

Richtlinien für die Erforschung der Formänderung bildsamer Körper, insbesondere des Arbeitsbedarfs beim Walzen¹⁾.

Von Dr.-Ing. K. Rummel in Dortmund.

(Bericht für die Walzwerkskommission des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.)²⁾

Die umfangreichen Versuche, die im allgemeinen Rahmen der Kraft- und Leistungsmessungen an Walzenstraßen stattgefunden haben, waren zur Zeit des Ausbruchs des Weltkrieges, der notgedrungen eine größere Pause in diesen Arbeiten bedingte, zu einem gewissen Abschluß gekommen; es mag sich daher verlohnen, an diesem unfreiwilligen Haltepunkt Atem zu holen, nach dem Ziel ausblicken und die dorthin führenden Wege zu prüfen. Die Arbeiten sind so weit fortgeschritten, daß Art und Bedeutung der wesentlichsten Einflüsse geklärt und wichtige allgemeine Gesichtspunkte gewonnen wurden. Wenn wir bescheiden sein wollen, können wir sagen, daß nunmehr die Vorversuche, die jeder versuchstechnischen Arbeit vorangehen müssen, beendet, die Grundlagen geklärt sind, und nun die eigentliche Arbeit der Feststellung der Einzelgrößen beginnt. Dies zurückhaltende Urteil soll nicht verkleinern, was an Können, Mühe, Zeit und Kosten bis heute aufgewandt wurde, soll nicht leugnen, daß die Nebenergebnisse, die hier, wie bei jeder von wissenschaftlichem Ernste getragenen Arbeit, gewonnen wurden, äußerst wertvoll sind, und daß neben der die Technik mittelbar fördernden Erkenntnis des Wie und Warum auch praktisch brauchbare Werte festgelegt wurden. Gleichwohl bleibt die Tatsache bestehen, daß wir von einer festumrissenen Formulierung der beim Walzen herrschenden Gesetzmäßigkeiten noch weit entfernt sind. Das liegt an der Größe, Vielseitigkeit und Schwierigkeit der Aufgabe. Gerade deshalb aber müssen wir uns

fragen, ob wir in gleicher Weise auf der mühevollen Bahn der Großversuche weiterschreiten sollen, oder ob es vielleicht eine Möglichkeit gibt, im kleinen, auf getrennten, dem einzelnen durch Arbeitsteilung leichteren, seiner Eigenart bequemeren Wegen, zu einem Zwischenziel zu gelangen, an dem wir uns zu gemeinsamer Weiterarbeit sammeln. Unser Ziel ist, auf Grund wissenschaftlicher Forschung die Gesetzmäßigkeit festzustellen, nach der sich die beim Walzen aufzuwendende Arbeit richtet, von der reinen Formänderungsarbeit an über alle Verluste durch Reibung an der Walze, in den Lagern der Walzenständer, in den Uebertragungsgliedern: Muffen, Spindeln, Kammwalzen, Verluste in den Antriebsmaschinen, ferner durch Stoß und Beschleunigung — über all diese Einbußen hinweg bis zur Bestimmung der den Antriebsmaschinen zuzuführenden Energie, um einerseits durch Erforschung dieser Gesetze die genannten Verluste durch sachgemäße Bauart zu vermindern und andererseits die reine Formänderungsarbeit mit einem Mindestmaß von Kraftaufwand durchzuführen und sie zur günstigeren Ausnutzung der Antriebsmaschine gleichmäßig auf die einzelnen Stiche zu verteilen.

Die Aufgabe gliedert sich also von vornherein in zwei Teile: Verminderung der Verluste und Kalibrierung nach wissenschaftlichen Grundsätzen, oder: Erforschung der Uebertragungsverluste und der Formänderungsarbeit. Damit ist sofort eine Arbeitsteilung gegeben. Die Uebertragungsverluste müssen am ausgeführten, nach Möglichkeit betriebsmäßig arbeitenden Walzwerk erforscht werden. Ein Teil dieser Aufgabe ist bereits gelöst, ein anderer, allem Anschein nach sehr wesentlicher, die Ermittlung der Reibung in den Walzenlagern, ohne deren Kenntnis eine nutzbringende Fortsetzung der Großversuche kaum angängig erscheint, ist durch vorbereitende Besprechung in Angriff genommen. Da, wenn hier gangbare Wege gefunden und beschritten werden, ein besonderer Bericht über die Reibung in den Walzenlagern zu erwarten ist, erübrigt es sich, in der vorliegenden

¹⁾ Diese Arbeit ist bereits 1914/15 entworfen. Infolge anderweitiger Inanspruchnahme des Verfassers konnte sie nicht in dem geplanten Umfang durchgeführt werden, der sich auf eine allgemeine Theorie der Vorgänge an bildsamen Körpern erstrecken sollte. Die Versuche wurden abgebrochen; an Stelle der Versuchsergebnisse mußten vielfach Hinweise, in welcher Richtung die Versuche fortgeführt werden können, treten. Bei der Bedeutung der Frage der noch so wenig erforschten Formänderungsgesetze hält es der Verfasser trotz dieser Mängel der Arbeit für angezeigt, sein Material zu veröffentlichen.

²⁾ Die Besprechung dieses Berichtes wird in der nächsten Sitzung der Walzwerkskommission erfolgen.

Arbeit auf diese Gruppe von Untersuchungen einzugehen; sie soll sich daher mit dem anderen Teil der Aufgabe, der reinen Formänderungsarbeit, befassen.

Für die Erforschung der letzteren ergeben sich, außerhalb der Großversuche an Walzwerken, Möglichkeiten, die im nachstehenden geschildert werden sollen. Was die mathematische Physik bisher auf diesem Gebiete geleistet hat¹⁾, ist weder von bedeutendem Umfang, noch durch Versuch auf praktische Brauchbarkeit geprüft, noch endlich in der Form so gehalten, daß der mit partiellen Differentialgleichungen auf etwas gespanntem Fuße lebende Techniker viel damit anfangen kann. Immerhin ist sowohl eine Fortsetzung der seit längerer Zeit stockenden Arbeit auf diesem Gebiet zu wünschen, als auch, daß der Techniker sich mit der rein wissenschaftlichen Richtung befreunde. Der Traum von einer auf wissenschaftlichen Grundsätzen aufgebauten Kalibrierung wird allerdings manchem Praktiker nur ein Lächeln entlocken. Wenn letzterer das wilde Suchen nach einer umfassenden und allgemein gültigen „Formel für den Kraftbedarf“ mit Spott abtut und auch wohl für unnötig hält, da für die Wahl der Größe der Betriebsmaschinen heute genügende Unterlagen vorhanden sind, so mag er allerdings hierzu berechtigt sein. Aber darauf läuft die Aufgabe auch gar nicht heraus. Es handelt sich zunächst darum, festzustellen, nach welchen Gesetzen die Formveränderung erfolgt, wie das Material wandert und wie groß der hierzu nötige Arbeitsaufwand ist. Die Nutzenanwendung dieser Gesetze in der Praxis wird sich dann ganz von selbst ergeben. Der Zweifler möge sich fragen, ob heute der Erbauer einer Dampfturbine es nicht als unsinnig betrachten würde, wenn jemand sich anheischig machen wollte, dieses mit den größten Kräften spielende Wunderwerk der Technik nur aus Erfahrungswerten aufzubauen, ohne eingehende Kenntnis und Nutzung der Thermodynamik, in deren Erforschung die mühevollste Lebensarbeit von Hunderten unserer Besten steckt! Ist es nicht merkwürdig, daß, über die elastische Formänderung eine Weltliteratur von ungezählten Bänden besteht, während die bleibende Formänderung nicht einmal in den einfachsten Grundlagen geklärt ist? Wer Walzen kalibrieren will, muß auch etwas von den Eigenschaften des glühenden, bildsamen Eisens wissen, das er im Walzwerk verarbeiten will.

Hierüber aber fehlen uns bisher fast alle wissenschaftlichen Grundlagen und zwar nicht nur für die Vorgänge beim Walzen, sondern ganz allgemein für die gesamte Bearbeitung der Metalle in warmem oder kaltem Zustande. Es sollen daher auch die folgenden Ausführungen zunächst ganz allgemein gehalten werden.

¹⁾ Ein ausführlicher Literaturnachweis, in dem auch sämtliche in dieser Arbeit angezogenen Veröffentlichungen zu finden sind, soweit die Quellen nicht in besonderen Fußnoten genannt sind, ist in den Versuchen zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken von J. Puppe, Düsseldorf 1909, Verlag Stahleisen, S. 7, enthalten.

Die auf die Bedürfnisse der Technik zugeschnittenen Lehrbücher der Physik geben über Statik und Dynamik der drei (!) Aggregatzustände, des festen, flüssigen und gasförmigen, gründlichen Aufschluß. Den für uns so wichtigen „bildsamen“ Zustand, in dem sich fast alle Formänderungen des Hüttenwesens vollziehen, kennen sie kaum. Hier ist der Hebel anzusetzen; wir haben den Fall vor uns, daß die reine Wissenschaft, die sonst der Technik voraneilt oder sie, wenn letztere tastend Neuland zu erobern sich anschickt, schnell einzuholen weiß, um sich ihr dienstbar zu machen und ihren schwindelnden Bau zu stützen, mit ihrer technischen Schwester nicht Schritt gehalten hat. Eine weitere Ausbildung der mathematisch-physikalischen Kenntnisse über die Formänderung bildsamer Körper, etwa ausgehend von den Theorien von St. Venant und Tresca, wäre dringend zu wünschen. Es ist wohl zu erwarten, daß auf diesem Gebiet auch durch Benutzung der in den letzten beiden Jahrzehnten entwickelten Zustandsdiagramme der Eisenlegierungen und durch Anwendung der Phasenlehre unter besonderer Berücksichtigung des bei der Verarbeitung auftretenden Druckzustandes wichtige Aufschlüsse gewonnen werden können.

Dies ist aber bereits ein Gebiet, das seine Entwicklung mehr dem technischen Physiker als dem mathematischen verdankt. Es ist noch nicht allzulange her, daß die technische Physik ihren großen Aufschwung genommen hat, daß sie, von staatlichen und privaten Mitteln reichlich unterstützt, von Männern hervorragender Bedeutung geführt, zu einer Blüte gekommen ist, in der sie ihren Zweck, den jeweiligen Bedürfnissen der Technik mit allen der hochentwickelten reinen Wissenschaft zur Verfügung stehenden Mitteln die theoretischen Grundlagen für ihren Fortschritt zu liefern, so glänzend erfüllt. Bei der immer weiter gehenden Arbeitsteilung in allen Zweigen menschlicher Arbeit kommt ihr als Vermittlerin zwischen Technik und Wissenschaft eine stets höhere Bedeutung zu. Nur durch die Kürze ihrer neuen Entwicklung ist die fast verwunderliche Tatsache zu erklären, daß sie die Vorgänge bei der mechanischen Verarbeitung bildsamer Metallegierungen noch nicht in Angriff genommen hat. Es ist nicht einzusehen, weshalb für dieses hochwichtige Gebiet nicht ebensoviel Geist, Mühe, Zeit und Geld aufgewendet werden soll, wie es beispielsweise auf dem Gebiet der Metallographie heute der Fall ist. Staat und Industrie haben hier eine bedeutsame Aufgabe vor sich, die sich durch Angliederung besonderer Versuchsanstalten an unsere Hochschulen und durch Aufnahme des neuen Wissenszweiges in deren Lehrplan leicht verwirklichen ließe.

Bevor uns nun dieses Rüstzeug zur Verfügung steht, müssen wir uns nach der Hilfe einfacher, mit den heutigen Mitteln durch Versuch leicht nachzuprüfender Theorien umsehen.

Der bildsamen Zustand ist dem flüssigen verwandt. Er hat mit ihm die Eigenschaft gemeinsam, daß sich

die Teilchen (Moleküle) des Stoffes gegeneinander verschieben lassen, ohne sich durch Zerreißen voneinander zu trennen. Während aber bei dem flüssigen Zustand die Bewegung unter dem Einfluß jeder noch so kleinen Kraft eintritt, lassen Versuchsergebnisse sowie die Tatsache, daß unter der Wirkung der Schwere eine Formänderung nicht eintritt, darauf schließen, daß der Beginn der Bewegung beim bildsamen Zustand an die Ueberwindung einer reibungsartigen, der Bewegung sich entgegengesetzten Kraft gebunden ist. Ob in der Größe dieser Kraft ein technisch brauchbares Maß für die Bildsamkeit gefunden werden kann, sei dahingestellt, ist aber fraglich. —

Zur Erhöhung der Anschaulichkeit sei noch folgende Definition des bildsamen Zustandes gegeben:

Man stelle sich zwei Stoffelemente — etwa Moleküle — vor, die einander berühren und auf die eine Kraft wirkt, die die Elemente gegeneinander zu verschieben sucht. Die Kraft wachse von Null an bis zu der Größe, bei der eine Trennung der Elemente (Bruch) erfolgt.

Falls nun bis zum Eintritt des Bruches eine Verschiebung der Elemente gegeneinander nicht stattfindet, so ist der Körper, der sich aus solchen Elementen aufbaut, „vollkommen starr“.

Tritt die Verschiebung bereits bei der kleinsten wirkenden Kraft auf, so kann der Körper als „vollkommen flüssig“ bezeichnet werden.

Zwischen diesen beiden Grenzen liegt das gesamte Gebiet der elastischen und bildsamen Formänderungen, die sich dadurch voneinander unterscheiden, daß beim elastischen Vorgang die Elemente nach Aufhören der Kraftwirkung wieder in die Anfangsstellung zurückkehren, beim bildsamen Zustand dagegen dauernd in der neuen Lage bleiben. Bei kaltem Eisen mittlerer Qualitäten tritt beim Anwachsen der Kraft von Null bis zum Bruch erst die elastische Formänderung auf, dann geht sie in die bildsame über. Beim Eisen in Schmiedetemperatur ist die elastische Aenderung verschwindend, bei der gehärteten Feder die bildsame Aenderung.

Bezüglich der Größe der Kraft, bei der als wirkende Kraft ein bildsamer Vorgang auftritt, ergibt sich ein sehr sinnfälliger Unterschied an der Grenze, bei der der Vorgang unter dem Eigengewicht des Körpers stattfindet; der Sprachgebrauch bezeichnet die Körper, bei denen diese Erscheinung sich zeigt, als flüssig oder — in seinen Anfangsstadien — als teigig.

Die während der Verschiebung auftretenden „Reibungskräfte“ entstehen unter dem Druck der Stoffteilchen aufeinander, wie er durch ihre gegenseitige intermolekulare Anziehung hervorgebracht wird. Wird die intermolekulare Anziehung überwunden, so daß die Teilchen sich voneinander trennen, so kommen wir damit, soweit es sich um Bearbeitungsvorgänge handelt, zu den Klassen der Formänderung durch Spanabheben und Abscheren, die in ihrem Vorgange identisch sind. Im Folgenden soll nur von der Formänderung ohne Trennung die Rede sein. Wie alle Aggregatzustände, ist auch der bildsame in

hohem Maße von Temperatur und Spannung abhängig, er tritt erst unter bestimmten Druck- und Temperaturverhältnissen ein. Er ist, diesen allgemeinen Erwägungen entsprechend, keineswegs an hohe Temperaturen gebunden; so ist selbst Eis unter hohen Drücken plastisch; wir wissen ferner, daß das Ziehen des Drahtes bei der Verfeinerung bei gewöhnlicher Lufttemperatur (wenn wir von der durch das Ziehen selbst hervorgerufenen Temperaturerhöhung des Materials absehen) in solch plastischem Zustand, hervorgerufen durch starke Beanspruchung, vor sich geht, oder, um ein anderes Beispiel anzuführen, daß das Fließen der Proben beim Zerreißenversuch uns durch Bestimmung der Fließgrenze und der Kontraktion als Maß der Eigenschaften von Stahl und Eisen dient. Selbst bei der Bearbeitung von Flußeisen durch Spanabheben findet vor der Trennung eine erhebliche und für den ganzen Vorgang wesentliche bildsame Formänderung statt.

Für den teigigen Zustand gelten weder die Gesetze des festen noch die des flüssigen Zustandes. Die Fortpflanzung des Druckes ist infolge des Vermögens der Stoffelemente, auszuweichen, allseitig wie beim flüssigen Körper. Während aber nach dem Pascalschen Satze der Druck sich im flüssigen Körper unvermindert fortpflanzt, ist dies beim teigigen Zustand nicht der Fall; denn beim flüssigen ist die Fortpflanzung nur deshalb unvermindert, weil bei etwaiger auch noch so geringer Veränderung des Druckes sofort ein Abfließen der Elemente von den Stellen höheren Druckes nach den Stellen geringeren Druckes erfolgen würde, bis der Gleichgewichtszustand hergestellt ist. Beim teigigen Körper wird dieser Ausgleich nur in dem Maße stattfinden, als der Druckunterschied zwischen zwei Punkten größer ist als der Widerstand gegen die Verschiebung. An jeder Stelle halten sich Druckunterschied, Verschiebungswiderstand bzw. Kohäsionskräfte das Gleichgewicht. Die sich hieraus während der Verschiebung ergebende Druckverteilung zu untersuchen und ihre Gesetze zu ermitteln, — das ist eine der Zukunftsaufgaben, die gelöst werden müssen. Zunächst aber wissen wir noch nicht einmal, welche Wege die Stoffteilchen zurücklegen, geschweige denn, unter welchen Druckverhältnissen die Bewegung erfolgt.

Es sind bereits mehrfach Versuche unternommen worden, die die Formänderung von Linien oder Schichten innerhalb des Walzgutes während des Walzens zeigen. Merkwürdigerweise sind aber nirgends diese Versuchsergebnisse so verarbeitet, daß der relative, von der Eigengeschwindigkeit des Stabes unabhängige Weg festgestellt ist, den die einzelnen Elemente während der Verdrängung innerhalb des Stoffes genommen haben. So hat z. B. Kick beim Walzen eines aus einzelnen Quer- und Längsschichten aufgebauten Tonkörpers im rechteckigen geschlossenen Kaliber die in Abb. 1 wiedergegebene Formänderung festgestellt. In Abb. 2 ist nun, soweit Genauigkeit bei dem kleinen Maßstab der Dinglers Poly-

technischem Journal 1879, Bd. 234, S. 349, entnommenen Abb. 1 möglich war, hieraus der Verlauf der relativen Wege in der Weise ermittelt, daß angenommen ist, das hintere Ende des in die Walzen eintretenden Blocks bewegte sich nicht, und nun untersucht wurde, welche Verschiebung die Stoffelemente diesem feststehenden Ende gegenüber genommen haben. Schon diese eine Abbildung gibt uns schätzenswerte



Abbildung 1. Von Kick ermittelte Verschiebungsbilder beim Walzen von Tonkörpern.

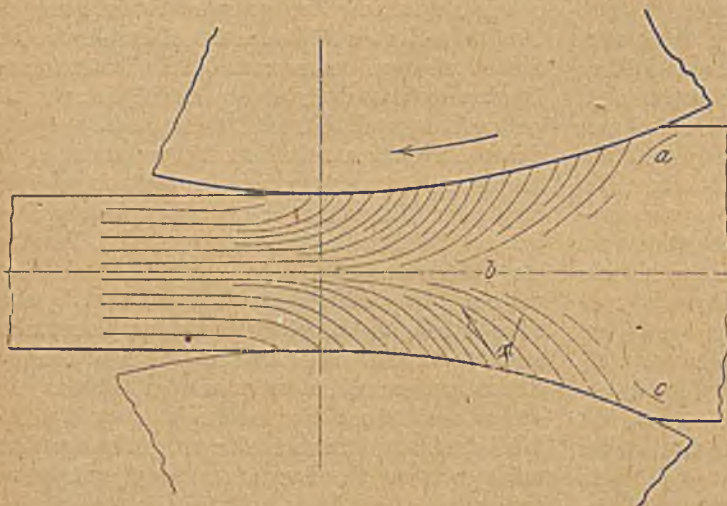


Abbildung 2. Aus Abbildung 1 entwickelte Wege der Teilchen des Blocks.

Einblicke über die Verschiebung. Aus dem Vergleich dieses Verlaufes mit anderen unter abweichenden Verhältnissen entstandenen Wegebildern werden sich sicherlich bedeutungsvolle Schlüsse ziehen lassen, namentlich, wenn man nicht nur die in Abb. 2 dargestellte Richtung der Verschiebung, sondern auch ihre Größe berücksichtigt, denn aus der Größe der in der Zeiteinheit stattfindenden Verschiebung, d. h. aus der Verschiebungsgeschwindigkeit, läßt sich auf die aufgewendeten Kräfte schließen. Natürlich kommt es hierbei nicht auf die absolut eingetretene

Verschiebung, sondern auf die gegenseitige relative Bewegung der nebeneinanderliegenden Stoffteilchen an. Um die absolute und relative Verschiebung und erforderlichenfalls die Beschleunigungen an jeder Stelle eines nach Abb. 2 entwickelten Schaubildes zu veranschaulichen, kann man sich durch verschiedene Länge, Stärke und Zahl der dort eingezeichneten Wegelinien helfen. Bei Abb. 2 war indessen eine Darstellung der Geschwindigkeiten usw. nicht möglich, weil Abb. 1 in der angeführten Quelle zu ungenau zu ihrer Entwicklung war, wodurch sich bei der zeichnerischen Lösung Widersprüche ergaben.

Für weitere Versuche auf diesem Gebiete könnte z. B. folgender Weg eingeschlagen werden: Es wird aus Draht aus einer schwer schmelzbaren und dehnbaren Legierung oder einem entsprechenden Metall (Silber bei kleinen, Eisen bei großen Blockabmessungen) ein Netz von Linien nach drei Koordinaten hergestellt, wobei das Koordinatensystem je nach Bedarf zu wählen ist. Die Knotenpunkte werden verlötet. Dieses Gerippe des bildsamen Körpers wird in eine Form gestellt und mit der plastischen, leichtschmelzbaren Legierung ausgegossen, die der Formänderung unterzogen werden soll. Man wird verschiedene Legierungen aus Blei, Zink, Zinn, Aluminium usw. herstellen können, deren Bildsamkeit voneinander abweicht und der des walzwarmeren Eisens entspricht. Die Zugfestigkeit von kaltem Blei entspricht etwa der des Eisens von 1200°, die Zugfestigkeit von kaltem Zink der des Eisens von 600°. Allerdings ist die Zugfestigkeit kein Maß für die Bildsamkeit; so sind Zinklegierungen, wenigstens die handelsüblichen, sehr spröde. Nach der Formänderung wird der deformierte Körper in ein Bad derselben Legierung getaucht, die plastische Masse herausgeschmolzen und das Bad abgelassen,

so daß das Drahtgerippe stehen bleibt. Vergleicht man durch Messung die Lage der Knotenpunkte vor und nach der Formänderung und vergegenwärtigt man sich, daß die Knotenpunkte auf Linien gewandert sind, wie sie in Abb. 2 dargestellt sind, so kann man durch schrittweises Verfolgen des Weges der Knotenpunkte die Richtung dieser Linien bestimmen. Wie weiter unten gezeigt werden wird, können die Versuche aber noch bedeutend vereinfacht werden, da man auch Ton an Stelle der Metalle verwenden und das Drahtnetz durch

farbige Toneinlagen ersetzen kann. Die weitere Ausbildung des Verfahrens würde darin bestehen, die Kräfte an jeder Stelle zu bestimmen; es sei hier nur angedeutet, daß sich aus der jeweiligen Geschwindigkeit und Beschleunigung der Knotenpunkte weitere Anhalte ergeben, sowie zeichnerische und rechnerische Verfahren zur Ermittlung der Kräfteverteilung entwickelt werden müssen¹⁾.

Immerhin aber kann man selbst aus der rohen Darstellung der Abb. 2 schon einige Schlüsse ziehen. So erkennt man, daß ein ziemlich tiefgehender spitzer Kern a—b—c des eintretenden Stabendes nur wenig an der Umbildung teilnimmt, daß der Stoff gewissermaßen von diesem Kern heruntergewalzt wird; ferner erstreckt sich die Wirkung der Walzen noch ziemlich weit nach vorn in das austretende Stabende hinein, also über die Verbindungslinie der Walzenmittelpunkte hinaus; denn überall, wo die Linien eingezeichnet sind, findet auch noch eine Verschiebung statt; diese Verschiebung jenseits der Mittelnie der Walzen ist eine Tatsache, die mitunter in der Literatur von namhaften Fachleuten in Abrede gestellt ist. Auf ihre Bedeutung für die Erklärung der Erscheinungen der Voreilung soll noch weiter unten zurückgegriffen werden. Die geschwungene Form der Linien in Abb. 2 führt zu einer weiteren Betrachtung. Die Bewegung der Stoffteilchen vom Walzenumfang aus erfolgt in Richtung der dort wirkenden resultierenden Kraft. In Abb. 3 sind schematisch die auf das Walzgut wirkenden Kräfte bingetragen; es sind dies: ein Zug in der Walzrichtung, ausgeübt von der Reibung an der Walze, angedeutet durch die in der Blockmitte angreifend gedachte Resultierende Z, und ein durch die Rollbewegung der Walze um den Punkt A ausgeübter resultierender Druck K. Punkt A ist der Mittelpunkt (Pol) der Drehung, wenn wir die Walze auf dem Walzgut abrollen lassen. Die Kraft K greift an der Sehne l als Hebelarm an und steht auf ihr senkrecht; sie setzt sich zusammen aus den über den Berührungsbogen A B verteilten Einzelkräften. Die Einzelkräfte K und Z setzen sich an jeder Stelle des Walzstabes zu einer Resultierenden zusammen. Die Linien der Abb. 2 geben an jeder Stelle die Richtung dieser Resultierenden an. Auffällig ist nun, daß der Neigungswinkel α , in dem die Resultierende am Walzenrande ansetzt, fast überall der gleiche ist. Dies führt zu einer wichtigen Folgerung. Aus dem Vergleich der Längen ab und cd in Abb. 1 folgt, daß bei dem Versuch die Walze eine geringere Geschwindigkeit hatte als der Stab; es ist also ein Gleiten eingetreten; hierbei ist die Reibungskraft zu über-

winden; daher stellt der Winkel α den Reibungswinkel dar. Wir können also aus seiner Größe den Reibungskoeffizienten zwischen Walze und Walzgut entnehmen. Weiter aber können wir bei allen derartigen Untersuchungen aus der etwaigen Änderung des Winkels im Verlauf des Berührungsbogens bestimmen, an welchen Stellen ein Gleiten zwischen Walze und Block stattfindet und wo die Walze packt. Aus diesen Neigungswinkeln werden ferner Schlüsse auf den Einfluß glatter, rauher und gekerbter Walzen zu ziehen sein, ferner auf die bei Profilstichen eintretende Reibung zwischen Block und Kaliber.

Ueber die Druckverteilung sagt Abb. 1 zunächst noch nichts, die gezeichneten Linien erinnern aber lebhaft an die Kraftlinien magnetischer oder elektrischer Felder. Tatsächlich haben wir es ja auch bei diesen „Wegen“ mit Äußerungen der im Inneren wirkenden Kräfte zu tun; die Bewegung erfolgt in Richtung der resultierenden Kräfte, die Linien sind

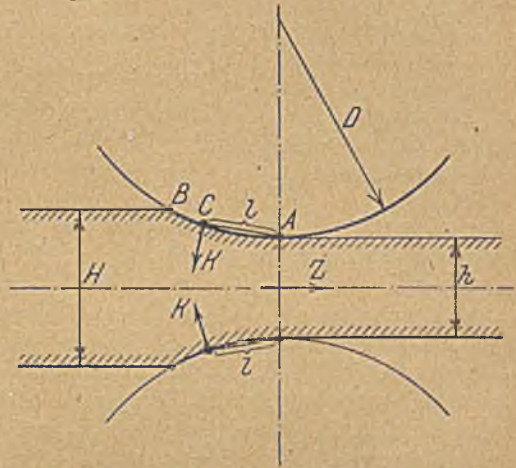


Abbildung 3. Beim Walzen auf den Block ausgeübte Kräfte.

Kraftlinien. Dann aber müssen sich die Gesetze dieses Kraftfeldes im allgemeinen Rahmen der Kraftlinientheorie ermitteln lassen, und dies wäre ein Weg, auf dem wir eine grundlegende Erweiterung unseres Wissens über die Vorgänge beim Walzen erwarten dürfen. Es ist eine der Aufgaben dieses Aufsatzes, auf diesen Weg hinzuweisen, nicht aber ihn zu verfolgen und seine Gesetze zu ermitteln; es sei daher im folgenden in ersten, tastenden, ja nicht einmal auf Sicherheit Anspruch machenden Schriften nur so weit an die Grundlagen angeknüpft, als notwendig ist, um nachzuweisen, welche Einflüsse für die eintretende Formänderung maßgebend sind.

Die betrachteten Wege- oder Kraftlinien geben die Richtung der Kräfte an jeder Stelle des Feldes wieder. Diese Kräfte, die sich zum resultierenden Felde zusammensetzen, sind äußere und innere; die äußeren Kräfte gehen als Druckkräfte von allen mit dem bildsamen Stoff in Berührung stehenden Flächen aus oder wirken als Reibungskräfte zwischen Stoff und Fläche. Beim Walzen beispielsweise treten

¹⁾ Mit Hilfe der metallographischen Gefügebilder wird man öfters in der Lage sein, den Verlauf der Wegelinien zu erkennen, da sich unter gewissen Bedingungen eine Faserstruktur herausbildet, die der Lage der Kraftlinien entspricht. Dies gilt aber nur für eine einzige Formänderung, z. B. einen einzelnen, ersten Stich des entsprechend geformten Rohblocks, beim zweiten Stich würde bereits durch Ueberlagerung das Ergebnis verdunkelt werden.

Druck- und Reibungskräfte gleichzeitig auf, die Walzen drücken und nehmen an ihrem Umfang den Block durch Reibung mit. Die inneren Kräfte bestehen in dem Widerstand gegen die Verschiebung, also in der Reibung, die bei Ueberwindung der Kohäsion auftritt; z. B.: während die äußerste Schicht des Blockes beim Walzen von der äußeren Reibung an der Walze mitgenommen wird, werden die unter dieser Schicht nach innen zu liegenden Stoffteilchen durch die innere Reibung veranlaßt, an dieser Be-



Abbildung 4 a,
Für die Abb. 4 b und
4 c benutzter Zylinder.



Abbildung 4 b.
Stauchen eines Zylinders
nach Abb. 4 a bei möglichster
Vermeidung von Nebeneinflüssen.

Abbildung 4 c.
Stauchen eines Zylinders
nach Abb. 4 a bei Auftreten
von Nebeneinflüssen.

wegung teilzunehmen. Setzen sich dieser Bewegung irgendwelche Kräfte entgegen oder wirken gleichzeitig anderweitige Kräfte, so entsteht ein resultierendes Feld, nach dem die Kraftlinien und damit die Bewegungen innerhalb des Stoffes verlaufen. Wie das Kraftlinienbild im einzelnen Fall aussieht, läßt sich aus rein theoretischen Erwägungen nicht sagen, selbst nicht in dem einfachsten Fall der Zusammendrückung eines Zylinders zwischen zwei Preßflächen. Es wurde daher für einige einfache Fälle — das Walzen ist bereits ein sehr verwickelter Vorgang — der Weg des Versuchs beschritten; die Ergebnisse waren derart, daß entsprechend dem Thema dieses Aufsatzes eine weitere Ausdehnung der Versuche dringend empfohlen werden kann.

Zur Vereinfachung wurden die Versuche zunächst an Tonkörpern vorgenommen und eine besondere Nachprüfung angestellt, um die Möglichkeit der Uebertragung der Ergebnisse auf Eisenkörper nachzuweisen. Verwendet wurde die Modelliermasse „Nakiplast“ von Günther & Wagner, die in verschiedenen Farben erhältlich ist. Sie besteht aus feingeschlammtem Ton, der mit Oel angemacht ist; infolge der Abhängigkeit der Viskosität des Oeles von der Wärme ändert sie ihre Bildsamkeit stark mit der Temperatur; es ist daher möglich, durch Aenderung des Wärmezustandes sehr verschiedene Bildsamkeit zu untersuchen. Durch Verwendung verschiedener Farben kann man geschichtete Körper herstellen, die später den Verlauf der Formänderung im Innern zu erkennen gestatten. Abb. 4 a stellt einen derartigen Zylinder im Schnitt dar; Abb. 4 b gibt denselben Körper nach dem Zusammendrücken zwischen zwei Preßstempeln wieder, und

zwar gleichfalls im Schnitt¹⁾. Auf Fernhaltung störender Einflüsse, über die weiter unten eingehend zu sprechen sein wird, wurde große Sorgfalt verwendet. Zur Vermeidung von äußerer Reibung wurden möglichst glatte Flächen an den Preßstempeln und dem Versuchskörper hergestellt sowie mit Wasser geschmiert. Zur Vermeidung von Wärmebeeinflussung ist das Zusammendrücken im Wasserbade vorgenommen. Das Ergebnis der Abb. 4 b ist bereits recht bemerkenswert. Der Körper hat, wenn

man von kleinen Ausbauchungen absieht, auch nach dem Zusammendrücken eine zylindrische Grundform.²⁾ Eine derartige Formänderung kann nur eintreten, wenn sämtliche Elemente des Körpers, gleichgültig, an welcher Stelle sie sich befinden, genau die gleichesenkrechte Stauchung und wagerechte

Breitung erleiden. Ist also der Versuchskörper von der Höhe h_1 auf die Höhe h_2 gestaucht und dabei vom Durchmesser d_1 auf d_2 verbreitert, so wird jeder

¹⁾ Die Maserung der Schnittfläche ist durch zufällige Verwendung nicht ganz gleichmäßig gefärbten Tons entstanden und hat für die Versuche keine Bedeutung.

²⁾ Die Tatsache, daß alle Stellen der Peripherie beim Stauchen zylindrischer Körper gleichmäßig nach außen fortschreiten, scheint, wie vorläufige Versuche innerhalb der Grenzen der Versuchsgenauigkeit gezeigt haben, als Sonderfall des allgemeinen Satzes aufgefaßt werden zu können, daß parallelepipedische Körper beliebig gestalteter Grundflächen so breiten, daß die Seitenlinien der Grundflächen sich parallel verschieben, und zwar an sämtlichen Seitenlinien gleichmäßig, also so, daß der Abstand der neuen Seitenlinie von der Ausgangsseitenlinie für alle Seiten gleich groß ist. Dieser Satz hat mutatis mutandis Bedeutung für die Breitung beim Walzen; er würde u. a. die Erfahrung bestätigen, daß breite Stäbe verhältnismäßig weniger breiten als schmale, und bei geeigneter Weiterführung der Versuche würde ein klares Licht auf die Vorgänge der Breitung geworfen werden. Bei weiteren Vorversuchen zwischen senkrecht bewegten Preßstempeln zeigte sich ferner, daß beim Stauchen von ebenflächigen Körpern, bei denen die beiden Grundflächen verschiedene groß bemessen waren (z. B. bei abgestumpften Pyramiden), die kleinere Grundfläche stärker breitete als die große; das Maß der Verschiebung der Seitenlinien war hierbei bei der kleinen Fläche nicht nur relativ, sondern auch absolut größer als bei der großen. Dieser Satz kann Bedeutung für die Kalibrierung von Walzen erhalten. Noch anders verläuft die Breitung in den einzelnen Horizontalschnitten von Körpern, bei denen die Verbindung der oberen und unteren Grundfläche nicht geradlinig ist. Hier müssen besondere Untersuchungen einsetzen. Mit der Lösung dieser Fragen beginnt bereits die wissenschaftliche Kalibrierung. Weiß man, wohin der Stoff bei ungehinderter Breitung fließen würde, so kann man sich diesen Gesetzen nach Möglichkeit anpassen und dadurch unnötige, überflüssige Arbeit erfordernde Materialverschiebungen vermeiden.

kleine Zylinder, den wir uns in dem Versuchskörper an irgendeiner Stelle denken können, von seiner beliebigen Höhe h_3 auf die Höhe $h_4 = h_3 \frac{h_2}{h_1}$ und von d_3 auf $d_4 = d_3 \frac{d_2}{d_1}$ geändert. Hieraus folgt sofort der bedeutende Schluß, daß die Größe der Bildsamkeit keine Rolle bei der Formänderung spielen kann¹⁾; denn die angestellte Erwägung gilt sowohl für große wie für geringe Bildsamkeit; die Formänderung muß von der Bildsamkeit unabhängig sein. Dies betrifft natürlich nur die Gestalt der Formänderung, nicht die Kraft- und Arbeitsverhältnisse. Aber auch für letztere hat der Nachweis der Unabhängigkeit des Kraftlinienflusses von der Bildsamkeit eine wichtige Bedeutung. Er bestätigt nämlich die Ansicht, daß es möglich sei, den Einfluß der Bildsamkeit auf die Walzarbeit durch eine „Bildsamkeitskonstante“, etwa nach Art der „Festigkeit“ beim starren Körper, festzulegen. Es könnte ja dabei an den bereits erwähnten Gedanken angeknüpft werden, daß sich dem Verschieben eine innere Reibung entgegengesetzt und die „Bildsamkeitskonstante“ oder „Verschiebungsfestigkeit“ als dieser Reibungskraft gleich eingeführt wird. Man würde auf diese Weise in stand gesetzt werden, Versuche, die bei verschiedener Temperatur des Walzgutes stattgefunden haben, mit Hilfe einer einfachen Umrechnung — durch Reduzierung auf gleiche Bildsamkeit — miteinander zu vergleichen und auf diese Weise den störenden Einfluß der beim Walzen sinkenden und ungleich über den Querschnitt verteilten Temperatur bei Betrachtung der Versuchsergebnisse ausscheiden. In der Tat ist der Gedanke, eine solche Umrechnung

¹⁾ Hier und bei den nächstfolgenden Erörterungen ist nur von der Gestalt der Formänderung, nicht von dem Arbeitsbedarf die Rede.

vorzunehmen, und zwar in allereinfachster Weise, indem man die Verschiebungsfestigkeit der bei der jeweiligen Temperatur herrschenden Zerreißfestigkeit verhältnismäßig setzt, bereits ausgesprochen. Diese Umrechnung ist (wenn auch nicht in der Form der Heranziehung der Zerreißfestigkeit als Vergleichsmaßstab) zulässig, da nach obigem bei veränderter Bildsamkeit die Richtung des Kraftlinienflusses sich nicht ändert, sondern nur die Größe der Kräfte. Es ergibt sich hieraus als Richtlinie für die Erforschung des Arbeitsbedarfs die Aufgabe, die Bildsamkeit zu definieren und ihre Festwerte für verschiedene Stoffe, besonders für Eisen, und unter verschiedenen molekularen Zuständen, besonders bei verschiedener Temperatur, festzulegen. Es können alsdann durch einfache Umrechnung der Festwerte alle an Ton- oder Bleikörpern bei Zimmertemperatur festgestellten Ergebnisse über den Kraft- und Arbeitsbedarf, z. B. auf Eisen in Schmiede- oder Walztemperatur bezogen werden. Weiter ergibt sich aus Abb. 4 b, daß auch die Geschwindigkeit der Formänderung ohne Einfluß auf die Formänderung ist. Dies steht zwar im Widerspruch mit der Auffassung, daß beim Pressen das Schmiedestück anders durchgearbeitet werde als unter dem Hammer und daß der Hammer mehr die Oberfläche bearbeite, bei der Presse die Wirkung mehr in die Tiefe dringe; nach obigem muß aber, wenn nur der Verdrängungsweg derselbe ist, die Formänderung und damit auch das Durcharbeiten des Stoffes in beiden Fällen gleich sein, vorausgesetzt, daß in beiden Fällen die gleiche Arbeit vom Bär auf das Schmiedestück übertragen wird. Auch die hin und wieder geäußerte Ansicht, daß beim Schmieden der Stoff besser „steige“ als beim Pressen, läßt sich aus Abb. 4 b nicht bestätigen.

(Fortsetzung folgt.)

Rostsicherheit verzinkter Bleche.

Von Dr.-Ing. Max Schlötter in Berlin.

Die erste Frage, die bei der Verzinkung immer wieder aufgeworfen wird, betrifft die Rostsicherheit der verzinkten Bleche; und es erhebt sich die zweite Frage: Wie soll diese Rostsicherheit geprüft werden?

Die beste Prüfung besteht darin, daß man die verzinkten Waren jenen Verhältnissen aussetzt, für die die Verzinkung in Frage kommt. Eine solche Prüfung aber kann Jahre in Anspruch nehmen, und so lange hat man in der Regel nicht Zeit, also muß man sich eines anderen Prüfungsverfahrens bedienen, das eine schnellere Beurteilung der Güte der Verzinkung zuläßt.

Nach Pettenkofers eingehenden Versuchen¹⁾ betrug die Abnutzung bei Zinkdächern innerhalb

eines Zeitraumes von 27 Jahren 42 g/qm. Demnach wäre zu schließen, daß die noch heute übliche Auflage von 350 bis 800 g bei der Feuerverzinkung unwirtschaftlich wäre, aber die Verhältnisse sind andere bei reinen Zinkblechen als bei verzinkten, wie die Feststellungen von A. P. Argüelles¹⁾ beweisen, der darüber wie folgt berichtet: Die Beobachtung, daß die meisten der in den letzten Jahren verlegten verzinkten Blechdächer nur geringe Haltbarkeit aufwiesen, während viel ältere Bedachungen noch wenig angegriffen waren, veranlaßten zu Untersuchungen auf die Stärke des Zinküberzugs und auf den Nachweis von Verunreinigungen in Zink und Eisen. Es zeigte sich, daß die Zinkauflage bei den neueren Blechen fast durchweg schwächer war

¹⁾ Richter: Galv. Verzinkung des Eisens, Leipzig 1895, S. 3.

¹⁾ Philippine Journal of Science Manila (1916), 11, S. 177 bis 189.

als bei denjenigen, die bis zu 30 Jahren der Einwirkung der Atmosphärien ausgesetzt waren. Dies scheint (nach Arguëlles) die Hauptursache der geringen Widerstandsfähigkeit gegen Korrosion zu sein. Alte Bleche besitzen (nach seinen Angaben) noch eine Verzinkung von 700 bis 1200 g/qm, während neuere Sorten nur 350, höchstens 700 g Zink/qm tragen. Hinsichtlich der Blei- und Eisenbeimengungen im Zink besteht kein nennenswerter Unterschied. Das Verhältnis von Blei zu Zink war bei allen Blechen unter 1%, das von Eisen zu Zink bewegte sich durchschnittlich zwischen 3 und 4%. Den möglicherweise vorhandenen Gehalt an Aluminium hat leider Arguëlles nicht festgestellt, denn für die vorliegende Frage wäre er zur Beurteilung der Güte der Bleche von wesentlichem Belang. Auch die Dichte, Gleichmäßigkeit und Geschmeidigkeit der Zinküberzüge ergab keine anderen Anhaltspunkte über das günstigere Verhalten der alten Bleche. Als Mindestauflage für gute Bleche fordert Arguëlles 700 bis 800 g Zink f. d. qm.

Dieser Befund Arguëlles' beweist neuerdings, was längst bekannt, daß sich reines Zink wesentlich anders verhält als eine Zink-Blei-Eisen-Legierung, als welche wir die Zinkauflage bei der Heißverzinkung ansprechen müssen. Daß dem so ist, hat W. Guertler¹⁾ in folgender Weise bewiesen: Er hat die Oberfläche des verzinkten Eisenbleches gekrümmt und in der Krümmung angeschliffen, wobei sich Uebergänge von reinem Zink bis zum reinen Eisen mikroskopisch feststellen ließen. Dabei ergab sich, daß bei den durch Feuerverzinkung mit Zink überzogenem Eisen die äußerste Zinkoberfläche neben Kristallen des reinen Zinks solche mit 11 bis 7% Eisen enthält. Nach Entfernung dieser Zinkoberfläche kommt eine neue Kristallart zum Vorschein, die als eine zusammenhängende Schicht von erheblicher Stärke zwischen dem Zink und dem Eisen eingelagert ist. Unter dieser Kristallart findet sich ein weiteres Gefügeelement und unter diesem bemerkt man die ständigen Uebergänge der sehr eisenreichen Legierung zum reinen Eisen.

Die Feststellungen Pettenkofers und Arguëlles' lassen sich auch durch die bekannten Tatsachen in Einklang bringen, daß absolut reines Zink in reine Säure getaucht keine oder nur geringe Korrosion zeigt, solange keine Berührung mit Platin, Eisen oder irgendeinem anderen elektronegativen Element stattfindet, während mit Blei, Eisen und anderem verunreinigtes Zink infolge örtlicher Einwirkungen, die sich zwischen den Teilchen der einzelnen Metalle bilden, rasch zerfressen wird.

Das bisher gebräuchliche Prüfungsverfahren war die Kupfersulfatprobe. Sie wird ausgeführt, indem man den verzinkten Eisengegenstand in Kupfersulfatlösung (1:10) je eine Minute lang eintaucht, hierauf mit Wasser abspült und feststellt, nach wieviel Tauchungen sich auf dem Eisen ein

zusammenhängender Kupforniederschlag bildet. Die Zahl derartiger Tauchungen, die ein Gegenstand aushält, wird als ein Zeichen für die Lebensdauer des Ueberzuges angesehen.

Diese schon von Pettenkofer herrührende Probe hat sich bis heute in der Praxis erhalten und sie ist beispielsweise von den deutschen Post- und Eisenbahnverwaltungen vorgeschrieben. Sie ist einfach und an jedem Ort ohne große Vorbereitungen auszuführen, obwohl ihre Mängel offensichtlich sind. Burgess¹⁾ urteilt darüber wie folgt: Wenn die Probe auch zufriedenstellend sein mag, um in groben Zügen die Dicke des Zinküberzuges auf Eisenwaren oder anderen galvanisierten Waren festzustellen, so ist dieselbe weit davon entfernt, in befriedigender Weise die relativen Werte der verschiedenen Zinkqualitäten zu zeigen. Ein Einwand gegen die Kupfersulfatprobe ist der, daß sie keine scharfe Reaktion anzeigt, wenn ein Teil des unterliegenden Eisens bloßgelegt worden ist, und daß sie den Zeitpunkt nicht genau angibt, wenn der ganze Ueberzug fortgefressen ist.

Das Kupfersulfat wirkt nicht nur als eine starke Säure, indem es das Zink löst, sondern das sich zersetzende Zink verursacht durch galvanische Wirkung einen Niederschlag von Kupfer auf jede bloßgelegte Stelle des Eisens und auf das Zink selbst. Das niedergeschlagene Kupfer wiederum bildet mit dem Zink ein sehr energisches galvanisches Element, wie ein solches unter praktischen Bedingungen wohl kaum erzeugt wird, und das eine anormal schnelle Zersetzung des Zinks verursacht.

Die Untersuchungen auf die Brauchbarkeit und Haltbarkeit des Zinküberzuges müssen sich deshalb, will man ein wahres Bild über den Wert der verschiedenen Zinküberzüge erhalten, auf die Art und Zeit der Korrosion erstrecken, denn unleugbar steht fest, daß bei Anwendung von reinem Zink 42 g/qm während 27 Jahren nur durch Korrosion verlorengingen, während bei Anwendung von heißverzinkten Blechen 700 bis 800 g Zink je qm für notwendig gehalten werden. Daraus ergibt sich ohne weiteres ein Vergleich bezüglich der Art der Korrosion zwischen reinem Zink und dem durch Heißverzinkung erhaltenen Zinküberzug. Wollte man die Art und die Zeit der Korrosion unter natürlichen Verhältnissen bestimmen, d. h. durch Einwirkung der Atmosphärien, so könnten Jahrzehnte vergehen, bis brauchbare Versuchsdaten vorliegen. Deshalb hat Burgess, dem wir die im nachstehenden aufgeführten Daten verdanken²⁾, eine Lösung von 3,2 prozentiger Schwefelsäure, die bei Zimmertemperatur zur Verwendung gelangte, genommen. Um die korrodierende Einwirkung so schnell zu erreichen, daß Messungen in annehmbarer Zeit, eine Stunde nicht überschreitend, auszuführen waren, war maßgebend, diese

¹⁾ Electrochemical and Metallurgical Industry 1905, Jan., S. 17.

²⁾ a. a. O.

¹⁾ Internat. Zeitschr. für Metallographie I, 355.

Stärke der Lösung zu nehmen. Es ist wahrscheinlich, daß man den praktischen Verhältnissen um so näher kommt, je mehr die Lösung verdünnt wird. Aber wo Zeitersparnis erforderlich ist, muß diese Säurekonzentration angewendet werden. Für besondere praktische Fälle, wo noch größere Schnelligkeit verlangt wird, mag es angebracht sein, noch stärkere Lösungen zu verwenden.

Das Verhältnis, in welchem Zink sich vom Eisengegenstand lösen wird, hängt bis zu einem gewissen Grade von der Größe der Eisenoberfläche ab, die gleichzeitig mit dem Zink der Säure ausgesetzt ist. Wenn das Eisen vollständig mit Zink bedeckt ist, also kein Teil desselben mit der Lösung in Kontakt kommt, so wird das Zink sich selbst langsam lösen, wie die Tatsache beweist, daß ein massiver Zinkstab, der nicht im elektrischen Kontakt mit irgendeinem Metall ist, sich nur sehr langsam löst, wenn er in Schwefelsäure getaucht wird. Es wäre auch ungenau, ein Eisenblech, das elektrolytisch auf seiner Oberfläche und seinen Kanten verzinkt wurde, mit einem Muster zu vergleichen, das von einem feuerverzinkten Blech abgeschnitten wurde. In letzterem Falle ist das Eisen an seinen Kanten freigelegt, während im ersteren dies nicht zutrifft, und die Korrosionsprobe mit solch einem Muster würde fälschlicherweise einen Vorteil des elektrogalvanisierten Ueberzuges zeigen. Burgess hat auch eine Reihe von Versuchen an elektrisch- und heißverzinkten Blechen ausgeführt, um deren Widerstand gegen Korrosion festzustellen. Das Ergebnis dieser unparteiischen Versuche sei hier mitgeteilt. Zunächst sei erwähnt, wie die Versuche ausgeführt wurden. In den meisten Fällen wurde dünnes verzinktes Eisenblech von 130 qcm Oberfläche verwendet. Jedes Muster wurde vor der Probe mit Wiener Kalk gescheuert, um allen Schmutz und alles Fett wegzunehmen, was unter Umständen auf die Einwirkung der korrodierenden Lösung hätte Einfluß haben können. Das Muster wurde sorgfältig gewogen, dann in die 3,2prozentige schwefelsaure Lösung eingetaucht und darin während gewisser festgesetzter Zeiträume belassen, worauf es dann herausgenommen, gespült, gebürstet, in Alkohol getaucht, getrocknet und wieder gewogen wurde. Der Gewichtsverlust, der auf diese Weise festgestellt wurde, zeigt die Schnelligkeit der Korrosion an. Die Eintauchungen wurden wiederholt, bis alles Zink entfernt war, oder soweit beseitigt, um seine relative Widerstandsfähigkeit gegen die Korrosion feststellen zu können. Der Augenblick, in dem alles Zink entfernt ist, kann sehr genau an dem Aufhören des schnellen Aufsteigens des Wasserstoffes festgestellt werden, ebenso an dem sehr geringen Gewichtsverlust, der eintritt, nachdem alles Zink gelöst ist. Das Verhältnis, in welchem das Eisen selbst in der Säure sich löst, ist sehr klein gegenüber jenem, indem sich das Zink in Berührung mit Eisen löst, und das Eisen kann für eine beträchtliche Zeit in der Lösung

gelassen werden, nachdem alles Zink entfernt ist, ohne merkbar an Gewicht zu verlieren. Durch das Gewicht des Musters vor und nach der Entfernung des Zinks kann leicht die Zinkmenge bestimmt werden, die zu Anfang darauf war. Dies kann mit ziemlicher Sicherheit, frei von Irrtümern, geschehen, um so mehr, als wenig oder gar kein Eisen sich löst, solange Zink vorhanden ist, und der Prozeß kann angehalten werden, sobald das Zink vollkommen entfernt ist. Die Zeitdauer, während welcher ein gegebenes Gewicht an Zink vorhält, dient dazu, um annähernd die Dauer des Zinks gegen Korrosion anzugeben.

Um die relativen Werte verschiedener Zinküberzüge in bezug auf ihre Widerstandskraft gegen korrodierende Einflüsse zu zeigen, wurden 20 Muster behandelt und die Versuche in der beschriebenen Weise vorgenommen. Das Eintauchen wurde erst in Zeitabständen von 5 Minuten vorgenommen, so lange, bis die Gesamtzeit des Eintauchens eine Stunde erreicht hatte. In der zweiten Stunde wurden 10-Minuten-Perioden, in der dritten Stunde 20-Minuten-Perioden und noch später 30-Minuten-Perioden angewandt. Der Verlust an Zink nach jedem Eintauchen wurde bis auf Bruchteile eines Milligramms festgestellt. Mit diesen Messungen konnte die Korrosionsrate des Zinks zu verschiedenen Zeiten ermittelt werden, und die erhaltenen Ergebnisse sind in den untenstehenden Schaubildern (Abb. 1 bis 3) aufgezeichnet, wobei die Zeit in Minuten auf der horizontalen Achse und die Korrosionsrate in mg/Quadratzoll Oberfläche in der Minute auf der vertikalen Achse aufgetragen sind. Vier Versuche wurden mit heißverzinkten und sechzehn Versuche mit verschieden dicken elektrolytisch verzinkten Blechen ausgeführt, und zwar mit Niederschlägen, die aus neutralen und schwach-sauren Lösungen erhalten worden waren. Der Elektrolyt bestand aus einer Lösung von Zinkvitriol, der von Zeit zu Zeit geringe Mengen von Schwefelsäure zugesetzt wurden, um der Bildung basischer Salze vorzubeugen.

Die feuerverzinkten Bleche hatten eine Zinkauflage von 270 bis 300 g/qm, während die Auflage bei den elektrolytisch verzinkten Blechen zwischen 85 und 365 g/qm schwankte. Durch Vergleich der Versuche 5 und 6 mit 7 und 8, 9 und 10 mit 11 und 12 usw. kann man auch die Wirkung in bezug auf die Dauerhaftigkeit des Zinks sehen, die sich ergibt, wenn freie Säure im Elektrolyten vorhanden ist.

Sämtliche Proben wurden doppelt ausgeführt, d. h. es wurden stets zwei Muster so genau wie möglich von jeder Platte geschnitten. Wo die Gewichte des Zinks auf zwei Mustern in gleicher Weise verzinkten Eisens gleich sind, ergeben sich auch gleiche Korrosionsdiagramme. In einigen Fällen, in denen die Muster vom gleichen Blech geschnitten wurden, gab es beträchtliche Unterschiede hinsichtlich der Zinkauflage, was auf die

ungleiche Stromverteilung auf den Kathoden hinweist¹⁾. Die Muster heißverzinkten Eisens, die mit 1, 2, 3 und 4 bezeichnet sind, zeigten verschiedenes Aussehen. Das eine Blech hatte viele größere Kristalle und Flimmer auf der Oberfläche als die anderen. Man sieht aus den Schaubildern dieser Muster, daß die Korrosion sofort beim Eintauchen beginnt und rasch steigt bis zu einem verhältnismäßig hohen Wert, um dann zu sinken, je mehr das Eisen bloßgelegt wird. Diese Proben zusammen mit vielen anderen, die hier nicht aufgeführt sind, zeigen, daß das beim Heißverzinken er-

Bleche. Diejenigen von 5, 6, 7 und 8 ähneln so ziemlich denen der Heißverzinkung, wenn sie auch eine etwas geringere Dauerhaftigkeit beweisen und zeigen, daß 85 bis 97 g/qm elektrolytischen Ueberzug nicht genügend sind, um dem feuerverzinkten Ueberzug vollkommen gleichwertig zu sein. Die folgenden Kurven zeigen aber in treffender Weise den Vorzug einer höheren Zinkauflage. Ein Ueberzug über 150 g Zink/qm beweist in den Kurven 9, 10 und 11, daß er dauerhafter ist als der heiß hergestellte, selbst mit bedeutend weniger Zink. Die Kurven 13, 14, 15 und 16 zeigen, daß bei Auflagen von 233 bis 305 g der Ueberzug sehr langsam während der ersten zwei Stunden korrodiert und erst dann steigt. Trotzdem erreicht die Korrosion in keinem Fall den gleichen Schnelligkeitsgrad wie bei den feuerverzinkten Mustern. Zinkauflagen von 312 bis 367 g, wie sie in den Bildern 17, 18, 19 und 20 in Betracht kommen, zeigen eine unmerkliche Korrosion während vier bis fünf Stunden, und ihre schützende Wirkung ist bei weitem die beste aller untersuchten Proben. Bei der Betrachtung der Ergebnisse muß erwogen werden, daß die Nützlichkeit des Zinküberzuges nicht nach der Länge der Zeit zu bemessen ist, die erforderlich ist, um das Zink gänzlich zu lösen, sondern nach der Zeitdauer, während welcher die Kurve zu ihrem Maximum ansteigt.

Es gibt zwei Erklärungen für die Tatsache, daß die Korrosionskurve zu einem Maximum ansteigt, anstatt auf einem gleichförmigen Grad zu bleiben. Nimmt man an, daß die Korrosion durch kleine galvanische Elemente erfolgt, die zwischen Zink und Unreinheiten, die in demselben eingebettet sind, oder zwischen dem Zink und den bloßgelegten Teilen des Eisens vorkommen, so müssen während der Metalllösungsprozeß weitergeht, eine wachsende Zahl von Verunreinigungen an die Oberfläche kommen und sich somit mehr galvanische Elemente bilden, die eine erhöhte Korrosion hervorrufen. Eine andere Erklärung ist die, daß die Korrosion eine Aufrauhung der Oberfläche erzeugt und dadurch eine vergrößerte Oberfläche entsteht, die mit der Säure in Kontakt kommt. Diese Erhöhung kann natürlich nicht unbegrenzt weitergehen, da ja, nachdem ein gewisser Betrag an Zink gelöst ist, dessen Oberfläche sich verringert, und gerade nachdem dieser Punkt erreicht ist, wird das Eisen rasch bloßgelegt. Eine Gesamtübersicht der Ergebnisse aller Versuche ist in den Zahlentafeln 1 und 2 gegeben. Zahlentafel 1 zeigt die Vorbereitungsverfahren und Angaben über die Probemuster. In Zahlentafel 2 kann man aus Spalte 2 ersehen, daß es eines 1 1/2 stündigen Niederschlages bei der angegebenen Stromdichte bedurfte, um einen Ueberzug zu erzeugen, der dieselbe Stärke wie das heißverzinkte Eisen besitzt. Es muß jedoch bemerkt werden, daß man unter geeigneten Bedingungen die Stromdichte um das Fünf- bis Sechsfache steigern kann unter entsprechender Abkürzung der Verzinkungsdauer, wobei Nieder-

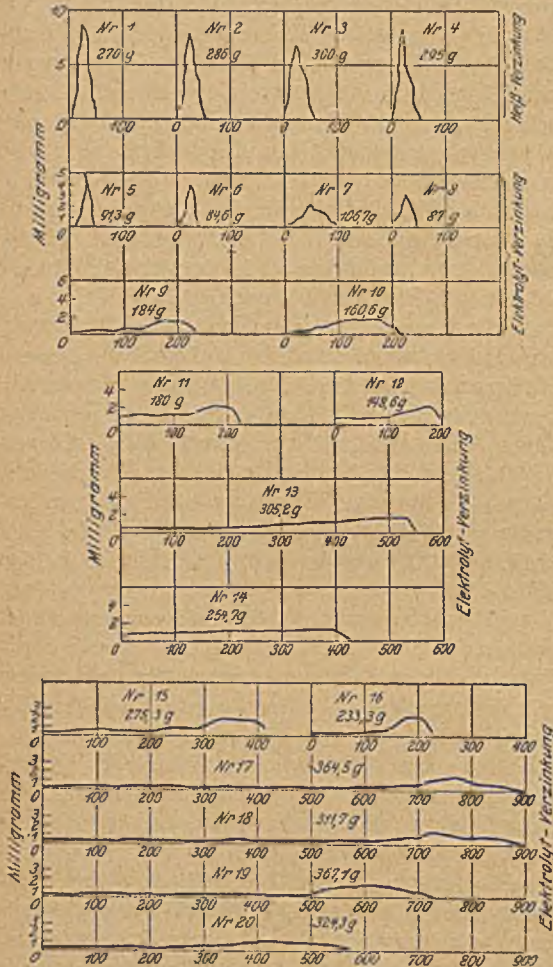


Abbildung 1 bis 3. Versuchsergebnisse.

haltene Zink in allen Fällen in weniger als einer Stunde vollständig entfernt war. Die verschiedenen Muster waren alle ziemlich gleich an Zinkauflagen und die Korrosionsraten sind auch ziemlich gleichförmig. Die Schaubilder sind maßgebend für das verzinkte Eisenblech, wie man es gewöhnlich auf dem Markt findet. Die Kurven für die Korrosion 5 bis 20 beziehen sich auf elektrolytisch verzinkte

¹⁾ Diese Angabe von Burgess ist nicht ganz richtig, denn es können auch Konzentrationsstörungen des Elektrolyten oder basische Zinksalze auf den Anoden die ungleiche Stromverteilung verursachen.

Zahlentafel 1. Versuchsbedingungen.

Nr.	Gewicht an g Zink/qm	Am-pere/qm	Zeitdauer in Minuten	Reaktion
1	268,8	—	—	—
2	275,2	—	—	—
3	300,3	—	—	—
4	294,5	—	—	—
5	91,1	155	30	Neutral
6	84,6	155	30	"
7	106,4	155	30	Sauer
8	87,0	155	30	"
9	183,8	155	60	Neutral
10	158,0	155	60	"
11	180,0	155	60	Sauer
12	148,4	155	60	"
13	305,1	155	90	Neutral
14	254,7	155	90	"
15	275,3	155	90	Sauer
16	233,3	155	90	"
17	364,5	155	120	Neutral
18	311,8	155	120	"
19	367,1	155	120	Sauer
20	324,3	155	120	"

kung zu erzielen ist, die gleichwertig der dreifachen Menge an Zink ist, das auf heißem Weg aufgebracht wurde. Nach Spalte 5 kann man sich die beste Vorstellung über die relative Dauerhaftigkeit verschiedener Zinküberzüge machen, ausgedrückt in Zeit je g/qm. Diese Werte wurden erhalten durch Division der Zeit, die nötig war, um den Ueberzug zu entfernen, in den Betrag an Zink auf die Einheitsoberfläche.

Eine Erklärung für die auffallend günstigen Ergebnisse des elektrolytischen Zinks gegen das heiß aufgetragene Zink liegt darin, daß der heiße Ueberzug eine gewisse Menge Verunreinigungen wie Eisen, Blei und andere Materialien enthält, und deshalb eine wirkliche Legierung darstellt. Eine solche Legierung wird aber sehr leicht zersetzt infolge lokaler Ströme, die sich zwischen den Partikelchen der verschiedenen Metalle bilden. Hieraus entsteht dann eine schnellere Korrosion als es sonst der Fall mit nur einem Metall sein würde, das in die korrodierende Lösung getaucht wird, wie es sich ja tatsächlich bei dem reineren elektrolytischen Zink zeigt.

Zahlentafel 2. Ergebnisse.

Nr. der Probe	Gewicht an Zink in g auf den Mustern	Gewicht in g/qm	Zeit in min, die notwendig, um d. Zink vollkommen zu lösen	Schütz. Wirkg. d. Zinks ausg. in min je g/qm	Zinkgewicht bei 100 % Stromausb. n. A., das Strorad. genau 155 A/qm	Versuchsergebnis an gleichen Mustern in Kupfervorbereitung ¹⁾
1	3,4846	270	50	7,75	—	12
2	3,6950	286	60	9,25	—	12
3	3,8865	300,3	55	7,63	—	12
4	3,8054	295	50	7,1	—	12
5	1,1786	91,3	35	16,1	13,24	5
6	1,0931	84,6	30	14,5	13,24	5
7	1,3776	106,7	90	35	13,24	—
8	1,1251	87	45	21,5	13,24	—
9	2,3759	184	240	54,3	26,5	8
10	2,0747	160,6	200	52,1	26,5	7
11	2,3214	180	240	54,9	26,5	—
12	1,9204	148,6	185	52,1	26,5	—
13	9,9438	305,2	570	78	39,7	9
14	3,2900	254,7	450	73,6	39,7	8
15	3,5624	275,3	432	65,0	39,7	—
16	3,0139	233,3	220	39,23	39,7	—
17	4,7091	364,5	870	99,4	52,1	12
18	4,0275	311,7	890	118,8	52,1	11
19	4,7424	367,1	740	83,9	52,1	—
20	4,19	324,3	570	73,1	52,1	—

schläge von mindestens der gleichen Güte zu erhalten sind wie bei der niederen Stromdichte. In jedem Falle ist beachtenswert, daß laut Spalte 4 der elektrolytische Ueberzug eine Eintauchung von 500 Minuten aushält, während die Tauchperiode für heiß erzeugte Niederschläge nur zwischen 50 und 60 Minuten liegt. Mit 85 bis 97 g/qm elektrolytisch niedergeschlagen, betrug die Korrosionszeit 30 bis 90 Minuten, was beweist, daß selbst mit dieser Zinkauflage eine gute schützende Wir-

Wenn elektrolytisches Zink, auf Eisen niedergeschlagen, dasselbe so vollständig deckt, daß nicht der kleinste Teil des unterliegenden Metalls mit der Lösung in Berührung kommt, so wirkt das verzinkte Eisen wie ein reines Stück Zink. Wenn es hingegen porös ist, so bilden sich überall da Elemente, wo die Säure in die Poren dringt, was natürlich eine sehr rasche Zerstörung des Zinks zur Folge hat. Wahrscheinlich ist dies der Fall, wenn der Zinküberzug eine ungenügende Dicke hat. Durch Erhöhung der Stärke der Auflage werden allmählich die Poren überbrückt, bis schließlich der korrodierende Einfluß nicht mehr bis zum Eisen durchdringen kann, wobei die Korrosionsrate des Zinks wesentlich verringert wird.

Man ersieht aus den Kurven 17 und 18, daß die Korrosion der Schwefelsäurelösung auf Zink, das in einer Stärke von 325 g/qm niedergeschlagen war, weniger als ein Gramm in 6 st betrug. Sobald aber die Zinkauflage entfernt worden war, wurde das Eisen derart bloßgelegt, daß eine rasche Korrosion eintrat, und die Zersetzung stieg noch rascher während der folgenden Zeit.

Beim Vergleich der Spalten 2 und 6 in Zahlentafel 2 kann man sehen, daß in manchen Fällen die niedergeschlagene Zinkauflage ziemlich genau der theoretischen entsprach. In anderen Fällen betrug diese Auflage etwas weniger. Diese kleinen Aenderungen ergeben sich aus geringfügigen Irrtümern beim Messen des Stromes und in größerem Maße aus ungleichen Stromdichten auf verschiedenen Teilen des Bleches, welches den Niederschlag erhalten hatte. Muster 4 und 20 wurden von Kathoden 10 × 10 Zoll geschnitten, die galvanisiert wurden, indem sie mit einem hölzernen Rahmen umgeben wurden, um zu starken Strom nach den Kanten des Blechs zu verhindern. Es wurde also auf diese Weise ver-

¹⁾ Anzahl der Tauchungen von je 1 min Dauer.

sucht, die Stromdichte so gleichmäßig wie möglich zu halten.

Bei den Versuchen 1 bis 10 waren die ungerade nummerierten Muster aus der Nähe der Ecken, die gerade nummerierten aus der Mitte des Bleches genommen; man sieht, daß die Muster von den Ecken eine größere Zinkauflage zeigen als die aus der Mitte. Durch Vergleich der Werte kann man sich ein Bild über die Stromverteilung machen.

Dies gilt natürlich nur bei Blechen von gleicher Stärke. Mit wechselnder Stärke ändert sich auch die Stromverteilung. Es kann vorkommen, daß bei dünnen Blechen nur an den den Stromzuführungsstellen benachbarten Stellen eine wirklich rost-schützende Zinkauflage vorhanden ist, während an entfernteren der Niederschlag nur hauchdünn ist. Doch hat dies mit dem elektrolytischen Verzinkungsverfahren selbst nichts zu tun. Es beweist nur, daß die bisherigen Ausübungsverfahren vollkommen ungeeignet sind, eine wirklich gleichmäßige und rost-sichere Verzinkung zu erzielen. Diesem Uebelstande habe ich durch geeignete Vorrichtungen abgeholfen, darüber kann aber erst zu einem späteren Zeitpunkte berichtet werden. Vielleicht werde ich in einem besonderen Aufsatz über die Unterschiede der Auflage an ein und demselben Blech berichten können. Heute läßt sich schon sagen, daß die Zinkverteilung auf dem Bleche abhängig ist von der Anordnung der Stromzuführung, der Dicke des zu verzinkenden Bleches, dem Widerstand der Lösung und der angewandten Stromdichte und Badspannung. Aber alles das sind Dinge, die die Einrichtung des Verzinkungsapparates betreffen und mit der Verzinkung selbst nichts zu tun haben.

Um schließlich noch auf die Prüfungsverfahren mit Kupfersulfat zu kommen, seien noch folgende Versuche angeführt. Es wurden Muster ähnlich wie 1 bis 4 und 5 bis 12 während einer Minute in eine gesättigte Kupfersulfatlösung getaucht. Nach jedem Tauchen wurden die Platten gründlich gekratzt, getrocknet und gewogen, um den Verlust an Zink festzustellen. Die Aufzeichnung dieser Werte gibt Kurven, die gänzlich verschieden sind von denen, die man mit verdünnter Säurelösung erhalten hatte, was beweist, daß der Charakter der Korrosion materiell von jener verschieden ist. In der letzten Spalte der Zahlentafel 2 ist die Anzahl der Tauchungen angegeben, der jedes Muster dieser Probe ausgesetzt war. Man kann sagen, daß bei allen Mustern die Dauerhaftigkeit des Zinküberzuges gegen Kupfersulfat annähernd proportional dem Betrag an aufgebrachtem Zink ist.

Diese Proben zeigen nur einen kleinen Unterschied zwischen den verschiedenen Arten von Zinküberzügen bei gleicher Stärke.

Es wurde ferner festgestellt, daß es bei der Kupfersulfatprobe wenig oder nichts ausmacht, ob das Zink in Kontakt mit Eisen ist oder nicht; d. h. ein Stück massiven Zinkblechs korrodiert an seiner Oberfläche ebenso schnell, als wenn es in Berührung mit Eisen wäre. Es ist deshalb anzunehmen, daß die Schwefelsäureprobe die ist, die sich am meisten den Bedingungen und Verhältnissen der Praxis nähert, denn die gewöhnlichen korrodierenden Einflüsse, denen verzinkte Gegenstände ausgesetzt sind, sind derart, daß Zink in Berührung mit Eisen schneller korrodiert als Zinkbleche. In der Tat hat die Praxis gezeigt, daß massives Zinkblech sozusagen unbegrenzt dauert, während Zink in Berührung mit Eisen eine begrenzte Lebensdauer aufweist. Der einzige nützliche Zweck, den die Kupfersulfatprobe hat, ist der, daß man durch sie den ungefähren Betrag an Zink, den ein verzinkter Gegenstand aufweist, rasch ermitteln kann, da die Zahl der Eintauchungen proportional der Stärke des Niederschlags ist.

Die vorstehenden Ausführungen beweisen, daß die elektrolytische Verzinkung nicht nur sehr gut den Vergleich mit der Feuerverzinkung aushalten kann, sondern daß sie dieser überlegen ist. Wenn sie trotzdem sich nicht den Eingang in die Technik verschafft hat, den sie vermöge ihrer Güte zu beanspruchen berechtigt ist, so müssen die Gründe auf anderem Gebiete liegen. Und tatsächlich sind solche Gründe vorhanden.

Bisher hat die galvanische Plattierung immer den Charakter eines handwerksmäßigen Betriebes gehabt, man konnte sie nie als Fabriksbetrieb ansehen. Das lag aber an den mangelhaften Verfahren; die Reinigung, das Einhängen in die Bäder, das Trocknen usw. waren alles Handarbeit und infolge der Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit der Arbeiter konnte mit einer unbedingten Sicherheit auf ein gleichmäßiges Erzeugnis nie gerechnet werden. Dies wird anders in dem Augenblick, indem die Arbeit der Hand des Menschen entwunden und der Maschine anvertraut wird. Dieser Augenblick ist bereits gekommen.

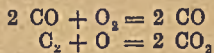
Ich beabsichtige, zu gegebener Zeit in einem besonderen Aufsatz die Haftfähigkeit des Zinküberzuges auf dem Grundmetall, die Zähigkeit und Biagsamkeit des Ueberzuges, den Zusammenhang, die Dichte und Gleichmäßigkeit in der Stärke sowie den Widerstand des Zinks gegen Abschürfen zu behandeln.

Zuschriften an die Schriftleitung.

(Für die in dieser Abteilung erscheinenden Veröffentlichungen übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung.)

Ueber Verbrennungsvorgänge in hüttentechnischen Feuerungen.

Die in dem vorstehenden Aufsatz¹⁾ gemachten Ausführungen fordern in manchem Punkte zum Widerspruche auf. Zunächst wird nicht scharf geschieden zwischen der Wechselwirkung zwischen CO_2 und C : $\text{C} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO}$ und der Dissoziation $2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2$ durcheinander. Das Beispiel nach Beckert, das die Versuche von Naumann und Ernst über die Einwirkung der Luft auf Koks bei verschiedenen Temperaturen²⁾ zur Klarstellung der Vorgänge



darstellt, ist dazu angetan, die vorliegende Unklarheit zu erhöhen.

Die niedrigen Temperaturen und der hohe CO -Gehalt dabei (34,2 %) bei 1000 ° scheinen den Verfasser zu seiner grundlegenden Annahme zu verleiten, daß die Dissoziation der Kohlensäure, die nach Versuchen von H. Saint Claire-Deville bei 1000 bis 1200 ° beginnt, bereits bei 1300 bis 1400 ° beendet ist. In den angegebenen Quellen³⁾ heißt es aber ausdrücklich, „Kohlensäure beginnt nach Versuchen von St. Claire-Deville schon bei Temperaturen von 1000 bis 1200 ° in Kohlenoxyd und freien Sauerstoff zu zerfallen, wenn auch anfänglich nur in geringem Grade, und hört bei 2600 bis 2700 ° überhaupt auf, zu bestehen. Diese Temperatur ist mithin die höchste, welche durch Verbrennung von Kohle oder Kohlenoxydgas zu Kohlensäure unter gewöhnlichem Druck sich überhaupt erzielen läßt.“

Demgegenüber steht die Annahme, daß die Dissoziation bei 1300 bis 1400 ° beendet sei, als sachlich durch nichts begründete persönliche Meinungsäußerung auf mehr als schwachen Füßen und kann nicht ernsthaft als Grundlage einer Theorie angesehen werden.

Im übrigen sind die Untersuchungen über die Dissoziation der Kohlensäure seit Deville (1864) inzwischen eingehender nachgeprüft (Nernst). Die Ergebnisse sind z. B. von Schüle⁴⁾ in einer Kurve übersichtlich zusammengestellt; danach ist die Dissoziation bis $T = 1500^\circ$ ($t = 1227^\circ$) noch ganz unmerklich, bei Flammofentemperaturen von $T = 1673^\circ$ ($t = 1400^\circ$) ist sie 0,22 %, spielt also keine Rolle, und bei der praktisch erreichbaren Temperatur im Martinofen $T = 2073^\circ$ ($t = 1800^\circ$) ist sie etwa 2,5 %, also ganz unbedeutend. Geht man noch höher bis auf die mit den vorhandenen

Mitteln im Martinofen theoretisch erreichbaren Anfangstemperaturen von 2700 bis 2800 ° abs., so ist der Dissoziationsgrad etwa 35 %, also schon bedeutend. Praktisch kommt der Fall nicht in Frage, da ja im Augenblick der Verbrennung durch Einstrahlung bereits so viel Wärme abfließt, daß die praktisch erreichte Temperatur nur 70 bis 75 % beträgt, also in den Bereich kommt, wo die Reaktion $2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2$ den normalen Verlauf nimmt.

Aus den übrigen Ausführungen seien nur einige augenfällige Unklarheiten herausgeholt.

Da nach der Theorie des Verfassers das Kohlenoxyd als Wärmequelle im Herdraum selbst ausfällt und gleich dem Stickstoff nur Ballast ist, sollen nur die Bestandteile an Wasserstoff und schweren Kohlenwasserstoffen die Temperatur im Herdraum hervorrufen. Es wäre wünschenswert, wenn der Verfasser dies rechnerisch belegen wollte. In dem Ausdruck:

$$\frac{\text{Heizwert} + (\text{Gas} + \text{Luftwärme})}{\text{spez. Wärme} \cdot \text{Abgasmenge}}$$

ergibt sich für die Verhältnisse der Praxis gute Gleichheit, wenn man für Strahlung und Einstrahlung $\eta = 0,8$ bis $0,7$, also die praktisch erreichbare Temperatur $= \eta \cdot t$ theoretisch setzt. Der Verfasser entzieht uns nun den größten Teil des Heizwertes (aus CO), es wäre also die trotzdem bleibende Temperatur von etwa 1800 ° zu begründen. Eine ungleichmäßige Behandlungsweise fällt bei der Betonung der Wichtigkeit des Wasserstoffes für die Erzielung der Temperatur auf.

Ledebur sagt: „Wasserdampf beginnt bei etwa 1000 ° zu zerfallen und hört bei 2500 ° auf zu bestehen,“ also eine fast vollständige Parallele zu der Angabe Ledeburs über die Dissoziation von CO_2 . Der Verfasser übergeht die Dissoziation des Wasserdampfes, die doch in ähnlicher Weise wie die der Kohlensäure bei dem Verbrennungsvorgang störend in die Erscheinung treten müßte.

Auch die dynamischen Betrachtungen rufen Widerspruch hervor. Wenn man den Wind für den Kuppelofen auf 273 ° erwärmt, also das Volumen verdoppelt, so steigt bei gleichbleibendem Düsenquerschnitt der Düsenwiderstand auf das Doppelte, nicht das Vierfache, da er verhältnismäßig dem Quadrate der Geschwindigkeiten $= 4 v_0^2$ und dem spezifischen Gewicht $\frac{\gamma_0}{2}$, also gleich $\frac{2 \gamma_0 \cdot \gamma_0}{2g}$ ist.

Der Ofenwiderstand bleibt jedoch der gleiche, so-

¹⁾ St. u. E. 1918, 24. Okt., S. 977/82.

²⁾ Zeitschrift für angew. Chemie 1893, 1. Sept., S. 525.

³⁾ A. Ledebur: Gasfeuerungen, Leipzig, A. Felix, 1891, S. 14; Toldt schöpft aus dieser Quelle.

⁴⁾ Techn. Thermodynamik, Berlin, Jul. Springer, 1914, 2. Aufl., II. Teil, S. 184.

¹⁾ A. Ledebur: Gasfeuerungen, Leipzig, A. Felix, 1891, S. 15.

²⁾ A. Ledebur: Gasfeuerungen, Leipzig, A. Felix, 1891, S. 14.

fern sich nicht infolge höherer Gastemperaturen die Volumina entsprechend ändern. Ist

$$\begin{aligned} p_1 &= \text{Leitungswiderstand,} \\ p_2 &= \text{Winderhitzerwiderstand,} \\ p_3 &= \text{Düsenwiderstand,} \\ p_4 &= \text{Ofenwiderstand,} \end{aligned}$$

so ist der erforderliche Winddruck am Gebläsestutzen bei kaltem Wind]

$$p' = p_1 + p_3 + p_4.$$

bei heißem Wind

$$p'' = p_1 + p_2 + p_3(1 + \alpha t) + p_4$$

und nicht wie der Verfasser angibt

$$p'' = p'(1 + \alpha t)^2.$$

Solange Wind in den Ofen geblasen wird, herrscht stets ein Druckunterschied zwischen Windmantel und Ofeninnerem gleich dem Druck, der erforderlich ist, um der jeweiligen Windmenge und den Querschnittsverhältnissen entsprechend die Uebergangswiderstände, Reibungsverluste und Geschwindigkeits-erhöhung aufzubringen. Bläst man aus zwei übereinanderliegenden Düsenreihen zugleich in den Ofen, so geht selbstverständlich, entgegen der Ansicht des Verfassers, auch durch die unteren Düsen infolge des vorhandenen Druckgefälles Wind in den Ofen. Die Menge ist infolge der größeren Widerstandshöhe der Beschickung über der unteren Düsen-ebene etwas geringer.

Zu der Zusammenfassung ist zu bemerken, daß, abgesehen von den grundlegenden Unrichtigkeiten, man Angaben über die praktische Anwendbarkeit der vom Verfasser aufgestellten Lehren vermißt. Nur dann sind sie heute, wo man lieber als je solchen Anregungen nachgeht, von Wert.

Troisdorf,
November 1918.

Hugo Bansen.

* * *

Kürzlich hat Escher einen Aufsatz über Verbrennungsvorgänge in hütten technischen Feuerungen veröffentlicht¹⁾, der mich zu der folgenden Darlegung veranlaßt:

Escher spricht von der Dissoziation der Kohlen-säure und nimmt an, daß sie oberhalb der Temperatur von 1300 bis 1400° überhaupt nicht bestehen könne. Wir hätten deshalb in einem Martinofen nicht CO₂, sondern ein Gemisch von CO und O, das erst in der Kammer zur Bildung von CO₂ führt.

Diese Anschauung ist irrig. Es wäre sonst um unsere Martinöfen und andere Öfen schlimm bestellt. Wie sollte denn die nötige Verbrennungs-temperatur entstehen, wenn man auf die Verbrennung des CO verzichten müßte? Auch die an Kohlen-wasserstoffen reichsten Generatorgase würden da versagen.

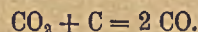
Abgesehen davon würde Wasserdampf, der bekanntlich mehr zur Dissoziation neigt als CO₂, auch betroffen werden. Es würde in der hohen Ofentemperatur nicht Wasserdampf gebildet werden, sondern ein Gemisch von H und Luft.

Dann könnten folgerichtig auch Kohlenwasser-stoffe nicht zu CO₂ und Wasserdampf verbrennen. Sie würden im Ofen ein Gemisch von CO, H, Luft und Ruß bilden. Selbst reines Methan oder ein anderer Kohlenwasserstoff könnte dann die nötige Verbrennungstemperatur nicht im entferntesten auf-bringen.

Auch die Annahme, daß die Verbrennung erst in den Kammern stattfände, ist irrig. Sobald sie hier einsetzte, würde die Temperatur erhöht, und dadurch verhindert werden, daß weitere Teile CO und H sich mit O vereinigen. Sie könnten, wenn die Ansicht richtig wäre, erst vielleicht in der Esse und größtenteils überhaupt nicht verbrennen.

Der Fehler, den Escher begeht, liegt darin, daß er für die Dissoziation eine viel zu niedrige Tem-peraturgrenze annimmt, wahrscheinlich im Zu-sammenhange damit, daß in manchen Büchern der Begriff Dissoziation nicht scharf genug begrenzt ist. Abgesehen davon schätzt er die Temperatur im Martinofen mit 1300 bis 1400° zu gering ein. Der Unterzeichnete hält es für zweckmäßig, hier etwas ausführlicher zu werden, zumal da er weiß, daß vielfach Unklarheit besteht.

Es soll zunächst nur von CO₂ die Rede sein: Es dissoziiert in hoher Temperatur im Sinne der Gleichung CO₂ = CO + O. Soll dieses experimentell gezeigt werden, so dürfen Gefäßwände und Inhalt in keiner Weise auf CO₂ einwirken. Geschieht das letztere z. B. dadurch, daß man C einführt, so hat man nicht mehr Dissoziation, sondern die Zerlegung von CO₂ durch C im Sinne der Gleichung



Würde man ein eisernes Gefäß benutzen oder Schmiedeisenspäne einführen, wie es Escher für Gasentnahmeröhre vorschlägt, so würde CO₂ eben-falls, und zwar sehr schnell zerlegt werden



Diese Zerlegung des CO₂ durch C, Fe und andere Körper findet schon bei verhältnismäßig niedriger Temperatur statt. Für die im Hochofen herrschenden Umstände gilt, daß CO₂ in Temperaturen oberhalb 1200° in nennenswerter Menge nicht mehr bestehen kann. Dies hat wahrscheinlich Escher irreführt.

Eine Dissoziation des CO₂ findet in unseren hüttenmännischen Feuerungen, praktisch ge-nommen, überhaupt nicht statt. Dasselbe gilt, um hier gleich vorzugreifen, auch für den Wasserdampf.

Es sei hier eine Stelle aus Schnabels Allgemeiner Hüttenkunde¹⁾ wiedergegeben:

„Von den verschiedenen sich teilweise wider-sprechenden Angaben über die Dissoziationstem-peraturen sei angeführt, daß nach Deville Wasser-dampf bei 2500° vollständig in Wasserstoff und Sauerstoff zerfällt, während nach den neueren Ver-suchen von Mallard und Le Chatelier bei der Ver-

¹⁾ C. Schnabel: Allgemeine Hüttenkunde, II. Aufl., Berlin, Jul. Springer, 1903, S. 90.

¹⁾ St. u. E. 1918, 24. Okt., S. 977/82.

Verbrennungstemperatur des Wasserstoffknallgases im geschlossenen Raume, d. i. bei 3480° , eine nennenswerte Dissoziation des Wasserdampfes nicht zu bemerken ist. Nach Langer und V. Meyer kann Kohlensäure in Platingefäßen bis 1700° erhitzt werden, ohne zu zerfallen; nach den Versuchen von Mallard und Le Chatelier zeigte Kohlensäure bei 2000° keine Spur von Zerfall; erst bei der Verbrennungstemperatur des Kohlenoxydgases, d. i. bei 3200° , zerfielen 30 % der Kohlensäure. Nach anderen soll der Zerfall der Kohlensäure bei 1800 bis 2000° beginnen und bei 3400° vollständig sein. Kohlenoxyd wird nach den Versuchen von Langer und V. Meyer bei 1700° nur in geringem Maße in Kohlenstoff und Kohlensäure zersetzt.

Hierbei ist zu bemerken, daß die angegebenen Temperaturen nicht genau sein können, weil, wie später dargelegt werden wird, hohe Temperaturen weder durch Rechnung noch durch unmittelbare Bestimmung genau ermittelt werden können.¹⁾

Bunsen, dem noch keine guten Temperaturmeßverfahren zur Verfügung standen, nannte allerdings niedrigere Dissoziationswerte, was nebenbei bemerkt, sein mag.

Demnach findet unterhalb 1700° keinesfalls eine Dissoziation des CO_2 und des Wasserdampfes statt. Selbst wenn aber bei diesen Arbeiten Temperaturmeßfehler untergelaufen sein sollten, so haben neuere Forschungsarbeiten die Angaben bestätigt.

Nach Haber²⁾ ist der Umfang der Dissoziation bei allen unseren Flammen, die nur ausnahmsweise eine höhere Temperatur als 1700° erreichen, sehr gering. Erst bei 2000° handelt es sich um 1 % unzersetzten Wasserdampf und 4 % unzersetztes CO_2 . Die Dissoziation kommt allerdings bei einer Azetylenflamme zur Geltung. Diese ergibt rechnergemäß eine Temperatur von 3500° , es wurden aber um 2000° gemessen und im unteren Flammenteil H und CO nachgewiesen. CO_2 und Wasserdampf bilden sich erst weiter oben im abgekühlten Teil der Flamme.

Soweit Haber. Bunte³⁾ berechnete die Höchsttemperatur einer Leuchtgasflamme zu 2010° . Die wirkliche Temperatur war 1990° , also nur wenig niedriger. Mallard und Le Chatelier⁴⁾ lassen die Dissoziation von CO_2 bei 1800° beginnen. Blaß⁵⁾ fand bei Platinschmelzhitze (1780°) fast keine Dissoziation des Wasserdampfes bei der Verbrennung des Wassergases. Nach Nernst⁶⁾ dissoziierte bei 2000° nur 1,77 % des CO_2 , bei 2500° 15,8 % bei 1 at absolut. Bei 1000 und 1500° ist die Dissoziation praktisch genommen = 0.

Diese Angaben werden genügen, um Eschers Ansicht zu widerlegen; denn wir haben im Martin-

ofen im allerhöchsten Falle mit 1800° an der heißesten Stelle zu rechnen.

Demnach sind die Schlußfolgerungen, die Escher für unsere Feuerungen zieht, hinfällig. Es sei nur kurz erwähnt, daß die niedrige Verbrennungstemperatur von Hochofengas und Koksgeneratorgas leicht erklärt werden kann, wenn man die theoretische Verbrennungstemperatur im bekannten Sinne unter Ausschaltung der Dissoziation berechnet.

Der Vorschlag, einen Kuppelofen mit zwei getrennten Düsenreihen, einer oberen und einer unteren, zu betreiben, ist nicht neu. Eine Erfindung von Greiner und Erpf¹⁾ bezweckte die Zuführung von Gebläseluft in verschiedenen Höhenzonen des Schachtes bei genau geregelter Menge. Das Verfahren hat sich nirgends behauptet, weil es keinen Erfolg erzielte und erzielen konnte.

Ein Kuppelofen bildet ohne jede Nachhilfe so viel CO_2 , wie er bei der bestehenden Temperatur und Gasgeschwindigkeit bilden kann. Daran kann eine Luftzuführung in höheren Zonen nichts ändern. Wenn aber wirklich eine Zunahme des CO_2 -Gehaltes der Gase stattfände, so würde so viel Eisen oxydiert werden, daß das Gleichgewicht wiederhergestellt würde.

Clausthal,
November 1918.

B. Osann.

* * *

In meinem Aufsatz handelt es sich in Wirklichkeit nirgends um die Zerlegung, sondern stets um die Vereinigung von Molekülen bzw. Elementen. Ich habe daher auch an einer Stelle bemerkt, daß statt Dissoziation vielleicht richtiger die Bezeichnung „Assoziation“ gewählt würde und es wäre wohl auch besser gewesen, diese Bezeichnung durchweg zu gebrauchen. Mit der Einleitung wollte ich lediglich darauf hinweisen, daß diese Assoziation auch noch von anderen Faktoren abhängt als allein von der Temperatur.

Meine Ausführungen bauen sich demnach auch keineswegs auf eine bestimmte Temperatur auf, vielmehr habe ich eine mittlere Temperatur von 1300 bis 1400° den Betrachtungen zugrunde gelegt. Ich hätte diese Temperatur geradeso gut mit Ta bezeichnen können. Ich gebe aber ohne weiteres zu, daß sie mit 1300 bis 1400° viel zu niedrig gewählt war, jedenfalls für das Beispiel des Martinofens.

Wenn man die im Martinofen bei der Verbrennung erzielte Temperatur berechnet unter vollständiger Vernachlässigung des Kohlenoxydes, jedoch unter der Voraussetzung, daß beim Fertigmachen der Charge sowohl durch häufiges Wechseln der Ventile eine Vorwärmung von Luft und Gas bis auf 1500° erzielt wird als auch durch häufiges Stochen und Aufschütten im allgemeinen ein reicheres Gas erzeugt wird, dessen Teergehalt eine Heizwertvermehrung von 10 % bewirkt, so ergibt sich als Ver-

¹⁾ Vgl. darüber St. u. E. 1914, 5. Febr., S. 230.

²⁾ St. u. E. 1914, 11. Juni, S. 1006.

³⁾ Metallurgie 1909, 22. Mai, S. 305/15.

⁴⁾ St. u. E. 1892, 15. Okt., S. 893.

⁵⁾ W. Nernst: Theoretische Chemie, 7. Aufl., Stuttgart, F. Enke, 1913. Vgl. auch Nernst: Verbrennungsprozeß in Gasmotoren, Berlin, Jul. Springer.

¹⁾ B. Osann: Lehrbuch der Eisen- und Stahlgießerei, 2. Aufl., Leipzig, W. Engelmann, 1913.

brennungstemperatur für ein Gas mit 3,5 % CO₂, 28,0 % CO, 11,0 % H₂, 1,5 % CH₄ und 56 % N₂¹⁾ ein Betrag von nahezu 2000°, allerdings ohne Berücksichtigung der Strahlung und Einstrahlung. Nun wird aber an den kälteren Ofenteilen, wie Türen und Wänden, auch noch ein Teil des Kohlenoxyd-Sauerstoff-Gemisches verbrennen. Daß sich Wasserstoff ähnlich verhält, ist anzunehmen; das habe ich auch angedeutet. Wieviel Kohlenoxyd und Wasserstoff im Herdraum verbrennt, hängt eben von der Höhe der betreffenden Assoziationstemperatur ab, die meines Erachtens bedeutend tiefer liegt als allgemein angenommen wird.

¹⁾ St. u. E. 1918, 22. Aug., S. 765.

Den Ausführungen Bansens bezüglich meiner Angaben über den Winddruck im Kuppelofen bei Anwendung von auf 273° erhitztem Wind sowie bezüglich der Windmenge, die beim Blasen aus zwei Düsenreihen durch die unteren Düsen eintritt, pflichte ich bei.

Der Kuppelofen von Greiner & Erpf, den B. Osann anführt, stellte an die Aufmerksamkeit der Bedienung zu hohe Anforderungen. Dies dürfte der Hauptgrund gewesen sein, warum er so bald wieder von der Bildfläche verschwand. Die oberen Düsen trugen mehr den Charakter von Hilfsdüsen, während sie nach meinem Vorschlag die Hauptdüsen sein sollen.

Coblenz,
November 1918.

Oberingenieur M. Escher.

Umschau.

Bestimmung der Proportionalitätsgrenze.

Zur Bestimmung der Proportionalitätsgrenze hat H. F. Moore¹⁾ zwei halb selbsttätige Schaulinienzeichner konstruiert; beide sind für eine Prüfmaschine mit Laufgewichtswage als Kraftmesser bestimmt. Der Kraftantrieb der Maschine wird auf gleiche Geschwindigkeit eingestellt. Die erste Ausführung des Schaulinienzeichners erfordert zwei, die zweite nur einen Beobachter. Bei der zweiten Beobachter erfordernden Ausführung bedient der Beobachter das in Abb. 1 in der rechten unteren Ecke sichtbare Handrad für die Verschiebung des Laufgewichtes, um den Wagebalken bei fortschreitender Belastung des Versuchsstabes stets im Gleichgewichte zu

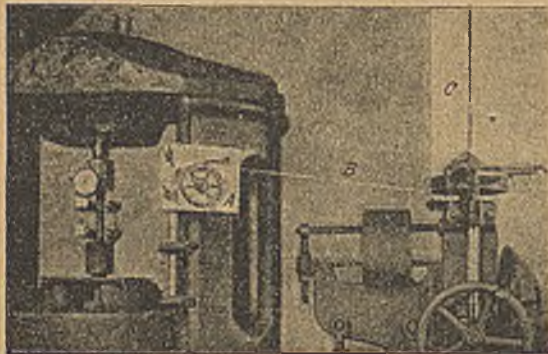


Abbildung 1. Halb selbsttätiger Schaulinienzeichner von H. F. Moore zur Bestimmung der Proportionalitätsgrenze.

erhalten. Entsprechend der Verschiebung des Laufgewichtes wird der Schreibstift zwangsläufig senkrecht nach oben verschoben. Ein zweiter Beobachter dreht jedesmal, wenn der Zeiger des am Stab angebrachten Dehnungsmessers einen Teilstrich durchläuft, von Hand das Zahnrad A um einen Zahn weiter. Dieses Zahnrad bewirkt mittels des Schnurzuges B eine Drehung der Trommel C. Auf diese Weise entsteht ein tropfenförmiger Linienzug (Abb. 2). Der die Proportionalitätsgrenze bezeichnende Punkt P ergibt sich als Schnittpunkt zweier an die äußeren Zacken der Schaulinien gelegten Tangenten. Jede wagerechte Länge einer Stufe im Diagramm entspricht 0,0063 mm Dehnung der Probe auf ungefähr 60 mm Meßlänge.

Der zweite Apparat ist nach Angabe des Verfassers etwas weniger genau, verlangt aber nur einen Beobachter;

¹⁾ The Iron Trade Review 1918, 31. Jan., S. 327/8.

der zweite Beobachter wird dadurch erspart, daß an Stelle des zu verschiebenden Laufgewichtes eine Indikatorkeder angeordnet ist, die als Kraftmesser dient und ihre Zusammendrückung in der bei Indikatoren üblichen Weise auf die Schreibtrommel aufzeichnet.

Als mittleren Zeitaufwand für vollständige Durchführung eines Zerreißversuches bis zum Bruch einschließlich Auswertung des Schaubildes gibt der Verfasser für

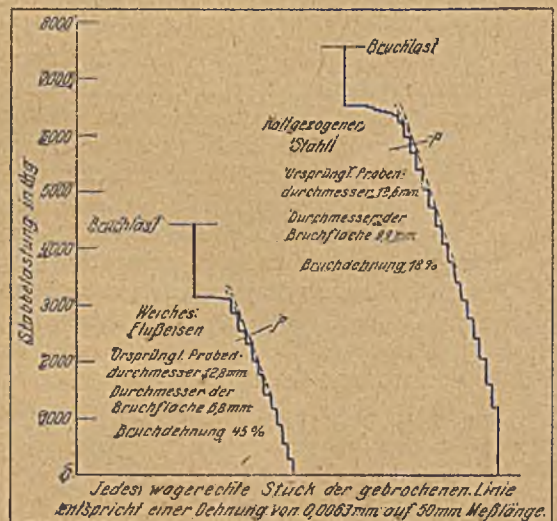


Abbildung 2. Mit dem Schaulinienzeichner von H. F. Moore erzielte Schaubilder von zwei verschiedenen Materialien.

die erste Ausführung des Apparates 4 min 32 sek, für die zweite 6 min 24 sek an.

Wie der Verfasser selbst erwähnt, ist der bei seinen Ausführungen zur Anwendung gebrachte Grundsatz nicht neu, er erscheint aber dem Berichtersteller, zuverlässige Beobachter vorausgesetzt, zur Erzielung von Zeitersparnis zweckentsprechend; denn eine vom Beobachter unabhängige Kontrolle soll und kann durch die beschriebenen Ausführungen nicht erreicht werden. A. Schob.

Einfluß des Anlassens auf den elektrischen Widerstand gehärteter Kohlenstoffstähle.

Ueber den vorgenannten Gegenstand sind von J. P. Parkhurst¹⁾ Versuche angestellt worden zu dem Zwecke, aus der Aenderung des Widerstandes Schlüsse

¹⁾ Journ. Ind. Eng. Chem. 1918, 1. Juli, S. 515/8.

auf den Verlauf der Härteverringering während des Anlassens zu ziehen. Fünf Kohlenstoffstähle mit 0,05 bis 0,45 % C wurden in Drähten von 0,35 bis 0,48 mm ϕ und 20 bis 50 cm Länge, spiralförmig aufgerollt, zuerst im Vakuum in einem Quarzrohr erhitzt und abgeschreckt, dann bei 125, 150 und 175° (+ 1°) im Paraffinbad und bei 250° (+ 2,5°) in Luft angelassen durch mehrmaliges Erwärmen auf gleiche Temperatur, zuerst nur 5 min, dann längere Zeit, insgesamt bis 190 st. Die Widerstandsmessung erfolgte mittels der Kohlrauschschen Brückenschaltung in Alkohol im Thermostaten bei 30,0°.

Die Versuchsergebnisse sind nicht zahlenmäßig wiedergegeben, sondern nur in Kurven, die eine Zunahme der Gesamtfänderung des Widerstandes mit wachsendem Kohlenstoffgehalt erkennen lassen. Dabei ist die Abnahme des Widerstandes in den ersten Minuten des Anlassens sehr groß, um rasch abzusinken, ohne daß die Werte der Widerstände während der Versuchsdauer konstant geworden wären.

Da der Widerstand eines Stahles sich mit seiner Härte ändert, erhält man so ein schönes Bild der Verhältnisse beim Weicherwerden gehärteter Stähle durch Anlassen: Der größte Teil der Härteabnahme ist nach wenigen Minuten erfolgt, doch bedürfen die Aenderungen sehr langer Zeit, um vollkommen zu Ende zu verlaufen.

Fr. Heinrich.

Japanische Untersuchungen über Umwandlungen in Eisen und Stahl¹⁾.

Im folgenden ist ein Ueberblick über neuere Arbeiten des bekannten japanischen Forschers Kotaro Honda gegeben, die als Mitteilungen aus der Tohoku-Universität veröffentlicht wurden. Die erste von diesen Arbeiten, „Ueber die Umwandlungen von Sonderstählen bei hohen Temperaturen“, entstand unter der Mitarbeit von Tawara und Takagi. Je sechs Kohlenstoff- und Sonderstähle wurden magnetisch, thermisch und metallographisch untersucht. Die Kohlenstoffstähle (mit 0,1 bis 1,22 % C) zeigten alle im eutektischen Punkt, selbst beim geringsten Kohlenstoffgehalte, eine sprunghafte Veränderung der Magnetisierbarkeit, einen Verlust bei der Erhitzung und eine Zunahme bei der Abkühlung. In den Proben mit mehr als 0,8 % C waren die Intensität dieser Umwandlungen und die dabei auftretenden Wärmetönungen beträchtlich. Der Punkt A_{c1} lag durchweg 30 bis 80° höher als A_{r1} . Die magnetische Umwandlung des Zementits wurde sowohl bei der Erhitzung wie auch bei der Abkühlung bei ungefähr 200° gefunden. Die sechs Sonderstähle waren deutschen Ursprungs. Die Erhitzungs- und Abkühlungskurven von fünf Proben zeigten zwei Spitzen, die eine bei der magnetischen Umwandlung A_2 und die andere bei der A_3 -Umwandlung, und zwar traten dabei die Punkte A_{c2} und A_{r2} bei derselben Temperatur auf, A_{r3} dagegen lag tiefer als A_{c3} . Die höchste erreichte Temperatur war auf die Lage der Punkte ohne Einfluß. Die sechste Probe (Becker-, „Diamant“) zeigte wie die Kohlenstoffstähle die magnetische Umwandlung des Zementits bei rd. 200°, die genaue Lage der Punkte A_2 und A_3 ließ sich aus den Kurven nicht bestimmen.

In einer weiteren Arbeit untersuchte Honda die unkehrbare A_1 -Umwandlung in Kohlenstoffstählen bei einer außerordentlich geringen Erhitzungs- und Abkühlungsgeschwindigkeit. Als Versuchsmaterial diente ein Kohlenstoffstahl mit 0,29 % C sowie eine Reihe von 12 Kruppschen Stählen mit 0,14 bis 1,50 % C. Die Untersuchung ergab folgendes:

1. Enthalten die Kohlenstoffstähle andere Beimengungen als Kohlenstoff, so kann die A_1 -Umwandlung nicht unkehrbar sein, wie langsam auch immer die Erhitzung und Abkühlung stattfinden mögen; in reinem Kohlenstoffstahl ist sie immer unkehrbar.

2. Die Temperatur der umkehrbaren A_1 -Umwandlung ist für Kohlenstoffstahl 727°. Bei sehr geringer Erhitzungs- und Abkühlungsgeschwindigkeit fallen die Punkte A_{c1} und A_{r1} zusammen.

3. In verunreinigten Kohlenstoffstählen liegt der A_{r1} -Punkt viel tiefer als der A_{c1} -Punkt, auch bei sehr geringer Versuchsgeschwindigkeit. Die Größe der Hysteresis ist vom Gehalt an Verunreinigungen außer Kohlenstoff abhängig.

4. Die Lage des A_{r1} -Punktes ist unabhängig von der vorher erreichten Höchsttemperatur.

5. In den sämtlichen 13 untersuchten Proben ist die Umwandlung des Zementits wahrnehmbar; die Intensität der Umwandlung nimmt mit dem Kohlenstoffgehalt zu, die kritische Temperatur liegt bei 210°. Für diesen Punkt schlägt Honda die Bezeichnung A_3 -Punkt vor.

Ein dritter Bericht von Honda und Murakami bildet die Fortsetzung einer Untersuchung von Arnold und Read¹⁾ über Wolframstähle. Es wurden vier Proben magnetisch untersucht. Die Ergebnisse bieten, wie die Verfasser selbst zugeben, wenig Neues.

T. Ishiwara berichtet in einer vierten Veröffentlichung über die magnetische Untersuchung der A_3 - und A_1 -Umwandlung in reinem Eisen und in Stahl.

Das Gesamtergebnis der letzten Arbeiten Hondas und seiner Mitarbeiter ist in folgender Zahlentafel in aller Kürze mitgeteilt.

Art der Umwandlung	Temperatur °C
A_0 Magn. Umwandlung des Fe_3C	215
A_1 Eutektikum-Umwandlung	727
A_2 Magn. Umwandl. v. Eisen u. Stahl	800—780
A_3 α - β -Umwandlung	903
A_4 γ - δ -Umwandlung	1390

In reinem Eisen gibt es nur drei Umwandlungen, A_2 , A_3 und A_4 ; in Kohlenstoffstählen gibt es deren fünf, von denen sich A_1 , A_3 und A_4 über ein bestimmtes Intervall erstrecken, hinreichend langsame Erhitzung und Abkühlung vorausgesetzt. P. Bardenheuer.

Zur Frage der sparsamen Verwendung von Eisen im Bauwesen

ist folgendes zu berichtigen:

Die auf S. 171 im Heft vom 13. Febr. 1919 angegebenen Zahlen für die Flußstahlerzeugung des Deutschen Zollgebiets von 16,7 Millionen t für 1913 und 11,29 Millionen t für 1915 gelten nicht für die Flußstahlerzeugung, sondern für die Erzeugung der Walzwerke. Die Flußstahlerzeugung in den entsprechenden Jahren beträgt

1913	18,9 Millionen t,
1914	13,3 „ t;

das gleiche gilt für den Anteil des südwestlichen Gebietes an der Gesamterzeugung; dieser beträgt

	%	t	%	t
1913 nicht	28	= 4 686 000	sondern	30,1 = 5 702 500
1914 „	25	= 3 264 000	„	27 = 4 037 400
1915 „	23,3	= 2 616 000	„	24,2 = 3 207 500

An dem grundsätzlichen Ergebnis der Ausführungen des Aufsatzes wird durch die Berichtigung der Zahlen nicht das geringste geändert.

Dipl.-Ing. Wilhelm Mertens.

¹⁾ Ir. Coal Tr. Rev. 1918, 23. Aug., S. 213.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1914, 30. Juli, S. 1302.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen.¹⁾

24. Februar 1919.

Kl. 7 a, Gr. 18, F 43 054. Werkstückvorholer für Pilgerschrittwalzwerke. Wenzel Feller, Dinslaken.

Kl. 10 a, Gr. 17, Sch 51 517. Kokslösevorrichtung, durch welche der Kokskuchen in seiner Gerungsnaht buchartig auseinandergeklappert wird. Otto Schröder, Recklinghausen, Kunibertstr. 25.

Kl. 24 f, Gr. 6, K 63 710. Hohlrost mit Wasserumlauf. Fritz Kramer, Blankenese-Dockenbuden, Stülldorferweg 48.

Kl. 31 c, Gr. 7, D 34 355. Kernstützen für Gießereizwecke mit einem bei Berührung mit dem flüssigen Metall ohne Blasenbildung schmelzenden Ueberzug. de Dietrich & Co., Niederbromm, Els.

Kl. 31 o, Gr. 12, U 6595. Preßgußverfahren mittels Unterdruckes. Alfred Uhlmann, Berlin-Steglitz, Plantagenstr. 16.

49 b, Gr. 3, M 64 322. Blechkantenhobelmaschine zum gleichzeitigen Längs- und Querhobeln zweier zusammenstoßender Kanten mit zwei über den Aufspanntischen im Winkel zueinander stehenden Spannbügeln. Maschinenfabrik Schieß, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 49 f, Gr. 18, C 26 948. Schweißmittel zum Schweißen von Schnelldrehstahl sowie Eisen- und Stahlarten jeder Art. Dr. Nikolaus Czákó, Budapest.

27. Februar 1919.

Kl. 18 b, Gr. 14, Sch 52 920. Herdofen zum Schmelzen von Stahl und anderen Metallen von hohem Schmelzpunkte mit angebauten Gaserzeugern und Verbindungskanal in der Weißglutzone der Gaserzeuger mit dem Herdraume. Johann Schmid, Luzern, Schweiz.

Kl. 18 c, Gr. 3, S 47 716. Verfahren zum Abdecken der vor der Kohlunng zu schützenden Stellen bei der Härtung von Werkstücken u. dgl. Simplon-Werke Albert Baumann, Aue i. Erzgeb.

Kl. 31 o, Gr. 8, B 86 897. Geteilter Formkasten für Gießformen. Gottfried Reuter, Velbert, Rhld.

Kl. 31 o, Gr. 8, R 45 723. Auf der Gießereisohle oder vertieft, fest oder transportabel errichteter, verstellbarer Apparat zum Zentrieren von Stapelformen. Gottfried Reuter, Velbert i. Rhld.

Kl. 35 d, Gr. 9, M 62 570. Vorrichtung zum gleichförmigen Bewegen zweier parallel geschalteter hydraulischer Kolben. Julius Mugler, Kiel, Feldstr. 104.

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

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

24. Februar 1919.

Kl. 14 c, Nr. 696 542. Schaufelbefestigung für Dampf- und Gasturbinen. Dr. Karl Röder, Mülheim-Ruhr, Dimbeck 122.

Kl. 21 h, Nr. 696 582. Elektrode für Lichtbogenöfen. Emil Friedrich Ruß, Cöln-Deutz, Deutz-Kalkerstr. 2.

Nr. 21 h, Nr. 696 734. Kohlelektrode für Lichtbogenöfen. Emil Friedrich Ruß, Cöln-Deutz, Deutz-Kalkerstr. 2.

Kl. 24 e, Nr. 696 782. Kraftgasgenerator mit herausfahrbarer, verstellbarer Rostplatte. Berk & Nowka, Berlin-Tempelhof.

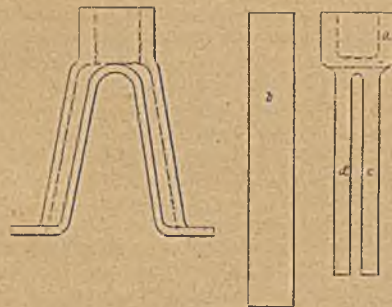
Kl. 24 c, Nr. 696 783. Kraftgasgeneratoren mit der Belastung entsprechend verstellbarer Rostfläche. Berk & Nowka, Berlin-Tempelhof.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 24 e, Nr. 306 060, vom 4. März 1916. Zusatz zu Nr. 302 827; vgl. St. u. E. 1918, S. 645. Dr. Ing. Aug. Eokardt in Zwiokau. Verfahren zum Betriebe von Gaserzeugern mit Vortrocknung für wasserreiche Brennstoffe.

Nach dem Zusatzpatent soll die besondere Feuerung, die zur Trocknung des wasserreichen Brennstoffes dient, auch zur Erhitzung des unter den Vergaserrost geleiteten Dampf-Luft-Gemisches benutzt werden. Dieses wird auf etwa 250° erhitzt unter den Rost geleitet.

Kl. 49 g, Nr. 307 842, vom 30. Mai 1917. Maschinenfabrik Hasenolever A.-G. in Düsseldorf. Verfahren zur Herstellung von Pufferkörben.



An dem einen Ende eines vollen oder hohlen Stabes b wird durch Anstauben eine Verstärkung a gebildet. Der nicht verstärkte Teil des Stabes wird sodann in seiner ganzen Länge aufgeschnitten, so daß zwei Schenkel c und d entstehen, die auseinandergebogen, durch Pressen in die richtige Form gebracht und zur Bildung der Füße umgebördelt werden.

Statistisches.

Indiens Manganerzausfuhr.

Wie wir dem „Iron Age“ entnehmen, betrug die Manganerzausfuhr Britisch-Indiens in dem am 31. März 1917 abgelaufenen Rechnungsjahre 641 180 t gegen 480 124 t im vorhergehenden Jahre. Davon waren 466 496 bzw. 387 062 t für die Ausfuhr nach Großbritannien bestimmt.

Roheisen- und Flußstahlerzeugung Deutschlands im November und Dezember 1918²⁾.

Wie der Verein Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller hierzu mitteilt, waren infolge Verhinderung

¹⁾ 1917, 1. Nov., S. 1055. (Verspätet eingegangen.) — Vgl. St. u. E. 1915, 22. Juli, S. 763.

der Meldungen durch die französischen Besatzungsbehörden keine vollständigen Berichte seitens der Werke aus Luxemburg, das bisher zum Deutschen Zollgebiet gehörte, eingelaufen. Ferner fehlen aus dem gleichen Grunde aus Elsaß-Lothringen und dem Saargebiet alle Werksberichte. Infolgedessen beschränken sich die nachfolgend (S. 255/7) abgedruckten (ohne das Saargebiet) Ermittlungen für die Monate November und Dezember 1918, soweit linksrheinische Gebiete in Frage kommen, lediglich auf die Rheinprovinz. Von den rechtsrheinischen Gebieten liegen von allen Werken Angaben vor.

²⁾ Nach der Statistik des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. — Vgl. St. u. E. 1919, 2. Jan., S. 22/7; 20. Febr., S. 209/10.

Roheisenerzeugung Deutschlands im November und Dezember 1918.

	Bezirke	Erzeugung		Erzeugung	
		November 1918	Dezember 1918	November 1917	Dezember 1917
		t	t	t	t
Hämatit- eisen	Rheinland-Westfalen	20 918	17 828	36 656	42 745
	Schlesien	1 220	577	1 527	1 788
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	13 820	13 269	18 702	17 941
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	1 949	4 941
	Hämatiteisen Se.	?	?	58 834	67 415
Gießerei-Roheisen und Gußwaren i. Schmelzung	Rheinland-Westfalen	23 178	26 602	33 839	36 055
	Siegerland und Hessen-Nassau	12 136	8 564	24 463	19 132
	Schlesien	4 325	3 779	6 115	5 085
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	2 063	1 802	1 695	1 085
	Süddeutschland	4 652	3 000	5 436	5 048
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	8 100	7 400
	Lothringen	?	?	4 240	1 054
	Luxemburg	?	?	4 277	3 583
Gießerei-Roheisen Se.	?	?	88 165	78 442	
Bessemer-Roheisen (saure Verfahren)	Rheinland-Westfalen	4 424	3 960	11 287	12 197
	Siegerland und Hessen-Nassau	98	120	1 459	1 058
	Schlesien	438	474	1 357	1 485
	Bessemer-Roheisen Se	4 960	4 554	14 103	14 740
Thomas-Roheisen (basisches Verfahren)	Rheinland-Westfalen	217 413	191 362	294 346	293 734
	Schlesien	9 102	4 319	13 510	12 960
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	25 003	20 431	31 773	31 125
	Süddeutschland	7 917	5 824	9 712	7 994
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	60 983	56 273
	Lothringen	?	?	129 459	105 688
	Luxemburg	?	?	80 741	75 869
	Thomas-Roheisen Se.	?	?	620 524	583 643
Stahleisen, Spiegeleisen, Ferromangan und Ferro- silizium	Rheinland-Westfalen	88 704	68 647	112 736	111 511
	Siegerland und Hessen-Nassau	41 844	26 279	48 353	60 832
	Schlesien	20 386	15 275	26 120	27 916
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	9 478	7 438	17 010	12 652
	Lothringen	?	?	—	1 068
Stahl- und Spiegeleisen usw. Se.	?	?	204 219	213 979	
Puddelroheisen (ohne Spiegeleisen)	Rheinland-Westfalen	121	2 331	666	141
	Siegerland und Hessen-Nassau	1 177	1 215	1 793	1 437
	Schlesien	8 153	7 382	13 582	11 995
	Lothringen	?	?	—	—
	Luxemburg	?	?	1 345	1 440
Puddel-Roheisen Se.	?	?	17 386	15 013	
Sonstiges Eisen	Rheinland-Westfalen	1 603	1 352	3 262	2 290
	Siegerland und Hessen-Nassau	—	991	1 022	1 170
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	146	133	216	199
	Süddeutschland	100	100	—	—
Sonstiges Eisen Se.	1 849	2 576	4 500	3 659	
Gesamt-Erzeugung nach Bezirken	Rheinland-Westfalen	356 361	312 082	492 792	498 673
	Siegerland und Hessen-Nassau	55 255	37 169	77 090	83 629
	Schlesien	43 624	31 806	62 211	61 229
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	50 510	43 073	69 396	63 002
	Süddeutschland	12 669	8 924	15 148	13 042
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	71 032	68 614
	Lothringen	?	?	133 699	106 742
	Luxemburg	?	?	86 363	81 960
Gesamt-Erzeugung Se.	?	?	1 007 731	976 891	
Gesamt-Erzeugung nach Sorten	Hämatit-Roheisen	?	?	58 834	67 415
	Gießerei-Roheisen	?	?	88 165	78 442
	Bessemer-Roheisen	?	?	14 103	14 740
	Thomas-Roheisen	?	?	620 524	583 643
	Stahl- u. Spiegeleisen, Ferromangan, Ferro- silizium	?	?	204 219	213 979
	Puddel-Roheisen	?	?	17 386	15 013
	Sonstiges Eisen	?	?	4 500	3 659
Gesamt-Erzeugung Se.	?	?	1 007 731	976 891	

Flußeisenerzeugung Deutschlands im November und Dezember 1918¹⁾.

	Bezirke	Erzeugung		Erzeugung	
		November 1918 t	Dezember 1918 t	November 1917 t	Dezember 1917 t
Thomasstahl-Rohblöcke	Rheinland-Westfalen	201 779	162 219	270 365	262 600
	Schlesien	6 808	154	12 830	10 220
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	29 608	21 053	40 688	38 229
	Königreich Sachsen				
	Süddeutschland	?	?	72 000	62 710
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	91 700	70 426
Elsaß-Lothringen	?	?	58 260	49 830	
	Luxemburg				
	Zusammen	?	?	545 843	494 015
	Davon geschätzt	—	—	—	—
	Anzahl der Betriebe	?	?	26	26
	Davon geschätzt	—	1	—	—
Bessemerstahl-Rohblöcke	Rheinland-Westfalen	2 466	90	15 942	17 727
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland				
	Davon geschätzt	—	—	—	—
	Anzahl der Betriebe	?	?	5	5
	Davon geschätzt	—	—	—	—
Basische Martinstahl-Rohblöcke	Rheinland-Westfalen	235 547	166 854	382 019	349 585
	Schlesien	65 365	38 870	100 929	94 398
	Siegerland und Hessen-Nassau	11 632	2 335	22 466	19 807
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	21 151	13 019	30 664	20 898
	Königreich Sachsen	15 481	7 669	15 703	12 943
	Süddeutschland	1 172	829	3 076	2 208
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	17 353	18 237
	Elsaß-Lothringen	?	?	19 213	20 183
	Luxemburg	?	?	1 697	1 007
		Zusammen	?	?	593 120
	Davon geschätzt	2 500	410	—	—
	Anzahl der Betriebe	?	?	89	86
	Davon geschätzt	2	3	—	—
Saure Martinstahl-Rohblöcke	Rheinland-Westfalen	7 081	4 570	18 294	13 664
	Schlesien	157	—	36	133
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	290	—	846	536
	Königreich Sachsen				
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	1 309	756
		Zusammen	?	?	20 485
	Davon geschätzt	—	—	—	—
	Anzahl der Betriebe	?	?	14	13
	Davon geschätzt	—	—	—	—
Mässiger Stahlformguß	Rheinland-Westfalen	13 610	8 532	26 505	22 969
	Schlesien	4 470	662	8 512	7 216
	Siegerland und Hessen-Nassau	405	30	1 906	2 060
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	3 225	1 454	9 229	9 005
	Königreich Sachsen	1 346	391	4 658	3 778
	Süddeutschland	399	183	3 078	2 801
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	4 636	4 178
	Elsaß-Lothringen	?	?	465	560
	Luxemburg	?	?	296	386
		Zusammen	?	?	59 285
	Davon geschätzt	20	120	—	—
	Anzahl der Betriebe	?	?	56	57
	Davon geschätzt	1	2	—	—

¹⁾ Nach der Statistik des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. — Vgl. St. u. E. 1919, 9. Jan., S. 46.

	Bezirke	Erzeugung		Erzeugung		
		November 1918 t	Dezember 1918 t	November 1917 t	Dezember 1917 t	
Saurer Stahlformguß	Rheinland-Westfalen	17 758	9 040	37 067	33 313	
	Schlesien	661	701	1 743	1 245	
	Siegerland und Hessen-Nassau	128	69	1 872	1 996	
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	5 882	2 248	11 523	10 643	
	Königreich Sachsen	4 351	1 303	10 659	10 058	
	Süddeutschland	2 156	1 017	5 302	4 023	
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	5 689	6 004	
Elsaß-Lothringen	?	?	176	148		
Luxemburg	?	?	125	155		
	Zusammen	?	?	74 156	67 585	
	Davon geschätzt	2 045	3 430	—	—	
	Anzahl der Betriebe	?	?	109	106	
	Davon geschätzt	6	15	—	—	
Tiegelstahl	Rheinland-Westfalen	4 068	2 934	7 443	6 429	
	Schlesien	77	—	453	265	
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	97	81	169	131	
	Königreich Sachsen	69	—	348	285	
	Elsaß-Lothringen	?	?	14	10	
	Zusammen	?	?	8 427	7 120	
	Davon geschätzt	2	40	—	—	
	Anzahl der Betriebe	?	?	25	23	
	Davon geschätzt	1	1	—	—	
Elektrostahl	Rheinland-Westfalen	8 954	6 085	11 943	11 795	
	Schlesien					
	Siegerland					
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland					
	Königreich Sachsen					
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	190	165	6 517	4 682	
Elsaß-Lothringen						
Luxemburg						
	Zusammen	?	?	18 460	16 477	
	Davon geschätzt	—	700	—	—	
	Anzahl der Betriebe	?	?	23	24	
	Davon geschätzt	—	3	—	—	
Gesamt-Erzeugung nach Bezirken	Rheinland-Westfalen	490 357	359 811	767 351	715 524	
	Schlesien	77 755	40 634	125 623	114 973	
	Siegerland und Hessen-Nassau	12 665	2 554	26 314	24 038	
	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	51 219	32 080	79 855	69 078	
	Königreich Sachsen	23 727	11 312	36 414	30 589	
	Süddeutschland	10 660	6 166	20 711	16 768	
	Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	?	?	105 746	96 090	
	Elsaß-Lothringen	?	?	112 897	91 334	
	Luxemburg	?	?	60 807	51 848	
		Zusammen	?	?	1 335 718	1 210 232
	Davon geschätzt	4 567	4 700	—	—	
	Anzahl der Betriebe	?	?	347	340	
	Davon geschätzt	10	24	—	—	
Gesamt-Erzeugung nach Sorten	Thomasstahl-Rohblöcke	?	?	545 843	494 015	
	Bessemerstahl-Rohblöcke	?	?	15 942	17 727	
	Basische Martinstahl-Rohblöcke	?	?	593 120	539 266	
	Saure Martinstahl-Rohblöcke	?	?	20 485	15 089	
	Basischer Stahlformguß	?	?	59 285	52 953	
	Saurer Stahlformguß	?	?	74 156	67 585	
	Tiegelstahl	?	?	8 427	7 120	
	Elektrostahl	?	?	18 460	16 477	
		Zusammen	?	?	1 335 718	1 210 232
		Davon geschätzt	4 567	4 700	—	—
	Anzahl der Betriebe	?	?	347	340	

Wirtschaftliche Rundschau.

Rückgabe von Betriebsanlagen aus Belgien und Frankreich. — Die Reichsentschädigungskommission veröffentlicht folgende Bekanntmachung vom 25. Februar 1919:

I. Nach der Verordnung vom 1. Februar¹⁾ und nach dem Gesetze vom 19. Februar 1919 (Reichsgesetzblatt 1919, S. 143 und S. 199) sind diejenigen, die am 31. Januar 1919 industrielle oder landwirtschaftliche Betriebsanlagen irgendwelcher Art in Besitz oder Gewahrsam hatten, bei Vermeidung empfindlicher Strafen (§ 6) verpflichtet, diese Gegenstände der Reichsentschädigungskommission, Maschinenstelle, Berlin W 10, Viktoriastr. 34 (Telegrammadresse: Rekbehörde Berlin; Fernsprecher: Zentrum 9124—9126, 9140—9143) anzuzeigen. Nach der Bekanntmachung des Reichsministeriums des Innern vom 25. Februar 1919 ist die Anmeldung bis zum 20. März 1919 zu bewirken.

Auf Grund der Ermächtigung in § 1 Satz 2 der Verordnung vom 1. Februar 1919 bestimmt die Reichsentschädigungskommission über Art und Inhalt der Anmeldungen folgendes:

1. Die Anmeldung ist für jede Betriebsanlage einzeln auf amtlichen Vordrucken in vier gleichlautenden, durch eine lose Klammer zu verbindenden Stücken (1 Hauptkarte und 3 Nebenkarten) zu bewirken. Die benötigten Vordrucke liefert die Reichsentschädigungskommission unentgeltlich auf Anfordern. — 2. In der Anmeldung müssen angegeben werden: a) falls bekannt, Ursprung der Betriebsanlage (Name des früheren ausländischen Besitzers, Land, in dem, und Ort, an dem der Gegenstand beschlagnahmt worden ist); b) Name des jetzigen Besitzers, seine Anschrift, Standort des Gegenstandes; c) Vermittlungsstelle, durch welche die Betriebsanlage bezogen wurde, falls bekannt, unter Angabe der Beschlagnahmenummer (z. B. Fz. Nr. 54 B. d. K. M. I. Nr. 301) und der Aufnahmebogennummer sowie unter abschriftlicher Wiedergabe, des an der Betriebsanlage etwa vorhandenen Firmenschildes; d) an die Vermittlungsstelle gezahlter Kaufpreis; e) kennzeichnende Merkmale über Art und Abmessungen (Leistung) der Betriebsanlage (z. B. bei Drehbänken: Spitzenhöhe und Drehlänge, bei Motoren: PS, Tourenzahl usw.); f) falls nicht genau bekannt, ungefähres Alter; g) falls nicht genau bekannt, ungefähres Gewicht (ohne Zubehör und Ersatzteile); h) Zubehör und Ersatzteile; i) etwaige an dem betr. Gegenstand vorgenommene Umbauten; k) jetziger Zustand (sehr gut erhalten, noch voll gebrauchsfähig, nur nach größerer — kleinerer — Reparatur gebrauchsfähig, unbrauchbar). — 3. In der Anmeldung sollen, falls bekannt, angegeben werden: a) Hersteller und besondere Kennzeichen der Betriebsanlage, z. B. bei Maschinen Typ sowie etwaige besondere Angaben über Bauart; b) etwaige Einwendungen gegen die sofortige oder demnächstige Rückgabe an die deutsche Regierung gegen angemessene Entschädigung. — 4. Die Hauptkarte und die drei Nebenkarten dürfen nicht gefaltet werden. — 5. Wo mehrere Betriebsanlagen in Frage kommen, ist außer den Einzelmeldungen (je in 4 Stücken) eine Gesamtaufstellung nebst drei Abschriften beizufügen, die enthalten muß: a) Name des jetzigen Besitzers, seine Anschrift, Standort des Gegenstandes; b) Art der Betriebsanlage; c) jetziger Zustand der Betriebsanlage.

II. Die gleiche Aufforderung ergeht an alle militärischen und bürgerlichen Dienststellen, in deren Gewahrsam, in Betrieben, in Parks, in Bergwerken, Hafenanlagen, auf Lagern, Eisenbahnen, Schiffen, Werften oder sonstwo sich derartige Betriebsanlagen belgischer oder französischer Herkunft befinden. Soweit

diese Dienststellen wegen mangelnder Sachkunde außerstande sind, alle geforderten Angaben zu machen, müssen wenigstens die bekannten oder leicht zu ermittelnden vorzeichnet werden.

Maschinen aus Heeresbeständen. — Die zahlreiche Nachfrage nach Maschinen usw. aus Heeresbeständen veranlaßt das Reichsverwaltungsamt, darauf hinzuweisen, daß für die Industrie brauchbare Maschinen nur in geringem Umfange verfügbar werden. Falsch ist die Auffassung, daß Maschinen, sofern sie überhaupt zur Veräußerung kommen, zu besonders billigen Preisen verkauft werden. Der Verkauf von Heeresgut erfolgt zu angemessenen Tagespreisen. Jeder, der neue Maschinen notwendig hat, sollte daher mit der Erteilung von Aufträgen auf solche an die Privatindustrie nicht zögern.

Anmeldung des Bedarfs an Arbeitskräften. — Das Reichsamt für die wirtschaftliche Demobilisierung hat unter dem 17. Februar 1919 eine Verordnung über die Pflicht der Arbeitgeber zur Anmeldung ihres Bedarfs an Arbeitskräften erlassen, nach der jeder Arbeitgeber, der fünf oder mehr Arbeitskräfte benötigt, verpflichtet ist, deren Zahl, Beschäftigungsarten und Arbeitsplätze innerhalb 24 Stunden nach Eintritt des Bedarfs bei einem nichtgewerbsmäßigen Arbeitsnachweise anzumelden hat. Wegen weiterer Einzelheiten verweisen wir auf die Veröffentlichung im „Reichs-Gesetzblatt“²⁾.

Rheinisches Braunkohlen-Syndikat, Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Cöln. — Das Syndikat erhöht mit Wirkung ab 1. März d. J. die Preise für Braunkohlenbriketts (Hausbrand und Industrie) gleichmäßig um 2,50 M die t einschließlich Kohlensteuer. Diese unerwünschte Preiserhöhung war nicht zu vermeiden wegen der außerordentlichen Steigerung der Selbstkosten infolge der am 1. März 1919 vereinbarungsgemäß eingetretenen Einführung der achtstündigen Arbeitszeit, mit der die Einlegung einer vollen dritten Schicht verbunden ist, und der außerordentlichen Steigerung sämtlicher Preise für Betriebszeug, insbesondere der Eisenpreise.

Arbeitskammern im Bergbau. — Die Reichsregierung hat unter dem 8. Februar 1919 eine Verordnung über die Errichtung von Arbeitskammern im Bergbau erlassen. Danach sind bis zur anderweitigen gesetzlichen Regelung je eine Arbeitskammer für den Kohlenbergbau des Ruhrgebietes und Oberschlesiens zu errichten. Die Arbeitskammern haben in dem Zweige des Bergbaues, für den die Arbeitskammer errichtet ist, die Aufgabe, sich an den Vorarbeiten für eine umfassende Beeinflussung des Bergbaues durch das Reich und eine Beteiligung der Volksgesamtheit an seinen Erträgen (Sozialisierung) durch Auskünfte, Gutachten und Anträge zu beteiligen sowie nach Maßgabe der zu erlassenden gesetzlichen Bestimmungen eine Vertretung in Verbänden zur Regelung der Erzeugung und des Absatzes herbeizuführen. — Es ist uns leider nicht möglich, näher auf den Wortlaut der umfangreichen Verordnung einzugehen. Wir verweisen dieserhalb auf die Veröffentlichung im „Reichs-Gesetzblatt“³⁾.

Aufhebung der staatlichen Unterstützungen für die Eisen- und Stahlindustrie in England. — Nach einer Meldung des „Journal of Commerce“⁴⁾, Liverpool, vom 10. Februar 1919 hat die Regierung bekanntgemacht, daß sie die Unterstützungsgelder für die heimische Eisen- und Stahlindustrie in zwei Abschnitten aufheben wird.

¹⁾ 1919, Nr. 42, S. 201/2. — Siehe auch Zeitschr. „Die wirtschaftliche Demobilisierung“ 1919, 25. Febr., S. 411.

²⁾ 1919, Nr. 42, S. 202/15.

³⁾ Nachrichten für Handel, Industrie und Landwirtschaft 1919, 22. Febr., S. 4.

⁴⁾ Vgl. St. u. E. 1919, 13. Febr., S. 185.

Die bisher den Metallherstellern gezahlten Beihilfen sollten vom Beginn des genannten Monats an beseitigt werden, sobald neu festgesetzte Höchstpreise in Kraft getreten seien. Die Höchstpreise für Roheisen sollen bis zum 30. April 1919 in Kraft bleiben. Bis zu diesem Tage werden alle staatlichen Hilfgelder vollständig beseitigt. Dies wird einen weiteren Ausgleich in den Stahlpreisen nach sich ziehen. In Gemeinschaft mit den betreffenden Handelskreisen wurden Vorkehrungen getroffen, um eine gerechte Verteilung von Roheisen und Stahl während der Dauer der Gewährung staatlicher Hilfgelder zu sichern. Es ist nicht beabsichtigt, die Regierungsgelder zur Versorgung der Auslandsmärkte mit billigeren Ausfuhrprodukten zu verwenden. Das Ministerium hat deshalb nach dem erwähnten Blatte Ausfuhrpreise für Eisen und Stahl¹⁾ festgesetzt, die den vollen Betrag der staatlichen Unterstützungsgelder einschließen. Die Regierung wird bei der Ausfuhr von Eisen und Stahl den Unterschied zwischen dem heimischen und dem Ausfuhrpreise als Abgabe zurückverlangen.

Die Zukunft der Eisen- und Stahlindustrie Europas behandelt die Zeitschrift „The Engineer“²⁾ in einem Aufsatz, dessen Grundgedanken wir hier wiedergeben, da sie trotz ihrer Einseitigkeiten und Uebertreibungen als beachtenswerte Äußerung, wie in englischen Fachkreisen die Entwicklung des deutschen Eisengroßgewerbes beurteilt wird, auch die Aufmerksamkeit unserer Leser erregen dürften. Nach einer Einleitung, in der die Verpflichtung Deutschlands zum Wiederaufbau Belgiens und Nordfrankreichs betont und über das „Gewinsel“ der Deutschen wegen der Härte dieser Bedingungen gespöttelt wird, erfolgt zunächst ein Hinweis darauf, daß durch die Rückgabe Elsaß-Lothringens an Frankreich die deutsche Eisenerzförderung auf 7 bis 8 Millionen t jährlich sinken werde, zumal da mit dem Ausfall an luxemburgischen Erzen bestimmt gerechnet werden müsse. Luxemburg werde zweifellos in kürzester Zeit den Zoll- und Eisenbahnvertrag mit dem Deutschen Reiche kündigen (was inzwischen Ereignis geworden ist. D. Schr.). Denn nach den Ausführungen des Staatsministers Renton in der luxemburgischen Kammer Ende Dezember 1918 habe die Einverleibung Elsaß-Lothringens mit Frankreich die ganze Lage für das Großherzogtum verändert; dieses müsse mit Rücksicht auf seine wirtschaftliche Zukunft Anlehnung an die Westmächte suchen und engste Verbindung mit Frankreich oder Belgien wünschen. Auch sei es unmöglich, daß Luxemburg einen Teil der mittelbaren Steuern, die das Deutsche Reich aufzubringen habe, übernehmen und sich an den sozialen Lasten beteiligen könne, und endlich bestehe in Deutschland Mangel an Rohstoffen, an denen es früher Ueberfluß gehabt habe. Es heißt dann weiter: „Aus allem diesem geht hervor, daß nicht allein das einmütige Verlangen der führenden Männer in der Eisen- und Stahlindustrie und der wirtschaftlichen Verbände nach Einverleibung der eisenerzreichen ostfranzösischen Gebiete in Deutschland erfolglos geblieben ist, sondern daß Deutschland sogar darüber hinaus Elsaß-Lothringen und Luxemburg verloren hat, während das Schicksal des Gebietes, das bis zum Saarkohlenbezirk reicht oder diesen umschließt und das einst zu Frankreich gehörte, augenblicklich noch in der Schwebe ist. Wahrlich, niemals hat die Welt einen solchen Zusammenbruch erlebt, einen Zusammenbruch, heraufbeschworen einzig durch die Ausdehnungssucht der Eisen- und Stahlindustrie und des Schiffbaus, unterstützt von den weltweiten Eroberungsplänen des deutschen Militärgeistes. Die Lage ist jetzt die, daß das Land ungefähr 8 000 000 t Eisenerze zur Verfügung hat — eine Förderung, die nicht wesentlich gesteigert werden kann — gegen 36 000 000 t, einschließlich der luxemburgischen Ausbeute, im Jahre 1913. Deutschland stellte 1913 19 300 000 t Roheisen her; der Verlust Elsaß-Lothringens und Luxemburgs, die von dieser Zahl 6 417 000 t lieferten, wird die zukünftige Roheisenerzeugung Deutschlands auf

12 883 000 t herabmindern, vorausgesetzt, daß es den Erzbezug des Jahres 1913 in Höhe von 14 000 000 t aufrechterhalten kann. Dies erscheint jedoch sehr zweifelhaft, einmal angesichts der Anstrengungen der französischen Eisen- und Stahlindustriellen, sich in Europa die Führung mit, wenn möglich, 13 000 000 t jährlicher Roheisenerzeugung zu sichern, und dann wegen der Ausdehnungspläne in der schwedischen und spanischen Eisenindustrie, was alles zur Folge hat, daß Frankreich, Schweden und Spanien zusammen fast 12 000 000 t von den gesamten 1913 nach Deutschland eingeführten 14 000 000 t Eisenerzen für sich beanspruchen werden.“

Zur Gewinnbeteiligung der Arbeiter. — Am 26. April 1917 ist in Frankreich ein Gesetz über die Aktiengesellschaften mit Gewinnbeteiligung der Arbeiter erlassen worden als Ergänzung zum französischen Aktiengesetz¹⁾. Das Gesetz will nicht die Gewinnbeteiligung bei den Aktiengesellschaften verbindlich machen, sondern schafft nur die rechtliche Grundlage, um eine derartige Gewinnbeteiligung, der vorher rechtliche Hindernisse im Wege standen, in der nachstehend ausgeführten Form zu ermöglichen. Die Aktien der Gesellschaften mit Gewinnbeteiligung bestehen aus Kapitalaktien und Arbeitsaktien. Die Arbeitsaktien sind das gemeinsame Eigentum der „arbeitergenossenschaftlichen Handelsgesellschaft“, der alle Arbeitnehmer, die seit mindestens einem Jahr in dem Unternehmen tätig und über 21 Jahre alt sind, angehören müssen. Eine Einzahlung durch die Arbeiter oder Arbeitergenossenschaft in Höhe der Beteiligung wird nicht geleistet. Die Arbeitsaktien haben keinen Nennwert, sondern nur einen gedachten Wert, der für die Gewinnausteilzahlung lediglich die Berechnungsgrundlage abgibt. Die Gewinnausteile der Arbeitsaktien werden unter die der Genossenschaft angehörigen Arbeitnehmer gemäß den Satzungen verteilt. Mit dem Verlassen seiner Stellung erlöschen für den Arbeitnehmer alle Ansprüche als Mitglied der Arbeitergenossenschaft. Die Teilhaber der Arbeitergenossenschaft werden bei den Generalversammlungen der Aktiengesellschaft durch Bevollmächtigte vertreten, die sie selbst wählen. Die Arbeitergenossenschaft soll im Verwaltungsrate der Aktiengesellschaft durch ein Mitglied oder mehrere Mitglieder vertreten sein. Diese Vertreter werden aber von der Aktionärsversammlung gewählt. Ueber die Erfahrungen mit diesem Gesetz ist bisher Näheres nicht bekannt geworden. Es bleibt deshalb abzuwarten, ob es eine sozialpolitisch und wirtschaftlich wichtige Neuerung ist, die Beachtung verdient.

In diesem Zusammenhange sei auch eine Nachricht der „Iron and Coal Trades Review“²⁾ über die Gewinnbeteiligung in England erwähnt. Die Zeitschrift führt aus, daß die Arbeiter im allgemeinen die unmittelbare Teilhaberschaft ablehnen, weil bei schlechter Marktlage auch die Löhne fallen würden. Hierbei wird wohl vorausgesetzt, daß auch die Lohngestaltung von den jeweiligen Gewinnergebnissen abhängig gemacht wird. Es wird dem die mittelbare Gewinnbeteiligung gegenübergestellt und hier ein Plan der Firma R. Thomas & Co., Llanelly — wie wir feststellen konnten, einem Hüttenwerk mittleren Umfanges — mitgeteilt. Die Arbeiter können Einlagen bis zur Höhe von 10 000 £, Angestellte bis zur Höhe des Fünffachen ihres Monatsgehältes als Spargelder bei der Firma anlegen und erhalten dafür einen Zins von 7½ %. Ist jedoch der Gewinnausteil, den das Werk seinen Aktionären gewährt, höher als 7½ %, so kommt der Unterschied zwischen dem festen Zins und dem höheren Gewinnausteil auch den Einlegern bis zur Höhe von 20 % zugute.

Diese beschränkte Gewinnbeteiligung ist übrigens nicht neu, sondern schon seit vielen Jahrzehnten bei der

1) Journal Officiel de la République Française 1917. Bd. 49, S. 3385—7, und Bulletin du Ministère du Travail 1917, S. 29*; deutsche Übersetzung im Bulletin des Internat. Arbeitsamtes 1918, Bd. 17, S. 6—8.

2) 1918, 6. Dez., S. 633.

1) Vgl. St. u. E. 1919, 9. Jan., S. 54/5.

2) 1919, 10. Jan., S. 37.

Jselder Hütte in ähnlicher, auch derartig weitgehender Weise in Kraft. Hier werden Einlagen bis zu 1500 \mathcal{M} . angenommen und mit mindestens 5 % verzinst. Daneben wird jedoch ein Ueberzins gewährt, der dem jeweiligen Gewinnausteil entsprechen, aber über 15 % nicht hinausgehen soll und zusammen mit dem Grundzins 20 % nicht übersteigen darf.

Actien-Gesellschaft Stahlwerk Mannheim in Mannheim-Rheinau. — Wie der Bericht des Vorstandes ausführt, waren im Jahre 1918 alle Abteilungen des Werkes bis zum Eintritt der Demobilmachung mit der Herstellung von Heeresbedarf voll beschäftigt, jedoch war das Unternehmen an der vollen Ausnutzung der Anlagen

zeitweise durch Brennstoffmangel verhindert. Die Umstellung der Betriebe auf die Friedenswirtschaft war durch die Lage des Werkes in der neutralen Zone besonders schwierig. Die Gewinn- und Verlustrechnung weist neben 79 492,67 \mathcal{M} . Einnahmen aus Zinsen einen Betriebsgewinn von 1 377 672,96 \mathcal{M} . aus. Nach Abzug von 1 167 164,56 \mathcal{M} . allgemeinen Unkosten, Gehältern usw. und 29 559,27 \mathcal{M} . Abschreibungen verbleibt ein Reingewinn von 260 441,80 \mathcal{M} . der sich durch 35 535,75 \mathcal{M} . Vortrag aus dem Vorjahre auf 295 977,55 \mathcal{M} . erhöht. Hiervon werden 180 000 \mathcal{M} . oder 15 % (i. V. 20 % und 200 \mathcal{M} . besondere Vergütung auf jede Aktie) als Gewinnausteil verwendet, 43 000 \mathcal{M} . satzungsmäßige Gewinnanteile gezahlt und 72 977,55 \mathcal{M} . auf neue Rechnung vorgetragen.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Institut für Eisenforschung.

Laut Erlaß des Ministeriums für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung vom 17. Februar 1919 ist Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. e. h., Dr. mont. e. h. Dr. Fritz Wüst in Aachen durch Bestallung vom 19. Januar 1919 zum Direktor des Instituts für Eisenforschung ernannt worden.

Gleichzeitig ist Geheimrat Wüst mit Genehmigung der Preussischen Regierung zum Ordentlichen Honorarprofessor bei der Abteilung für Bergbau und Hüttenkunde, für Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule Aachen ernannt worden.

Für die Vereinsbücherei sind eingegangen:

(Die Einsender von Geschenken sind mit einem * bezeichnet.)

Gelesnoff, W., Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Moskau: Grundzüge der Volkswirtschaftslehre. Nach einer vom Verfasser für die deutsche Ausg. vorgenommenen Neubearb. des Orig. übers. von Dr. E. Altschul. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1918. (XI, 613 S.) 8°. Geb. 10 \mathcal{M} .

Haus, Das, der Freundschaft in Konstantinopel. Ein Wettbewerb deutscher Architekten. Mit e. Einführung von Theodor Heuß. Mit 149 Abb. (auf 92 Tafel-seiten). Hrg. vom Deutschen Werkbund und der Deutsch-Türkischen Vereinigung. München: F. Bruckmann, A.-G., 1918. (48, 92 S.) 25×23 cm. Geb. 4 \mathcal{M} .

Reichert, J., Dr., Geschäftsführer des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller: Entstehung,

Bedeutung und Ziel der „Arbeitsgemeinschaft“. (Vortrag, gehalten vor der Vereinigung der Handelskammern des rheinisch-westfälischen Industriebezirks zu Essen-Ruhr am 30. Dezember 1918.) Hrg. von der Arbeitsgemeinschaft der industriellen und gewerblichen Arbeitgeber und Arbeitnehmer Deutschlands. Berlin (im Januar) 1919: W. Büxenstein, G. m. b. H. (29 S.) 8°. Scheibener, Edmund, Dr. phil., St. Gallen: Schweizerische Kohlenlagerstätten. St. Gallen: W. Schneider & Co. [1918]. (62 S.) 8°. 3 \mathcal{M} .

Wieleitner, H., Dr., Rektor der K. Realschule Speyer: Der Begriff der Zahl in seiner logischen und historischen Entwicklung. 2., durchges. Aufl. Mit 10 Fig. im Text. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1918. (2 Bl., 59 S.) 8°. 1 \mathcal{M} .

(Mathematisch-Physikalische Bibliothek. Hrg. von W. Lietzmann und A. Witting. 2.)

= Dissertationen. =

Borger, Adolf, Dipl.-Ing.: Beitrag zur Frage der Regulierung der Gleichdruck-Verbrennungsturbine bei Verwendung von Turbokompressoren. (Mit 29 Fig.) München 1919: R. Oldenbourg. (39 S.) 4°.

München (Techn. Hochschule*), Dr.-Ing.-Diss.

Schwerin, Edwin, Dipl.-Ing.: Ueber Spannungen in symmetrisch und unsymmetrisch belasteten Kugelschalen (Kuppeln), insbesondere bei Belastung durch Winddruck. (Mit 12 Fig.) Berlin 1918: Julius Springer. (33 S.) 4°.

Berlin (Techn. Hochschule*), Dr.-Ing.-Diss.

Wagner, L., Reg.-Baumeister, Stadtbauinspektor in Chemnitz: Grundlagen modellmäßigen Bauens. (Mit zahlr. Abb.) Berlin 1918: (Gebr. Ernst.) (X, 136 S.) 8°

Berlin (Techn. Hochschule*), Dr.-Ing.-Diss.

(Die Arbeit ist im Frühjahr 1918 bei W. Ernst & Sohn, Berlin, als Buch erschienen.)

Mitglieder-Verzeichnis 1919.

Unser letztes Mitglieder-Verzeichnis ist im April 1914 und der dazugehörige Nachtrag im Februar 1916 erschienen. Wir beabsichtigen nun, baldigst ein neues Verzeichnis herauszugeben, und bitten die Mitglieder, uns etwa gewünschte Aenderungen umgehend mitzuteilen. Die Angaben sind so kurz wie möglich zu fassen und dürfen nur Namen, Stand, Firma und Wohnung enthalten.

Um mit Rücksicht auf die herrschende Papierknappheit vorher die Höhe der Auflage bestimmen zu können, bitten wir die Mitglieder, unter vollständiger Angabe ihrer Anschrift, ihre Wünsche um kostenlose Zustellung eines Mitglieder-Verzeichnisses bis zum 1. April d. Js. an die Geschäftsstelle des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf 74, Ludendorff-Straße (vormals Breite Str.) 27, gelangen zu lassen. Spätere Bestellungen werden kaum berücksichtigt werden können.

Die Geschäftsführung.