der ganzen Zeit gleich, wie sich aus mehrfachen Einzelangaben ergibt. Im Jahre 1582 zahlte Lißmann den sechs Hüttenleuten 441 fl an Lohn¹⁴⁾, 1586 erhielten dieselben sechs Leute 440 fl, wozu allerdings noch die Fuhrlohne mit 185 fl kamen¹⁵⁾.

War der Betrieb somit nach Lißmanns Weggang mit höheren Lohnaufwendungen belastet, so trat auf der anderen Seite auch eine allmähliche Erhöhung der Eisenpreise ein. Die am meisten anfallende Eisensorte, das einmal geschmolzene Luppeneisen, erzielte 1564¹⁶⁾ einen Preis von 3 fl¹⁷⁾ je Wag. Der Verkaufspreis stieg 1592¹⁸⁾ auf 4 fl 3 alb und erreichte 1602¹⁹⁾ 4 fl 16 alb. Diese immerhin nicht unbeträchtliche Erhöhung konnte jedoch nicht hinreichen, die durch die verminderte Erzeugung eintretenden Verluste auszugleichen. Es ist klar, daß die Wirtschaftlichkeit der Hütte unter diesen Umständen immer geringer werden mußte. Noch 1582 hatte Lißmann für sich trotz der hohen Pachtabgabe einen Jahresverdienst von 225 fl errechnen können²⁰⁾, und 1587 lieferte die Hütte an die Kellerei noch 197 fl ab²¹⁾. Aber bereits 1588 haben die Ausgaben die Einnahmen überschritten: Einer Gesamteinnahme aus Eisenverkauf in Höhe von 1212 fl stehen Ausgaben von 1789 fl gegenüber; es ist also ein Verlust von 557 fl entstanden²²⁾. Dieser Verlust ist allerdings rechnungsmäßig durch den Wert der Vorräte in Höhe von 728 fl mehr als gedeckt — wenn diese Vorräte nur hätten abgesetzt werden können! Erst 1619 kann einmal die Gesamterzeugung einschließlich der aus früheren Jahren verbliebenen Vorräte abgesetzt werden, ein Ergebnis, das sich vielleicht aus den beginnenden Kriegsläufen erklären läßt²³⁾.

Das klarste Bild des Niederganges ergibt sich aus den Gestehungskosten je Wag Eisen. Allerdings fehlen auch hier ganze Zahlengruppen, wenigstens für die Zeit des guten Geschäftsganges während der Lißmannschen Pachtzeit. Wir können sie jedoch aus den Angaben über Löhne, Kohlen- und Erzpreise usw., die Lißmann hie und da macht, für das Jahr der höchsten Erzeugung, 1567/68, zu 1 fl 23 alb 1 d berechnen. Für das Jahr 1582 gibt Lißmann selbst sie auf 2 fl 22 alb 6 d an. [Er gibt allerdings die Erzeugungskosten für eine Wochenerzeugung von 18 Wag Eisen⁷⁾.] Für das Jahr 1592 berechnen sie sich auf 4 fl 9 alb 3 d und für 1602 auf 5 fl 4 alb. Somit waren bereits 1592 die Erzeugungskosten höher geworden als der Verkaufspreis des einmal geschmolzenen Eisens. Für die Zeit Lißmanns, dessen Angaben nach allem, was uns von ihm bekannt ist, und insbesondere nach

¹²⁾ Hüttenrechnung Lißmanns 1583/84. Fürstl. Stolbergisches Archiv Gedern B XIX/8.

¹³⁾ Hüttenrechnung 1586/87 und Eisenrechnung 1602/07. Arch. O. XI C 4.

¹⁴⁾ Fürstl. Stolbergisches Archiv Wernigerode A 54/3.

¹⁵⁾ Hüttenrechnung 1586/87. Arch. O. XI C 4.

¹⁶⁾ Angabe Lißmanns. Arch. O. XI C 4.

¹⁷⁾ Der heutige Wert des damaligen (rheinischen) Guldens ist schwer zu bestimmen. Sein Goldwert entsprach etwa dem eines französischen Zehnfrankstückes, ist also mit etwa 8 *RM* anzusetzen. Der Gulden „in münzt“ (als Rechnungswert bei der Zahlung in Silbergeld) wird etwa ein Sechstel weniger wert gewesen sein. Die Kaufkraft des Geldes war jedoch viel höher als heute. Sie wird auf etwa das 4- bis 5fache (für 1914) veranschlagt. Daraus ergibt sich ein — allerdings nur zu einer gewissen Veranschaulichung brauchbarer — Jetztwert des Guldens (unter Berücksichtigung der Entwertung seit dem Kriege) von etwa 40 *RM*.

¹⁸⁾ Hüttenrechnung 1592/93. Arch. O. XI C 4.

¹⁹⁾ Eisenrechnung 1602/7. Arch. O. XI C 4.

²⁰⁾ Hirzenhainer Eisenrechnung 1619. Arch. O. XI C 4.

dem Zeugnis der Gräflich Stolbergischen Verwaltung, vollstes Vertrauen verdienen, erklärt sich die Steigerung der Selbstkosten teilweise aus einer inzwischen von der Stolbergischen Verwaltung anscheinend aus rein fiskalischen Gründen vorgenommenen starken Erhöhung des Holzkohlenpreises, daneben jedoch, und sicher in der Hauptsache, aus dem durch die Marktlage bedingten Absinken der Erzeugung. Beim Vergleich der Gesteungskosten Lißmanns mit denen des gräflichen Betriebes ist weiter zu beachten, daß dieser in den Erzpreisen wesentlich günstiger gestellt war als Lißmann. Lißmann hatte viel Eisenerz aus der Gegend von Hungen einführen müssen, das sich durch die hohen Anfuhrkosten und eine mehrfache Verzollung nach seiner eigenen Angabe auf 3 fl je Fuder stellte⁷⁾. Unter gräflicher Verwaltung dagegen war der Betrieb durch die Erschließung neuer Erzgruben innerhalb der Grafschaft in der Lage, mit den billigen einheimischen Erzen auszukommen, die während der gesamten behandelten Zeitspanne zu durchschnittlich 1 fl je Fuder auf die Hütte geliefert wurden (vgl. Abb. 2).

Wenn trotz gleichbleibender Löhne und billigerer Erze das Verhältnis zwischen Erzeugungskosten und Verkaufspreis sich, wie die Abbildung zeigt, immer ungünstiger gestaltete, so erklärt sich dies aus der Verringerung der Erzeugung, die wieder eine Folge der unglücklichen Lage der deutschen Eisenhütten infolge des Rückganges und schließlichen Aufhörens der Eisenausfuhr nach England war.

In Erzeugung, Preisbildung und Erzeugungskosten der Eisenhütte zu Hirzenhain spiegelt sich somit deutlich die schwere Zeit wider, in der sich das deutsche Wirtschaftsleben im letzten Viertel des 16. Jahrhunderts befand. Fritz Sauer.

Aus Fachvereinen.

American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

Frühjahrsversammlung vom 17. bis 20. Februar 1930 in New York.
(Fortsetzung von Seite 455.)

Ueber die

Erzeugung von Roheisen aus Stahlspänen im Elektroofen

berichtete T. F. Baily, Canton (Ohio). Nach seiner Meinung hat man 1927 in Canton zum ersten Male versucht, bei der Erzeugung synthetischen Roheisens den Mangan- und Siliziumgehalt durch Reduktion aus den entsprechenden Mengen von Manganerz oder Sand einzustellen, was vorher nur durch Zugabe von Ferromangan und Ferrosilizium erreicht worden sein soll. Schon fünf Jahre früher wurde jedoch in Europa regelmäßig und betriebsmäßig auf diese Art gearbeitet, wobei rein wirtschaftliche Erwägungen maßgebend waren, ob der Mangan- und Siliziumgehalt des synthetischen Roh- oder Gußeisens durch die Ferrolegierungen oder durch die Reduktion aus den Erzen und aus Quarz erreicht wurde¹⁾. Da der Kraftverbrauch durch diese Reduktionsarbeit steigt, ist meistens der Strompreis dafür maßgebend, bis zu welchen Gehalten an Silizium und Mangan die Arbeitsweise durch Reduktion noch wirtschaftlich ist. Auch der Phosphorgehalt kann natürlich durch Reduktionsarbeit entsprechend geregelt werden.

Der erwähnte amerikanische Schachtofen arbeitet mit drei unter einem Winkel von 15° zur Senkrechten geneigten Elektroden mit Anschluß des Herdes an den Nullpunkt des Dreiphasenwechselstromnetzes. Auch diese Anordnung der Elektroden ist anderwärts mit Erfolg schon angewendet worden¹⁾. Das Gewölbe des Schachtofens hat außer den Öffnungen für die drei Elektroden in der Mitte eine kreisrunde Öffnung, durch die der Einsatz eingebracht wird. Die Anwendung des Gewölbes kann man sich nach anderen Erfahrungen ohne weiteres ersparen, da der obere Teil der Beschickungssäule selbst als Gewölbe wirkt; nur um die Elektroden herum schmilzt der Einsatz nieder, so daß auch nur an diesen Stellen nachgesetzt zu werden braucht. Man spart auf diese Weise die Kosten für das Gewölbe. Es werden zwei Oefen erwähnt, ein kleiner Ofen von 800 kW mit einer Stundenleistung von 1 t Roheisen und ein größerer Ofen von 5000 kW mit einer Tageserzeugung von 150 t Roheisen. Der Schacht des kleineren Ofens hat an der Gicht einen Durchmesser von 1200 mm und am Boden von 610 mm.

Die Arbeitsweise ist so, daß der Schacht zunächst mit einer Kokssäule von 1830 mm Höhe angefüllt wird, die unter der Wirkung der drei Lichtbogen erhitzt wird. Dann wird der Stahlschrott durch die Öffnung des Gewölbes eingebracht, der nach dem Einschmelzen durch die Kokssäule niedersickert und sich mit Kohlenstoff sättigt. Diese Arbeitsweise weicht von der

üblichen ab, da allgemein der Einsatz von Spänen, Kohlunsmitteln und Schlackenbildnern vor dem Einbringen in den Ofen gemischt wird. Die Schlackenführung ist basisch. Der Kohlenstoffgehalt des erzeugten Roheisens beträgt bis 4 % C bei ungefähr 3 % Si. Der Schwefelgehalt sinkt auch bei weniger basischer Schlacke, beispielsweise mit 50 % SiO₂, 12,75 % Al₂O₃ und 36 % CaO, unter 0,04 % S, was sich mit anderen Erfahrungen deckt. Bei Verwendung von basischer Siemens-Martin-Schlacke statt Kalk kann deren Mangan- und Phosphorgehalt ohne weiteres ins Roheisen übergeführt werden. Der Stromverbrauch war 1000 kWh/t Roheisen bei 93 % Ausbringen von 100 % metallischem Einsatz. Der Graphitelektroden-Verbrauch war ungefähr 4 kg/t Roheisen. Im großen Ofen sank der kWh-Verbrauch bei höherem Ausbringen.

Das synthetische Roheisen wurde zu Versuchszwecken im Kupolofen mit 25 % Gießabfällen eingeschmolzen; zum Vergleich wurde unter denselben Bedingungen auch mit Hochofen-Roheisen gearbeitet. Hierbei wurde folgendes ermittelt. Sowohl das unmittelbar vergossene synthetische Roheisen als auch das im Kupolofen wieder eingeschmolzene synthetische Roheisen waren mehr perlitisch als der Kupulofenguß unter Verwendung von Hochofen-Roheisen; die Brinellhärte war niedriger, die Durchbiegung beim Biegeversuch größer. Der synthetische Guß war gegen Abschreckwirkung durch Kokillen sehr unempfindlich; seine Dichte war etwas höher als von gewöhnlichem Kupulofenguß.

Diese letzten Angaben verdienen eine gewisse Beachtung, da vielfach die Meinung verbreitet ist, daß synthetisches Roheisen Nachteile beim Wiedereinschmelzen im Kupulofen biete. Sonst enthält die Abhandlung wenig Neues. K. Dornhecker.

S. T. Fuller, Schenectady, N. Y., berichtete über die ersten Ergebnisse einer größeren Untersuchung zur Feststellung der

Dauerfestigkeit von Stahl unter der Einwirkung von Dampf.

Die einseitig eingespannten, konischen Dauerbiegeproben liefen in einem Dampfgefäß, das am Austritt der Maschinenachse und der Tragstange für die Belastung mit Stopfbuchsenpackungen versehen war. In Dampf von 4,2 at und 150 bis 160° wurden bisher folgende Werte ermittelt.

Stahlsorte	Elastizitätsgrenze	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Schwingungsfestigkeit kg/mm ²	
				in Luft	in Dampf
1. Nickelstahl (0,35 % C, 3,5 % Ni)	42—47	—	74—76	32	25
2. Nickelstahl (0,35 % C, 3,5 % Ni)	65—72	—	81—88	39	35
3. Chromstahl (0,1 % C, 12,5 % Cr)	42—46	—	70—75	fehlt	39
4. Nitrierstahl ¹⁾	—	65—75	86—92	„	46

¹⁾ 0,36 % C, 1,2 % Al, 1,5 % Cr, 0,18 % Mo, 24 h bei 500° nitriert.

Da nach den sonst im Schrifttum vorliegenden Ergebnissen über Dauerversuche bei höheren Temperaturen ein erheblicher Einfluß der Temperatur an sich auf die Dauerfestigkeit nicht anzunehmen ist, so muß die Verminderung der Dauerfestigkeit des Nickelstahles auf eine Korrosionswirkung des Dampfes zurückgeführt werden. (Die angeführten Schwingungsfestigkeiten gelten für 50 Mill. Lastwechsel ohne Bruch; das sind rd. 15 Tage Laufzeit.) In Dampf von 98° zeigte der zweite Nickelstahl keine Abnahme der Dauerfestigkeit. Erheblich stärker wird die Korrosionswirkung, an der auch der Sauerstoffgehalt des Dampfes (0,0208 Gewichtsprozent) beteiligt sein mag, wenn sich Kondenswasser auf dem Stab niederschlagen kann; bei einem Versuch ohne Packungen in den Stopfbuchsen des Dampfbehälters ergab der zweite Nickelstahl eine Schwingungsfestigkeit von nur 14 kg/mm², d. h. 36 % der Schwingungsfestigkeit in Luft. Die Schwingungsfestigkeit des Chromstahles in Dampf ist so hoch (im Verhältnis zur Zugfestigkeit), daß sie wohl kaum unter der in Luft vorhandenen liegen wird.

Der nitrierte Stahl zeigte, wie Fuller hervorhebt, in Dampf die größte Schwingungsfestigkeit. Der Wert erscheint trotzdem verhältnismäßig niedrig. Der Berichterstatter ermittelte an nitrierten Proben (von fast gleicher Stärke) eines Stahles mit ganz ähnlicher Zusammensetzung und Behandlung sowie gleicher Festigkeit eine Biegeschwingungsfestigkeit von 62 kg/mm² in Luft. Diese Schwingungsfestigkeit ist jedoch nur eine rechnerische und vom Verhältnis zwischen der Dicke der Nitrierschicht und der Probendicke stark abhängig, da der Dauerbruch von nitrierten Proben nicht an der Oberfläche, sondern stets am Uebergang zwischen nitrierter Randzone und Kern beginnt, d. h. dort, wo das Verhältnis zwischen Beanspruchung und Festigkeit am größten ist. Aus diesem Grunde sind nitrierte Proben gegen Oberflächenverletzungen, solange diese die Nitrierschicht nicht durchdringen, unempfindlich. Bei den Versuchen Fullers kann deshalb eine

¹⁾ Vgl. St. u. E. 41 (1921) S. 1881/9.

Korrosionswirkung des Dampfes nicht in Frage kommen; die niedrige Schwingungsfestigkeit der nitrierten Proben muß ihre Ursache im Stahl oder seiner Behandlung (z. B. Dicke der Nitrierschicht) haben.
R. Mailänder.

Albert Sauveur und C. H. Chou, Cambridge (Mass.), berichteten über Untersuchungen, die über den

Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Dendriten- und Feinstruktur eines untereutektoiden Stahles

ausgeführt worden sind. Dabei wurde die Abkühlungsgeschwindigkeit in drei verschiedenen Temperaturbereichen verändert, und zwar:

1. in dem Erstarrungsgebiet,
2. in dem Gebiet der Kornbildung bei etwa 1100 bis 1000°,
3. in dem Temperaturbereich der Umkristallisation.

Die Proben wurden langsam oder schnell abgekühlt. Unter schneller Abkühlung ist dabei eine Abkühlung an der Luft im Tiegel zu verstehen, unter langsamer Abkühlung eine verzögerte Abkühlung im Ofen. Die sämtlich möglichen Kombinationen in der Wahl der Abkühlungsgeschwindigkeit wurden durchgeführt. Zur Untersuchung wurden zwei Stähle benutzt. Der erste enthielt 0,40 % C, 0,70 % Si, 0,85 % Mn, 0,099 % P und 0,043 % S; der zweite war etwas reiner und hatte folgende Zusammensetzung: 0,53 % C, 0,205 % Si, 0,058 % Mn, 0,006 % P, 0,034 % S.

Das Ergebnis läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Dendriten des unreineren Stahles sind beträchtlich größer und besser entwickelt als die des reineren Stahles. Bei langsamer Abkühlung sind sie größer als bei rascher. In dem reineren Stahl ist dieser Unterschied weniger ausgeprägt. Das primäre (Austenit-) Korn ist bei gleicher Behandlung in dem unreineren Stahl kleiner als in dem reinen. Je langsamer die Abkühlung durch den Temperaturbereich der primären Kornbildung vor sich geht, um so größer ist dieses Korn.

Die Widmannstätsche Struktur ist bei langsamer Abkühlung um so besser ausgeprägt, je reiner der Stahl, je größer das primäre Korn und je weniger ausgeprägt die Dendritenstruktur ist. Bei rascherer Abkühlung bildet sich anstatt der Widmannstätschen Struktur ein Netzwerkgefüge mit Ferritsäumen um die Körner.
W. Köster.

N. A. Ziegler, East Pittsburgh Pa., berichtete über die Herstellung und einige Eigenschaften großer Eisenkristalle.

Im Vakuum umgeschmolzenes und durch Zusatz geringer Mengen von Kohlenstoff desoxydiertes Elektrolyteisen wurde zu Rundstangen von 19 mm Dmr. ausgeschmiedet. Aus den Stäben herausgearbeitete Zerreißproben von 12,7 mm Dmr. wurden 24 h in feuchtem Wasserstoff bei 950° geglüht, sodann um verschiedene Beträge gereckt und anschließend nochmals 72 h lang in trockenem Wasserstoff bei 880° geglüht. Der Versuch, auf diese Weise einen Einkristall oder wenigstens große Kristalle zu erzeugen, mißlang. Nach dem Ätzen kam bei sämtlichen Stäben ein feines Korn zum Vorschein mit Ausnahme von zwei Stäben, die auf der Oberfläche

nur einige sehr große Kristalle zeigten. Eine Untersuchung des Querschnitts dieser beiden Stäbe ergab jedoch die überraschende Tatsache, daß sich die großen Körner nur bis zu einer gewissen Tiefe erstreckten, daß der Kern aber feinkörnig war. Die Ursache für die unterschiedliche Kornausbildung dürfte auf eine ungleichmäßige Beanspruchung der verschiedenen Querschnittszonen beim Zugversuch zurückzuführen sein.

Für die weiteren Versuche wurden Flachstäbe, und zwar aus Armcco-Eisen, benutzt, die 25,4 mm breit und 3,18 mm dick waren. Durch die oben genannte Glühbehandlung gelang es bei drei Stäben, die 2,5 bzw. 2,25 % gereckt worden waren, Einkristalle bis zu 15 cm Länge zu erzeugen. Alle übrigen Proben zeigten nur mehr oder weniger grobes Korn. Die mechanischen Eigenschaften der Einzelkristalle (Elastizitätsgrenze, Zugfestigkeit und Dehnung) wiesen erhebliche Unterschiede von denen vielkristalliner Proben gleicher Zusammensetzung auf. Auch werden sie in hohem Maße von der Lage des Gitters zur Zugrichtung beeinflusst.

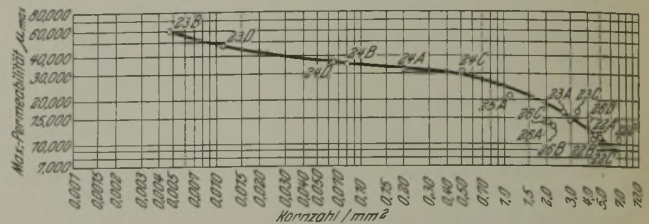


Abbildung 1. Beziehung zwischen Korngröße und Maximal-Permeabilität.

Zur Untersuchung der magnetischen Eigenschaften dienten Ringproben von 12,7 mm Höhe aus Rohren von 15,9 mm Außen- und 9,55 mm Innendurchmesser, die einer bestimmten Druckbelastung (etwa 15,8 kg/mm²), im übrigen aber derselben Behandlung wie die Rundstäbe unterworfen worden waren. Nur bei zwei Ringen gelang es, Einkristalle zu erzeugen. Diese Proben zeigten eine um ein Vielfaches höhere Permeabilität als Ringe polykristalliner Beschaffenheit aus dem gleichen Werkstoff. So wies eine Ringprobe, die aus drei Einzelkristallen entsprechend 0,0045 Körnern je mm² bestand, eine Maximal-Permeabilität von 60 600 auf, während ein Ring mit 4,5 Körnern je mm² einen Wert von 11 650 hatte (Abb. 1).

Bemerkenswert ist, daß die großen Kristalle, gleichgültig, ob sie unter Anwendung von Zug- oder Druckbeanspruchung erzeugt worden waren, von einer äußerst dünnen, feinkristallinen Schicht überdeckt waren, die mit dem Messer leicht abgekratzt werden konnte, eine Beobachtung, die auch von anderen Forschern bei der Untersuchung von Einkristallen gemacht worden ist. Ziegler glaubt, daß diese Erscheinung mit unausgeglichenen Spannungen an der Oberfläche der Proben entsprechend den bei Flüssigkeiten beobachteten Oberflächenspannungen in Zusammenhang steht.
A. Pomp.

Patentbericht.

Vergleichende Statistik des Reichspatentamtes für das Jahr 1929.

Nach den Ermittlungen des Reichspatentamtes für das Jahr 1929¹⁾ hat die Zahl der Patentanmeldungen gegen das Vorjahr um 1853 oder 2,6 % zugenommen. Sie belief sich im Berichtsjahre auf 72 748 gegen 70 895 im Jahre 1928. Die Zahl der bekanntgemachten Anmeldungen stieg im Jahre 1929 um 6568 oder 34,3 % gegen 1928, die der Einsprüche um 1824 oder 23,1 %, die der Beschwerden um 2155 oder 60,3 %, die der Versagungen nach der Bekanntmachung um 337 oder 47,2 %, die der erteilten Patente um 4604 oder 29,5 %, die der vernichteten und zurückgenommenen Patente um 16 oder 94,1 %, die der abgelaufenen und sonst gelöschten Patente um 2000 oder 17,2 % und die der am Jahresschluß in Kraft gebliebenen Patente um 6557 oder 9,2 %. Im Berichtsjahre sank die Zahl der Anträge auf Nichtigkeitserklärung und auf Zurücknahme und Lizenzerteilung um 52 oder 15,7 %. Insgesamt wurden im Jahre 1929 20 202 Patente

die der Beschwerden um 2155 oder 60,3 %, die der Versagungen nach der Bekanntmachung um 337 oder 47,2 %, die der erteilten Patente um 4604 oder 29,5 %, die der vernichteten und zurückgenommenen Patente um 16 oder 94,1 %, die der abgelaufenen und sonst gelöschten Patente um 2000 oder 17,2 % und die der am Jahresschluß in Kraft gebliebenen Patente um 6557 oder 9,2 %. Im Berichtsjahre sank die Zahl der Anträge auf Nichtigkeitserklärung und auf Zurücknahme und Lizenzerteilung um 52 oder 15,7 %. Insgesamt wurden im Jahre 1929 20 202 Patente

Zahlentafel 1. Patentwesen.

Jahr	Anmeldungen	Bekanntgemachte Anmeldungen	Einsprüche	Beschwerden	Versagungen nach der Bekanntmachung	Erteilte Patente			Anträge auf Nichtigkeitserklärung und auf Zurücknahme und Lizenzerteilung	Vernichtete und zurückgenommene Patente		Abgelaufene und sonst gelöschte Patente	Nach der Patentrolle am Jahreschluß in Kraft gebliebene Patente
						Hauptpatente	Zusatzpatente	insgesamt		gelöscht gewesene	bestehende		
1927	68 457	18 692	7 344	3 179	667	14 072	1 193	15 265	255	—	29	12 490	66 982
1928	70 895	19 130	7 891	3 573	714	14 235	1 363	15 598	332	—	17	11 612	70 961
1929	72 748	25 698	9 716	5 728	1 061	18 460	1 752	20 202	280	—	33	12 987	77 608
1877—1929	1 551 165	558 728	139 288	136 821	19 490	447 939	42 813	490 752	8 497	199	1 212	*) 411 407	—

¹⁾ Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen 36 (1930) S. 67 ff. — Vgl. St. u. E. 49 (1929) S. 1349/50.
²⁾ 1923 bis 1929 sind infolge Zeitablaufs weitere 625 Patente erloschen.

Zahlentafel 2. Gebrauchsmuster- und Warenzeichenwesen.

Jahr	Gebrauchsmuster							Warenzeichen					
	Anmeldungen	Eintragungen	Verlängerungen durch Zahlung der gesetzlichen Gebühr	Löschungen			Umschreibungen	Jahr	Anmeldungen	Eintragungen	Abweisungen und Zurückziehungen	Beschwerden	Löschungen
				auf Grund Verzichts oder Urteils	wegen Zeitablaufs								
					a) nach 3 Jahr.	b) nach 6 Jahr.							
1927	63 725	41 100	5 931	403	23 905	5 636	2 435	1927	29 640	17 000	11 748	1 448	8 875
1928	64 837	41 800	7 629	495	26 980	3 997	2 391	1928	27 925	17 308	11 919	1 426	10 102
1929	67 283	44 200	9 539	444	41 559	3 574	1 810	1929	25 205	16 322	10 604	1 386	10 863
1891—1929	1 475 488	1 102 800	183 314	11 295	780 201	160 806	45 269	1894—1929	720 268	412 630	297 073	43 628	120 752

erteilt gegen 15 598 im Vorjahre. Die Zahl der nach der Patentrolle am Jahresluß in Kraft gebliebenen Patente betrug 77 508 gegen 70 951 im Jahre 1928.

Die Gebrauchsmusteranmeldungen beliefen sich im Berichtsjahre auf 67 283 gegen 64 837 im Vorjahre.

Die Warenzeichenanmeldungen haben gegenüber dem Vorjahre um 2720 oder 9,74 % abgenommen.

In *Zahlentafel 1 und 2* sind die einzelnen Ergebnisse des Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenwesens wiedergegeben.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾

(Patentblatt Nr. 19 vom 8. Mai 1930.)

Kl. 7 a, Gr. 12, 37 654. Walzwerk zum Auswalzen von Walzwerk mittels wellenförmiger Walzen. Eisen- und Stahlwerk Hoesch A.-G., Dortmund.

Kl. 7 a, Gr. 24, M 103 171; Zus. z. Pat. 486 162. Elektrischer Einzelantrieb für die Rollen von Walzwerksrollgängen. Maschinenfabrik Sack G. m. b. H., Düsseldorf-Rath, Wahler Str. 8.

Kl. 7 a, Gr. 25, Sch 91 288. Selbsttätige Kantvorrichtung für ortsfeste Wipptische. Schloemann A.-G., Düsseldorf, Steinstr. 13.

Kl. 7 b, Gr. 5, D 56 364. Vorrichtung zum Abstreifen von Bandeisen- oder Drahtbunden von einer Haspelscheibe mit waagerechter Achse. Demag A.-G., Duisburg.

Kl. 7 b, Gr. 12, D 59 226. Vorrichtung zur Führung der Dornstange von Rohrstoßbänken. Demag A.-G., Duisburg, Werthausener Str. 64.

Kl. 7 c, Gr. 4, M 99 957. Verfahren, um auf einer Biegemaschine mit balliger Biegewalze zylindrisch gestaltete Werkstücke zu erzielen. Maschinenfabrik Sack G. m. b. H., Düsseldorf-Rath.

Kl. 12 e, Gr. 2, K 108 287. Staubabscheider für Luft und Gase nach dem Zentrifugalsystem. Gebrüder Kreisel, Keula (Oberlausitz).

Kl. 12 e, Gr. 2, M 4 30. Schleuder zum Abscheiden fester oder flüssiger Körper aus Gasen. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf A.-G., Magdeburg.

Kl. 18 a, Gr. 15, D 59 170. Kombiniertes Hand- und Motorantrieb an Absperrschiebern für Hochofengas oder -wind. Duchscher & Cie. A.-G., Wecker (Luxemburg).

Kl. 18 b, Gr. 14, S 78 609. Regenerativ-Wärm- und Schmelzofen mit Kohlenstaubfeuerung. Friedrich Siemens A.-G., Berlin NW 6, Schiffbauerdamm 15.

Kl. 18 c, Gr. 3, L 69 421. Drehbarer Einsatzhärteofen mit schneckenförmiger Zubringervorrichtung. Heinrich Geßlein, Deggendorf (Niederbayern).

Kl. 18 c, Gr. 10, L 73 934. Mit einem zweiarmigen Hebel versehene Vorrichtung zum Öffnen und Schließen von Türen an Glüh- oder Muffel-Ofen. Alfred Glynn Loble und Birmingham Electric Furnaces Ltd., Birmingham (England).

Kl. 19 a, Gr. 20, V 25 244; Zus. z. Anm. V 24 111. Rillenschiene mit auswechselbarer Leitschiene. Vereinigte Stahlwerke A.-G., Düsseldorf, Breite Str. 69.

Kl. 21 h, Gr. 18, H 122 531. Hochfrequenz-Induktionsofen zum Erhitzen und Schmelzen von Chargen großer Querabmessung und geringer Höhe. Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.-G., Messingwerk b. Eberswalde.

Kl. 24 e, Gr. 10, P 59 289. Gaserzeuger mit Wassermantel und mit an den Wassermantel angeschlossenem Dampfsammler. Poetter G. m. b. H., Düsseldorf, Grabenstr. 19 bis 25.

Kl. 35 b, Gr. 6, D 59 642. Lastmagnet. Demag A.-G., Duisburg, Werthausener Str. 64.

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

Kl. 42 k, Gr. 30, M 100 685. Rohrabpreßvorrichtung. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Kl. 49 c, Gr. 5, R 65 029. Verfahren zur Herstellung von Hakenplatten für Schienenbefestigung. Vereinigte Stahlwerke A.-G., Düsseldorf, und Wilhelm Spetz, Duisburg-Meiderich.

Kl. 49 c, Gr. 13, K 113 380. Messertrommel für rotierende Scheren. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 49 c, Gr. 14, K 109 426. Schere zum Schneiden von Formeisen mit einem feststehenden und einem oder mehreren beweglichen Messern. Maschinenbau A.-G. vorm. Ehrhardt & Sehmer, Saarbrücken.

Kl. 49 h, Gr. 22, M 110 742. Maschine zum Richten von Rohren, Rundstangen u. dgl. mittels Schrägwalzen. Maschinenfabrik Sack G. m. b. H., Düsseldorf-Rath.

Kl. 49 l, Gr. 12, H 117 868. Verfahren zur Herstellung von nahtlosen Rohren auf der Ehrhardt-Pressen. Heraeus-Vacuum-Schmelze A.-G. und Dr. Wilhelm Rohn, Dammstr. 8, Hanau a. M.

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

(Patentblatt Nr. 19 vom 8. Mai 1930.)

Kl. 7 a, Nr. 1 120 062. Walze, insbesondere Abstützwalze für Kaltwalzwerke. Eisen- und Stahlwerk Hoesch A.-G., Dortmund, Eberhardstr. 12.

Kl. 7 a, Nr. 1 120 225. Vorrichtung zur Herstellung konischer Rohre. F. Osenberg Maschinenfabrik und Eisenkonstruktionen, Berlin-Lichtenberg, Herzbergstr. 22 bis 25.

Kl. 18 a, Nr. 1 119 400. Schieber für Heißwind- u. dgl. Leitungen, insbesondere an Industrieöfen. Dango & Dienenthal, Siegen i. W.

Kl. 19 a, Nr. 1 119 117. Schienenfußklammer. Vereinigte Stahlwerke A.-G., Düsseldorf, Breite Str. 69.

Kl. 21 h, Nr. 1 119 088. Vorrichtung zum Betreiben eines Elektroschmelzofens. Demag A.-G., Duisburg, Werthausener Str. 64.

Kl. 31 a, Nr. 1 119 205. Einrichtung zur Einführung von Wasser in Schachtschmelzöfen. Vulcan-Feuerung A.-G., Köln, Haus Baums, Am Hof 20.

Kl. 42 k, Nr. 1 120 114. Vorrichtung zum Prüfen von langgestreckten Hohlkörpern, wie beispielsweise von Rohren, auf Dichtigkeit. Vereinigte Stahlwerke A.-G., Dortmund.

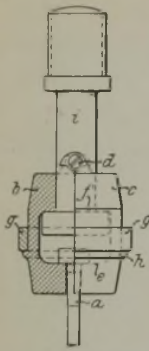
Deutsche Reichspatente.

Kl. 31 a, Gr. 2, Nr. 486 523, vom 18. November 1927; ausgegeben am 11. März 1930. Zusatz zum Patent 480 856. Badische Maschinenfabrik und Eisengießerei vormals G. Sebold und Sebold & Neff in Durlach. (Erfinder: Wilhelm Bueß in Hannover.) *Verfahren und Vorrichtung zum Beschicken des Schmelzofens mit losen Spänen.*

Während des Betriebes des Ofens werden die Späne in gewissen Zeitabständen unter Luftabschluß in kleineren Mengen auf die Oberfläche des geschmolzenen und in Bewegung gehaltenen Gutes aufgegeben.

Kl. 84 c, Gr. 2, Nr. 492 810, vom 16. Januar 1927; ausgegeben am 4. März 1930. Dr. Friedrich Sierp in Essen-Stadtwald und Dr. Karl Imhoff in Essen. *Verfahren zur Reinigung stark eisensalzhaltiger Abwässer, z. B. von Schwefelkiesgruben, Drahtziehereien u. dgl.*

Das Wasser wird zunächst von Öl, Fett und Teer befreit und sodann so weit verdünnt, daß die darin enthaltenen Eisensalze hydrolytisch gespalten werden. Diese verdünnten Abwässer werden durch eingetauchte Kalksteinfilter geleitet, die von unten durch Preßluft belüftet werden. Das sich abscheidende Eisenhydroxyd setzt sich mit etwa gleichzeitig gebildetem Gips in Nachklärbecken ab.

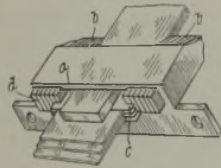


Kl. 42 k, Gr. 21, Nr. 492 741, vom 23. August 1925; ausgegeben am 15. März 1930. Firma Louis Schopper in Leipzig. *Einspannvorrichtung für Rundstäbe mit Köpfen zur Zugfestigkeitsprüfung.*

Die Einspannvorrichtung besteht aus zwei durch ein Gelenk d miteinander verbundenen klauenartigen Teilen b, c; diese werden durch einen Verschlußring g, der beim Gebrauch auf Ansätzen h ruht, zusammengehalten. In dieser Lage befindet sich im Innern der Einrichtung ein zylinderartiger Hohlraum mit den ebenen, gleichlaufenden Flächen e, f, an die sich die Köpfe des Probestabes a und des Tragzapfens i anlegen.

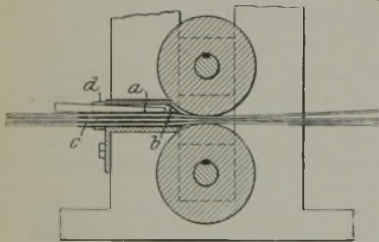
Kl. 40 a, Gr. 6, Nr. 492 848, vom 13. Januar 1929; ausgegeben am 8. März 1930. Brit. Priorität vom 21. Juli 1928. National Processes Limited in London. *Umlaufende Vorrichtung zum Rösten oder Sintern von Erzen durch Verblasen.*

Zum Sammeln der an schwefeliger Säure reichen und armen Röstgase sind zwei Kammern angeordnet, zwischen denen sich für die gemischten Gase Einzelkammern befinden. Diese können über Umgehungsleitungen je nach der Zusammensetzung der sie durchstreichenden Röstgase entweder mit dem Sammelraum für das reiche oder für das arme Gas verbunden werden, so daß eine genaue Regelung möglich ist.



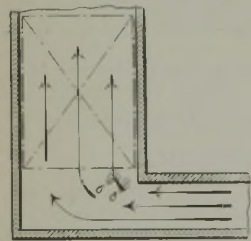
Kl. 7 a, Gr. 27, Nr. 492 832, vom 12. Oktober 1928; ausgegeben am 28. Febr. 1930. William Ewart Watkins in New York, V. St. A. *Einführungsvorrichtung für Kaltwalzwerke.*

Eine Reihe von übereinanderliegenden, leicht austauschbaren, jedoch feststehenden Trennplatten a bildet zusammen mit seitlichen Führungsbeilagen b einzelne Führungsschlitze für das Walzgut. Trennplatten und Führungsbeilagen sind mit Nasen c, d versehen, die sich gegen einen feststehenden Teil des Führungskörpers anpressen.



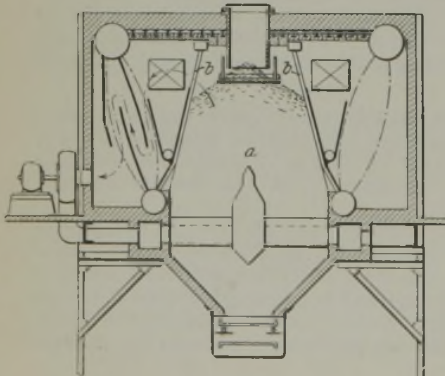
Die Beilagen sind lose einsteckbar und können daher ohne Schwierigkeit ausgewechselt und zu beliebiger Breite zusammengestellt werden.

Kl. 12 e, Gr. 5, Nr. 492 883, vom 22. Januar 1929; ausgegeben am 28. Februar 1930. Oski-Akt.-Ges. in Hannover (Erfinder: Dipl.-Ing. H. B. Rüder in Hannover.) *Verfahren für die elektrische Gasreinigung zum Herbeiführen einer gleichmäßigen Gasverteilung auf den Filterquerschnitt.*



Vor Eintritt des Gases in das elektrische Feld wird die Gasverteilung durch den elektrischen Wind besonderer Sprühelektroden herbeigeführt. Diese sind vor dem Reiner angeordnet und zweckmäßig im Querschnitt unsymmetrisch ausgebildet.

Kl. 10 a, Gr. 17, Nr. 492 943, vom 13. Mai 1925; ausgegeben am 4. März 1930. N. V. Carbo-Union Industrie Maatschappij in Rotterdam. *Kokskühlanlage.*



Der glühende Koks wird in einer Kammer a durch umlaufende Gase gekühlt und die Wärme dieser Gase nach dem Durchgang durch die Koksfüllung z. B. zur Dampferzeugung ausgenutzt. Die Kokskühlanlage ist dabei in unmittelbarer Nähe des Dampferzeugers angeordnet.

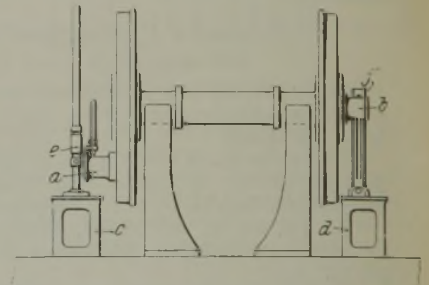
net und die erste Rohrreihe b an der Koksseite als dichte Begrenzungswand der Kammer ausgebildet. Dabei werden zwischen die Rohre Füllstücke eingelegt, um einen Verschleiß der Rohre zu verhindern.

Kl. 40 c, Gr. 16, Nr. 492 947, vom 24. Januar 1928; ausgegeben am 28. Februar 1930. Schwedische Priorität vom 1. Februar 1927. Ture Robert Haglund in Stockholm. *Verfahren zur Herstellung von Metallen und Legierungen im elektrischen Ofen.*

Bei der Reduktion von Oxyden oder oxydischen Rohstoffen durch kohlenstoffhaltige Reduktionsmittel wird die Belastung je Quadratcentimeter Elektrodenquerschnitt während der Reduktion im Durchschnitt unter 2,5 Ampère, vorzugsweise auf 1 bis 2 Ampère gehalten, und in Verbindung damit werden die Reduktionsmittel wenigstens zu einem beträchtlichen Teil in einer Verminderung der Leitfähigkeit des Beschickungsgutes geeigneten Form, beispielsweise als Brikette, die auch wesentliche Mengen an Oxyden enthalten, zugeführt.

Kl. 42 b, Gr. 22, Nr. 492 948, vom 23. August 1924; ausgegeben am 1. März 1930. Fried. Krupp A.-G. in Essen, Ruhr. *Verfahren und Vorrichtung zum Prüfen der Maße bei Kurbelzapfen von Lokomotivradkäsen.*

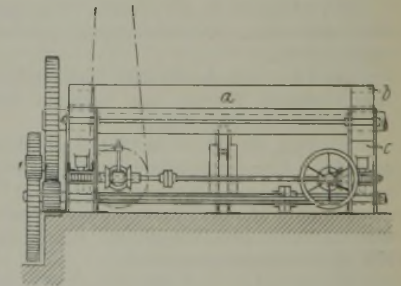
Zum Prüfen des Hubes wird die Lage der Kurbelzapfen a, b gegenüber einem Meßtisch c, d durch eine mit Feinzeigern ausgestattete Vorrichtung e, f zunächst in einer bestimmten Stellung des Radsatzes und darauf nach Verschieben der die Feinzeiger tragenden Teile um die Länge von Endmaßen, die dem Hube genau entsprechen, und nach Drehen des Radsatzes um 180° wiederum geprüft.



Zum Prüfen der Winkelstellung der Kurbelzapfen wird der Radsatz um weitere 90° gedreht, und die Lage der Kurbelzapfen a, b wird nach Zurückschieben der die Feinzeiger tragenden Teile um die Länge von Endmaßen, die dem halben Hube der jeweiligen Voreilung genau entsprechen, geprüft.

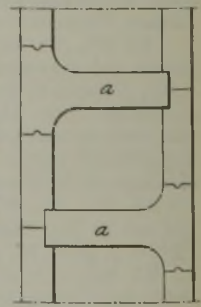
Kl. 7 b, Gr. 8, Nr. 493 019, vom 25. Mai 1928; ausgegeben am 4. März 1930. Walter Reginald Hume in Melbourne, Australien. *Walzenbiegemaschine zur Herstellung rohrförmiger Werkstücke mit Unterwalzen und einer Oberwalze.*

Eines der Lageraugen b für die Oberwalze a, dessen Außendurchmesser nicht größer ist als der Walzendurchmesser, ruht auf einer Stütze. Diese besteht aus einer flachen Schiene c od. dgl. von so geringer Stärke, daß sie beim Abziehen des annähernd zu einem Rohr gebogenen Bleches von der Oberwalze durch den Spalt zwischen den Schließkanten des Rohrkörpers hindurchtreten kann. Diese Einrichtung ermöglicht ein Abziehen des Formlings, ohne daß das Lager oder ein anderer Maschinenteil entfernt zu werden braucht.



Kl. 10 a, Gr. 13, Nr. 493 178, vom 14. Februar 1926; ausgegeben am 5. März 1930. Dr.-Ing. C. h. Heinrich Koppers in Essen, Ruhr. *Heizwandausbildung für Koksöfen u. dgl.*

Die Binder a sind an ihrem einen Ende hammerkopfförmig ausgebildet, und zwar ist diese Verbreiterung des Bindendes dabei zweckmäßig so weitgehend, daß dieses Binderende an die Stelle eines vollen Läufersteines tritt. Der Übergang vom eigentlichen Binder zu diesem Ende erfolgt durch Hohlkehlen mit großem Halbmesser.



Kl. 7 a, Gr. 23, Nr. 493 192, vom 13. Juni 1929; ausgegeben am 5. März 1930. Dipl.-Ing. Fritz Grah in Hemer, Kr. Iserlohn. *Ein- und ausschaltbarer Hilfsantrieb für Stellwerke zum Verstellen der Druckschrauben von Walzwerken.*

Auf der Hauptantriebswelle der Stellvorrichtung, auf die das Handrad oder der maschinelle Antrieb einwirkt, ist ein großes Zahnrad angebracht, das in ein kleineres Zahnrad eingreift. Dieses ist um einen Zapfen frei drehbar und wird durch eine Ratschenvorrichtung mit Doppelklinke nach Belieben rechts oder links gedreht oder es kann bei Mittelstellung der Ratschenklinke frei mitlaufen.

Kl. 7 a, Gr. 24, Nr. 493 193, vom 28. Oktober 1928; ausgegeben am 7. März 1930. Fried. Krupp A.-G. Friedrich-Alfred-Hütte in Rheinhausen, Niederrhein. *Selbsttätige Sparsteuerschaltung für Rollgänge mit elektrischem Antrieb.*

Der auf dem Rollgang zu befördernde Block oder Stab bewegt sich nach einmal eingeleiteter Bewegung ohne Zentralsteuerschalter dadurch bis an das Ende des Rollganges fort, daß er selbsttätig jeweils diejenigen Elektrorollen reihenweise einschaltet, von denen er selbst gerade getragen und vorwärtsbewegt wird.

Kl. 42 i, Gr. 9, Nr. 493 224, vom 13. September 1928; ausgegeben am 5. März 1930. Dipl.-Ing. Rudolf Steck in Hamburg. *Optisches Pyrometer zur Messung der Temperatur von Körpern mit rechteckiger Oberfläche.*

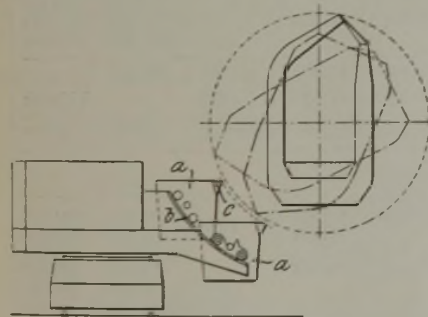
Es wird ein anamorphotisches Objektiv verwendet aus Zylinderlinsen, die verschiedene Brennweite besitzen und gekreuzt angeordnet sind. Zweckmäßig können die Zylinderlinsen in axialer Richtung gegeneinander verschiebbar sein.

Kl. 12 e, Gr. 2, Nr. 493 343, vom 1. Dezember 1927; ausgegeben am 8. März 1930. Emil Wurmbach in Uerdingen a. Rh. und Paul Wurmbach in Nordhausen. *Gasreinigungsanlage mit waagerechten Staubablagerungsplatten.*

Die Staubablagerungsplatten werden durch ein Gegengewicht so lange in der waagerechten Lage gehalten, bis sie infolge der zunehmenden Belastung oder weil ein Zusatzgegengewicht abgenommen wird, kippen. Die den Gasdurchgang durch die Kammer regelnden Maschinenteile werden durch eine mechanische Einrichtung selbsttätig von der Kippvorrichtung aus bewegt, und zwar so, daß sie bei Beginn der Schrägstellung der Platten geschlossen und beim Schluß der Rückbewegung in die waagerechte Lage geöffnet werden.

Kl. 42 k, Gr. 20, Nr. 493 417, vom 28. August 1927; ausgegeben am 7. März 1930. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. (Erfinder: Dr.-Ing. Robert Pohl in Berlin-Charlottenburg.) *Einrichtung zur Feststellung von Unregelmäßigkeiten in dem Gefüge hohler Metallkörper.*

Innerhalb der Bohrung des zu prüfenden Körpers ist mittelpunktsgleich eine Spule angeordnet, die bei einer Unregelmäßigkeit in dem Körper einen Ausschlag der an ihren Enden angeschlossenen Anzeigevorrichtung verursacht.



Kl. 31 c, Gr. 27, Nr. 493 901, vom 21. Juni 1929; ausgegeben am 15. März 1930. Demag A.-G. in Duisburg. *Schrägführung für die Gießpfanne am Auslegerende von Gießwagen.*

Die Führungsbahn b für die Gießpfanne a ist nach einwärts gekrümmt. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Pfanne in jeder Ausgublage der Konverterausgubschнауze c gleich nahe an diese heranzubringen.

Kl. 49 h², Gr. 34, Nr. 493 637, vom 6. Juni 1928; ausgegeben am 12. März 1930. Elektro-Thermit G. m. b. H. in Berlin-Tempelhof. *Verschweißung von Schienen o. dgl. durch überhitztes, geschmolzenes Metall.*

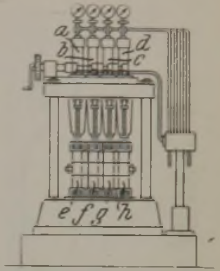
Die Ueberhitzung des Metalls wird durch Einleiten von Gasen bewirkt, die eine exothermische Reaktion mit dem Metall eingehen. Außer Sauerstoff und Chlor kann zu diesem Zweck auch Wasserstoff verwendet werden.

Kl. 12 e, Gr. 5, Nr. 493 686, vom 6. Juli 1928; ausgegeben am 13. März 1930. Zusatz zum Patent 340 788. Oski-Akt.-Ges. in Hannover. (Erfinder: Dipl.-Ing. Dr. Erich Oppen in Hannover.) *Verfahren zum Betrieb elektrischer Gasreiniger.*

Das Verfahren nach dem Hauptpatent, das niedergeschlagene Filtergut dadurch zum Abfallen zu bringen, daß der elektrische Strom für kurze Zeit ausgeschaltet wird, führt bei nichtleitendem Staube mitunter nicht zum Erfolg. Wird dagegen die Polarität

der Elektroden für einen Augenblick vertauscht, so verwandelt sich die anziehende Kraft in eine abstoßende, und der Staub fällt sofort ab.

Kl. 42 k, Gr. 24, Nr. 493 723, vom 3. März 1928; ausgegeben am 14. März 1930. Losenhausenwerk, Düsseldorf-Maschinenbau A.-G., in Düsseldorf-Grafenberg. *Federprüfmaschine zur gleichzeitigen statischen Prüfung von mehreren Federn.*

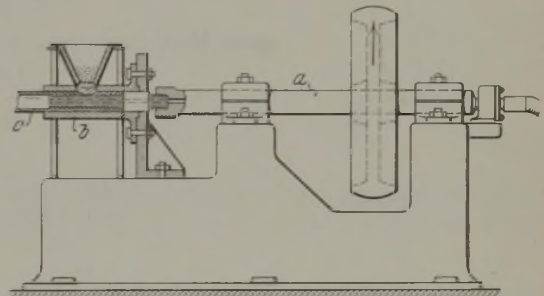


Entsprechend der Breite der jeweils zu prüfenden Federn werden die einzelnen Druckzylinder a, b, c, d, deren Stempel auf die Federn e, f, g, h drücken, durch geeignete Uebertragungsvorrichtungen so voneinander entfernt oder einander genähert, daß die Abstände der Druckstempel unter sich ständig gleichbleiben.

Kl. 48 d, Gr. 2, Nr. 493 743, vom 1. März 1928; ausgegeben am 12. März 1930. I.-G. Farbenindustrie A. G. in Frankfurt a. M. (Erfinder: Dr. Georg Büttner in Frankfurt a. M.-Schwanheim.) *Verfahren zur Entrostung.*

Um bei senkrechten Flächen ein Abflauen des Entrostungsmittels zu verhüten, wird der Phosphorsäure als fettlösendes Mittel Zyklohexanol zugesetzt, das die Zähflüssigkeit der Phosphorsäure erhöht.

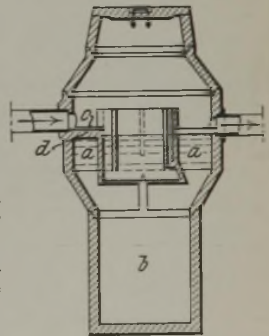
Kl. 7 b, Gr. 13, Nr. 494 203, vom 9. April 1926; ausgegeben am 20. März 1930. Edgar C. Riebe in Paris. *Maschine zur Herstellung nahtloser Metallrohre.*



Das flüssige Metall wird in eine zylindrische Form b mit umlaufendem, am Umfang mit Schraubengängen versehenem Kern gegossen und als geformte Röhre c aus der Form herausgedrückt. Durch Bohrungen der Antriebswelle a der Maschine und des Kerns der Form wird ein Luftstrom in das ausgestoßene Metallrohr geleitet und dadurch ein schnelles Abkühlen und Erstarren des Rohres erzielt.

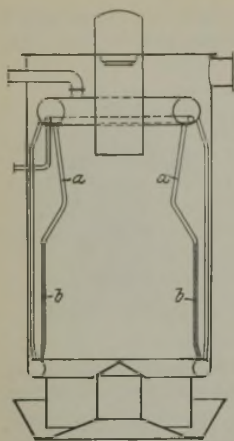
Kl. 85 c, Gr. 6, Nr. 494 295, vom 29. Dezember 1925; ausgegeben am 21. März 1930. Otto Mohr in Wiesbaden. *Mechanische Abwasserkläranlage.*

Die Anlage hat einen ringförmigen Absitzraum a und darunter einen Schlammfaulraum b sowie eine vom Zulauf ausgehende Leitung, durch die ein Teil des zu strömenden Abwassers einem zum Schlammfaulraum führenden Schacht zugeleitet wird. Diese Leitung c ist als waagrecht verlaufende, oben offene Rinne ausgebildet, unter der sich seitlich zum ringförmigen Absitzraum führende Ablenkflächen d anschließen. Durch diese wird die Hauptmenge des zufließenden Wassers dem Absitzraum zugeführt, während der Hauptteil der anfallenden Schwimmstoffe mit einer geringen Menge Wasser durch die Rinne unmittelbar in den Schlammfaulraum gelangt.



Kl. 18 b, Gr. 19, Nr. 494 011, vom 19. Februar 1928; ausgegeben am 17. März 1930. Eisen- und Stahlwerk Hoesch A.-G. in Dortmund. *Windfrischverfahren und Vorrichtung, bei dem durch den Konverterboden Brennstoffe, Erze, Kalkstein oder andere Zuschläge in Pulverform, und zwar für sich, getrennt in der Windleitung von unten eingeführt werden.*

Um Verstopfungen zu vermeiden, werden diese Stoffe einem Windkasten zugeführt, von diesem aus durch das Blasmittel angesaugt und in den Konverterboden mitgerissen.



Kl. 24 e, Gr. 10, Nr. 494 135, vom 2. Oktober 1926; ausgegeben am 19. März 1930. Karl Bergfeld in Berlin-Halensee. *Wassermantel für Gaserzeuger.*

Der Mantel des Gaserzeugers wird durch Rohre a gebildet, die in Abständen angeordnet sind, und die Zwischenräume werden durch geschweißte Rippen b an den Rohren überdeckt. Diese Rippen sind aber nur in der Höhe der Vergasungsschicht angebracht, und oberhalb dieser Stelle sind die Rohre a nach der Mitte zu eingebogen. Dadurch wird den Wärmespannungen in den Rohren Rechnung getragen, und außerdem bildet der Kessel über dem größeren Teil der Schachthöhe einen geschlossenen Kühlmantel.

Kl. 7 f, Gr. 6, Nr. 494 002, vom 24. November 1928; ausgegeben am 17. März 1930. Zusatz zum Patent 436 510. Eisen- und Stahlwerk Hoesch A.-G. in Dortmund. *Einrichtung zum Herstellen von Kugeln, besonders Stahlkugeln aus Stangenabschnitten mit Hilfe einer feststehenden und einer umlaufenden kegelförmigen Walze.*

An Stelle des Vorbollwalzwerkes zur Erzeugung kugelförmiger Vorbollwerkstücke aus erhitztem stangenförmigem Gut wird dem

Kugelwalzwerk eine waagerechte Schmiedemaschine vorgelagert. Auf dieser Schmiedemaschine wird in einem Gesenk mit je drei Hüben ein vorgeballtes Werkstück ohne Grat hergestellt.

Kl. 40 a, Gr. 46, Nr. 494 024, vom 9. März 1927; ausgegeben am 17. März 1930. John C. Wiarda & Company in Brooklyn, New York. *Aufarbeitung von Manganerzen.*

Bei der nassen Aufarbeitung manganhaltiger Erze durch Herauslösen des gegebenenfalls durch vorherige Reduktion erhaltenen Manganooxydes mit Ammonsalzlösungen wird die Bildung von Manganhydroxyd durch das beim Auslaugen frei werdende Ammoniak dadurch verhindert, daß das freie Ammoniak zweckmäßig durch Arbeiten bei Temperaturen von 80° oder mehr entfernt wird. Das abgetriebene Ammoniak kann wiedergewonnen und zur Ausfällung des Manganhydroxydes aus der erhaltenen Mangansalzlösung verwendet werden.

Kl. 18 c, Gr. 8, Nr. 494 436, vom 14. November 1925; ausgegeben am 22. März 1930. Stellawerk Akt.-Ges. vorm. Wilisch & Co. in Bergisch Gladbach. *Verfahren und Vorrichtung zum Glühen von Metallgegenständen v. dgl. in Glühgefäßen, in denen während des Abkühlens Luft durch Schutzstoffe unschädlich gemacht wird.*

Während des Abkühlens wird der die Schutzstoffe enthaltende Teil des Glüh- oder Abkühlgefäßes auf hoher Temperatur gehalten, während der das Glühgut enthaltende Teil abkühlt. Zur Beschleunigung des Abkühlens kann gegebenenfalls eine besondere Kühlgrube verwendet werden.

Statistisches.

Die Roheisenerzeugung des Deutschen Reiches im April 1930¹⁾.

In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirke	Hämatiteisen	Gießereiroheisen	Gußwarenerster Schmelzung	Bessemer-Roheisen (saures Verfahren)	Thomas-Roheisen (basisches Verfahren)	Stahleisen, Spiegeleisen, Ferromangan und Ferrosilizium	Puddel-Roheisen (ohne Spiegeleisen) und sonstiges Eisen	Insgesamt	
								1930	1929
April 1930: 30 Arbeitstage, 1929: 30 Arbeitstage									
Rheinland-Westfalen	43 075	47 226	550	—	478 878	151 764	421	720 943	916 080
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen	838	17 541			—	21 379		39 876	55 949
Schlesien	14 509	2 786			74 051	21 236		8 795	12 169
Nord-, Ost- und Mitteldeutschland		27 104						104 187	101 584
Süddeutschland	—	—	—	—	27 557	26 316	—	—	
Insgesamt: April 1930	58 422	94 657	550	—	552 929	194 379	421	901 358	—
Insgesamt: April 1929	90 101	89 922	1 903	418	709 099	219 785	870	—	1 112 098
Durchschnittliche arbeitstägliches Gewinnung								30 045	37 070
Januar bis April 1930: 120 Arbeitstage, 1929: 120 Arbeitstage									
Rheinland-Westfalen	225 417	176 876	2 080	21	2 221 905	594 955	4 016	3 219 153	3 511 146
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen	6 136	72 599			—	94 684		173 381	214 466
Schlesien	67 474	3 825			277 249	86 904		43 039	61 302
Nord-, Ost- und Mitteldeutschland		131 516						418 079	365 562
Süddeutschland	—	—	—	—	112 005	100 984	—	—	
Insgesamt: Januar bis April 1930	209 027	384 816	2 080	21	2 499 154	776 543	4 016	3 965 657	—
Insgesamt: Januar bis April 1929	331 365	328 371	7 599	6 935	2 670 866	903 403	4 921	—	4 253 460
Durchschnittliche arbeitstägliches Gewinnung								33 047	35 446

Stand der Hochofen im Deutschen Reich¹⁾.

		Hochofen								Hochofen					
		vorhandene	in Betrieb befindliche	ge-dampfte	in Ausbesserung befindliche	zum Anblasen fertig-stehende	Leistungs-fähigkeit in 24 h ²⁾ in t			vorhandene	in Betrieb befindliche	ge-dampfte	in Ausbesserung befindliche	zum Anblasen fertig-stehende	Leistungs-fähigkeit in 24 h ²⁾ in t
Ende	1913 . .	330	313	—	—	—	—	Ende	1925 . .	211	83	30	65	33	47 820
"	1920 . .	237 ³⁾	127	16	66	28	36 997	"	1926 . .	206	109	18	52	27	52 325
"	1921 . .	239 ²⁾	146	8	59	26	37 465	"	1927 . .	191	116	8	45	22	50 865
"	1922 . .	219	147	4	55	13	37 617	"	1928 . .	184	101	11	47	25	53 990
"	1923 . .	218	66	52	62	38	40 800	"	1929 . .	182	95	24	44	19	53 210
"	1924 . .	215	106	22	61	26	43 748	April	1930 . .	175	90	20	43	22	51 845

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. — ²⁾ Einschließlich Ost-Oberschlesien. — ³⁾ Leistungsfähigkeit der in Ausbesserung befindlichen Hochofen ist ab Januar 1929 nicht mit eingerechnet.

Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im April 1930¹⁾.

In Tonnen zu 1000 kg.

Besirke	Rohblöcke						Stahlguß			Insgesamt	
	Thomasstahl-	Bessemerstahl-	Basische Siemens-Martin-Stahl-	Saure Siemens-Martin-Stahl-	Tiegel- und Elektro-stahl-	Schweißstahl- (Schweiß-eisen-)	basischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	1930	1929
April 1930: 24 Arbeitstage, 1929: 25 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen . . .	388 461		405 001	10 102	8 240		9 396	4 756	300	826 319	1 161 147
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen . . .	—		19 219	—	—		246	315	—	20 503	32 545
Schlesien . . .	—		29 953	—	—		582	—	—	31 056	46 945
Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland . . .		—	56 273	—	465	2 586	—	—	1 359	—	—
Land Sachsen . . .	64 186		24 537	—	—		1 993	510	—	106 395	103 604
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz . . .			3 519	—	—		768	—	269	25 985	49 065
Insgesamt: April 1930 . . .	452 647	—	538 502	10 102	8 708	2 586	13 329	6 850	1 659	1 033 383	—
davon geschätzt . . .	—	—	7 200	—	600	—	495	690	220	9 205	—
Insgesamt: April 1929 . . .	646 783	—	712 079	13 892	13 987	3 197	16 443	7 884	2 034	—	1 416 299
davon geschätzt . . .	—	—	7 500	—	30	—	75	—	—	—	7 605
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung										43 058	56 652
Januar bis April ²⁾ 1930: 100 Arbeitstage, 1929: 100 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen . . .	1 844 578		1 805 502	44 446	35 769		40 115	20 234	1 531	3 792 426	4 494 715
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen . . .	—		87 180	—	—		1 224	—	—	92 486	130 196
Schlesien . . .	—		141 755	—	—		1 965	1 889	—	146 039	176 765
Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland . . .		—	236 152	—	2 132	10 826	—	—	—	—	—
Land Sachsen . . .	247 034		132 370	—	—		9 059	2 916	5 579	415 179	396 852
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz . . .			8 465	—	—		4 545	—	—	151 818	180 089
Insgesamt: Jan./April 1930 . . .	2 091 612	—	2 411 424	44 446	37 901	10 826	58 386	26 250	7 110	4 687 955	—
davon geschätzt . . .	—	—	28 200	—	900	—	495	690	220	30 505	—
Insgesamt: Jan./April 1929 . . .	2 454 911	—	2 789 245	61 485	57 162	13 449	60 308	28 196	6 927	—	5 471 683
davon geschätzt . . .	—	—	30 000	—	120	—	300	—	—	—	30 420
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung										46 880	54 717

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. ²⁾ Unter Berücksichtigung der Berichtigungen für Januar bis März 1930 (einschließlich).

Deutsche Maschinen auf dem Weltmarkt.

Wenn die deutsche Außenhandelsbilanz für 1929¹⁾ eine Besse- rung verzeichnet, so läßt sich dies namentlich für die Ausfuhr von Maschinen sagen. Sie nimmt im Rahmen der deutschen Fertigwarenindustrie einen hervorragenden Platz ein. Ihr Anteil an der Gesamt-Fertigwarenausfuhr (s. *Zahlentafel 1*) betrug im Jahre 1929 13,2 gegen 11,9 % im Vorjahr.

Zahlentafel 1. Der deutsche Außenhandel in Fertig- wahren in Mill. RM.

Waren	1928			1929		
	Einfuhr	Ausfuhr	Ausfuhr- über- schuß	Einfuhr	Ausfuhr	Ausfuhr- über- schuß
Fertigwaren, insgesamt . . .	2450,1	8884,5	6434,4	2262,5	9832,4	7569,9
davon:						
Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse, Farben und Farb- wahren . . .	311,5	1314,6	1003,1	316,0	1374,5	1058,5
Leder und Lederwaren . . .	200,0	363,8	163,8	164,5	394,6	230,1
Textilien . . .	1354,1	1870,1	516,0	1 189,5	1938,0	748,5
Papier und Papierwaren . . .	75,1	435,7	360,6	80,9	496,0	415,1
Tonwaren . . .	27,4	162,9	135,5	23,4	177,6	154,2
Glas und Glaswaren . . .	32,7	211,9	179,2	34,5	247,9	213,4
Kantachukwaren . . .	38,3	115,3	77,0	40,0	131,7	91,7
Maschinen . . .	148,4	1061,4	913,0	123,3	1298,5	1175,2
Elektrotechnische Erzeugnisse . . .	45,6	488,7	443,1	50,8	578,9	528,1
Fahrzeuge . . .	126,8	214,9	88,1	115,8	279,4	163,6

Der Ausfuhrüberschuß bei den vorgenannten Waren war am höchsten bei Maschinen; er belief sich im Jahre 1929 auf 15,5 (1928: 14,7) % des Gesamtüberschusses aller Fertigwaren. Der Maschinenausfuhr stand eine verhältnismäßig unbedeutende Einfuhr gegenüber. Es betrug mengenmäßig:

	1913	1926	1927	1928	1929
	t	t	t	t	t
die Ausfuhr	594 314	392 953	458 438	538 026	636 824
die Einfuhr	87 900	34 391	60 827	69 560	53 157

¹⁾ Vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 281/4.

Welchen Anteil die einzelnen Maschinenarten an der Ent- wicklung der Ausfuhr genommen haben, geht aus *Zahlentafel 2* hervor, in der auch die Ausfuhr nach den einzelnen Erdteilen wiedergegeben ist.

Bei einem Vergleich der Mengenergebnisse des Jahres 1929 mit 1913 ist für die meisten deutschen Absatzländer ein erhöhter Bedarf an Maschinen für industrielle und landwirtschaftliche Zwecke festzustellen. In den europäischen Ländern hat sich die Aufnahmefähigkeit im allgemeinen gebessert; im fernen Osten sind besonders Japan und China zu bedeutenden Abnehmern geworden. Recht erfreulich hat sich der Absatz nach den Ver- einigten Staaten, Argentinien, Brasilien, Chile, Columbien und Mexiko entwickelt. Auch Australien, das bisher für den deutschen Markt weniger geneigt zu sein schien, verlangt mehr und mehr nach deutschen Erzeugnissen.

An der Spitze der Ausfuhr stehen Textil- und Metallbear- beitungsmaschinen. In Textilmaschinen konnte der Außenhandel gegenüber dem Vorjahr mengenmäßig um 30,4 % und wertmäßig um 28,5 %, in Metallbearbeitungsmaschinen um 23,0 % bzw. 28,9 % gesteigert werden. Eine beträchtliche Zunahme war auch bei landwirtschaftlichen Maschinen zu verzeichnen; ihre Ausfuhr stieg um 36,3 % und dem Werte nach um 40,6 %. Einen bemerkenswerten Aufschwung nahm die Ausfuhr an feststehenden, fahrbaren und schwimmenden Kranen; sie erhöhte sich dem Gewichte nach um 104,7 % und dem Werte nach um 87,2 %.

Beachtlich ist der Rückgang der Ausfuhr gegenüber der Vorkriegszeit vor allem bei Lokomotiven, die zwar gegen 1928 noch um 16,5 % zugenommen hatte, gegenüber dem Jahre 1913 jedoch um 53,2 % der Menge nach zurückblieb. Maschinen und Geräte für die Zuckerindustrie sowie Müllereimaschinen haben gegenüber 1913 ebenfalls merkliche Verminderungen in der Aus- fuhr zu verzeichnen. Bei den ersteren betrug der Rückgang 1929 gegen 1913 mengenmäßig 78,4 %, bei den letzteren 38,2 %. Dampfmaschinen und Wasserkraftmaschinen weisen gegen 1913 einen Ausfuhrückgang um 71,6 bzw. 59,2 % auf.

Im einzelnen stellte sich die Maschinenausfuhr nach den hauptsächlichsten Bezugsländern in t wie folgt (s. *Zahlentafel 3*).

Der Eisenerzbergbau Preußens im 4. Vierteljahr 1929¹⁾.

Oberbergamtsbezirke und Wirtschaftsgebiete (preuß. Anteil)	Be-triebene Werke		Beschäftigte Beamte und Arbeiter	Verwertbare, absatzfähige Förderung an							Absatz			
	Hauptbetriebe	Nebenbetriebe		Manganerz über 30 % Mangan t	Brauneisenstein bis 30 % Mangan		Spateisenstein t	Rot-eisenstein t	sonstigen Eisen-erzen t	zusammen		Menge t	berechneter Eisen-inhalt t	berechneter Mangan-inhalt t
					über 12 % t	bis 12 % t				Menge t	berechneter Eisen-inhalt t			
Breslau	1	2	60	—	—	—	—	—	3 ²⁾ 392	392	185	320	153	—
Halle	1	—	111	—	—	22 830	—	—	—	22 830	2 283	24 449	2 445	488
Clausthal	10	—	1 728	—	—	355 221	—	—	—	355 221	113 085	311 338	101 223	7 030
Daron entfallen a. d.														
a) Harzer Bezirk														
b) Subherzynischen Bezirk (Peine, Salzgitter)														
Dortmund	7	—	1 599	—	—	344 571	—	—	—	344 571	108 948	300 703	97 102	6 463
Bonn	3	—	200	—	—	3 919	60	3 ³⁾ 178	4 157	1 451	4 510	1 585	88	—
Bonn	89	1	10 996	183	11 830	34 698	536 769	176 370	2 ⁴⁾ 4 013	763 863	275 541	637 372	275 798	41 102
Daron entfallen a. d.														
a) Siegerländer-WieserSpateisenstein-Berzirk														
b) Nassauisch-Oberhessischen (Lahn- und Dill-) Bezirk														
c) Taunus - Hunsrück-Berzirk														
d) Waldeck-Sauerländer Bezirk														
Zusammen in Preußen	104	3	13 095	183	11 830	416 668	536 769	176 430	4 583	1 146 463	392 545	977 989	381 204	48 708
3. Vierteljahr 1929	104	3	13 331	113	37 622	409 521	541 816	184 702	688	1 174 462	401 546	1 066 010	401 112	60 793
2. Vierteljahr 1929	103	3	13 446	138	40 551	334 654	492 790	179 765	8 599	1 056 497	364 093	1 036 616	385 111	49 767
1. Vierteljahr 1929	103	3	12 515	41	10 953	332 117	408 956	167 996	10 992	931 055	324 413	912 392	342 995	41 606
Preußen 1. bis 4. Vierteljahr 1929	104	3	13 097	475	100 956	1 492 960	1 980 331	708 893	24 862	4 308 477	1 482 597	3 993 007	1 510 422	190 874

¹⁾ Z. Bergwes. Preuß. 77 (1929) S. A 120. — ²⁾ Toneisenstein. — ³⁾ Raseneisenerze.

Die Ergebnisse der Bergwerks- und Hüttenindustrie Deutsch-Oberschlesiens im März 1930¹⁾.

Absatz deutscher Gaswerke an Koks und sonstigen Nebenerzeugnissen.

Gegenstand	Februar 1930 t	März 1930 t
Steinkohlen	1 310 158	1 379 301
Koks	116 116	126 243
Briketts	19 232	20 020
Rohteer	5 123	5 458
Teerpech und Teeröl	100	92
Rohbenzol und Homologen	1 763	1 951
Schwefelsaures Ammoniak	1 635	1 764
Roheisen	10 392	10 145
Flußstahl	40 502	31 877
Stahlguß (basisch und sauer)	925	768
Halbzeug zum Verkauf	2 355 ²⁾	2 615
Fertigerzeugnisse der Walzwerke einschließlich Schmiede- und Preßwerke	25 343	25 287
Gußwaren II. Schmelzung	2 566 ²⁾	2 386

Die Wirtschaftliche Vereinigung deutscher Gaswerke, Gaskokssyndikat, Aktiengesellschaft in Frankfurt a. M., Köln und Berlin, veröffentlicht in ihrem 26. Geschäftsbericht 1929 (vom 1. Januar bis 31. Dezember) folgende Angaben über den Absatz ihrer Mitgliedswerke:

Jahr	Gas-erzeugung Mill. m ³	Absatz an					
		Gaskoks		Teer		Ammoniak	
		t	Wert 1000 M	t	Wert 1000 M	t	Wert 1000 M
1927	3237	941 183	24 225	151 514	12 538	50 845	2134
1928	3510	936 803	24 844	164 342	10 768	26 753	2038
1929		934 771	27 117	177 384	8 126	33 932	3069

¹⁾ Oberschl. Wirtsch. 5 (1930) S. 332 ff. — ²⁾ Berichtigte Zahlen.

Großbritanniens Roheisen- und Rohstahlerzeugung im März 1930.

	Roheisen 1000 t zu 1000 kg					Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen	Flußstahl und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg				Herstellung an Schweißstahl 1000 t	
	Hämatit	ba-sisches	Gießerei-	Puddel-	zusammen einschl. sonstiges		Siemens-Martin-		Bessemer-	zu-sammen		dar-unter Stahl-guß
							sauer	basisch				
Januar 1930	201,2	268,8	141,7	20,8	660,4	159	187,9	545,7	49,8	783,4	14,4	29,3
Februar	192,1	247,4 ¹⁾	131,8	20,2	616,7 ¹⁾	162	210,9	532,3	45,6	788,8	14,1	28,8
März	207,5	270,7	142,0	28,1	676,5	157	219,8	572,2	47,3	839,3	14,7	

¹⁾ Berichtigte Zahl.

Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im Februar 1930¹⁾.

Erzeugnisse	Januar 1930	Februar 1930	Erzeugnisse	Januar 1930	Februar 1930
	1000 t zu 1000 kg			1000 t zu 1000 kg	
Flußstahl:					
Schmiedestücke	23,6 ²⁾	22,3	Walzdraht	22,7	21,1
Kesselbleche	6,2	6,6	Bandisen und Röhrenstreifen, warm-gewalzt	23,0	19,1
Grobbleche 3,2 mm und darüber	110,0	117,2	Blank kaltgewalzte Stahlstreifen	5,1	5,0
Feinbleche unter 3,2 mm, nicht verzinkt	45,1 ²⁾	41,2	Federstahl	6,7	6,0
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche	62,2	64,4	Schweißstahl:		
Schienen von 24,8 kg je lfd. m und darüber	53,9 ²⁾	54,5	Stabeisen, Formeisen usw.	18,8	17,0
Schienen unter 24,8 kg je lfd. m	8,2	8,2	Bandisen und Streifen für Röhren	4,2	4,5
Rillenschienen für Straßenbahnen	2,0	1,3	Grob- und Feinbleche und sonstige Erzeugnisse aus Schweißstahl	0,1	0,1
Schwellen und Laschen	11,2	13,0			
Formeisen, Träger, Stabeisen usw.	187,8 ²⁾	180,2			

¹⁾ Nach den Ermittlungen der National Federation of Iron and Steel Manufacturers. Vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 497. — ²⁾ Berichtigte Zahlen.

Wirtschaftliche Rundschau.

Die notwendige Aenderung der Tariferhöhungspläne der Reichsbahn.

Die von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft beim Reichsverkehrsministerium beantragten Tarifmaßnahmen bezogen sich bekanntlich auf eine Neuordnung der Stückgut-, Gepäck- und Expreßguttarife, die jährlich Mehreinnahmen von 53 Mill. *RM* einbringen soll, auf eine Erhöhung fast aller Wagenladungsfrachten um 2 bis 9% (rechnerische Mehreinnahme rd. 145 Mill. Reichsmark jährlich) und auf eine Erhöhung der Zeitkartentarife im Personenverkehr (rd. 12 Mill. *RM* Mehrertragnis).

Gegen diese Pläne sind nicht nur an dieser Stelle, sondern von allen maßgeblichen deutschen Wirtschaftsverbänden schon von vornherein schwerwiegende Bedenken erhoben worden, in ganz besonderem Maße gegen die in Aussicht genommene einschneidende Erhöhung der Wagenladungsfrachten, wodurch namentlich auch die Eisen schaffende Industrie und der Bergbau empfindlich getroffen würden. Noch Ende April 1930 haben unter der Federführung des Vereins zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen in Rheinland und Westfalen die großen Verbände und Syndikate der Eisen schaffenden Industrie und des Bergbaues sowie auch die Industrie- und Handelskammern im niederrheinisch-westfälischen Industriegebiet ihre Auffassung über die Tariferhöhungspläne sowohl dem Reichsverkehrsminister als auch gegenüber Mitgliedern des Reichseisenbahnrates zum Ausdruck gebracht. Dabei wurde hervorgehoben, daß eine planmäßige Neuordnung der Stückguttarife zum Zwecke einer wirtschaftlicheren Gestaltung dieser Verkehrsart als notwendig anerkannt werden müsse. Dagegen sei aber jegliche Erhöhung der Wagenladungsfrachten unerträglich. Sollte die Reichsbahn nicht in der Lage sein, den nach Durchführung der eingangs bezeichneten Tarifmaßnahmen noch verbleibenden Fehlbetrag in der Betriebsrechnung durch Rationalisierungsmaßnahmen usw. zu decken, dann könnte schließlich an Stelle einer Steigerung der Wagenladungsfrachten nur eine allgemeine Erhöhung der Personentarife in Frage kommen, welcher Betriebszweig ebenfalls ein jährliches Minderertragnis von rd. 270 Mill. *RM* aufweist.

Auf Veranlassung des Reichsverkehrsministers hat sich am 1. Mai 1930 der Ständige Ausschuß des Reichseisenbahnrates und am folgenden Tage die Vollversammlung dieser Körperschaft mit der Vorlage der Reichsbahnverwaltung über die Tariferhöhung gutachtlich befaßt. Die Stellungnahme ist folgende:

1. Die Vorlage der Reichsbahnverwaltung bezüglich Aenderung des Stückguttarifs sowie des Expreß- und Gepäckguttarifs wird genehmigt.
2. Die Vorlage der Reichsbahn über die Erhöhung der Wagenladungsklassen wird abgelehnt.
3. Der nach Durchführung der befürworteten Tarifmaßnahmen noch verbleibende Fehlbetrag von 70 bis 80 Mill. *RM* soll, soweit möglich, durch eine organische Erhöhung der Personentarife des allgemeinen Verkehrs aufgebracht werden, insbesondere auch des Berufsreiseverkehrs.
4. Die Reichsregierung wird ersucht, dafür besorgt zu sein, daß möglichst bald die gleichen Wettbewerbsgrundlagen zwischen den einzelnen Verkehrsmitteln geschaffen werden.
5. Der Reichsregierung sollen Vorschläge unterbreitet werden, um die Reichsbahn von der Beförderungssteuer und den politischen Pensionen zu entlasten, damit es der Reichsbahn ermöglicht wird, ihre Tarife herabzusetzen.

Es muß festgestellt werden, daß die gutachtliche Äußerung des Reichseisenbahnrates einerseits der bedrohlichen Geldlage des Reichsbahnunternehmens Rechnung trägt, andererseits aber auch mit Recht die Tatsache berücksichtigt, daß eine Erhöhung der Wagenladungsstarife bei dem gegenwärtigen Tiefstand unserer Wirtschaftslage und bei den bestehenden verschärften Wettbewerbsverhältnissen zwischen der Reichsbahn und den anderen Verkehrsmitteln nicht verantwortet werden kann.

Wenn auch in dieser oder jener Richtung gewisse nachteilige Auswirkungen einer allgemeinen Personentariferhöhung nicht verkannt werden sollen, so bestehen doch gegen eine Erhöhung der Personentarife keineswegs solche schwerwiegenden Bedenken wie gegen eine Frachterhöhung der Massengüter und Rohstoffe. Davon abgesehen dürfte eine Erhöhung der Personentarife einen weit besseren Wirkungsgrad versprechen als eine Erhöhung der Wagenladungsstarife, bei der die Reichsbahn die durch Abwanderung und Verkehrsrückgang zu erwartenden Verluste auf 50% der

Bruttomehreinnahmen veranschlagt. Während der Eisenbahngüterverkehr auf Grund der veränderten Wettbewerbslage der Verkehrsmittel heute nur noch in geringem Umfange ein Zwangsverkehr ist, spielen für die Abwanderung des Personenverkehrs auf den Kraftwagen in viel stärkerem Maße andere Gesichtspunkte, wie die individuelle Verkehrsbedienungs-, die Bequemlichkeit, Schnelligkeit, Häufigkeit usw. der Beförderung eine ausschlaggebende Rolle.

Eine Abwanderung von Reisenden auf Privatkraftwagen aus Anlaß einer nur in geringem Umfange notwendigen, z. B. 7- bis 8prozentigen Personentariferhöhung ist überhaupt nicht zu befürchten, weil für die Benutzung der Privatkraftfahrzeuge — wie auch die Reichsbahn selbst hervorgehoben hat — völlig andere Gründe maßgebend sind. Eine Abwanderung auf den Auto-Omnibusverkehr steht auch wohl nur in ganz geringem Umfange zu erwarten, weil auch nach einer etwaigen Erhöhung der Personentarife die kilometrischen Einheitssätze des Auto-Omnibusverkehrs grundsätzlich immer noch bedeutend höher sein würden als die Sätze der III. Klasse bei der Eisenbahn einschließlich der Zuschläge. Im übrigen dürften gerade auch die Auswirkungen der neuen Benzin- und Benzolzölle, die bevorstehende Umgestaltung der Kraftfahrzeugsteuer, die in Erwägung gezogene Regelung des Wettbewerbs zwischen Eisenbahn und Kraftwagen sowie schließlich das sich bei Gemeinden und anderen öffentlichen Körperschaften immer mehr durchsetzende Bedürfnis nach einer besseren Wirtschaftlichkeit ihrer Kraftverkehrslinien eine allgemeine Personentariferhöhung ohne Verringerung des Verkehrsumfanges der Reichsbahn durchaus ermöglichen. Sofern jedoch in geringem Umfange eine Abwanderung aus der II. Klasse bei der Reichsbahn auf den Kraftverkehr tatsächlich stattfinden sollte, dürften die etwaigen Ausfälle auf Grund des ohnehin im Rahmen der Gesamteinnahmen geringen geldlichen Ertragnisses dieser Klasse verhältnismäßig unbedeutend sein. Eine merkliche innere Abwanderung von Reisenden der beiden höheren Klassen in die II. Wagenklasse dürfte bei einer im gleichen Verhältnis eintretenden Fahrpreiserhöhung dieser Klasse ebenfalls nicht zu befürchten sein. Infolgedessen haben die Ausführungen von Staatssekretär a. D. Vogt, der gelegentlich der am 6. Mai 1930 veranstalteten Sitzung des Verkehrsausschusses des Reichsverbandes der Deutschen Industrie unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verkehrsabwanderungen innerer und äußerer Art das tatsächliche geldliche Ertragnis einer rd. 8prozentigen Personentariferhöhung auf nur 10 Mill. *RM* (statt rechnerisch 70 bis 80 Mill. *RM*) veranschlagte, wenig Wahrscheinlichkeit für sich.

Darüber hinaus erscheinen auch die hier und dort geäußerten Bedenken wegen einer durch Fahrpreiserhöhungen verursachten Unterlassung und Einschränkung von Reisen insofern übertrieben, als die zur Deckung des noch verbleibenden Fehlbetrages notwendige Personentariferhöhung von notfalls 7 bis 8% doch wohl zu gering sein würde. Die Reisen, die nicht notwendig ausgeführt werden müssen, spielen tatsächlich schon heute nur eine untergeordnete Rolle. Sobald die Wirtschaftslage wieder besser geworden ist, dürfte auch der Personenverkehr wieder ansteigen, ganz unabhängig davon, ob eine geringe, sich auf breiteste Kreise verteilende Verteuerung eintritt oder nicht.

Wenn der Personenverkehr im Jahre 1929 wiederum einen Fehlbetrag von rd. 270 Mill. *RM* aufweist und trotz der Tarifneuordnung vom 7. Oktober 1928 noch nicht einmal die Einnahmen vom Jahre 1928 gebracht hat, so ist das viel weniger auf die Höhe der deutschen Eisenbahnfahrpreise als auf die allgemeine schlechte Wirtschaftslage und den Höchststand der Arbeitslosigkeit zurückzuführen. Insbesondere liegt aber der Grund hierfür — wie noch Generaldirektor Dr. Dorpmüller in seinem Düsseldorfer Vortrage vom 1. April 1930 ausführte — darin, daß nahezu drei Fünftel aller Reisenden Fahrpreismäßig genießen, darunter 43% in Form von Monats- oder Wochenkarten.

Betrachtet man die heutige Personentariflage unter dem Gesichtswinkel ihrer Tragbarkeit für die Reisenden der untersten Wagenklasse, dann ergibt sich bei einem Vergleich zwischen den Sätzen der heutigen Holzklasse und dem Mittel aus der ehemaligen III. und IV. Klasse eine Kennzahl, die der allgemeinen Teuerung und dem heutigen Lohnstande durchaus nahekommt. Auch darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß den Reisenden der ehemaligen IV. Wagenklasse zum großen Teil heute schon und künftig in immer steigendem Maße die Ausstattung und Bequemlichkeit der III. Klasse zugute kommen.

Endlich dürften auch die von der Reichsbahn bei einer Erhöhung der Personentariife befürchteten Warenpreissteigerungen in keinem Verhältnis stehen zu den gleichen Auswirkungen einer Gütertariferhöhung, die die Selbstkosten der gesamten deutschen Erzeugungswirtschaft empfindlich steigern würde. Im Rahmen des Warenhandels stellen die Fahrgelder der Geschäftsreisenden durchweg nur einen verschwindend kleinen Unkostenanteil der Wirtschaft dar, der in keiner Weise einen Vergleich mit dem der Güterfrachten aushalten kann. Es liegt auf der Hand, daß Warenangebot und Warenaustausch durch eine Gütertariferhöhung in bedeutend höherem Maße leiden würden als durch eine geringe Steigerung der Personentariife. Uebereinstimmung besteht darüber, und noch der Studienausschuß des Deutschen Industrie- und Handelstages hat in seiner Denkschrift „Eisenbahn- und Kraftwagenverkehr“ ausdrücklich betont, daß der Personenverkehr als Ganzes sich selbst tragen müsse. Daß man diesem Ziele nicht allein durch Rationalisierungsmaßnahmen, sondern schließlich auch durch eine angemessene Erhöhung der Personentariife näherkommen muß, dürfte nicht zweifelhaft sein. Jedenfalls geht es nicht an, daß die Wirtschaft durch die ohnehin überspannten Wagenladungsfrachten, die schon jetzt einen jährlichen Ueberschuß von 500 bis 600 Millionen *RM* aufweisen und damit die einzige erziehbare Ertragsgrundlage der Reichsbahnwirtschaft darstellen, in immer stärkerem Maße zur Deckung der Mindererträge der andern Verkehrsarten herangezogen wird.

Nach dem Urteil des Reichsbahngerichts vom 24. August 1928 über die jüngste allgemeine Tarifierhöhung sollte der Gütertarif rd. 200 Mill. und der Personenverkehr rd. 50 Mill. *RM* jährlich mehr einbringen. Der Güterverkehr hat die vorgesehenen Mehreinnahmen gebracht, der Personenverkehr dagegen sogar Mindereinnahmen. Das ist teils auf die vermehrte Inanspruchnahme der bei der jüngsten Tarifierform nicht verteuerten Zeitkarten zu ermäßigten Tarifen, teils auf die allgemeine ungünstige Wirtschaftslage und den Höchststand der Arbeitslosigkeit, nicht zuletzt aber auch auf die unzureichende Höhe der allgemeinen Personentariife im Verhältnis zu den Selbstkosten dieses Verkehrs zurückzuführen.

Wie ein Vergleich der deutschen Eisenbahnfahrpreise mit den ausländischen zeigt, sind die deutschen Verhältnisse gegenüber dem Auslande keineswegs als ungünstig anzusprechen. Die Reichsbahn selbst hat schon in ihrer Denkschrift vom April 1928 zum Antrage auf Durchführung der jüngsten Tarifierhöhung eine allgemeine Personentariiferhöhung sogar von 15% zur Wahl gestellt und als tragbar bezeichnet, wengleich später dieser Plan zugunsten der Einführung des Zweiklassensystems fallen gelassen wurde. Die französischen Eisenbahnen haben offenbar unter weitestgehender Voranstellung volkswirtschaftlicher Rücksichten vor kurzem bei ihrer Regierung eine Erhöhung der Personentariife um 25% und demgegenüber eine Steigerung der Gütertarife um nur rd. 5% beantragt. Die Tarifierhöhungspläne der Reichsbahn stellen das Gegenteil dar.

Obwohl die Personentariife eine viel geringere volkswirtschaftliche Bedeutung haben als die Gütertarife, soll der Güterverkehr rechnerisch mit über 200 Mill. *RM*, der Personenverkehr dagegen mit nur rd. 12 Mill. *RM* jährlich mehr belastet werden. Dabei verursacht die Personenbeförderung im ganzen bereits heute einen jährlichen Ausfall von 272 Mill. *RM*, der nahezu restlos durch den ganz erhebliche Ueberschüsse abwerfenden Wagenladungsverkehr gedeckt werden muß. Wenn bedacht wird, daß sich das Verhältnis zwischen den Personenverkehrs- und Güterverkehrseinnahmen bei der Reichsbahn annähernd wie 1 : 3 verhält, so erscheint es zum mindesten sonderbar, daß eine Tarifierhöhung geplant wurde, die im Verhältnis von etwa 1 : 20 auf den Personen- und Güterverkehr umgelegt werden sollte. Eine allgemeine Personentariiferhöhung dürfte übrigens im Gegensatz zu einer empfindlichen Steigerung fast aller Wagenladungsfrachten auch insofern unbedenklicher erscheinen, als sie sich im Falle ihrer Durchführung auf breiteste Kreise und im Einzelfall kaum merkbar verteilt.

Es ist außerordentlich begrüßenswert, daß sich der Reichseisenbahnrat den auch von den großen Wirtschaftsverbänden vortragenen Bedenken gegen eine Erhöhung der Wagenladungs-tariife nicht verschlossen, vielmehr zur Deckung der nach Umgestaltung der Stückgut-, Gepäck- und Expreßguttariife noch verbleibenden Fehlbeträge eine allgemeine Erhöhung der Personentariife in Vorschlag gebracht hat. Es muß erwartet werden, daß die Reichsbahn-Hauptverwaltung nunmehr bei der künftigen Gestaltung und Durchführung ihrer Tarifierhöhungspläne an den Empfehlungen des Reichseisenbahnrates zum Besten von Reichsbahn und Wirtschaft nicht vorübergeht. Insbesondere darf bei der jetzigen Sachlage für die Gesellschaft nicht mehr

in Frage kommen, über ihre zunächst geplanten, volkswirtschaftlich unerträglichen Tarifmaßnahmen etwa die Entscheidung des Reichsbahngerichts herbeizuführen.
Dr. W. A.

Von der Deutschen Rohstahlgemeinschaft. — Die Deutsche Rohstahlgemeinschaft, der A-Produkte-Verband und der Stabeisenverband hielten am 1. Mai in Düsseldorf ihre Hauptversammlungen ab. Die neugebildete Ruhrstahl-Aktiengesellschaft in Witten, die aus den der Rohstahlgemeinschaft angehörenden Werken: Gußstahlwerk Witten, Henschel & Sohn A.-G., Hattingen, Rheinisch-Westfälische Stahl- und Walzwerke A.-G. gebildet worden ist, wurde als Mitglied der Rohstahlgemeinschaft, des A-Produkte-Verbandes und des Stabeisenverbandes aufgenommen. Ferner erfolgte die Aufnahme der Eisen- und Hüttenwerke Aktiengesellschaft in Bochum in die Rohstahlgemeinschaft.

Die Marktlage wurde besprochen und dabei festgestellt, daß Anzeichen einer Besserung des allgemein zurückgegangenen Absatzes noch nicht vorliegen.

Feinblechverband, G. m. b. H., Köln. — Nach monatelangen Verhandlungen sind die Bestrebungen, einen deutschen Feinblechverband für das Zollinland zustande zu bringen, von Erfolg gekrönt worden, allen Zweiflern zum Trotz, die fast bis zum Schluß der Verhandlungen ihre Gründe für die Unmöglichkeit des Gelingens ins Feld führten.

Der letzte Feinblechverband ging nach nur zweijähriger Dauer im Jahre 1904 zu Ende. In der Zwischenzeit hat es an Bestrebungen, die Feinblechwalzwerke in einem Verband zu vereinigen, nicht gefehlt; über einen gewissen Anfangserfolg kamen aber die Verhandlungen nicht hinaus. Erst mit Hilfe des Vorläufers des heutigen Verbandes, des Feinblechkontors, gelang es, am 11. April 1930 22 Werke mit einer Gesamtquote von rd. 1 200 000 t für die Dauer von 10 Jahren fest zu binden. Neben der Gruppe des Feinblechkontors, Vereinigte Stahlwerke—Otto Wolff (Bonzel, Rasselstein) haben folgende Werke den Vertrag in Wiesbaden unterzeichnet:

Stahlwerk Becker, A.-G., Willich,
Eisen- und Hüttenwerke, A.-G., Bochum,
Borsigwerk, A.-G., Berlin,
Capito & Klein, A.-G., Düsseldorf-Benrath,
Bergbau- und Hütten-A.-G., Friedrichshütte,
Abt. Carl Stein, Wehbach b. Kirchen a. d. Sieg,
Geisweider Eisenwerke, A.-G., Geisweid, Kr. Siegen,
Gerlinger Walzwerk, G. m. b. H., Krombach, Kr. Siegen,
Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., Oberhausen,
Peter Harkort & Sohn, G. m. b. H., Wetter a. d. Ruhr,
Stahl- und Walzwerk Hennigsdorf, A.-G., Berlin,
Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf,
Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, Rosenberg, Oberpfalz,
Mitteldeutsche Stahlwerke, A.-G., Berlin,
Ohler Eisenwerk Theob. Pfeiffer, Ohle i. Westf.,
Gebrüder Reusch, A.-G., Hoffnungsthal,
Eisenhüttenwerk Thale, A.-G., Thale am Harz,
Wolf Netter & Jacobi-Werke, Kom.-Ges. a. A., Berlin,
Baroper Walzwerk, A.-G., Dortmund-Barop,
Eisen- und Stahlwerk Hoesch, A.-G., Dortmund.

Den größten Quotenanteil haben die Vereinigten Stahlwerke. Es folgen dann Thale, Wolf Netter & Jacobi, Mannesmann, Hennigsdorf usw. Die Absatzgesamtquote ist unterteilt in die Gruppen: Handelsbleche, Qualitätsbleche und Elektrotbleche (Dynamo- und Transformatorenbleche). Verschiebungen der Gruppenquoten sind je nach der Marktlage vorgesehen. Der Gruppenschutz ist vertraglich festgelegt in einer Form, wie sie aus den Verträgen der Rohstahlgemeinschaft bekannt ist.

Der Verkauf der Erzeugung erfolgt mit Wirkung ab 11. April durch den Verbandshandel zu folgenden Mindestpreisen:

172,50 *RM* Grundpreis für ofengeglühte Handelsbleche
182,50 *RM* Grundpreis für kastengeglühte Handelsbleche
Frachtgrundlage Siegen. Qualitätsbleche werden nach der bekannten Liste vom 17. Februar 1926 gehandelt.

Der Verband hat seinen Sitz in Köln. Er ist aufgebaut auf der Organisation des Feinblechkontors¹⁾, das inzwischen den Namen Feinblechverband G. m. b. H. angenommen hat. (Gesellschaftskapital 1 Million *RM*.) Bis zur vollen Aufnahme der Verkaufstätigkeit wird noch geraume Zeit vergehen, weil erst die Vorverbandsgeschäfte abgewickelt werden müssen. Ob die Gründung des Verbandes eine Verständigung unter den an der Ausfuhr beteiligten Werken zur Folge hat, bleibt abzuwarten. Die Neigung zu einer Preisbindung auch für die Ausfuhr scheint jedenfalls zu bestehen.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 49 (1929) S. 894.

Die Saarlwirtschaft in Zahlen. — Soeben ist das dritte Heft (1930) der „Saarlwirtschaftsstatistik“ erschienen, das im Auftrage der Handelskammer zu Saarbrücken, des Vereins zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen im Saargebiet, der Fachgruppe der Eisen schaffenden Industrie im Saargebiet und des Arbeitgeberverbandes der Saarindustrie vom Saarlwirtschaftsarchiv herausgegeben worden ist¹⁾. Gegenüber seinen Vorgängern hat das neue Heft, dessen Statistiken durchweg mit dem Jahre 1929 abschließen, mannigfache Erweiterungen erfahren.

Eine an den Beginn des Heftes gestellte allgemeine Uebersicht über Gebietsumfang, Bevölkerung und Wirtschaft des Saargebietes ermöglicht eine schnelle Unterrichtung über die wirtschaftliche Größenordnung des Saargebietes. Wie aus der Uebersicht hervorgeht, weist das Saargebiet nach dem Stande von Ende 1929 eine Bevölkerung von 793 000 Personen auf, was einer Dichte von 415 Einwohnern je km² entspricht; beschäftigt werden 161 000 Arbeiter und 18 000 Angestellte, davon 125 000 Arbeiter und 10 000 Angestellte in der Industrie. Besondere Beachtung, gerade im Hinblick auf die Rückgliederung des Saargebietes, verdienen die Zahlen über den Anteil des Saargebietes an der deutschen Volkswirtschaft, der sich nach dem Stande von 1929 wie folgt errechnet:

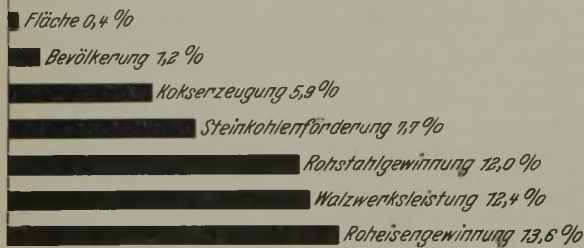


Abbildung 1. Anteil des Saargebiets an der deutschen Volkswirtschaft. (Nach dem Stande von 1929.)

Man ersieht daraus, welche bedeutende Stellung die Saarlwirtschaft in der gesamtdeutschen Wirtschaft einnimmt, weit über das durch Gebietsumfang und Bevölkerungszahl gegebene Verhältnis hinaus.

Geht man den Statistiken der einzelnen Wirtschaftszweige nach, so zeigt sich beim Kohlenbergbau, daß die Förderung der Saarlgruben, von 1924 abgesehen, in keinem Jahre nennenswert über die Vorkriegshöhe hinausgekommen ist, während die vergleichende Uebersicht in allen anderen bedeutenden Kohlenländern mit Ausnahme Englands eine Steigerung der Förderung erkennen läßt, die gerade in den Nachbargebieten der Saarkohle, in Lothringen, Altfrankreich, Belgien und Holland, aber auch in Deutschland heutigen Umfanges besonders in Erscheinung tritt. Der Absatz der Saarkohle zeigt eine Verschiebung von Ost nach West, woraus sich die entsprechenden Schlußfolgerungen für die Wiedereingliederung der Saarkohle in die Kohlenwirtschaft ergeben. Statistiken über Schichtleistung und Schichtlöhne geben Aufschluß über die wesentlichen Selbstkosten der Gruben; beachtlich sind auch die in allen Einzelheiten veröffentlichten Bilanzen der französischen Saarlgrubenverwaltung von 1920 bis 1928, die für das Geschäftsjahr 1928 erstmalig ohne Gewinn abschließen. Unter Kohlenpreisen ist eine vergleichende Uebersicht bemerkenswert, nach der sich Fettpfönderkohle im Saargebiet gegenwärtig auf 19,90 *R.M.* je t als Grube gegenüber 16,87 *R.M.* im Ruhrgebiet stellt, was die Preispolitik der französischen Bergverwaltung den Saarlwerken gegenüber beleuchtet. Die Gesamtförderung der Saarlgruben in den 10 Jahren unter französischer Verwaltung von 1920 bis 1929 hat 120 Mill. t erreicht, während der Förderausfall der kriegszerstörten nordfranzösischen Gruben, zu deren „Ersatz“ die Saarlgruben bestimmt waren, sich nur auf 68 Mill. t berechnet.

Die Eisenindustrie des Saargebietes zeigt eine allmähliche Aufwärtsentwicklung der Erzeugung, die auf Ausgleich der durch den Verlust der lothringischen Tochterwerke erlittenen schweren Schäden gerichtet ist, und dieses Ziel, wie die Zahlen von 1929 beweisen, nunmehr erreicht hat. Die Rationalisierung auf den Hochofenwerken vermittelte verbesserter Warmwirtschaft, Ausbau der Hochofen, Einführung von Gichtstaubsinterung, Erzzerkleinerung, Koksverbesserung usw. kommt sinnfällig darin zum Ausdruck, daß heute 30 Hochofen an der Saar mehr Roheisen erzeugen als 1913 41 Hochofen im Saargebiet und in Lothringen zusammen. Die Statistiken über den Eisenerzbezug der Saarlhütten zeigen die Abhängigkeit von der lothringischen Minette mit 87 % des Gesamtbezuges. Die Kokserzeugung der saarländischen Hüttenkokereien hat 1929 2 187 000 t erreicht, dazu kommen 236 000 t der fiskalischen Kokerei Heinitz, so daß noch ausschließlicher als früher das Schwergewicht der Koks-

erzeugung im Saargebiet bei den Hüttenwerken liegt. Die Gewinnung der Nebenerzeugnisse sämtlicher saarländischer Kokereien hat 1929 122 000 t Rohteer, 28 000 t schwefelsaures Ammoniak und 31 000 t Benzol erreicht; dazu liefern die Thomasstahlwerke noch 344 000 t Thomasmehl. Die Lohnstatistiken des Arbeitgeberverbandes der Saarindustrie vervollständigen diesen Abschnitt.

Eine Reihe weiterer Zahlenzusammenstellungen befaßt sich mit der Glasindustrie, der Industrie der Steine und Erden, der Bautätigkeit, dem Handwerk, dem Außenhandel, dem Verkehr (Eisenbahn, Schifffahrt, Straßenbahn, Kraftfahrzeuge, Luft-, Postverkehr), dem Geld- und Bankwesen und der Firmenbewegung.

Nachweise über Arbeitsmarkt und Indexzahlen beschließen das 52 Seiten starke statistische Heft, das eine willkommene Sammlung für die Beurteilung der wirtschaftlichen Seite der Saarlfrage besonders im gegenwärtigen Augenblick der Rückgliederungsverhandlungen sein dürfte.

Ruhrgas Aktiengesellschaft, Essen. — Im Jahre 1929 wurde der Ende 1927 begonnene Bau des neuen Ferngasnetzes so weit gefördert, daß größere Teilstrecken in Betrieb genommen werden konnten. Im Berichtsjahre wurden rd. 300 km Leitungen verlegt. Gleichen Schritt hielt damit der Bau der zur Durchführung der Ferngasversorgung notwendigen Anlagen auf den Kokereien. Die Leitungen und sonstigen Einrichtungen erforderten Baukosten von rd. 26 Mill. *R.M.* Der Wert der Betriebsanlagen hat sich von Ende 1928 bis Ende 1929 verdoppelt.

Im Jahre 1929 konnte die Gasabgabe erheblich gesteigert werden. In dem vom Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk (R. W. E.) übernommenen Netz wurden 1929 133 Mill m³ Gas abgegeben, gegenüber 109 Mill. m³ im Jahre 1928. Im neuen Ferngasnetz wurde im März 1929 die Abgabemenge des vom R. W. E. übernommenen Netzes überschritten. Mit jeder Inbetriebnahme neuer Leitungsstrecken trat eine weitere Steigerung ein. Im Dezember 1929 wurde ein Monatsdurchsatz von 47 Mill. m³ erreicht, von denen 36 Mill. m³ auf das neue Netz entfielen. Mit einer großen Anzahl industrieller Unternehmen und mit einer Reihe von Städten konnten neue Gaslieferungsverträge abgeschlossen werden. Zwischen dem Saarlbergbau und der Gesellschaft wurde ein Abkommen getroffen, durch das ein gemeinsames Vorgehen geregelt ist.

Der Ausbau des Leitungsnetzes wurde im laufenden Geschäftsjahre planmäßig fortgesetzt. Eine Anzahl meist 1929 begonnener Leitungen ist inzwischen fertiggestellt. Insgesamt sind bisher folgende Hauptleitungen in Betrieb genommen:

Gelsenkirchen-Duisburg	30,1 km
Dortmund-Plettenberg-Siegen-Niederschelden	123,3 km
Hamm-Hannover	180,0 km
Mörs-Uerdingen-Krefeld	25,7 km
(letztere im gemeinsamen Besitz mit den Thyssenschen Gas- und Wasserwerken, G. m. b. H., Hamborn),	

außerdem 16 Zechenanschlüsse sowie eine Anzahl von Stichleitungen und kleineren Sonderleitungen mit einer Länge von 86,7 km, zusammen 446 km. Unter Einrechnung des vom R. W. E. übernommenen Netzes (298 km) sind bis heute insgesamt 744 km in Betrieb, davon rd. 500 km mit einem Durchmesser von 400 bis 800 mm. Im Bau sind zur Zeit die Leitungen Niederschelden-Wissen (20 km), Duisburg-Köln (63 km) und weitere Stichleitungen. Ferner wird im Laufe des Jahres mit dem Bau der Verbindungsleitung Gelsenkirchen-Dortmund (23 km) begonnen werden. Außer den über 40 Städten, die aus dem vom R. W. E. übernommenen Netz beliefert werden, sind oder werden in kurzer Zeit folgende Städte an das neue Netz, oder an die Verteilungsnetze der beiden, die Provinz Westfalen beliefernden kommunalen Gesellschaften (Vereinigte Gaswerke Westfalen, Dortmund, und Westfälische Ferngas-A.-G., Dortmund) angeschlossen: Altena, Buer, Datteln, Duisburg, Düsseldorf, Hannover, Haspe, Hattingen, Krefeld, Langendreer, Mörs, Olpe, Siegen, Uerdingen, Witten. In Duisburg, Düsseldorf und Krefeld wird nicht der gesamte Bedarf, sondern nur eine Zusatzmenge und Gas für industrielle Zwecke geliefert werden. Im April 1930 hat die durchschnittliche Tagesabgabe an Gas 2 Mill. m³ überschritten.

Im Berichtsjahre war die Höhe der Steuern für das Unternehmen, das in der Entwicklung ist und während des Ausbaues der Anlagen noch keine Gewinne erzielen kann, besonders drückend. Der Abschluß weist einen Ueberschuß aus dem Gasgeschäft abzüglich der Gaseinkaufskosten von 2 755 901,35 *R.M.* aus. Nach Abrechnung von 1 197 954,07 *R.M.* Verwaltungskosten einschl. Steuern, 545 490,47 *R.M.* Betriebskosten, 988 134,32 *R.M.* Zinsen, 1 644 115,72 *R.M.* Abschreibungen und Rückstellungen sowie 1 956 794,35 *R.M.* Verlustvortrag aus 1928 verbleibt ein Verlust von 3 376 587,58 *R.M.*, der auf neue Rechnung vorgetragen wird. Das Aktienkapital beträgt 25 Mill. *R.M.*

¹⁾ Vgl. Saarlwirtschaftszg. 35 (1930) S. 255/6.

Finanzpolitische Zukunftsaufgaben.

Ein Jahr lang hat die Frage der Neugestaltung unseres geltenden Finanz- und Steuersystems die Öffentlichkeit in Atem gehalten. Der Young-Plan als das Ergebnis der Pariser und Haager Reparationsverhandlungen war der Anlaß zu umfassenden Finanzreformplänen, die, wenn auch auf verschiedenen Wegen, einheitlich das Ziel erstrebten, durch nachhaltige Senkung der öffentlichen Ausgaben und durch einen organischen Umbau unserer Steuergesetzgebung der gesamten Wirtschaft neuen Antrieb zu geben. Alle diese Pläne waren auf den einheitlichen Nenner: „Förderung der innerdeutschen Kapitalbildung“ gebracht, mochten politische Meinungsverschiedenheiten, soziale und wirtschaftliche Gegensätze noch so heftig aufeinander stoßen, mochten Zeitpunkt, Zeitmaß und Umfang einzelner Reformmaßnahmen noch so heftig umstritten sein.

Diese Einheitlichkeit in der Zielrichtung der finanzpolitischen Bestrebungen des letzten Jahres ist leider allzu bald vergessen worden. Eine für die gesamte Zukunft des deutschen Volkes lebenswichtige Aufgabe wurde gar bald zum Streitpunkt parteipolitischer Machtkämpfe. Die Forderung nach verstärkter innerdeutscher Kapitalbildung wurde als „Interessentenphrase“, als „Modeschlagwort“ entwertet, Ausgaben Senkung und Steuer Senkung verloren in der öffentlichen Meinung zusehends an Bedeutung, die Gesundung der öffentlichen Kassen rückte statt dessen mehr und mehr in den Vordergrund. Sie allein wurde allmählich zum Angelpunkt aller finanzpolitischen Bemühungen überhaupt. Der erste Abschnitt der sogenannten „Reichsfinanzreform“ schloß mit einer Vermehrung der öffentlichen Lasten um annähernd 1 Milliarde *RM* ab, und das trotz der großen Ersparnisse aus dem Young-Plan und trotz der anfangs allseitig anerkannten Notwendigkeit einer allgemeinen und durchgreifenden Senkung der öffentlichen Ausgaben.

Hoffnungen auf eine baldige Belebung der deutschen Wirtschaft, die sich auf eine Umgestaltung unseres Steuer- und Finanzsystems gründeten, sind wieder einmal, wie schon so oft, gründlich enttäuscht worden. Der einzige Gewinn, der aus der finanzpolitischen Erörterung des letzten Jahres auch in das neue Rechnungsjahr 1930/31 mit hinübergenommen werden kann, ist eine öffentliche Meinung, die fast einhellig verlangt, daß nunmehr nach Abschluß der Kassensanierung mit einer wirklichen Finanzreform endlich Ernst gemacht wird. Die stille Ergebung, die vielfach in den letzten Monaten zu beobachten war, hat erfreulicherweise einem kraftvollen Drängen nach einer endlichen Gesundung

unserer öffentlichen Finanzwirtschaft Platz gemacht. Immer nachdrücklicher wird verlangt, daß nunmehr mit einer Senkung der öffentlichen Ausgaben begonnen wird. Man erwartet von der Reichsregierung, daß sie sich mit ihrem ganzen Ansehen für die Erreichung dieses Zieles in ausreichendem Umfange einsetzt, und nicht durch neue Ausgabenerhöhungen wieder einmal durchkreuzen läßt. Wege zu diesem Ziele sind in den letzten Wochen und Monaten genügend gewiesen worden. Es bedarf in der Tat nur eines ernstesten einheitlichen Willens, um zu einer Verminderung der weit übersetzten öffentlichen Ausgaben zu gelangen. Parteipolitische Belange, die bisher stets eine wirkliche Ausgaben Senkung verhindert haben, müssen allerdings zurückgestellt werden.

Ausgabensenkung, das ist die nächste Stufe der Finanzreform, an die sich unmittelbar die dritte und letzte Stufe der Steuer Senkung anschließen muß. Hier bricht der alte Streit wieder auf, welche Steuern vornehmlich vermindert werden sollen. Abbau der Besitzsteuern verlangen die einen, Abbau der Massensteuern die andern. Erhöhung des steuerfreien Mindesteinkommens und der Familienermäßigungen sollen den breiten Massen eine steuerliche Entlastung gewähren. Verminderung der drückenden Realsteuern, das ist, was die Wirtschaft vor allem verlangt. Man muß fürchten, daß dieser Streit wiederum allein auf der politischen Ebene ausgetragen wird. Um so notwendiger ist es, sich heute daran zu erinnern, daß selbst sozialdemokratische Minister die Senkung der Realsteuern als dringendste Gegenwartsaufgabe bezeichnet haben, in der richtigen Erkenntnis, daß die Höhe der Realsteuerlasten entscheidend für den Grad der Beschäftigungsmöglichkeiten ist. Eine Entlastung von der Lohnsteuer, so wünschenswert sie grundsätzlich sein mag, verdient deshalb erst nach einer Gewerbesteuer Senkung Berücksichtigung, und auch erst dann, wenn gleichzeitig eine neue autonome Gemeindesteuer eingeführt wird, die möglichst breite Kreise der Gemeindebevölkerung an der Aufbringung der öffentlichen Lasten beteiligt. Gewerbesteuer Senkung und Schaffung einer neuen Gemeindesteuer, sie beide zusammen müssen die dritte und wichtigste Stufe der Reichsfinanzreform bilden.

Eile tut not. Die Erfahrungen der letzten Monate lehren genügend, daß grundlegende finanzpolitische Änderungen Zeit bedürfen. Deshalb muß schon heute die Senkung der öffentlichen Ausgaben, die Senkung der Steuerlast für das kommende Rechnungsjahr 1931 in Angriff genommen werden.

Buchbesprechungen¹⁾.

Spethmann, Hans, Dr., Essen, Privatdozent an der Universität Köln: Zwölf Jahre Ruhrbergbau. Aus seiner Geschichte von Kriegsanfang bis zum Franzosenabmarsch, 1914—1925. Berlin (SW 61): Reimar Hobbing. 8°.

Bd. 1: Aufstand und Ausstand bis zum zweiten Generalstreik April 1919. Mit 1 Karte, 5 Taf. u. 19 Textabb. (1928). (392 S.) Geb. in Leinen 8 *RM*, in Halbleder 12 *RM*.

Bd. 2: Aufstand und Ausstand vor und nach dem Kapp-Putsch bis zur Ruhrbesetzung. Mit 1 Karte, 11 Taf. u. 22 Textabb. (1928). (355 S.) Geb. in Leinen 8 *RM*, in Halbleder 12 *RM*.

Bd. 3: Der Ruhrkampf 1923 bis 1925 in seinen Leitlinien. Mit 1 Karte, 9 Taf. u. 23 Textabb. (1929). (422 S.) Geb. in Leinen 8 *RM*, in Halbleder 12 *RM*.

Von den fünf Bänden des Werkes, von denen bisher drei vorliegen, beginnt der erste mit einer Schilderung der Unruhen während des Krieges, die über vier Streikwellen und über die Revolution schließlich zu den beiden großen Generalstreiks im Februar und April 1919 führten. Es wird dabei nachgewiesen, daß hinter den ersten Unruhen, die angeblich durch die schlechte Lebensmittelversorgung hervorgerufen wurden, bereits die Bestrebungen weiter Kreise der Arbeiterschaft standen, die Macht im Staate an sich zu reißen. Eingehend wird dann weiter auf die Versuche eingegangen, durch die separatistischen Aufstände die russische Räteverfassung im Ruhrkohlenbergbau einzurichten und gleichzeitig die Sozialisierung der Zechen durchzuführen. Man erhält so eine Geschichte der Sozialisierungsversuche des Ruhrbergbaues.

Der zweite Band befaßt sich in der Hauptsache mit dem Kapp-Putsch und seinen Folgen für das Ruhrgebiet. Hier bieten vor allem die Mitteilungen über die Rote Armee und die Reichswehr manch neue Einblicke. Gegenüber dem jämmerlichen Verhalten der Roten Armee, deren Haupttriebfeder Plündern und Befriedigung der schlimmsten Begierden waren, hebt sich das

Wirken der Reichswehr um so vorteilhafter ab. Beim Lesen dieser Abschnitte überkommt einen auch heute noch ein herzliches Dankgefühl für die Männer, die damals trotz starker Widerstände das Vorgehen der Reichswehr durchgeführt oder Gesundheit und Leben für die Wiederherstellung der Ordnung im wichtigsten Industriegebiete Deutschlands geopfert haben.

Der dritte Band behandelt in großen Zügen den Ruhrkampf, schildert dann eingehend die Verhandlungen, die zum sogenannten „Micum-Abkommen“ führten und berichtet weiter über die einzelnen Micum-Abkommen. Den Schluß dieses Bandes bildet eine Darstellung der innerpolitischen Nachwirkungen auf Grund der Entscheidungen aus dem Micum-Abkommen und eine scharfe Abrechnung mit den Gegnern des Ruhrbergbaues.

Die noch nicht erschienenen beiden letzten Bände sollen sich ausführlicher mit den Einzelercheinungen des Ruhrkampfes befassen.

Die drei ersten Bände stellen bereits ein umfangreiches Werk dar; ist doch jeder Band ungefähr 400 Seiten stark. Die Inhaltsangabe muß sich daher auf die obigen kurzen Hinweise beschränken. Mit der Bearbeitung und Herausgabe dieses Werkes, die in erster Linie auf den Verein für die bergbaulichen Interessen in Essen zurückzuführen ist, hat sich der Verfasser zweifellos ein großes Verdienst erworben. Er hat nicht nur vieles vor die Öffentlichkeit gebracht, was, wie z. B. die Bergarbeiterausstände während des Krieges, wenig oder gar nicht bekannt war, er hat auch mit großer Sorgfalt und emsigem Fleiß eine Unmenge von Stoff und Quellennachweisen gesammelt, die leicht der Vergessenheit anheimfallen oder ihrer Natur nach schnell verloren gehen. Eine schier unzählige Menge von Flugblättern, Programmen, Abbildungen, Befehlen und Anweisungen der Soldatenräte, der Roten Armee und der Besatzungsbehörden und ähnliches füllen die Bände. Auch hier hat sich der Verfasser das Verdienst erworben, diese in alle Winde zerstreuten Unterlagen, die eine Aktensäule von 24 m Höhe ergeben, gerettet und gesammelt zu haben. Seine Arbeit wird daher immer als das grundlegende Werk für die Beurteilung der Ereignisse im Ruhrbergbau während

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

der Kriegs- und Nachkriegszeit gelten. Keiner, der die wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse des Ruhrgebietes kennen und beurteilen lernen will, kann an diesen Büchern vorbeigehen. Bei aller Anerkennung dürfen aber auch die Schwächen des Werkes nicht übersehen werden. Der Verfasser bezeichnet im Vorwort seine Arbeit selbst als einen „Gegenstand der Wissenschaft“ und nennt sie eine „Forscherarbeit aus der Realität des Lebens“. Soweit die Sammlung des Urstoffes und der zahllosen Belege in Betracht kommt, bin ich mit dem Verfasser durchaus einig; in dieser Hinsicht hat er eine großartige wissenschaftliche Arbeit vollbracht. Mir will aber scheinen, daß die wissenschaftliche Bearbeitung und Durcharbeitung unter der Arbeit des Forschens nach den ersten Quellen gelitten hat. Selbstverständlich sind bei der Fülle des Stoffes Wiederholungen nicht zu vermeiden. Es wäre aber nicht nötig gewesen, Sätze aus Flugblättern usw. in den Text mit einzuflechten, wenn die Flugblätter selbst ganz abgedruckt werden. Auch der Abdruck der Quellen geschieht nicht nach einem einheitlichen wissenschaftlichen Plane. Einmal sind sie mitten in den Ausführungen abgedruckt; dadurch erfolgt eine Trennung des Textes, die häufiger zur Unklarheit und Unübersichtlichkeit führt. Zum andern — und dies scheint mir das Richtige zu sein — finden sie sich als Anlage am Schlusse jedes Bandes. Auch hätte auf manchen Abdruck verzichtet werden können, da viele der gebrachten Belege inhaltlich das gleiche sagen und nur im Wortlaut voneinander abweichen. Auch die Jahresangabe 1914 bis 1925 im Titel des Werkes trifft auf die Darstellung selbst nicht zu, da diese nach einer kurzen Einleitung von nicht ganz zwei Seiten mit den Ereignissen vom Juli 1916 beginnt. Die Arbeit hätte zweifellos durch Kürzungen auch in ihrer wissenschaftlichen Bedeutung gewonnen. Dann wäre es sicherlich auch möglich gewesen, außer den sozialpolitischen und politischen Ereignissen auch die wirtschaftlichen mehr zu berücksichtigen. Die wirtschaftliche Tätigkeit des Ruhrbergbaues während des Krieges, der Kampf um die „Reparationskohle“ sind nur andeutungsweise behandelt. Diese Mängel sind aber alle nicht so stark, daß sie den Hauptwert der Arbeit sonderlich mindern. Nur diese einzigartige Sammlung des schwierigen und überall zerstreut gewesenen Stoffes wird es ermöglichen, wissenschaftlich in jene schwere Zeit des Ruhrbergbaues einzudringen. Man weiß zur Genüge, daß es Männern der Wissenschaft und Behörden beinahe unmöglich ist, sachliche Unterlagen für eine wissenschaftliche Darstellung des Ruhrkampfes zu finden. Durch die vorliegende Arbeit sind für den Ruhrbergbau der Wissenschaft und der breiten Öffentlichkeit in sorgfältiger und emsiger Forscherarbeit alle nur denkbaren Quellen in brauchbarer und einwandfreier Form dargeboten.

E. Heinson.

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik.

Bearb. von Prof. Dr. F. Auerbach, Jena, [u. a.], hrsg. von Prof. Dr. F. Auerbach und Prof. Dr. W. Hort. Leipzig: Johann Ambrosius Barth. 8^o.

Band 1. Mit 523 Abb. im Text. 1929. (XVIII, 787 S.) 80 *RM.*, geb. 84 *RM.*; Subskriptionspreis (vor Vollendung des Werkes) 64 *RM.*, geb. 68 *RM.*

Der vorliegende erste Band befaßt sich mit den mechanisch starren Systemen. Die ersten Abschnitte erörtern Grundbegriffe, Meßkunde und Potentialtheorie in der Darstellung von F. Auerbach, W. Block und A. Korn. Auf diese Abschnitte näher einzugehen erübrigt sich, da sie in dieser Zeitschrift bereits zusammen mit anderen Teilen des Werkes besprochen worden sind¹⁾.

Weiter behandelt in dem Bande M. Winkelmann die Prinzipien der Mechanik, die Grundbegriffe der klassischen Mechanik (Newton), die Systemmechanik und Differential-Prinzipien (Boltzmann, d'Alembert, Lagrange) und die Integral- und Minimumprinzipien (Hamilton, Gauß, Hertz). R. Skutsch befaßt sich im nächsten Abschnitt mit der Geometrie der Masse (Schwerpunkt, statische Momente, Trägheitsmomente). Die weitere Einführung in die Kinematik und Dynamik bietet die geometrische Bewegungslehre, in der Behandlung von R. Beyer. Die Kinematik der Schwingungen und Wellen erörtert anschließend F. Auerbach, die für Techniker noch häufiger tageswichtige Theorie der Zwangslaufmechanik R. Beyer.

Mit der Statik befassen sich die vier folgenden Abschnitte. H. Reissner behandelt die allgemeine und graphische Statik der Systeme starrer Körper, P. Stephan erörtert die Statik und Kinematik der einfachen Maschinen und der größeren Hebezeuge. Die einschlägigen technischen Fragen der Fäden, Ketten, Seile usw. werden durch W. Hort und P. Stephan gewürdigt. Beide behandeln im letzten Abschnitt des Bandes die Reibung fester Körper, und zwar sowohl die Physik der Reibungskräfte als auch die Wirkung der Reibungskräfte bei speziellen mechanischen Systemen.

¹⁾ St. u. E. 48 (1928) S. 94; vgl. ferner 49 (1929) S. 125/6.

Der Berichtersteller schließt sich dem früher hier ausgesprochenen durchweg günstigen Urteile über das Werk an, zumal da die dankbare Aufnahme und Verbreitung des Werkes in Kreisen der Techniker das damals Gesagte bestätigen.

Dr.-Ing. F. Laiszb.

Arndt, Kurt, Dr., a. o. Professor an der Technischen Hochschule in Berlin: Technische Elektrochemie. Mit 438 Abb. Stuttgart: Ferdinand Enke 1929. (XV, 708 S.) 8^o. 52 *RM.*, geb. 55 *RM.*

Weder aus dem Titel noch aus dem Vorwort des Buches ist zu ersehen, ob der Verfasser im Auge hatte, ein Lehrbuch oder ein Handbuch der technischen Elektrochemie zu schreiben. Der großen behandelten Stoffmenge nach müßte man eigentlich auf ein Handbuch schließen. Ein Lehrbuch im eigentlichen Sinne kann das Buch nicht gut sein, da ausführliche Erläuterungen der theoretischen Verhältnisse nicht gegeben, sondern als bekannt vorausgesetzt werden. Umgekehrt ist für ein Handbuch, welches das ganze Gebiet erschöpfend behandeln wollte, der Umfang der einzelnen Abschnitte viel zu klein. Das Werk kennzeichnet sich also als ein Buch, in dem die Leistungen der technischen Elektrochemie in technischer und wirtschaftlicher Beziehung zusammengefaßt sind. Bei der großen Menge des Stoffes reicht die Behandlung der einzelnen Dinge nur aus, um den Leser über die einschlägigen technischen Verhältnisse zu unterrichten. Wer Einzelheiten sucht, um vielleicht selbst weiter zu bauen, kommt zu kurz; hierfür sind die Angaben zu mager und nicht vollständig genug.

Der erste größere Abschnitt behandelt allgemeine Dinge, der zweite Abschnitt die Elektrothermie (Kalziumkarbid, Kalkstickstoff, Ferrolegierungen, Siliziumkarbid, Elektrokorund, Elektroloeseisen und -stahl, Kohlelektroden); er umfaßt nur 177 Seiten. Die für Eisenhüttenleute wichtigen Abschnitte über Elektrorohren und Elektrostahl (9 Seiten) sind ganz dürftig, ebenso die Angaben über die Edelmetalle; aber auch der Abschnitt über das Ferrosilizium und die Ferrolegierungen (36 Seiten) kann denjenigen, der wirklich etwas sucht, nicht befriedigen. Der dritte Abschnitt, über die Schmelzflußelektrolyse (Aluminium, Magnesium, Natrium usw.) (63 Seiten), ist ebenfalls in den Einzelheiten für den, der sich über die einschlägigen Verhältnisse belehren will, zu mager. Was dabei z. B. über die elektrochemischen Vorgänge im Aluminiumbade gesagt ist, gibt kein Bild der heutigen Anschauungen über diese Vorgänge. Die Aluminothermie kommt mit einigen Zeilen weg, und was von der Verwendung des Aluminiums handelt, ist zu knapp und veranschaulicht zu wenig von dem, was durch metallkundliche Forschung erreicht ist.

Die Elektrometallurgie in wässrigen Lösungen im vierten Teile umfaßt die Kupferraffination, Edelmetallscheidung, Elektrolytzink usw. (72 Seiten); auf das Elektrolytisen entfallen nur 2 Seiten. Der folgende, fünfte Teil, über galvanotechnische Verfahren und Metallüberzüge, der ja auch für die Leser dieser Zeitschrift wichtig wäre, ist etwas vollkommener. Er bringt aus der großen Zahl von Bäderrezepten nur eine geringe Auswahl, die aber anscheinend zuverlässig sind. Die weiteren Abschnitte (Chloralkalielektrolyse, elektrochemische Präparate, Elektromose, galvanische Elemente, Sammler, Luftsalpetersäure) kommen hier weniger in Betracht.

Als Eigenart des Buches soll noch erwähnt werden, daß der Verfasser überall einen Abschnitt über die analytischen Untersuchungsverfahren anfügt, über die in andern Werken meist nichts mitgeteilt ist. Das Buch bringt auch eine große Anzahl Abbildungen von Apparaturen, Anlagen usw., die bisher aus ähnlichen Werken nicht bekannt waren.

Wem es also nur darum zu tun ist, einen Ueberblick über die technisch-elektrochemischen Verfahren zu bekommen, den wird das Buch vielleicht befriedigen; wer aber in die Sache tiefer eindringen oder selbst auf diesem Gebiete arbeiten will, der benötigt auch noch anderes Schrifttum. *
B. Neumann.

Ephraim, Fritz, Dr., Professor an der Universität Bern: Anorganische Chemie. Ein Lehrbuch zum Weiterstudium und zum Handgebrauch. 4., verm. und verb. Aufl. Mit 81 Abb. u. 4 Taf. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1929. (XII, 809 S.) 8^o. 28 *RM.*, geb. 30 *RM.*

Die seit dem Erscheinen des Buches¹⁾ auf dem Gebiete der anorganischen Chemie eingetretenen Wandlungen sind bei der vorliegenden Neuauflage in jeder Hinsicht berücksichtigt worden, was zu einer Vermehrung der Seitenzahl des Buches gegenüber der ersten Auflage um 82 Seiten geführt hat.

Die Kenntnis vom Atombau, der Bindungsart zwischen den Atomen, der Verknüpfung der Moleküle untereinander, die erst durch die Röntgentechnik gefördert werden konnte, gehört zur Zeit zu den Grundlagen des chemischen Wissens. Daß es dem Verfasser gelungen ist, diese Neuerungen auf die Kenntnis der

¹⁾ Vgl. St. u. E. 43 (1923) S. 486.

„Körper“ in klarer und verständlicher Weise zur Anschauung zu bringen, ist ein Vorzug des inhaltreichen und streng wissenschaftlich gehaltenen Buches. Professor Dr. P. Aulich.

Frehld, Georg, Dr. Dr., Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Hannover: Erzlagerstättenkunde. 2 Bände. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1929. 8° (16°). Geb. je 1,50 *R.M.*

(Sammlung Göschen. 1014 und 1015.)

1. Magmatische Erzlagerstätten. Mit 31 Fig. (103 S.)

2. Sedimentäre und metamorphe Erzlagerstätten.

Mit 28 Fig. (97 S.)

Unter Uebertragung physikalisch-chemischer Erkenntnisse auf gesteinbildende Vorgänge gibt der Verfasser nach dem neuesten Stande der Wissenschaft eine außerordentlich geschickte Darstellung der Erzlagerstätten und ihrer Entstehung. Wegen der zahlreichen Aehnlichkeiten zwischen den Bildungsvorgängen der Erzlagerstätten und metallurgischen Vorgängen dürfte das kleine Werk auch für den Hüttenmann lesenswert sein, zumal da es auf gedrängtem Raume eine anregende Einführung in die kosmische Metallurgie bietet. E. Bierbrauer.

Agde, Georg, Professor Dr., Darmstadt, und Dr.-Ing. Ludwig v. Lyncker, Hindenburg (Oberschlesien): Die Vorgänge bei der Stückkoksbildung. Mit 31 Abb. u. zahlr. Tab. Halle (Saale): Wilhelm Knapp 1930. (VII, 48 S.) 8°. 6,40 *R.M.*, geb. 7,90 *R.M.*

(Kohle, Koks, Teer. Hrsg. von Dr.-Ing. J. Gwosdz. Bd. 20.)

Die Verfasser beleuchten im vorliegenden Bande die Vorgänge der Stückkoksbildung in Anlehnung an die Agdesche Theorie der Reduktionsfähigkeit von Steinkohlensorten, die im 18. Bande der oben genannten Sammlung veröffentlicht ist¹⁾. Sie gehen dabei von der Zusammensetzung des Reinkokes aus und vertreten einmal den Standpunkt, daß er sich nicht nur aus amorphem Kohlenstoff und Graphit, sondern ferner aus „Teerkoks“, dem festen Zersetzungserzeugnis nicht abdestillierter Teerbestandteile, zusammensetzt, und daß weiterhin die Graphitbildung im Koks nicht aus der gasförmigen Phase, sondern aus dem „Teerkoks“ erfolgt. Um dies zu beweisen, haben die Verfasser zahlreiche Untersuchungen an sieben verschiedenen Kohlsorten der Hauptkohlengebiete Deutschlands sowie an entsprechenden Koks durchgeföhrt. Hierbei ist durch mikroskopische Untersuchung von Koksproben im auffallenden polarisierten Licht nach dem Verfahren von Ramdohr der Nachweis von Teerkoksresten geglückt. Zur Nachprüfung der Vorgänge der Stückkoksbildung haben die Verfasser eine Anzahl Prüfverfahren entwickelt, die vor allem Einblick in die thermischen Verformungs- und Zersetzungsvorgänge der Kohlen während der Verkokung ermöglichen. Es sind Plastizitätskurven zur Feststellung der Gasdurchlässigkeit, Erweichungspunktbestimmungen usw. durchgeföhrt worden. Die gleichen Prüfungen haben die Verfasser auch an den Bitumenbestandteilen der Kohlen, den Oel- und Festbitumen, sowie an künstlichen Kohle- und Bitumenkombinationen durchgeföhrt. Näher erforscht haben sie die Begriffe Backen, Blähen und Treiben. Die aus den Versuchsergebnissen gezogenen Schlüsse decken sich im wesentlichsten mit der Dammschen Auffassung von den Verkokungsvorgängen.

Es steht außer Zweifel, daß die Agdesche Auffassung von der Graphitbildung aus dem Teerkoks für die Koksarten richtig ist. Inwieweit jedoch die Graphitbildung aus der gasförmigen Phase dennoch in Erscheinung tritt, ist wohl in erster Linie eine Frage des Gasgehaltes der Kohlen. Die erheblichen Mengen von Retortengraphit, die bei der Gaskokserzeugung anfallen, lassen auch der Auffassung von Nettlebusch teilweise Berechtigung.

Die vorliegende Arbeit bringt somit eine Fülle neuer Anregungen in das Gebiet der Kohle- und Koksforchung, wenn sie auch naturgemäß noch der Bestätigung der Praxis entbehren. Besonders zu beachten sind, wie schon bei früheren Arbeiten Agdes, die klaren Erläuterungen der einzelnen Auffassungen sowie die ausführliche Behandlung des Schrifttums. Das Buch kann der Fachwelt zum näheren Studium nur wärmstens empfohlen werden. Dr. phil. W. Melzer.

Styrie, O. G., Ingenieur, in Köln-Hoffnungsthal: Die Wärmebehandlung des Stahles. (Mit e. Einl. von Prof. Dr. M. v. Schwarz.) Mit 58 Abb. und 14 Taf. u. Tab. Berlin u. Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1929. (119 S.) 8° (16°). Geb. 1,50 *R.M.* (Sammlung Göschen. 1012.)

Das Buch ist eine gut gemeinte Zusammenstellung der für den praktischen Härter wissenschaftlichen Grundlagen. Es erfüllt seinen Zweck nicht in jeder Richtung, weil man sich nicht immer auf die Richtigkeit der Angaben verlassen kann. Einige Beispiele seien angeführt. (Seite 27:) Die Angaben über die Volumen-

zunahmen. (Seite 37:) Die Einsatzzeiten zwischen Kohlenstoffstahl und Chrom-Nickel-Stahl. (Seite 67:) Die angegebenen Härtetemperaturen sind zum großen Teile unrichtig und würden zu übelsten Folgen führen, wenn man sich nach ihnen richtete. (Seite 73 und 74:) Hier finden sich sonderbare Angaben, die aus einem anderen Buche mißverständlich übertragen worden sind. (Seite 77, 83, 85, 86:) Die Angaben über Schnelldrehstahl wären besser nicht geschrieben. Die Abbildungen sind zum großen Teile schlecht und mißverständlich. Solche Beispiele ließen sich noch in größerer Zahl anführen, so daß trotz der vielen nützlichen Angaben dem Unkundigen das Lesen dieses Buches nicht sonderlich zu empfehlen ist. Dem Verfasser wäre anzuraten, bei Benutzung anderer Quellen die übernommenen Stellen etwas mehr zu ändern. F. Rapatz.

Krüger, Hans, Zivil-Ingenieur: Dampfturbinenschaufeln. Profilmormen, Werkstoffe, Herstellung und Erfahrungen. Mit 147 Textabb. Berlin: Julius Springer 1930. (VI, 132 S.) 8°. 15 *R.M.*, geb. 16,50 *R.M.*

Im vorliegenden Buch gibt Krüger eine Darstellung über Dampfturbinenschaufeln und deren Werkstoffe, wie sie sich im Laufe seiner Betriebserfahrungen dargeboten hat.

Nach einer kurzen Einleitung mit darauffolgendem Ueberblick über die verschiedenen Arten von Schaufelprofilen ergeht der Verfasser sich ausführlich über die Werkstoffe. Ausgehend von den Anforderungen, die an Werkstoffe, die für Turbinenschaufeln zu stellen sind, bespricht er die Werkstofffragen. Da gerade diese Abschnitte den Hauptbestandteil des Buches ausmachen, bieten sie für den Anfänger auf diesem Gebiete einen guten Ueberblick über das bisher Vorhandene. Leider enthalten sie aber verschiedene Angaben, die dem heutigen Stande der Erkenntnis nicht mehr angepaßt sind. Die Art der Behandlung der Werkstofffragen an sich ist für den Fachmann nicht immer befriedigend. Unter anderem fällt vor allem auf, daß von der Verwendung austenitischer Stähle, wie V 2 A, für Dampfturbinenschaufeln abgeraten wird, während andererseits ein nichtrostender austenitischer Stahl mit höherem Nickel- und höherem Chromgehalt — 38 % Ni, 11 % Cr — empfohlen wird, obwohl grundsätzliche Unterschiede zwischen beiden Arten von Stählen eigentlich nicht bestehen. (Die neueren Erkenntnisse auf dem Gebiete der austenitischen rostfreien Stähle lassen gerade diese Stähle auch bereits mit niedrigerem Nickel- und Chromgehalt als außerordentlich günstig als Werkstoff für Turbinenschaufeln erscheinen, und dieselben haben sich auch zum Teil in der Praxis bereits als solche bewährt. Der Berichterstatter.) Ebenso wirkt es störend, wenn einzelne metallurgische und werkstoffliche Gesichtspunkte hineingeworfen werden, die nicht den Tatsachen entsprechen und hier besser fehlen würden.

Nach der eingehenden Besprechung der Werkstofffragen behandelt der Verfasser kurz die Herstellung und Verarbeitung des Schaufelwerkstoffes; dabei erwähnt er allerdings auch nur das Grundsätzliche, ohne das Besondere der einzelnen Verfahren näher zu erörtern. Sehr kurz ist ebenfalls der Abschnitt über die Erfahrungen und Schäden an Beschafelungen sowohl bei der Herstellung als auch im Dampftrieb. Mit einem kurzen Ueberblick über die Wahl und Verarbeitung des Werkstoffes im Auslande sowie mit Ausführungen über Prüfung, Festigkeitseigenschaften und Abnahme von Turbinenschaufeln schließt das Werk.

Als Sammelwerk auf dem Gebiete des Werkstoffes für Dampfturbinenschaufeln verdient das Buch immerhin Beachtung und ist besonders für Anfänger wertvoll. Hierbei dürfen allerdings nicht alle angeführten Einzelheiten — wie auch bereits angedeutet — als feststehende Tatsache angenommen werden.

Dr.-Ing. E. Houdremont.

Gregor, Alfred, beratender Ingenieur und Prüfingenieur in Berlin: Der praktische Eisenhochbau. (5. Aufl.) Berlin: Hermann Meusser. 4°.

Bd. 1. Entwurf der Stahlbauten. Berechnung und Ausführung der Dach- und Hallenbauten. 5., neubearb. Aufl. (Mit 379 Abb.) 1930. (XII, 285 S.) Geb. 48 *R.M.*

Der beste Beweis für die günstige Aufnahme, die das zuerst 1922 erschienene Werk gefunden hat, ist die jetzt notwendig gewordene fünfte Auflage. Das Werk ist von einem Stahlbaukonstrukteur von Ruf für die Praxis geschrieben und hält einen glücklichen Mittelweg zwischen den Lehrbüchern für Anfänger und den Werken mit vorwiegend theoretischem Inhalt ein.

Die Festigkeitsberechnungen, auch für die behandelten statisch unbestimmten Systeme, sind ohne höhere Mathematik durchgeföhrt; vollständig durchgerechnete Beispiele erleichtern das Verständnis. Besonders wertvoll für den Konstrukteur sind die zahlreichen konstruktiv und rechnerisch behandelten Musterkonstruktionen von Ecken, Stabanschlüssen und Nietverbindungen sowie die Vorbilder für Dach- und Hallenausbildungen.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 48 (1928) S. 1495.

In der neuen Auflage sind Zahlentafeln, die in den gebräuchlichen Handbüchern zu finden sind, und der Abschnitt „Mathematik“ weggelassen; dafür ist der Inhalt entsprechend den Fortschritten des Stahlhochbaues in den letzten Jahren vervollständigt und erweitert worden.

Da der Preis des Buches, obwohl er als angemessen zu bezeichnen ist, in der heutigen Zeit für viele Konstrukteure zu hoch sein dürfte, empfiehlt es sich für alle Stahlbauanstalten, das Buch zum Gebrauche in ihren Büros zu beschaffen; die Ausgabe wird sich reichlich bezahlt machen.

Oberhausen-Sterkrade.

L. Nette.

Berglund, Abraham, and Philip G. Wright: The Tariff on Iron and Steel. Washington (D. C., 26, Jackson Place): The Brookings Institution 1929. (XVII, 240 p.) 8°. Geb. \$ 3,50.

Nach dieser Untersuchung sollen die amerikanischen Eisenzölle die Entwicklung der Eisen- und Stahlindustrie in den Vereinigten Staaten in früheren Jahrzehnten begünstigt haben. Dagegen sollen sie heute nach Ansicht der Verfasser angesichts der außerordentlich günstigen Erzeugungs- und Absatzverhältnisse nur von fraglichem Werte sein. Die Aufhebung der Zölle auf Massenerzeugnisse würde vor allem der Bauindustrie und anderen Verbrauchern Nutzen bringen. Die nahe der atlantischen Küste gelegenen Werke müßten allerdings ihre Betriebe schließen oder rationalisieren. Auch die Zölle auf Molybdänerde, Ferromolybdän, Ferrovandium und Wolfram- und Manganerze werden als überflüssig bezeichnet.

Nur für hochkohlenstoffhaltige Stähle, ferner gewisse legierte Stähle sowie Ferrochrom, Ferromangan, Ferrowolfram und im elektrischen Ofen hergestelltes Ferrosilizium wird die Berechtigung eines Zollschatzes anerkannt. Die Zölle für diese Erzeugnisse sollen allerdings nur so viel Schutz gewähren, wie die besteingerichteten Werke brauchen, um dem Wettbewerb des Auslandes unter gleichen Bedingungen begegnen zu können. N.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Asamura, Shunzo*, Ingenieur der Kaiserl. Stahlwerke in Yawata; Breslau 16, Kaiserstr. 65.
Beikirch, Franz Otto, Hüttdirektor a. D., Breslau 13, Hohenzollernstr. 62.
Bongardt, Hermann, Oberingenieur, Düsseldorf 10, Speldorfer Str. 8.
Bruhn, Bruno, Dr. phil., Berlin W 8, Charlottenstr. 33, Berliner Handelsges.
Burdewick, Bernhard, Ingenieur der Fa. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Sudenburg, Leipziger Str. 68.
Czmok, Josef, Hochofenchef a. D., Bremen 1, Hartwigstr. 6.
Elshorst, Richard, Fabrikdirektor a. D., Duisburg, Schweizer Str. 17.
Feldhoff, Fritz, Oberingenieur, Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld, Mörser Str. 149.
Fernis, Leopold, Direktor u. Vorstand der Geblerwerke, A.-G., Dresden-Radebeul, Sidonienstr. 23.
Forkardt, Paul, Ing., Direktor der Fa. Paul Forkardt, A.-G., Düsseldorf-Oberkassel, Cheruserstr. 24.
Fronm, Hans, Dr.-Ing., Betriebsing. der Eisenwerk-Ges. Maximilianshütte, Abt. Maxhütte, Maxhütte bei Haidhof.
Graef, Rudolf, Dipl.-Ing., Verein. Stahlwerke, A.-G., Bochumer Verein, Werk Höntrup, Bochum, Rottstr. 18.
Hofmann, Konrad, Dr.-Ing., Betriebsleiter des Siemens-Martinw. 7 Borbeck der Fa. Fried. Krupp A.-G., Essen-Borbeck, Gerichtsstr. 9.
Jaeger, Carl, techn. Direktor u. Vorst.-Mitgl. der Fa. Ruhrstahl A.-G., Witten; Welper, Kr. Hattingen, Brucher Str. 8.
Knapp, Werner, Dr.-Ing., Betriebsing. der Fa. Fried. Krupp A.-G., Essen-Borbeck, Borbecker Str. 21.
Kröhne, Gustav, Obering., Teilh. der Vaterland. Fahnenfabrik, G. m. b. H., Köln; Bonn, Colmantstr. 26.
Kuntze, Hermann, Ingenieur, Oberhausen i. Rheinl., Blücherstr. 69.
Leder, Georg, Dipl.-Ing., Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Hasper Eisen- u. Stahlwerk, Hagen-Haspe, Kölner Str. 71.

Linden, Karl, Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Essen, Maxstr. 24.
Lindenbergh, W. G., Fa. Demag-Elektrostahl, G. m. b. H., Düsseldorf, Graf-Adolf-Str. 81.

Michely, Johannes, Maschineningenieur, Pachten, Post Dillingen a. d. Saar, Kirchenstr. 23.

Middelhoff, Wilhelm, Betriebschef a. D., Köln-Merheim, Rennbahnstr. 149.

Mueller, C. F. Kurt, Dipl.-Ing., Struthers (Ohio), U. S. A., 254 Poland Ave.

Nowak, Eberhard, Dipl.-Ing., Verein. Oberschl. Hüttenwerke, A.-G., Werk Julienhütte, Beuthen, O.-S., Kleinfeldstr. 3.

Polowko, Basil, Ingenieur, Charkow (Ukraine), U. d. S. S. R., Dzerjinsky-Str. 95, Wohn. 29.

Stähler, Heinrich, Generaldirektor, Berlin-Halensee, Westfälische Str. 59.

Steinheisser, Max, Direktor der Karbitzer Stahlwerke, A.-G., Wicklitz bei Aussig (C. S. R.).

Süßmann, Ernst, Dipl.-Ing., Troisdorf, Hippolytusstr. 12 a.

Uchoa, Martinho P., Dipl.-Ing., Sao Paulo (Bras.), Süd-Amerika, Caixa Postal 1257.

Werner, Karl, Dr.-Ing., Tonbergbauges. Kruft, Kruft, Bez. Koblenz.

Wichgraf, Heinrich, Dipl.-Ing., Chicago (Ill.), U. S. A., 1950 Dayton Street.

Wisser, Wilhelm, Wärmeingenieur der Stettiner Chamotte-Fabrik A.-G. vorm. Didier, Berlin-Wilmersdorf, Westfälische Str. 90.

Gestorben.

Boehm, Paul, Generaldirektor a. D., München. 6. 4. 1930.

Harner, Fritz, Fabrikdirektor a. D., Bad Homburg v. d. H. 5. 5. 1930.

Loose, Gustav, Generaldirektor, Steinfurt. 9. 5. 1930.

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Vor einigen Tagen ist Heft 11 des dritten Jahrganges des als Ergänzung zu „Stahl und Eisen“ dienenden „Archivs für das Eisenhüttenwesen“⁽¹⁾ versandt worden. Der Bezugspreis des monatlich erscheinenden „Archivs“ beträgt jährlich postfrei 50 *R.M.*, für Mitglieder des Vereins deutscher Eisenhüttenleute 20 *R.M.* Bestellungen werden an den Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, erbeten.

Der Inhalt des elften Heftes besteht aus folgenden Einzelabhandlungen:

Gruppe A. Dr. phil. Richard Grün und Dr. phil. Hugo Beckmann in Düsseldorf: Verhalten von Beton bei hohen Temperaturen unter besonderer Berücksichtigung von hochofenschlackenhaltigem Beton. Ber. Schlackenaussch. Nr. 18. (7 S.)

Gruppe B. Dr.-Ing. Hermann Schenck in Essen: Untersuchungen über die Entschwefelungsvorgänge und die Sauerstoffaufnahme des Metalls bei den basischen Stahlerzeugungsverfahren. Ber. Stahlw.-Aussch. Nr. 184. (8 S.)

Gruppe C. Georg Bulle in Düsseldorf: Untersuchungen in Glühereibetrieben. Ber. Walzw.-Aussch. Nr. 75. (16 S.)

Gruppe D. Werner Heiligenstaedt in Saarbrücken: Die Abkühlung des Blockes vom Guß bis zur Blockstraße. Mitt. Wärmerstelle Nr. 138. (8 S.)

Gruppe E. Dr.-Ing. Franz Rapatz in Düsseldorf-Oberkassel: Das Oberflächenaussehen bei der spanabhebenden Bearbeitung, insbesondere beim Drehen. Ber. Werkstoffaussch. Nr. 163. (4 S. und 4 Bildtafeln.)

Alfred Krüger in Riesa (Sa.): Die Alterung der Werkstoffe. (10 S.)

* * *

Des weiteren sind folgende Arbeiten aus den Fachausschüssen erschienen:

Dr.-Ing. Oskar Dörrenberg und Dr.-Ing. Nino Broglio in Runderoth: Die Erzeugung von Edelstählen im kernlosen Induktionsofen. Ber. Stahlw.-Aussch. Nr. 183. St. u. E. 50 (1930) S. 617/29.

Dr.-Ing. Bertold Buxbaum in Berlin-Charlottenburg: Technischen Geist in die Einkaufsabteilungen! Ber. Betriebsw.-Aussch. Nr. 40. St. u. E. 50 (1930) S. 538/47.

¹⁾ St. u. E. 50 (1930) S. 536.

Eisenhütte Oesterreich.
Hauptversammlung am 24. bis 26. Mai 1930 in Leoben.

Einzelheiten siehe Heft 19, Seite 647.