

Die Entwicklung der Thomasschlackenmühlen.

Von Ingenieur K. Rech in Aachen.

Eingehende Versuche haben gezeigt, daß die Phosphorsäure (P_2O_5) der Thomasschlacke zwar nicht wasserlöslich ist, daß aber die im Boden tätigen Lösungsmittel, wie Humussäure, Kohlensäure und die schwach wirkenden Säuren der Pflanzenwurzeln, dieses Phosphat in seiner chemischen Konstitution sehr leicht zersetzen und auf diesem Wege die Phosphorsäure wirksam und den Pflanzen nutzbar machen.

Wissenschaftlich ist genügend klargelegt worden, daß in den Bestandteilen (Blätter, Holz oder Wurzeln) irgendeiner Pflanze enthalten sind: Wasser, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Schwefelsäure, Chlor, Natron, Kieselsäure.

Von diesen auf chemischem Wege als Grundbestandteile der Pflanzensubstanz nachgewiesenen Stoffen sind nur das Wasser, die Kohlensäure, der Stickstoff, die Phosphorsäure, das Kali, der Kalk, die Magnesia, das Eisenoxyd und die Schwefelsäure als wirkliche, für das Pflanzenleben unentbehrliche Pflanzennährstoffe anzusehen, während die übrigen nebensächliche Stoffe bedeuten, welche die landwirtschaftliche Kulturpflanze zu ihrem Gedeihen nicht unbedingt nötig hat.

In welchem Umfange die Thomasschlacke, deren Analyse Phosphorsäure, Kieselsäure, Magnesia, Kalk, Eisen und Mangan ergibt, der Landwirtschaft nun von Nutzen ist, dürfte aus der gegebenen Erläuterung zu entnehmen sein.

Wie erwähnt, besitzt die Thomasschlacke als Phosphat eine Düngebefähigung, ohne einem besonderen Aufschließungsverfahren unterworfen zu werden. Es ist nur notwendig, dieselbe in Mehlform zu bringen und dabei eine entsprechend hohe Feinheit zu beachten, damit die im Boden tätigen Lösungsmittel die Nährstoffe leicht aufzunehmen vermögen.

Die durch die landwirtschaftlichen Versuchstationen seinerzeit aufgestellten und im Handel eingeführten Bedingungen lauteten:

1. Verkauf nach Gesamt-Phosphorsäure,
2. 75 % Feinmehl auf Normalsieb Nr. 100,
Maschenabstand: 0,17 mm,
Maschengröße: 0,03 qmm,

von Amandus Kahl, Hamburg, bei 15 Minuten langer Sichtung.

Was nun das Verarbeiten der Thomasschlacke betrifft, so kamen anfangs allerlei Apparate, wie dieselben eben damals im Zerkleinerungswesen bekannt und gebräuchlich waren, zur Verwendung. Ein eigentliches Betriebssystem konnte vorerst nicht in Betracht kommen, denn die anfängliche Verarbeitung der Thomasschlacke bestand hauptsächlich in Mahlversuchen, die mit Ausdauer und unter großen Opfern durchgeführt worden sind. In der Thomasschlacke hatte man es mit einem neuen Erzeugnis zu tun, dessen Verarbeitung auch neue Erfahrung erforderte. Ehe es möglich war, sich auf solche Stützen zu können, konnte von geregelten Betriebsverhältnissen nicht die Rede sein.

Erst nach gewonnener Ueberzeugung, daß bei Vermahlung dieser Schlacke gewisse Eigenschaften zu berücksichtigen sind, wie

1. die Härte des Materials,
2. die mechanisch beigemengten Eisenteile in den verschiedensten Größen,
3. die hygroskopische Eigenschaft der Schlacke,
4. die anhaftende und verstopfende Eigenschaft des feinen Mahlgutes in heißem Zustande,

war es möglich, zweckmäßige Mühlenanlagen für Thomasschlacke zu bauen.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände wurden die ersten leistungsfähigen Mühlenanlagen in folgender Weise eingerichtet und betrieben:

Die erkalteten Schlackenblöcke wurden auf dem Schlackenplatze von Hand zerkleinert und die großen Eisenteile beseitigt. Zur weiteren Zerkleinerung gingen dann diese Schlackenstücke durch die auf etwa Nußgröße arbeitende Brecheranlage. Durch einen Elevator wurde dieses vorgebrochene Material in eine Sortiertrömmel von 25 mm Sieböffnungen befördert. Während das durchfallende Material Kollergängen als Beschickung diente, wurde der Ueberlauf, also größere Stücke als 25 mm, auf einen Lesetisch geführt und gelangte nach nochmaligem Auslesen des Eisens erst von da in die Kollergänge. Den Anforderungen gemäß wurden starke Kollergänge mit

Schleppkurbeln und 5000 kg Lanfergewicht gewahl. Das Mahlgut der Kollergänge wurde durch Elevatoren in Rundsiebe von 2½ mm Sieböffnungen gebracht. Das durchfallende Mahlgut fiel auf die Feinsiebe; der Ueberlauf wurde zum Magnetapparat geleitet, durch den die noch vorhandenen Eisenteile ausgeschieden wurden. Der von Eisen befreite Schlackengries lief wieder nach den Kollergängen zurück, desgleichen der Griesruckstand der Feinsiebe. Das abgesiebte Feinmehl sammelte sich in dem Absackrohr und wurde da in Säcke gefüllt. Als Feinsiebe kamen bei solchen Mahleinrichtungen zur Verwendung: verstellbare Schurr-, Ruttel- oder Schlag-siebe, sowie die etwas später erfundenen Windseparatoren.

Unter normalen Verhältnissen arbeiteten beide Arten Feinsiebe befriedigend. Bei heißem oder feuchtem Mahlgut erwiesen sich die Scheider zuverlässiger, während die Feinsiebe der ersten Gattung, die mit Schlitzsieben oder Feingewebe ausgestattet waren, unter solchen Umständen sich leicht verstopfen konnten.

Zur Vermahlung der Thomasschlacke bestanden seinerzeit auch Mahlganganlagen mit schweren Laufersteinen von 1,50 m Durchmesser und 0,75 m Höhe. Erfahrungsgemäß vermochten diese aber nur in Verbindung mit Kollernanlagen zu arbeiten, weil Mahlgange ihrer ganzen Einrichtung nach nur geschrotetes Material zu verarbeiten imstande sind. Die Speisung derselben konnte daher nur mit dem von den Kollergängen entnommenen, von Eisen gereinigten, feinen Gries bewerkstelligt werden. Das Mahlgut der Mahlgange wurde durch Elevatoren in Zylindersiebe gebracht, die mit entsprechendem Feingewebe versehen waren. Das abgesiebte Feinmehl wurde ebenfalls in ein Absackrohr geleitet und da in Säcke gefüllt. Der auf diesen Feinsieben noch vorhandene Gries lief entweder in die Mahlgange wieder zurück oder es war zur Vermahlung der letzten Griesruckstande ein besonderer Mahlgang als Griesgang im Betriebe vorgesehen.

Möhlenanlagen in der beschriebenen Weise arbeiteten nach den damaligen Phosphorsaurepreisen zwar schon mit gutem Nutzen, doch bedurften diese Betriebe in wirtschaftlicher, wie in gesundheitlicher Hinsicht, noch mancher Vervollkommnung. Damit wurden die folgenden Punkte zur weiteren Prüfung in Frage gestellt:

- a) in wirtschaftlicher Hinsicht: Kraft, Löhne, Ersatzstücke, Materialien;
- b) in gesundheitlicher Hinsicht: geeignete Entstaubung.

Durch den weitläufig geführten Mahlvorgang der zuerst gebauten Möhlenanlagen stand der erzielten Erzeugung ein noch hoher Kraftverbrauch gegenüber. Außerdem erforderte die Wartung und Instandhaltung der zahlreichen Apparate hohe Löhne. Die Apparate selbst waren einem starken Verschleiß unterworfen und benötigten viele Ersatzteile. Ferner war mit der Weitläufigkeit des Betriebes ein hoher Verbrauch an

Materialien verbunden und letzten Endes verursachten die vielen Apparate trotz Ummantelung und vorgesehener Ventilation starke Staubeentwicklungen. Wie aus der Beschreibung zu entnehmen ist, waren bei diesem Mahlprozesse sämtliche Apparate voneinander abhängig und mußten während des Betriebes alle in Tätigkeit bleiben. Das Versagen irgendeines Apparates hatte eine gänzliche Betriebsstörung zur Folge. Die Ursache dieser Störungen waren in den meisten Fällen die in der Thomasschlacke enthaltenen Eisenteile.

Eine sehr wesentliche Vereinfachung in der Vermahlung der Thomasschlacke und dadurch eine dementsprechende Verbilligung der Mahlkosten, sowie die Beseitigung sonstiger wirtschaftlicher und gesundheitlicher Nachteile, ist durch die von Ingenieur Waldemar Jenisch in Bromberg erfundene, später noch sehr verbesserte, Kugelfallmöhle erreicht worden. Sie besitzt stetige Ein- und Austragung und bildet für sich ein abgeschlossenes Mahlsystem. In der seitlich gepanzerten Mahltrommel, an deren einen Seite der Einlauf angeordnet ist, befinden sich in spiraliger Anordnung die gepanzerten Auflaufplatten. Unter diesen liegen die Schutz- und Vorsiebe angeordnet und am äußeren Umfange der Mahltrommel sind die Feinsiebe aufgelegt. Durch den zwischen den Auflaufplatten bestehenden exzentrischen Abstand zirkuliert beim Mahlen das feine Mahlgut bis Erbsengröße. Die Trommel ist mit einem nach unten trichterförmig abschließenden, mit Absackstutzen versehenen, Blechgehäuse umgeben, das die Verstaubung verhindert, das Mahlprodukt aufnimmt und es in angehängte Säcke, Fördersehnecken usw. abliefern. Zum Mahlen erhält diese Möhle eine Füllung von geschmiedeten Stahlkugeln von durchschnittlich 100 bis 130 mm Durchmesser, die sich an Gewicht, sowie im Durchmesser der Kugeln, jeweils nach der Größe der Möhle richtet. Die in der Thomasschlacke enthaltenen Eisenteile, die bei den früheren Möhlenanlagen Ursache häufiger Betriebsstörungen gewesen sind, behindern den Kugelmöhlenbetrieb in keiner Weise. Die Zuführung des Rohstoffes kann in Stücken bis zur doppelten Faustgröe erfolgen. In der Mahltrommel wird die Schlacke durch die Schlagkraft und die Reibung der Kugeln in Mehl zerrieben und letzteres durch die Siebe in den Absacktrichter abgeföhrt. Die in der Schlacke enthaltenen gewesenen Eisenteile bleiben als Rückstand in der Trommel und werden nach Bedarf auf höchst einfache Weise daraus entfernt. Außer dieser Wichtigkeit bezügl. der Ausscheidung der Eisenteile, bietet die Kugelmöhle gegenüer allen anderen Mahlvorrichtungen noch folgende Vorzüge:

1. ein abgeschlossenes Mahlsystem, ohne alle Nebenmaschinen,
2. eine kleine Betriebskraft bei hoher Leistung,
3. einen ununterbrochenen Betrieb durch Verminderung von Betriebsstörungen,
4. einfache Bedienung und leichte Zugänglichkeit aller Teile, selbst im Innern der Möhle,

5. geringen Verschleiß und bequeme Auswechselbarkeit aller arbeitenden Teile,
6. sehr gleichmäßiges Erzeugnis, das in jeder gewünschten Feinheit hergestellt werden kann, von Erbsengröße bis zum feinsten Mehle,
7. leichte Beseitigung der Staubeentwicklung und der damit verbundenen Gefährdung der Arbeiter,
8. geringen Raumbedarf und einfache Baulichkeiten.

Je nach der zu bewältigenden Schlackenmenge wird die erforderliche Anzahl Kugelmühlen aufgestellt. In der Regel in einer Reihe nebeneinanderstehend, werden die Mühlen durch eine an ihnen entlang laufende Transmission angetrieben, die außerdem die sonstigen im Betriebe notwendigen Apparate in Bewegung setzt. Eine in dieser Weise eingerichtete Anlage ist in ihrer ganzen Ausführung einfach und übersichtlich und ferner leicht zu lüften.

Im Anschluß an die, bezüglich der Vermahlung der Thomasschlacke, gemachten Fortschritte folgte auch eine Verbesserung der Lagerverhältnisse für Thomasschlackemehl. Das Thomasschlackemehl, das nicht versendet werden konnte, wurde bis dahin in Säcke gefüllt und in einem Lagerraum aufgestapelt. Die Erfahrung lehrte aber, daß selbst die stärksten Säcke bei einiger Lagerzeit der zerstörenden Wirkung des Thomasschlackemehls nicht standhalten konnten. Die durch Aufnahme von Kohlen säureanhydrid und durch die hygroskopische Eigenschaft hervorgerufene Volumvergrößerung einerseits, sowie die ätzende Wirkung des Kalkgehaltes andererseits, zerstörten die Säcke schon nach kurzer Lagerzeit. Die Folge davon war ein Umsacken der Lagerware. Diese Arbeit erforderte Löhne, neue Säcke, neuen Bindfaden. Außerdem gefährdete besonders diese Arbeit durch den sich dabei entwickelnden Staub die Gesundheit der Arbeiter. Die dagegen angewendeten Respiratoren gewährten nur einen geringen Schutz.

Diese Umstände gaben Veranlassung, das zu lagernde Thomasschlackemehl in losem Zustande in vollständig geschlossenen und entlüfteten Silos aufzuspeichern. Die aus Holz hergestellten Silos wurden mit der Mühlenanlage derart in Verbindung gebracht, daß das zu lagernde Thomasschlackemehl durch entsprechende Transportvorrichtungen in den über den Silos sich befindenden Schneckenkanal gefördert wird, worin die Schnecke das Mahlgut in der Längsrichtung der Silos befördert. In kürzeren Abständen arbeiten unter dieser Förderschnecke noch in Querrichtung laufende Verteilungsschnecken, die eine gleichmäßige Auffüllung der Silos bewirken sollen. Eine auf dem Wege nach den Silos eingeschaltete selbsttätige Wage verzeichnet die durchlaufende Gewichtsmenge.

Zum Entleeren der Silos sind im Boden derselben in Abständen ebenfalls Förderschnecken eingebaut, die das Thomasschlackemehl aus dem Innern in einen außerhalb liegenden Schneckenkanal fördern. Durch diesen Kanal wird das Thomasschlackemehl

einem Elevator zugeführt, der es dann in die selbsttätige Wage der Absackerei bringt.

In Bezug auf die Lüftung der Mühlenanlagen sei bemerkt, daß sie bei den ersten Mahlbetrieben den gesundheitlichen Anforderungen noch nicht genügte. Wenn durch die damals vielen Apparate und durch die starken Erschütterungen der Baulichkeiten auch eine gewisse Schwierigkeit bestanden haben mag, so waren die unvollkommenen Zustände doch vielfach auf technische Fehler zurückzuführen. Die seinerzeit aufgekommene Staubkollektoren und Schlauchfilter, die in der Ventilation von Thomasschlackenmühlen allgemein Anwendung gefunden hatten, erwiesen sich wegen der hygroskopischen Eigenschaft der Thomasschlacke sehr bald als unbrauchbar. Mit dem allmählichen Zusetzen der Filter dieser beiden Apparate wurde die Ventilation nach und nach wirkungsloser, die Filter und die Ventilationskanäle verstopften sich immer mehr, bis schließlich die ganze Ventilation versagte. Die häufigen Störungen und die vielen Reparaturen, besonders das fortwährende Auswechseln der Filter, führten dazu, diese Entstaubung zu verwerfen.

Nach Abschaffung dieser Entstaubungsanlagen ging man zur Verwendung gewöhnlicher Ventilatoren über. Dieselben wurden an irgendeiner Stelle aufgestellt, die einzelnen Apparate der Mühlenanlage durch Rohrleitungen an der Saugstelle des Ventilators angeschlossen und die an der Ausblaseöffnung desselben austretende staubdurchsetzte Luft in der Regel in einen Staubturm geblasen, in der Annahme, daß diese Vorkehrung als Niederschlagsraum für den Staub ausreichend sein würde. Wenn diese Erwartung auch nicht ganz in Erfüllung gegangen ist, so bildete der Staubturm doch die Grundlage zum späteren Ausbau der Staubkammer.

Auch bei der zuletzt erwähnten Entstaubungsart hatte sich entweder durch die Wahl eines ungeeigneten Ventilators oder durch die Aufstellung eines brauchbaren Ventilators an unrichtiger Stelle oder auch durch ungünstige Anlage der Ventilationskanäle mancher Fehler eingeschlichen. Es mangelte also entweder an einem zweckmäßigen Ventilator oder infolge unrichtiger Aufstellung konnte ein brauchbarer Ventilator nicht wirken, zumal bei ungünstiger Anlage der Ventilationskanäle der Durchgang vor oder hinter dem Ventilator durch die sich niederschlagenden Staubmassen entweder teilweise gesperrt oder gar ganz verstopft wurde.

Eine gut arbeitende Entstaubungsanlage erfordert zunächst einen zweckentsprechenden Ventilator (Exhaustor) zur Förderung einer großen Luftmenge bei geringem Drucke. Des weiteren ist dieser Apparat derart aufzustellen, daß vor und hinter ihm sämtliche Ventilationsquerschnitte offen bleiben, denn mit Zunahme des Widerstandes für den Luftstrom nimmt die Leistung des Ventilators in demselben Maße ab. An Stelle des ursprünglichen Staubturmes bietet die für die abgesaugten Staubmengen als Niederschlagsraum vorteilhafter wirkende Staubkammer besseren

Ersatz. Bei genügender Länge und dem Betriebe angemessenen Raumverhältnissen ist dem mit Staub durchsetzten Luftströme Gelegenheit gegeben, auf

seine den Staub treibende Kraft sich bald erschöpft. Zum besseren und schnelleren Abstoßen der Staubteile findet man die ganze Kammer in eine Anzahl

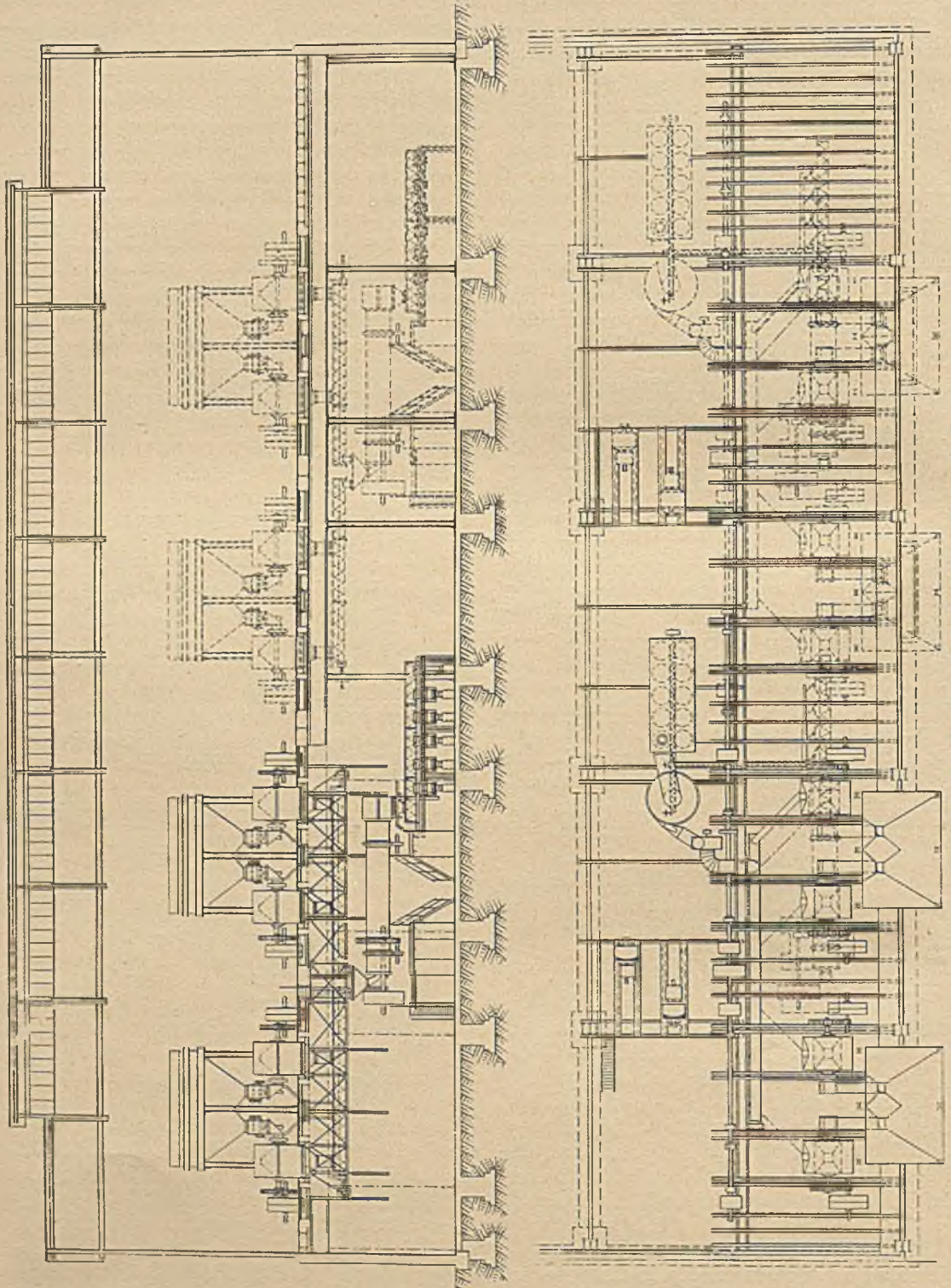
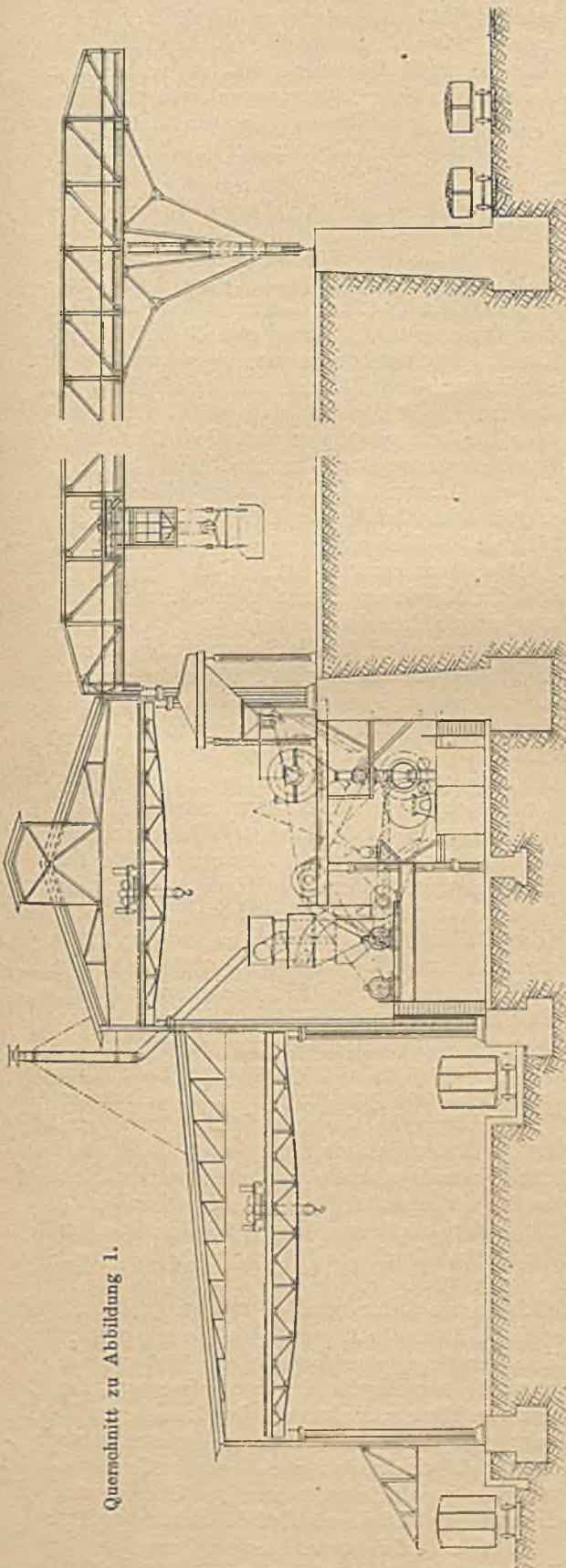


Abbildung 1. Projekt zu einer Thomas Mahlanlage.

dem Wege durch die Staubkammer sich der Staubteile zu entledigen. Demgemäß muß der Weg des Luftstromes durch die Kammer so angeordnet sein, daß

Abteile geteilt, die hintereinander durch Ueberströmungen in Verbindung stehen und den Luftstrom in wechselnde, aber stetig abnehmende Bewegung



Querschnitt zu Abbildung 1.

bringen. Der in der Kammer niedergeschlagene Staub sammelt sich in den unter den einzelnen Abteilen angebrachten Trichtern und wird von da dem fertigen Mahlgute wieder zugeführt. Eine derartig ausgeführte Entstaubungsanlage ist von guter und sicherer Wirkung und bedarf erfahrungsgemäß weder einer Wartung noch einer Reparatur. Eine ähnliche Anordnung von gleicher Wirkung wird auch durch eine Gruppe hintereinandergeschalteter „Zyklone“ gebildet.

Zurückkommend auf Punkt 7 der Kugelmühle sei erwähnt, daß auch die Entlüftung einer Kugelmühlenanlage sich ebenso einfach gestaltet, wie der Kugelmühlenbetrieb im allgemeinen. Ueber den Mühlen entlang wird in der Regel ein Hauptentlüftungskanal angelegt, an den sämtliche Mühlen angeschlossen werden. Mit dem Hauptkanal in Verbindung steht der überhalb angeordnete und an die Staubkammer unmittelbar angeschlossene Exhaustor. Der Querschnitt des Hauptkanals wird entweder durch einen hin und her beweglichen Schlitten oder durch irgendeine, den niedergeschlagenen Staub beseitigende, Fördervorrichtung offengehalten. Die Anschlüsse der Mühlen an den Hauptkanal, sowie der Anschluß des Hauptkanals an den Exhaustor, bleiben ihrer senkrechten Richtung wegen von selbst offen.

Obgleich durch den Kugelmühlenbetrieb schon viele Vorteile erreicht worden sind, so war mit diesem Fortschritt der wirtschaftliche Höhepunkt noch nicht gegeben. Die Wahrnehmung, daß bei gut mahlbarem Material die Kugelmühlen an Mahlgut mehr leisten, als die Siebfläche derselben zu bewältigen vermag, stellte der Technik zur weiteren Entwicklung der Thomasschlackemühlen eine neue Aufgabe. Ihre Lösung durch Ingenieur Davidson in Kopenhagen führte zu einem zweistufigen Mahlsystem, bei dem die Kugelmühlen nur als Vormühlen (Griesmühlen) in Betracht kommen und als Feirmühlen Rohrmühlen Verwendung finden. Gleichzeitig kommen bei diesem Mahlsystem die Feinsiebe, der bei Mühlen empfindlichste Teil, in Fortfall.

Die Rohrmühlen haben gewöhnlich eine Trommel­länge von 8 m und einen lichten Durchmesser von 1 m. Das Futter der zylindrischen Lauffläche ist meist aus einem besonderen Steinmaterial (Quarz) hergestellt, seltener aus Stahlpanzer, während die beiden Stirnplatten durch Stahlplatten gepanzert sind. Zum Mahlen erhalten die Rohrmühlen eine Füllung geschmiedeter Stahlkugeln in der Größe von 40 bis 50 mm Durchmesser.

Das von den Kugelmühlen kommende Mahlgut tritt durch den Einlauf der vorderen Stirnplatte in die Rohrmühle ein und durchläuft dann unter dem Einfluß seines Eigengewichtes und der langsamen Drehung der Trommel ohne irgendwelche Hilfsapparate die fortwährend rollende Kugelschicht, die das Mahlgut auf das feinste pulverisiert. Die hintere Stirnplatte (Auslaufseite) ist mit radial angeordneten Schlitzen von etwa 8 mm Breite versehen, die dem Mahlgute der Rohrmühlen einen freien Austritt in das am Ende angeschlossene, 1 m lange

Trommelsieb (Schlitzsieb aus Eisenblech mit etwa $1\frac{1}{2}$ mm breiten und etwa 15 mm langen Schlitzten) gestatten. Hier wird das Mahlgut einer Absiebung unterworfen. Das feine Mehl fällt durch die Schlitzten in den Trichter der das Trommelsieb umschließenden Haube; größere Teile, hauptsächlich kleine Eisenteile, werden am äußeren Rande des Trommelsiebes in den Ueberlauf geleitet. Vom Trichter aus gelangt nun das fertige Mahlgut in den Schneckenkanal und wird durch die Förderschnecke entweder der selbsttätigen Absackerei zugeführt und da in Säcke gefüllt oder zur Zeit der Aufspeicherung in die Siloanlage gefördert.

Mit dem Fortfallen der Feinsiebe an den Kugelmöhlen ist eine besondere Wartung hinsichtlich der Beschickung derselben nicht mehr notwendig. Ohne zu verstopfen, können die Kugelmöhlen als Griesmöhlen nun durch selbsttätig arbeitende Aufgebearate beschickt werden. In wirtschaftlicher Hinsicht bedeutet dies die Ersparnis der Beschickungsmannschaft, und da außerdem die Kugelmöhlen als Griesmöhlen das Zweieinhalb- bis Dreieinhalbfache der früheren Mehlmengen liefern und die Rohrmöhlen als Feinmöhlen im Verhältnis ihrer Leistung einen geringen Kraftaufwand erfordern, tritt noch eine wesentliche Kraftersparnis hinzu.

Abb. 1 stellt eine derartige neuzeitliche, von der Firma H. Löhnert, Akt.-Ges. in Bromberg, ausgeführte Möhlenanlage für Thomasschlacke mit einer stündlichen Leistung von 20 000 kg dar. Die Anlage umfaßt vier achsenlose Kugelmöhlen von 2,43 m Durchmesser und 1,63 m Breite, sowie eine Rohrmühle von 8 m Länge und 1 m lichtigem Durchmesser. Hinsichtlich der achsenlosen Kugelmöhlen sei noch erwähnt, daß dieselben eine große Einwurfföffnung bieten und zur Vermahlung von Thomasschlacke besonders geeignet sind. Die Anordnung der Apparate ist vorteilhaft und dürfte bei jeder Neuanlage als Richtschnur dienen. Die Möhlen sind untereinanderstehend angeordnet und stehen daher in unmittelbarer Verbindung, so daß jede unnütze Bewegung und jedes Heben des Mahlgutes während des Mahlvorganges vermieden ist. Die Einrichtung des Betriebes ist folgende:

Ueber den Schlackengleisen und dem Schlackenplatze bewegt sich ein elektrischer Laufkran. Derselbe fördert die von Hand zerkleinerte Rohschlacke in einer Mulde von rd. 10 000 kg Inhalt in die zwischen den Kugelmöhlen angeordneten Bunker, die einen Schlackenvorrat für zwölf Betriebsstunden fassen. Nach den Kugelmöhlen zu haben die Bunker trichterförmige Abschlüsse, unter denen sich die Schubaufgebearate befinden. Jeder Kugelmühle wird durch einen solchen Aufgebearat, der in seiner Leistung verstellbar ist, vom Bunker aus das Rohmaterial in gleichmäßiger Weise zugeführt. Das Mahlgut der Kugelmöhlen fällt in den unter denselben liegenden Schneckenkanal. In diesem schafft die Förderschnecke das Mahlgut in den Einlauf der darunter aufgestellten Rohrmühle. Das in den Kugel-

möhlen geschrotete Material durchläuft nun die Rohrmühle und wird in derselben durch die rollende Kugelfüllung in Mehl verwandelt, das nach seinem Austritte aus dieser Mühle und nach erfolgter Absiebung in den Schneckenkanal der Absackstation fällt, in welchem es durch die Schnecke auf die einzelnen, mit selbsttätiger Wage versehenen Absackrohre verteilt wird, deren fünf Stück bei dieser Absackstation vorgesehen sind.

Auch die Entstaubung dieser Anlage ist einfach gestaltet und arbeitet selbsttätig. Wie in der Zeichnung ersichtlich, befindet sich ungefähr in der Mitte des Betriebsraumes, 5,75 m vom Boden entfernt, das Hauptentlüftungsrohr von 0,5 m Durchmesser mit darunter befindlichem Schneckenkanal, an das die vier Kugelmöhlen, die Rohrmühle und die fünf Absackstellen angeschlossen sind. Jede Absackstelle ist mit einem doppelwandigen Staubschirm umgeben, in dessen Innenwand sich Öffnungen befinden, durch die der beim Einfallen des Mehles in den Sack sich bildende Staub abgezogen wird.

Diese Vorkehrung findet man auch derart, daß der beim Absacken entstehende Staub durch den rostartig ausgebildeten Doppelboden, auf dem der Sack steht, abgesaugt wird. Die Rohrverbindungen nach dem Hauptrohr sind so gelegt, daß weder nach der einen, noch nach der andern Richtung hin sich Staubeile festsetzen können. Dagegen werden die im Hauptrohr sich sammelnden Staubmengen durch die darin vorgesehene Förderschnecke beseitigt und der Absackerei zugeführt. Das Hauptentlüftungsrohr steht unter der Wirkung eines Exhaustors, der den staubgeschwängerten Luftstrom in einen als Niederschlagsraum dienenden „Zyklon“ bläst. Der Luftstrom tritt in tangentialer Richtung in den zylindrischen Teil dieses Apparates ein und erhält eine kreisende, durch eine besondere Vorrichtung schraubenförmig nach unten gerichtete, Bewegung. Durch die Fliehkraft werden die Staubeile an die Wandung gedrückt, wo sie die ihnen gegebene schraubenförmige Bewegung stetig verlangsamt in dem konischen Teil des Apparates bis unten beibehalten. Hier schlägt sich der mitgeführte Staub meist nieder. Der abziehende Luftstrom durchläuft noch eine Filteranlage und wird darin von dem Reste des Staubes gereinigt. Die im „Zyklon“ und in der Filteranlage niedergeschlagenen Staubmengen werden ebenfalls durch eine Förderschnecke der Absackstation zugeführt.

Die ganze Anlage wird elektrisch betrieben und wird die Betriebskraft durch eine Zentrale geliefert. Ein Drehstrommotor betreibt die Transmission, womit die vier Kugelmöhlen mit Aufgebearaten, sämtliche Förderschnecken und der Exhaustor in Bewegung gesetzt werden, ein anderer Drehstrommotor ist für den Betrieb der Rohrmühle bestimmt. Zur Errichtung einer zweiten Anlage in demselben Umfange ist an diese anschließend der erforderliche Platz vorgesehen.

Eine ebenfalls neuzeitliche Möhlenanlage für Thomasschlacke ist auch der von der Maschinen-

boldtschen Ausführung doch folgender Umstand zu berücksichtigen sein:

Vom Schlackenplatze aus werden die mit dem Rohstoff beladenen Kippwagen durch Mannschaften in den Aufzug gebracht. Derselbe fördert die beladenen

erfordert zweifellos mehr Löhne und Materialien. Des weiteren besteht ein unnützes Heben des fertigen Mahlgutes von der Rohrmühle nach der Absackerei auf 9,6 m Höhe, welcher Umweg auf Kosten von Kraft, Ersatzteilen und Materialien gemacht wird.

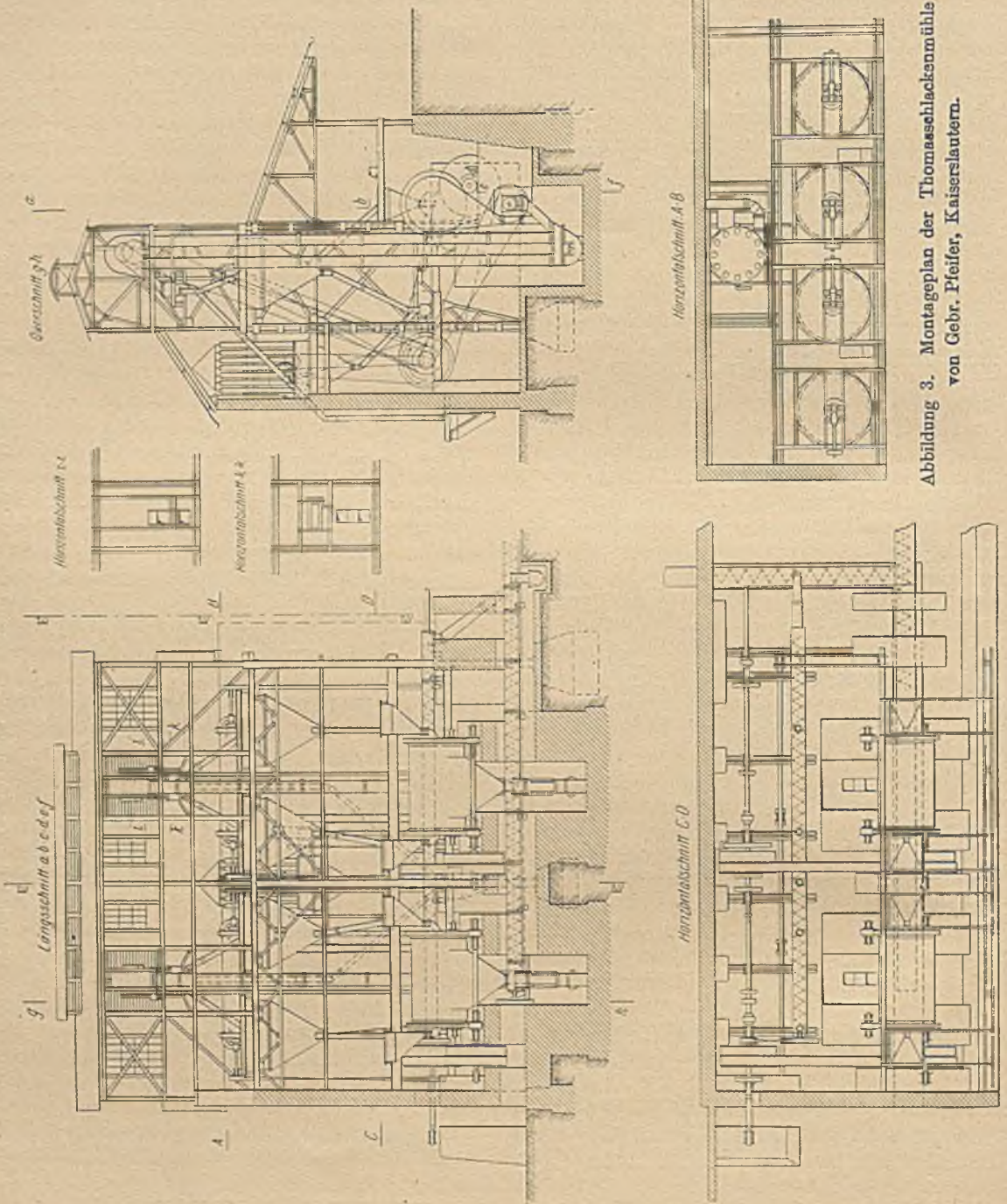


Abbildung 3. Montageplan der Thomasschlackenmühle von Gebr. Pfeifer, Kaiserslautern.

Kippwagen auf den Siloboden, wo sie wiederum durch Mannschaften vom Aufzuge an die Silos gefahren und entleert werden. Die entleerten Kippwagen werden auf dieselbe Weise wieder zurückgebracht. Gegenüber der Löhnertschen Anordnung ist das Herbeischaffen des Rohstoffes umständlicher und

Solche Nachteile sind bei der Löhnertschen Anlage vermieden und dürfte dieselbe deshalb als nachahmenswert zu empfehlen sein.

Die Erfahrungen auf dem Gebiete der Vermahlungstechnik führten auch die Firma Gebrüder Pfeifer, „Barbarossawerke“, Kaiserslautern, auf eine

neue Mühlenart und demgemäß auch auf vorteilhafter arbeitende, neuzeitliche Mahlanlagen. Geleitet von dem Gedanken, hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit im Mahlverfahren die möglichste Vollkommenheit zu erreichen und ein vorteilhaftes Erzeugnis zu liefern, baute obige Firma die sieblose Hartmühle mit Windsichtung, aus deren Bauart sich dann die Patent-Doppel-Hartmühle entwickelte, die in sich die Arbeit einer Kugel- und Rohrmühle vereinigt.

Die aus starkem Stahlrohr hergestellte zylindrische Mahltrommel hat an beiden Stirnseiten kräftige Schilde aufgeschraubt, an denen sich die Einläufe befinden. Das Innere der Trommel ist mit auswechselbarer Stahlpanzerung versehen, und als Mahlkörper dienen in der Regel Stahlkugeln. Die Materialaufgabe kann auf einer oder auf beiden Seiten der Mühle erfolgen. Zur raschen Abführung des entstehenden Feinmehles ist an beiden Trommelenden ein Austritt vorgesehen. An diesen Stellen ist die Panzerung der Stirnwände verstellbar angebracht, so daß der Austrittsquerschnitt dem zu verarbeitenden Material entsprechend geregelt werden kann. Die Verstellung der Panzerung kann auf den beiden Seiten unabhängig voneinander erfolgen. Je nach den in Betracht kommenden Leistungen wird die Doppel-Hartmühle in den verschiedensten Größen gebaut.

Abb. 3 stellt ein von der erwähnten Firma ausgeführtes Thomasschlackemahlwerk dar, das aus zwei Mahlgruppen mit je einer Doppel-Hartmühle, einem Becherwerke, einer Magnetwalze und zwei Windsichtern besteht.

Unter der Voraussetzung, daß diesem Betriebe die Rohschlacke in zerkleinertem Zustande in Wagenladungen geliefert wird, ist der Beschickungsboden dieser Mahlanlage in Rampenhöhe angelegt. Der Rohstoff wird also aus den Wagen unmittelbar den Mühlen zur Verarbeitung übergeben. Von den auf eine bestimmte Korngröße eingestellten Mühlen gelangt das auslaufende Mahlgut (Grieß und Feinmehl) in die Becherwerke, die dasselbe auf die in der Höhe angeordneten Elektro-Magnetwalzen bringen. Die Elektromagnete scheiden die im Mahlgute enthaltenen Eisenteile aus, die durch ein an diese Apparate angeschlossenes Abfallrohr in einen außerhalb der Mühle angebrachten Sammelkasten geleitet werden. Das von Eisen gereinigte Mahlgut geht nun zu den unter den Magneten aufgestellten Windsichtern (Wind-Separatoren oder Wind-Selektoren). Diese haben die Aufgabe, das zugeführte Mahlgut in Feinmehl und Grieße zu zerlegen, die Grieße auf den Mahlapparat zurückzuleiten und das Feinmehl seiner weiteren Verwendung zuzuführen. Dies wird bewirkt durch einen im Windsichter erzeugten, beständig umlaufenden Luftstrom, der an einer Stelle fortwährend Staub aufnimmt und an einer anderen Stelle wieder absetzt. Je vollkommener diese beiden Punkte erfüllt werden, um so vollkommener ist auch die Wirkung und Leistung des Apparates. Wie in der Zeichnung zu ersehen ist, sammelt sich sämtliches Fein-

mehl in einem Schneckenkanal, in dem dasselbe durch eine Förderschnecke in die Absackerei gebracht wird.

Die Lüftung dieser Mahlanlage wird durch einen Exhaustor bewirkt, und als Niederschlagsraum für die abgesaugten Staubteile findet ein „Zyklon“, der zur vollkommenen Reinigung des Luftstromes noch eine Filteranordnung im Anschluß hat, Verwendung. Die durch die Entlüftungsanlage niedergeschlagenen Staubteile fließen ebenfalls in den vorstehend erwähnten Schneckenkanal.

Während die Wirksamkeit einer Filteranlage gewöhnlich durch häufiges Auswechseln und Reinigen der Schlauchfilter bewerkstelligt wird, ist bei dieser Filteranordnung eine selbsttätige Reinigung der Schlauchfilter vorgesehen. In diesem „Zyklon“ befindet sich ein ringförmiger Staub-Vorabscheideraum, in den die staubbelastete Luft durch den Exhaustor hineingeblasen wird. Im Innern dieses Ringes liegen in radialer Anordnung gesteuerte Leitkanäle, um die vorgereinigte Luft in die betreffende Schlauchgruppe zur Nachreinigung zu führen. Durch eine einfache Einrichtung werden diese einzelnen Leitkanäle mit ihren zugehörigen Schlauchgruppen abwechselnd mit der Saugleitung des Exhaustors in Verbindung gebracht und durch diese Umkehrung des Luftstromes in einfacher und schonender Weise von Staub befreit.

Aber nicht allein in technischer Hinsicht erforderte die Thomasschlackemehlindustrie Fortschritte, sondern es galt auch, mit dem Thomasschlackemehl den Markt zu behaupten und den mit wertlosen mineralischen Phosphaten aufgetretenen Wettbewerb zu verdrängen. Mit dem Emporblühen des Thomasschlackemehlgeschäftes und der regen Nachfrage seitens der Landwirtschaft nach diesem Düngemittel ist der Preis der Thomasschlackemehl-Phosphorsäure gestiegen. Diesen Umstand benutzten die Lieferanten, um unaufgeschlossene mineralische Phosphate in gemahlenem Zustande zu billigen Preisen auf den Markt zu bringen und diese als Ersatz für Thomasschlackemehl zu verkaufen. Da der Verkauf des Thomasschlackemehls bis dahin nur nach Gesamt-Phosphorsäure gehandelt wurde, war dem Betrage noch kein Hindernis bereitet, und Verfälschungen des Thomasschlackemehls blieben vielfach unentdeckt. Diesem Mißbrauch eine Schranke zu setzen, war eine weitere Aufgabe der Agrikulturchemie, welche dieselbe durch die Einführung des „Wirksamkeitsgrades“ gelöst hat. Bei den gegenwärtigen Verkaufbestimmungen kommen demgemäß in Betracht:

1. Gesamt-Phosphorsäure,
2. Zitronensäurelösliche Phosphorsäure,
3. Zitronensäurelöslichkeit,
4. Feinmehl.

Von den ersten Anfängen an bis zum heutigen Stande gebrauchte die Entwicklung der Thomasschlackemehlindustrie ungefähr fünfundzwanzig Jahre.

Durch das neue Mahlverfahren dürften die Thomasschlackemühlen ihren wirtschaftlichen Höhe-

punkt nun erreicht haben, und mit Genugtuung können die Technik und die Agrikulturchemie auf die auf diesem Gebiete geleisteten Fortschritte zurückblicken.

Betreffs der Mahlkosten, die sich zusammensetzen aus Kraft, Löhnen und Gehältern, Ersatzstücken und Reparaturen und allgemeinen Unkosten, ist nun der Satz von ungefähr 20 *M* für 10 000 kg Thomasschlackemehl erreicht worden, während dieselben bei den zuerst gebauten Mahlwerken sich auf 70 bis 80 *M* für 10 000 kg Thomasschlackemehl stellten.

Die von den Thomasstahlwerken früher als wertloses Abfallprodukt behandelte Thomasschlacke ist

nun ein wichtiger Handelsartikel geworden, der nach seinem Phosphorsäuregehalte bewertet wird. Der Verkaufspreis des Thomasschlackemehls, der bei Gesamt-Phosphorsäure anfangs auf 18 Pf. je kg% stand, steht gegenwärtig auf 22 $\frac{1}{4}$ bis 23 $\frac{1}{4}$ Pf. je kg%, derjenige der zitronensäurelöslichen Phosphorsäure auf 25 $\frac{1}{4}$ bis 26 $\frac{1}{4}$ Pf. je kg%.

Nach den gemachten Erfahrungen ist das Thomasschlackemehl für die Landwirtschaft ein unentbehrliches Düngemittel geworden, und die daraus entspringende Verarbeitung der Thomasschlacke bedeutet in der Rentabilität der Thomasstahlwerke einen nicht zu unterschätzenden Gewinn.

Einige weitere Mitteilungen über Eigenspannungen und damit zusammenhängende Fragen.

Von Professor E. Heyn in Charlottenburg.

(Fortsetzung von Seite 448.)

III. Die Blaubrüchigkeit des schmiedbaren Eisens.

Auf den wahrscheinlichen Zusammenhang der Blaubrüchigkeit mit Eigenspannungen habe ich bereits früher hingewiesen¹⁾. Beim Vergleich der in einer Walzstange aus Flußeisen durch das Kaltrecken und das Recken bei 230 bis 260° (Blauwärme) erzielten Eigenspannungen ergab sich, daß im letzteren Falle, selbst bei einem geringeren Reckgrade, die Spannungen wesentlich größer waren als beim Kaltrecken. Daraus darf man folgern, daß das Recken bei Blauwärme (etwa 150 bis 300°) bei Eisen besonders starke Spannungszustände herbeiführen kann.

Die sonst gebräuchliche Erklärung der Blaubrüchigkeit, wonach das Eisen innerhalb der Blauwärmezone besonders hohe Sprödigkeit zeige, läßt sich weder auf Grund der vorliegenden Versuche, noch der bisherigen Erfahrung rechtfertigen. Die Rudeloffschen Versuche ergaben nur, daß das Flußeisen innerhalb der Blauwärmezone wie ein Eisen hoher Festigkeit und dementsprechend geringerer Dehnungsfähigkeit sich verhält. Daraus kann nur gefolgert werden, daß der bleibenden Formänderung innerhalb des Blaubruchbereiches ein größerer Widerstand entgegengesetzt wird als bei gewöhnlicher Temperatur. Dies ist auch durch die oben angeedeuteten Reckversuche bestätigt worden. Die Kerbschlagversuche von Charpy haben bewiesen, daß von einer Sprödigkeit des Flußeisens innerhalb der Blauwärmezone nicht gesprochen werden darf, da zum Bruch der gekerbten Proben bei Blauwärme eine erheblich größere Arbeit erforderlich war als

bei gewöhnlicher Temperatur. Auch die Versuche von Lautz²⁾, die in meinem Laboratorium an der Technischen Hochschule Charlottenburg ausgeführt wurden, zeigen, daß zwischen etwa 120 und 240° von Sprödigkeit des Flußeisens nicht geredet werden kann, da innerhalb dieser Temperatur sogar ein Höchstwert der Biegefähigkeit bei Hin- und Herbiegung vorkommt.

Wäre das Flußeisen bei Blauwärme tatsächlich spröde, so würde die Gefahr des Blaubruches viel geringer sein, da ja dann das Eisen infolge Reckens während der Blauwärme zu Bruch gehen müßte. Dies würde eine viel wirksamere Mahnung für die Arbeiter sein, das Recken bis herunter auf Blauwärme zu unterlassen, als alle sonstigen guten Lehren und Ratschläge. Leider läßt sich aber das Flußeisen bis zu einem gewissen Grade bei Blauwärme recken, ohne daß es reißt; die Gefahr kommt erst hinterher und kann durch hinzutretende zusätzliche Wärmespannungen bei darauffolgender ungleichmäßiger Abkühlung noch wesentlich verstärkt werden.

Wenn die Ursache der Blaubrüchigkeit in Reckspannungen liegt, so ist es auch nicht zu verwundern, daß die durch das Blauwarmrecken erzeugten Schädigungen verschieden stark ausfallen können, je nach der Form des Werkstückes und der Art der ausgeführten Reckarbeit. Wenn letztere so geartet ist, daß sie besonders stark auf Ungleichmäßigkeiten im Reckgrad innerhalb der verschiedenen Schichten des Materials hinzielt, wie z. B. beim Biegen und Börteln, so kann die Gefahr größer werden als in anderen Fällen.

Vielleicht spielt auch noch die große Veränderlichkeit der Festigkeitseigenschaften, insbesondere der Dehnbarkeit des Flußeisens innerhalb der Blau-

¹⁾ Jahrbuch der Schiffbautechn. Ges. 1912: „Ueber Eigenspannungen, insbesondere Reckspannungen und die dadurch bedingten Krankheitserscheinungen in Konstruktionsteilen.“ Ferner in den Monatsblättern des Berliner Bezirksvereins Deutscher Ingenieure, Okt. 1916, S. 110.

²⁾ Mitt. über Forschungsarbeiten V. d. I., Heft 180: „Die Einwirkung der Temperatur auf die Biegefähigkeit von Flußeisen- und Kupferdrähten.“

warmzone, eine wichtige Rolle für die Erzeugung starker Reckspannungen. Schon die Rudeloffschen Versuche zeigen diese Veränderlichkeit; ebenso geht sie aus der Abb. 13 hervor, worin die Ergebnisse der Charpyschen Kerbschlagversuche und der Lautzschenschen Hin- und Herbiegeversuche mit Flußeisen dargestellt sind. Die Linie n gibt die Zahl der Biegungen an, die ein Flußeisendraht bei den als Abszissen eingeschriebenen Temperaturen bis zum Bruch aushält. Die Linie A gibt nach Charpy die Schlagarbeit an, die gekerbte Stäbe von Flußeisen bei den verschiedenen Temperaturen zur Herbeiführung des Bruches erfordern. Beide Linien erreichen bei etwa 175° einen Höchstwert und sinken von diesem aus sehr rasch nach beiden Seiten ab. Da es nun unmöglich ist, bei einem Werkstück während dessen Formgebung durch Recken die Temperatur an allen von der Reckwirkung betroffenen Stellen völlig gleich zu erhalten,

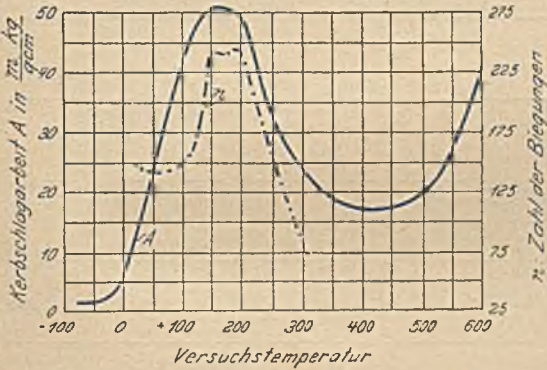


Abbildung 13. Kerbzähigkeit und Biegefähigkeit von Flußeisen bei verschiedenen Temperaturen nach Charpy & Lautz.

so ist auch der Widerstand des Materials gegenüber der Reckwirkung an den Stellen verschiedener Temperatur gerade in der Blauwarmzone besonders stark verschieden, womit die ausgeprägte Neigung zur Bildung von Reckspannungen mit ihren Folgen bei Blauwärme erklärlich wird.

IV. Beeinflussung der durch den Zugversuch ermittelten Größen durch Eigenspannungen im untersuchten Probestab. Scheinbare Proportionalitäts-, Streck- und Bruchgrenze.

a) Es erhebt sich zunächst die wichtige Frage, ob der Zugversuch bei mit Eigenspannungen behafteten Materialien die wirklichen Beträge für die Proportionalitäts-, Streck- und Bruchgrenze sowie die wirkliche Beziehung zwischen Dehnung (ε) und Spannung (σ) angibt.

Zunächst ist zu bemerken, daß bei dem Herausarbeiten der Probestäbe, namentlich der Rundstäbe, die Verteilung der Eigenspannungen bereits beträchtlich verändert, der Spannungszustand im allgemeinen

wesentlich vermindert wird. Bei Probestreifen aus Blechen, deren Dicke der Blechstärke entspricht, ist dies nicht oder in geringerem Maße der Fall. Es bleiben aber auch beim Rundstab, wenn das Material ursprünglich stark mit Eigenspannungen behaftet war, noch genug Spannungen übrig, um den Verlauf der Dehnungs-Spannungslinie (ε- und σ-Linie) zu beeinflussen.

Zum Zweck der Ueberlegung denken wir uns den einfachen Fall, daß ein Rund- oder Flachstab, wie in Abb. 14, nur aus zwei Schichten I und II bestehe, deren Querschnitte f_I bzw. f_{II} seien, so daß $f = f_I + f_{II}$. In der Schicht I herrsche die Eigenspannung $+\sigma_{0I}$ (Zug), in der Schicht II die Eigenspannung $-\sigma_{0II}$ (Druck). Durch die Spannung $+\sigma_{0I}$ sei in I die elastische Dehnung (bezogen auf die Längeneinheit) $+\varepsilon_{0I}$, durch die Spannung $-\sigma_{0II}$ in II die elastische Verkürzung $-\varepsilon_{0II}$ (bezogen auf die Längeneinheit) hervorgebracht. E sei der Elastizitätsmodul des Materials.

Der obige Spannungszustand könnte dadurch herbeigeführt sein, daß Schicht II stärkere Kaltreckung erfahren hat als die Außenschicht I.

Damit Gleichgewicht herrscht, müssen die durch die Eigenspannungen bedingten Kräfte einander gleich sein, also

$$\begin{aligned} \sigma_{0I} \cdot f_I &= \sigma_{0II} \cdot f_{II}, \\ \sigma_{0I} &= \frac{f_{II}}{f_I} \cdot \sigma_{0II} \end{aligned}$$

Da nun $\sigma_{0I} = E \cdot \varepsilon_{0I}$ und $\sigma_{0II} = E \cdot \varepsilon_{0II}$, so erhalten wir auch

$$\frac{\varepsilon_{0I}}{\varepsilon_{0II}} = \frac{f_{II}}{f_I}$$



Abb. 14a und 14b.

In der Abb. 15, in der die Dehnungen ε als Abszissen, die Spannungen σ als Ordinaten aufgetragen sind, ist der Spannungszustand in den beiden Schichten I und II vor dem Aufbringen einer äußeren Belastung gekennzeichnet durch die beiden Punkte C und D; OC entspricht der Eigenspannung $+\sigma_{0I}$, OD der Eigenspannung $-\sigma_{0II}$. Würden die beiden Teile I und II voneinander getrennt sein, so würde jeder seine natürliche Länge annehmen; der Teil I würde sich elastisch um den Betrag OA = ε_{0I} verkürzen, während die Schicht II sich elastisch um den Betrag OB = ε_{0II} ausdehnen würde. Die Punkte A und B würden den spannungsfreien Zustand der beiden Teile I und II nach ihrer Trennung darstellen.

Bringt man nun auf den Stab (Teile I und II fest miteinander verbunden und unter Eigenspannung stehend) die äußere Belastung P₁ auf, so vergrößert sich die auf der Oberfläche des Stabes angemerkte Meßlänge l um den Betrag λ₁, und man erhält die zusätzliche Dehnung $\varepsilon_1 = \frac{\lambda_1}{l}$, die durch die Meßvorrichtung (Spiegelapparat o. dgl.) angezeigt wird. Die Gesamtdehnung in Teil I ist dann $\varepsilon_I = \varepsilon_{0I} + \varepsilon_1 = \frac{\lambda_1}{l}$, die Gesamtdehnung in Teil II: $\varepsilon_{II} = \varepsilon_1 - \varepsilon_{0II}$

¹⁾ P-Grenze oder σ_P . ²⁾ S-Grenze oder σ_S . ³⁾ B-Grenze oder σ_B .

= BE. Die entsprechenden Spannungen sind $\sigma_I = EF$ und $\sigma_{II} = EG$, wenn die Linien I und II in Abb. 15 die wahren Beziehungen zwischen Dehnung und Spannung in den Teilen I und II des Stabes darstellen. Da der Elastizitätsmodul in den beiden Teilen I und II nicht sehr verschieden sein wird, so sind die beiden Linien I und II innerhalb des elastischen Bereiches AH und BJ einander parallel.

Entsprechend unserer Voraussetzung, daß der Teil II stärker kaltgereckt ist, wird Punkt J (der den Beginn der Streckung, die Streckgrenze, andeutet), einem allgemeinen Gesetz folgend, höher liegen als der Punkt H, der der Streckgrenze des Teiles I entspricht, der weniger Kaltreckung erfahren haben soll.

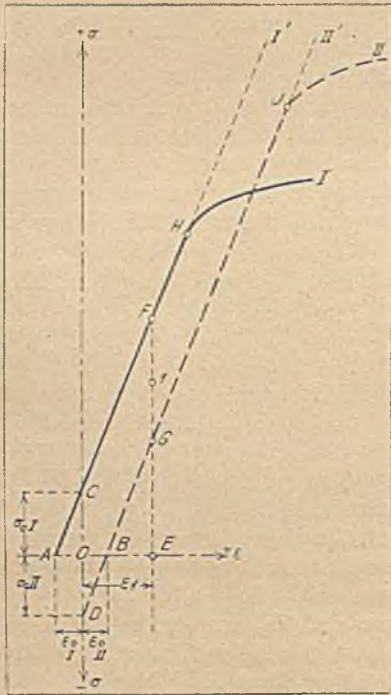


Abbildung 15.

wird, und diese entspricht einer Spannung $\sigma_I = EF$ im Teil I und $\sigma_{II} = EG$ im Teil II, wie oben bereits erwähnt, und schließlich einer durchschnittlichen Spannung σ_1 im Querschnitt des ganzen Stabes,

$$\sigma_1 = \frac{P_1}{f}. \text{ Es muß dann sein:}$$

$$\sigma_1 \cdot f = \sigma_I \cdot f_I + \sigma_{II} \cdot f_{II},$$

d. h. die mittlere, auf den Querschnitt f wirkende Kraft P_1 muß gleich sein den Teilkraften in den beiden Schichten I und II; daraus ergibt sich

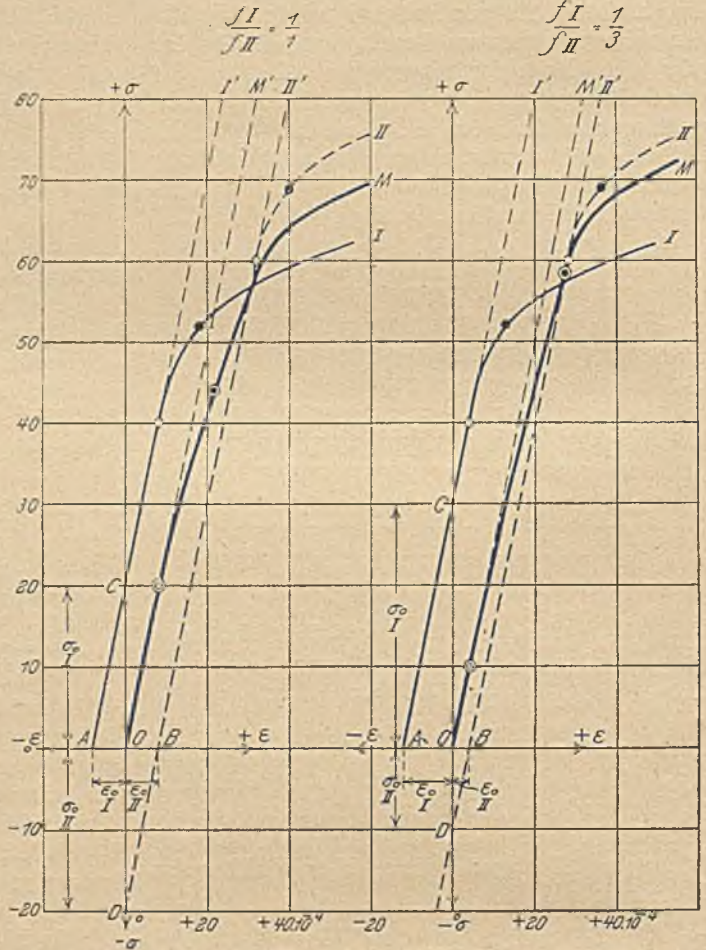


Abbildung 16 und 17.

Aus den beiden Linien I und II kann man die Linie M ableiten, welche die Beziehung gibt zwischen den Dehnungen $\epsilon = \frac{\lambda}{l}$ (worn λ die Aenderung des Abstandes l der Meßmarken auf der Staboberfläche) und den Spannungen $\sigma = \frac{P}{f}$ (wo P die äußere, beim Zugversuch aufgebrachte Belastung und f den Querschnitt des Probestabes bedeutet).

Unter der Belastung $P = 0$ ist die Aenderung λ der Meßlänge und dementsprechend auch $\epsilon = 0$. Die Linie M muß also im Koordinatenanfang O ihren Anfang nehmen. Eine bestimmte äußere Belastung P_1 liefert eine Dehnung des Stabes vom Betrag $\epsilon_1 = \frac{\lambda_1}{l}$, wobei λ_1 unmittelbar beim Zugversuch abgelesen

$$\sigma_1 = \sigma_I \cdot \frac{f_I}{f} + \sigma_{II} \cdot \frac{f_{II}}{f}.$$

σ_1 wird in der Abb. 15 dargestellt durch die Ordinate E1 der Linie M, vorausgesetzt, daß $F1 = \frac{f_{II}}{f} \cdot FG$ und $G1 = \frac{f_I}{f} \cdot FG$. Der Beweis ist folgender:

$$E1 = EG + G1 = EG + \frac{f_I}{f} \cdot FG$$

$$= \sigma_{II} + \frac{f_I}{f} (\sigma_I - \sigma_{II});$$

$$E1 = \sigma_I \cdot \frac{f_I}{f} + \sigma_{II} \cdot \frac{f - f_I}{f};$$

$$E1 = \sigma_I \cdot \frac{f_I}{f} + \sigma_{II} \cdot \frac{f_{II}}{f};$$

$$E1 = \sigma_1.$$

Verfährt man in gleicher Weise für verschiedene Belastungen P_1, P_2, \dots und Dehnungen $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$, so erhält man die Punkte der Linie M (Abb. 16 bis 18). Der Zugversuch liefert unmittelbar die Linie M, d. h. die Beziehung zwischen den auf der Oberfläche gemessenen Dehnungswerten ε_1 und den Spannungen σ_1 , die berechnet werden aus $\sigma_1 = \frac{P_1}{f}$, worin P_1 die augenblicklich aufgebrachte Belastung und f der Gesamtquerschnitt des Stabes sind.

Der Vergleich der Abb. 16 bis 18 zeigt, wie der Verlauf der Linie M durch die Gegenwart von Eigenspannungen beeinflusst wird. Es ist hierbei angenommen, daß in allen

stellen, stellen die Proportionalitätsgrenzen σ_{PI} und σ_{PII} des Materials in den beiden Teilen I und II dar. In den Abbildungen ist σ_{PI} zu 40, σ_{PII} zu 60 Einheiten willkürlich angenommen.

Obleich diese Grenzen in den Abb. 16 bis 18 unveränderlich vorausgesetzt sind, so sind doch die entsprechenden scheinbaren Proportionalitätsgrenzen σ_{PM} , die sich aus der durch den Zugversuch erhaltenen Linie M ergeben, sehr verschieden. (In den Abbildungen sind die wirklichen Proportionalitätsgrenzen in den einzelnen Schichten durch \odot Kreise angedeutet, während die scheinbaren P-Grenzen auf der Linie M durch \odot kenntlich gemacht sind.) Die scheinbare P-Grenze wird im Falle der Abb. 16 auf 20, im Falle der Abb. 17 auf 10, und im Falle der Abb. 18 auf 30 Einheiten herabgedrückt, während die wirklichen P-Grenzen in den Stabteilen I und II zu 40 bzw. 60 Einheiten angenommen sind.

Ähnliche Verhältnisse walten bei der Streckgrenze σ_s ob. In den Abb. 16 bis 18 ist der Einfachheit halber diejenige Spannung σ_x als Streckgrenze

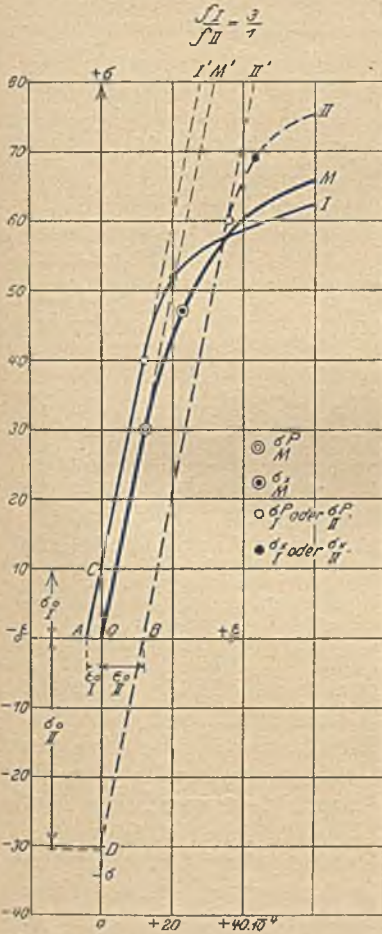


Abbildung 18.

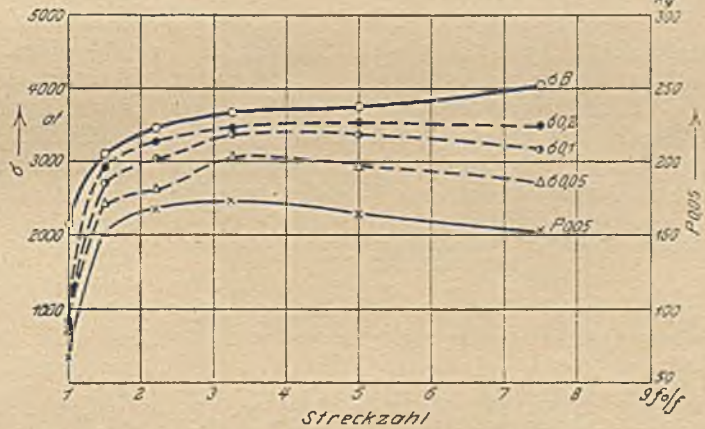


Abbildung 19. Einfluß des Kaltwalzens auf die Festigkeitseigenschaften des Kupfers. Umgeschmolzenes Elektrolytkupfer (Zinn, Blei, Antimon, Wismut, Cadmium nicht vorhanden, Aluminium, Zink und Nickel: Spur, Eisen und Schwefel weniger als 0,01 %; Sauerstoff 0,10 %). σ_B : Bruchgrenze.

$\left. \begin{matrix} \sigma_{0,2} \\ \sigma_{0,1} \\ \sigma_{0,05} \end{matrix} \right\}$ Spannungen, bei der bleibende Dehnung von $\left\{ \begin{matrix} 0,2 \% \\ 0,1 \% \\ 0,05 \% \end{matrix} \right\}$ eintritt.

drei Fällen die Summe der durch Eigenspannungen verursachten Dehnungen $\varepsilon_{\sigma I} - (-\varepsilon_{\sigma II})$, also die Strecke AB, unveränderlich ist und sich nur das Verhältnis $\frac{f_I}{f_{II}}$ der Querschnitte der beiden

Schichten I und II von 1 : 1 in Abb. 16 auf 1 : 3 in Abb. 17 und 3 : 1 in Abb. 18 ändert. Der Verlauf der Linien I und II ist in allen drei Fällen gleich angenommen; es wechselt nur die Lage der Punkte A und B zum Koordinatenanfang O entsprechend den Verhältnissen $\frac{f_I}{f_{II}}$. Die Ordina-

ten H und J (Abb. 15), in denen die Linien I und II von den geraden Linien I' und II' abzuweichen begin-

nen, betrachtet, bei der die ε, δ -Linie den wagerechten Abstand x von der geraden Linie zeigt, und zwar ist x zu $4 \cdot 10^{-4}$ willkürlich gewählt. Dann ist die Streckgrenze in der Schicht I: $\sigma_{xI} = 52$ und in der Schicht II: $\sigma_{xII} = 69$ Einheiten (angedeutet durch die ausgefüllten Kreise \bullet). Die durch den Versuch unmittelbar gegebene (im vorliegenden Falle nur umgekehrt aus den angenommenen Spannungsverhältnissen abgeleitete) Linie M ergibt dann die scheinbaren Streckgrenzen (angedeutet durch \odot) von 44 Einheiten in Abb. 16 beim Verhältnis $\frac{f_I}{f_{II}} = 1 : 1$, 58,5 Einheiten in Abb. 17 bei dem Verhältnis $\frac{f_I}{f_{II}} = 1 : 3$ und schließlich 47 Einheiten in Abb. 18 für

ein Verhältnis $\frac{f_1}{f_{11}} = 3 : 1$. Diese scheinbaren Streckgrenzen sind also teils niedriger, teils höher als die wirkliche Streckgrenze in Schicht I, und im besonderen Falle durchweg niedriger als die wirkliche Streckgrenze in Schicht II.

Es ergibt sich hieraus also, daß die scheinbaren Werte für die Proportionalitäts- und Streckgrenze, ja überhaupt die scheinbare Lage der einzelnen Punkte der ε, σ -Linie, wie sie der Zugversuch unmittelbar liefert, sehr wesentlich abhängig sind von der Größe der Eigenspannungen und von der Verteilung dieser Eigenspannungen über den Querschnitt des geprüften Stabes. Es ist sogar möglich, daß die scheinbaren P- und S-Grenzen, die nach einem vielfach bestätigten Gesetz durch Kaltrecken stets erhöht werden, statt dessen erniedrigt erscheinen, so daß die Wirkung des Kaltreckens beim Zugversuch durch die Eigenspannungen gänzlich verschleiert werden kann.

Wie die ursprünglich vorhandenen Eigenspannungen sich in der ε, σ -Linie bis zur Bruchgrenze bemerkbar machen werden, ist schwer zu übersehen, da bei Ueberschreitung der Streckgrenze während des Zugversuchs, ja schon unterhalb dieser, bleibende Formänderung, also Kaltrecken, erzielt wird, und durch die hierbei neu entstehenden Reekspannungen die ursprünglichen in schwer übersichtlicher Weise überdeckt und beeinflusst werden. Es ist aber wohl auch hier wahrscheinlich, daß die durch den Zugversuch ermittelte Beziehung zwischen ε und σ oberhalb der Streckgrenze nicht die wahren Beziehungen wiedergibt.

Die obige rein theoretische Ueberlegung erhält eine Stütze durch eine mit kaltgewalzten Kupferblechen durchgeführte Versuchsreihe, zu der das Material in freundlicher Weise von der Firma Heckmann, Duisburg, zur Verfügung gestellt wurde. Ein warmgewalztes Kupferblech von 7,5 mm Dicke wurde auf dünnere Bleche von 5; 3,4; 2,3; 1,5 und 1,0 mm Dicke ohne Zwischenglühung kalt heruntergewalzt. Die entsprechenden Streckzahlen f_0/f , wobei f_0 der ursprüngliche Blechquerschnitt, f der Querschnitt nach dem Kaltwalzen ist, sind dann 1,5; 2,21; 3,26; 5; 7,5, wenn die Breitung beim Blechwalzen vernachlässigt wird. Diese Streckzahlen sind in Abb. 19 als Abszissen verwendet. Die Ordinaten geben die Bruchfestigkeiten σ_B in kg/qmm, die Grenzen $\sigma_{0,2}$, $\sigma_{0,1}$, $\sigma_{0,05}$, d. h. die Spannungen in kg/qmm, bei denen eine bleibende Formänderung von 0,2; 0,1; 0,05 % eintritt, und schließlich noch die Kugeldruckhärten $P_{0,05}$. Letztere sind mit dem Kugeldruckhärtenprüfer Martens-Heyn ermittelt und geben die Kraft in kg an, welche erforderlich ist, um eine Stahlkugel von 5 mm Durchmesser 0,05 mm tief in das Material einzudrücken.

Aus Abb. 19 ergibt sich, daß mit steigendem Grade des Kaltreckens die Grenzen $\sigma_{0,2}$, $\sigma_{0,1}$ und $\sigma_{0,05}$

zuerst ansteigen bis zu einem Höchstwert, worauf dann ein ausgeprägter Abfall eintritt. Das letztere Verhalten würde ganz gesetzwidrig erscheinen, wenn es nicht seine Erklärung fände durch die vorhandenen Reekspannungen entsprechend der oben durchgeführten Ueberlegung. Uebrigens zeigt die Linie $\sigma_{0,05}$ und etwas weniger deutlich $\sigma_{0,1}$ einen wellenförmigen Verlauf mit einer Einsenkung bei der Abszisse 2,2. Danach scheint die Eigenspannung gerade bei dem Reekgrad 2,2 und bei Reekgraden oberhalb 3,5 im Material so verteilt zu sein, daß die Senkung der Grenzen $\sigma_{0,05}$ und $\sigma_{0,1}$ besonders deutlich in die Erscheinung tritt. Die Grenzen $\sigma_{0,2}$, $\sigma_{0,1}$, $\sigma_{0,05}$ können als die scheinbaren Streckgrenzen betrachtet werden.

Bemerkenswert ist, daß auch die Linie für die Kugeldruckhärten $P_{0,05}$ einen ähnlichen Verlauf nimmt wie die Streckgrenzen. Dies ist nicht weiter überraschend, da ja die Kugeldruckhärten zur Quetschgrenze des Materials in einer nahen Beziehung steht. Zweifellos wird auch die Linie für die Bruchgrenze σ_B durch die Reekspannungen beeinflusst werden, worauf ihre konvexe Krümmung nach unten zwischen den Reekgraden 4 und 7,5 hinweist.

Die Festigkeitsprüfung der kaltgewalzten Kupferbleche wurde ziemlich lange Zeit nach dem Kaltwalzen durchgeführt. Nach dem, was früher über den Einfluß der Zeit auf die Verteilung und die Größe der Eigenspannungen festgestellt wurde, ist anzunehmen, daß in dem langen Zeitraum zwischen Kaltwalzen und Festigkeitsprüfung bereits wesentliche Änderungen in dem Spannungszustand und Annäherung an den spannungslosen Zustand eingetreten ist. Die Linien in Abb. 19 würden voraussichtlich bei sofortiger Festigkeitsprüfung unmittelbar nach dem Kaltrecken anderen Verlauf gezeigt haben. Vielleicht hängt damit eine Erscheinung zusammen, auf die mich Herr Direktor Lorenz von der Firma Heckmann gütigst aufmerksam machte, nämlich daß die Kupferbleche nach einem bestimmten Grad des Kaltwalzens „lappig“, lederähnlich werden, was auf eine besonders niedrige Lage der Streckgrenze hindeuten würde. In den untersuchten Blechen war diese Eigentümlichkeit nicht mehr zu bemerken: aber vielleicht ist das deutliche Senken der scheinbaren Streckgrenzen bei Reekgraden über 4 noch ein Ueberrest dieser Erscheinung, die im Laufe der Zeit infolge Ausgleichs der Spannungen nahezu verschwand.

Mancherlei andere Erscheinungen, wie z. B. die Verschiedenheit der Festigkeitszahlen von gewalzten Stahlschienen unmittelbar nach dem Erkalten und längere Zeit nachher, mögen auf den Ausgleich der infolge des ungleichmäßigen Abkühlens der Schienen nach dem Walzen zweifellos erzeugten Wärmespannungen mit der Zeit zurückzuführen sein. Es eröffnet sich hier noch ein weites Feld für die experimentelle Forschung.

Nicht unmöglich ist es ferner, daß das eigentümliche Verhalten des Duralumins (Steigerung von Härte und Festigkeit im Laufe der Zeit nach dem

Abschrecken) ebenfalls auf Eigenspannungen infolge des Abschreckens und deren allmähliches Ausklingen im Laufe der Zeit zurückzuführen ist.

b) Die Bauschingerschen Versuche über die Veränderlichkeit der Proportionalitätsgrenze durch vorausgegangenes Vorstrecken. Hinweis auf die Möglichkeit ihrer Erklärung durch Reckspannungen und deren Ausklingen mit der Zeit.

Nach Bauschinger (s. Martens: Materialkunde, I, Absatz 314) wird in Stäben des von ihm untersuchten Eisens nach vorheriger Anspannung über die ursprüngliche Streckgrenze hinaus und darauf folgender Entlastung bei nochmaliger Belastung die Proportionalitätsgrenze niedriger ermittelt als im ursprünglichen Material; sie kann unter Umständen sogar bis auf Null heruntergehen.

Dies würde sich aus unserer Ueberlegung unter a) erklären lassen. Durch die Ueberschreitung der Streckgrenze beim vorherigen Anspannen wird bleibende Formänderung, also Kaltrecken, bewirkt. Es ist nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich, daß hierbei, da ja die Zugkraft an der Staboberfläche angreift, ungleichmäßige Reckung erfolgt, also auch Eigenspannungen in der Längsrichtung des Stabes entstehen. Damit würde aber auch die Herabdrückung der scheinbaren Proportionalitätsgrenze bei nachfolgendem Zugversuch ermöglicht sein. Ebenso besteht die Möglichkeit, daß, da im Laufe der Zeit die erzeugten Reckspannungen sich anders verteilen und sogar verringern können, später wieder Hebung der scheinbaren Proportionalitätsgrenze beobachtet werden kann. Man wird sich eben daran gewöhnen müssen, das Ergebnis des Zugversuches bzw. der einzelnen Punkte der ϵ - σ -Linie als bis zu einem gewissen Grade trügerisch mit kritischerem Auge zu betrachten.

Endgültige Versuche über die Erzeugung von Reckspannungen beim Zugversuch stehen mir noch nicht zur Verfügung. Ein Vorversuch deutet allerdings darauf hin. Er ist aber leider so durchgeführt worden, daß die gemessenen Eigenspannungen nahe an der Genauigkeitsgrenze des Meßverfahrens liegen. Aus einem warmgewalzten Rundstab von 42 mm Durchmesser wurde ein runder Probestab für den Zugversuch von der üblichen Form hergestellt. Das Material war Flußeisen mit 0,08 % C, 0,01 % Si, 0,35 % Mn, 0,024 % P, 0,05 % S, 0,20 % Cu. Der Probestab, der aus der Stange gedreht wurde, hatte 20 mm Durchmesser im zylindrischen Teil, Köpfe von 27,8 mm Durchmesser mit Gewinde, 220 mm zylindrische Länge und 310 mm Gesamtlänge. Die Meßlänge betrug 200 mm. Der Stab wurde bei Zimmerwärme bis zur Streckgrenze belastet; diese betrug 2780 kg/qcm (sogenannte untere Streckgrenze) bzw. 2850 kg/qcm (sogenannte obere Streckgrenze). Die bleibende Dehnung betrug nach dieser Streckung 0,1 %. Nach etwa einem Vierteljahr wurde die Messung der durch die Streckung erzeugten Eigenspannungen nach meinem Verfahren vorgenommen. Sie ergab in der äußersten Oberflächenschicht des Stabes (etwa 20 mm äußerer und 19 mm innerer Durchmesser) eine Druckspannung von 540 kg/qcm, in dem von dieser Oberflächenschicht umhüllten Kern Zugspannung. Diese Art der Verteilung der Spannungen war zu erwarten; da auf die Oberflächenschicht durch Vermittlung der Spannköpfe die Zugkraft unmittelbar übertragen wird, so ist stärkeres Kaltrecken in ihr als im Kern anzunehmen. Dann müßte aber nach I, Beispiel 3, in der Oberflächenschicht Druckspannung hervorgerufen werden.

Ich muß mich zunächst mit diesem Ausblick in das weite, noch offene Forschungsgebiet begnügen, da mir zurzeit der experimentelle Ausbau unmöglich ist.

(Schluß folgt.)

Umschau.

Seigerungen in Stahlschienen.

George F. Comstock¹⁾ bringt längere Ausführungen über die Frage der Seigerungen in Schienen. Aetzt man zur makroskopischen Untersuchung vorbereitete Schienenquerschnitte mit bestimmten Säuren oder Jod, Kupferammoniumchlorid u. a. m., so sind bei den meisten Schienen ganz ausgesprochen dunkle Flecken und Linien auf hellerem Untergrund zu erkennen. Alle Forscher stimmen darin überein, daß diese Erscheinungen auf nicht einwandfreie Beschaffenheit des unter Betrachtung stehenden Materiales zurückzuführen sind und sie auf eine ungleichmäßige Zusammensetzung oder Struktur hindeuten. Zuweilen jedoch trifft man Arbeiten und Berichte an, deren Verfasser noch keine klare Vorstellung über die wirkliche Natur dieser Erscheinungen und ihre unmittelbaren und ursprünglichen Ursachen haben.

Comstock spricht die Wirkungen der verschiedenen, bei der makroskopischen Untersuchung zur Anwendung kommenden Aetzmittel und Aetzverfahren durch und gibt zugleich eine Erklärung über die Natur der bei diesem

Aetzen entwickelten Flecken und Streifen. Diese bestehen in allen Fällen aus ausgeseigerten Schwefeleinschlüssen, die augenscheinlich stets von Kohlenstoff- und Phosphorseigerungen begleitet sind. Es konnte kein Fall festgestellt werden, in dem neben merklichen Schwefelseigerungen in der Mitte eines Schienenquerschnittes nicht gleichartige Seigerungen der beiden anderen Grundstoffe an derselben Stelle vorhanden waren, und immer sind Streifen von Sulfideinschlüssen in Nähe der Ränder eines Querschnittes von wenigstens unbedeutend höhergekohltem und höherphosphorhaltigem Metall begleitet. Daß diese Seigerungsstreifen nicht selten in den heutzutage gefertigten Schienen auftreten, ist daran erkenntlich, daß von 119 Stück normalen A-Schienen aus Siemens-Martinstahl, die auf den verschiedensten amerikanischen Werken hergestellt und untersucht wurden, nur 5 Stück genannte Erscheinung nicht aufwiesen.

Anschließend behandelt Comstock dann die Ursachen und Folgen dieser Seigerungsstreifen, und zwar, um die Wichtigkeit der Erscheinung besser zu würdigen, zunächst die Folgen derselben. Die genauen Beanspruchungen, denen eine Schiene im Dienst unterworfen wird, sind

¹⁾ The Iron Trade Review 1916, Nov., S. 941/6.

niemals bestimmt worden, aber es ist einmütig zuzugeben, daß eine gute Schiene nicht nur hart genug sein sollte, um der Abnutzung zu widerstehen, sondern daß sie auch hinreichend zäh sein sollte, damit sie unter der Erschütterung nicht bricht. Härte ist nur an der Außenseite des Kopfes vorteilhaft, wo durch die Räder eine starke Abnutzung einsetzt. Der ganze übrige Teil der Schiene braucht nicht hart zu sein, sondern sollte stark, zäh und dehnbar genug sein, damit er dem beträchtlichen Stoß standhält. Um aber an den Abnutzungsflächen hinreichende Härte sicherzustellen, wird die ganze Schiene aus hartem Stahl gefertigt; infolgedessen wird der Kohlenstoff in Schienenstahl so hoch gehalten, wie es, ohne das Material spröde zu machen, nur möglich ist. Die Grenze, oberhalb der der Stahl spröde wird, liegt bei basischem Siemens-Martinstahl höher als bei Bessemerstahl, und zwar aus dem Grunde, weil der letztere gewöhnlich mehr Phosphor als der erstere enthält; und Phosphor ist ebenfalls ein die Härte steigernder Grundstoff, der bei zu hohem Gehalt Sprödigkeit verursacht. Guter, fehlerfreier Siemens-Martinstahl mit geringem Phosphorgehalt liefert selbst bei einem Kohlenstoffgehalt von über 0,85 oder 0,90 % eine gute Schiene. Ist der Kohlenstoffgehalt höher, so tritt das an sich sehr spröde und harte Eisenkarbid zwischen den Eisenkristallen auf, das das Material als Ganzes spröde macht. Dieser Gefügebestandteil wird zuweilen in Form ausgeseigerten Streifen in Siemens-Martin-Stahlschienen gefunden. Ist der Phosphorgehalt so hoch wie im Bessemerstahl, so werden die Stahlkristalle gewöhnlich größer, und der Stahl wird spröde, wenn der Kohlenstoffgehalt ungefähr 0,70 % erreicht; oder es sei denn, daß ein schön dichtes Netzwerk aus weichem, zähem Ferrit zwischen den Stahlkristallen vorhanden ist. Es ist somit augenscheinlich, daß, da die Schienen gewöhnlich so hart wie möglich gemacht werden, damit sie sich nicht leicht abnutzen, die ausgeseigten Streifen, die also noch kohlenstoff- und phosphorreicherer Stellen darstellen, für den Dienst, dem die Schiene standhalten muß, zu hart und spröde sind. Die Sprödigkeit der Streifen wird auch noch merklich durch die stets in ihnen vorhandenen Sulfideinschlüsse vermehrt, denn die Sulfide haben praktisch weder Festigkeit noch Dehnbarkeit und schwächen das Metall unmittelbar dadurch, daß sie seinen Zusammenhang unterbrechen. Selbstverständlich sind die Seigerungsstreifen in einer Schiene von normalem, gutem und zähem Metall umgeben, und es tritt höchst selten ein, daß eine Schiene wegen des Vorhandenseins spröder Streifen plötzlich bricht. Schienenbrüche treten im Gegenteil fast immer langsam und allmählich ein und beginnen mit einem sehr unbedeutenden Riß, der mit jeder nachfolgenden Beanspruchung wächst. Die auf jeder Schiene rollenden Lasten üben eine Druckwirkung auf den oberen Teil des Schienenkopfes aus und führen eine Metallverschiebung nach der Seite herbei. Die harten, starren Seigerungsstreifen unterwerfen sich diesen Beanspruchungen nicht sogleich, während das weichere Metall in der Umgebung derselben ziemlich leicht beiseite gedrückt werden kann. Es entstehen somit innere Spannungen zwischen den beiden Metallarten, und ein Riß ist das früher oder später eintretende Ergebnis. Die Sprödigkeit der ausgeseigten Streifen fördert die Rißbildung, der Riß wird mit jeder neuen Beanspruchung der Schiene größer und zerstört endlich die Schiene. Das Reißen der Schienenköpfe tritt praktisch stets auf diese Weise ein, und in allen Schienen, die dieserhalb ausgewechselt werden mußten, konnten ausgeseigte Streifen nachgewiesen werden.

Was die Bildung der Seigerungsstreifen anbetrifft, so ist zunächst zu beachten, daß sie fast nur in Schienen, die aus dem oberen Blockteile gewalzt sind, und besonders in A-Schienen zu finden sind, und fernerhin, daß sie meist bei unruhigen Schmelzen oder steigendem Stahl auftreten und nur wenig bei ruhigem oder lunkerndem Stahl. Die Seigerungsstreifen scheinen somit durch Gas hervorgerufen zu sein, das durch den steigenden Stahl während der Erstarrung in der Kokille entwickelt wird. Bekanntlich

ist das letzte in irgendeiner gegebenen Kokille erstarrende Metall an Kohlenstoff, Phosphor und Sulfiden reicher als das übrige Blockmetall. Wird somit Gas zur Zeit, wo der Stahl teilweise fest und teilweise flüssig ist, entwickelt, so wird das Gas beim Aufsteigen etwas von dem flüssigen, an Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel reicheren Metall mitreißen, das sich im oberen Blockteile längs der Kanäle und in den von dem aufsteigenden Gas gebildeten Löchern ansammeln wird. Erstarrt schließlich der ganze Block, so werden somit im oberen Blockteile sowohl ausgeseigte Streifen als auch Gasblasen vorhanden sein. Während die letzteren sich beim Walzen schließen, werden die ausgeseigten Streifen in der fertigen Schiene verbleiben. Diese Theorie erklärt in zufriedenstellender Weise das Auftreten von Seigerungsstreifen in aus dem oberen Blockteile hergestellten A-Schienen. Verschiedentlich ist aber auch über D- oder E-Schienen, die aus dem unteren Blockteile gefertigt werden, berichtet worden, in denen erwähnte Erscheinung zu finden war. Um diese Beobachtung zu erklären, wird von einigen Forschern angenommen, daß in diesem Falle das Auswaschen des Gußeisens der Grundplatte derart stark einsetzte, daß das hochkohlenstoffhaltige Metall in dem Stahl vor der Erstarrung nicht gelöst war, sondern in Streifenform in Nähe der Grundfläche des Blockes zurückblieb. Dieser Anschauung schreibt Comstock jedoch keine große Wichtigkeit zu, da sie keine Erklärung dafür gibt, warum ein gut desoxydierter, gelunkelter Stahl frei von Seigerungsstreifen ist. Eine weitere Erklärung, die von anderer Seite für das Auftreten von Seigerungen und Undichtigkeiten in den unteren Blockteilen vorgeschlagen wird, ist die, daß der Block beim Erstarren etwa in der Mitte eine feste Schicht oder Brücke über den ganzen Querschnitt gebildet haben mag. Diese Brücke kann einen Teil der Gase und der flüssigen Seigerungen in den unteren Teilen festhalten und das Aufsteigen verhindern.

Gut desoxydierter, sich ruhig absetzender Stahl liefert, wie mehrfach festgestellt werden konnte, keine Blöcke mit ausgeseigten Streifen. Dem Auftreten letzterer kann nach Ansicht Comstocks also augenscheinlich dadurch entgegen gearbeitet werden, daß man den Stahl so gut desoxydiert, daß er beim Erstarren in der Kokille kein Gas entwickelt. Diesem Zweck entsprechen alle guten Desoxydationsmittel, wie Silizium, Aluminium oder Titan. Das letztere ist vorzuziehen, da es nicht, wie die beiden anderen Mittel, seine Oxydationserzeugnisse im Stahl zurückläßt. Die Stahlwerker benutzen diese Desoxydationsmittel jedoch in größeren Mengen nur ungern, da durch und durch desoxydierter Stahl gewöhnlich stark gelunkerte Blöcke ergibt. Durch richtige Gießtechnik und Verwendung geeigneter Kokillen kann der übermäßigen Lunkerbildung jedoch leicht abgeholfen werden. Es ist aber wohl zu beachten, daß diese Gießverfahren die Bildung der ausgeseigten Streifen nicht verhindern oder vermindern; es ist vielmehr die vollständige Desoxydation des Stahles, die dieses bewerkstelligt. Das besondere Gießverfahren ermöglicht nur die Herstellung hinreichend lunkerfreier Blöcke des gut desoxydierten Stahles. *A. Stadelcr.*

Die Ursache des „Rauchens“ von Gas.

In mit Hochofengas betriebenen Feuerungen tritt zeitweise ein starker Rauch auf. Die Flamme wird fleckig, streifig und die Verbrennung zugleich eine unvollständige und dementsprechend der Kohlenoxydgehalt der Abgase ein verhältnismäßig hoher. Diese Störung dauert manchmal nur wenige Minuten, manchmal aber auch mehrere Stunden. Sie tritt häufiger in Kesselfeuerungen auf als in Winderhitzern, da in diesen die größere Fläche an hocherhitztem Mauerwerk die Verbrennung begünstigt. Sowohl rohes wie auch einmal gewaschenes Gas weisen zeitweise diese schlechte Eigenschaft auf, während bei Gasmaschinen diese Erscheinung, soweit bekannt, noch nicht beobachtet worden ist.

Wysor¹⁾ stellte Untersuchungen an über die Ursache dieser Störungen. Zahlreiche Gasanalysen von derartigen Gas, das in Amerika mit „calico-gas“ oder „smoky-gas“ bezeichnet wird, wiesen gegenüber gewöhnlichem Gas keine Unterschiede auf. Auch die übrigen Verhältnisse zeigten keine augenfälligen Abweichungen. Von dem Gedanken ausgehend, daß suspendierte Salze die Ursache des schlechten Brennens sein könnten, stellte Wysor Pulver aus Kalium-Chlorid, Kalium-Cyanid, Natrium-Chlorid und Natrium-Cyanid in verschiedener Feinheit her und preßte diese Pulver mit Hilfe komprimierter Luft in die Brennerdüsen ein. Die größeren Pulver hatten keine Einwirkung, während durch Hinzufügen von feinstem Pulver die erwähnte Erscheinung des Rauchens und der schlechten Verbrennung hervorgerufen wurde.

R. Durrer.

Fortschritte der Metallographie.

(Oktober bis Dezember 1916.)

1. Die Konstitution des Eisens und seiner Legierungen.

In letzter Zeit haben die Eisen-Bor-Legierungen das Interesse der Forscher in weitestem Maße erregt. Neuere Untersuchungen hierüber veröffentlichten N. Tschishewsky und A. Herdt²⁾. Obschon die bis jetzt vorliegenden Versuchsergebnisse noch kein abgeschlossenes Bild über diese neuen Eisenlegierungen geben, so lassen sich doch an Hand derselben interessante Ausblicke für die Zukunft ableiten. Was vor allem auffällt, ist eine große Ähnlichkeit der Eisen-Bor-Legierungen mit den Eisen-

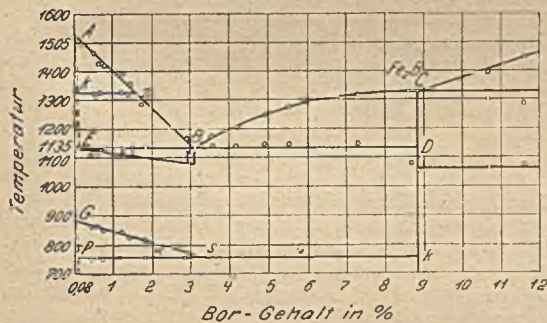


Abbildung 1. Gleichgewichtsdigramm der Eisen-Bor-Legierungen nach Tschishewsky und Herdt.

Kohlenstoff-Legierungen. Diese Ähnlichkeit geht so weit, daß durch die Borverbindungen für verschiedene bis jetzt ungeklärte Kohlenstoffeigenschaften eine Erklärung gefunden werden kann. Reines amorphes Bor eignet sich zu den Versuchen nicht, weil es zu schnell oxydiert. Nach einer Reihe von Vorversuchen wurde gefunden, daß am zweckmäßigsten hochprozentiges Ferrobor verwendet wird. Zu den Versuchen wurde dann auch neben einem reinen schwedischen Nageleisen ein Ferrobor mit 23,69 % Bor benutzt. Der Schmelzvorgang wurde in einer Porzellanröhre in einem Tammannschen Ofen vorgenommen. Jede Schmelze betrug 100 g, wodurch eine genügende Menge für chemische und metallographische Untersuchungen gewonnen wurde. Wie bei den Eisen-Kohlenstoff-Legierungen konnte bei den Eisen-Bor-Legierungen eine perlitische Gefügebildung beobachtet werden; letztere konnte noch bei 0,08 % Bor festgestellt werden. Die eutektische Legierung enthält ungefähr 3,1 % Bor. Steigt der Borgehalt weiter, so findet sich eine freie Borverbindung im Eisen vor. Bei Borgehalten über 8 % wird es äußerst schwierig, Schnitte zu gewinnen, da die Borkristalle nur

noch lose durch das Eutektikum zusammengelassen werden. Die 8,5prozentige Borlegierung ist so spröde, daß sie zwischen den Fingern zerbröckelt werden kann. Abb. 1 gibt das aus den Versuchsergebnissen der thermischen, chemischen und mikrographischen Analysen aufgestellte Gleichgewichtsdigramm wieder. Eine eutektische Legierung wird mit 3,1 % Bor gebildet. Der Ferritteil dieses Eutektikums ist eine feste Lösung von Fe_2B in Eisen mit nur ungefähr 0,08 % Bor. In dem Flächenraum AEB kann eine Umwandlung in der Legierung bemerkt werden, die durch eine Reihe von Punkten auf der Linie k z nachweisbar ist und sich durch eine leichte Wärmeentwicklung während der Abkühlung zeigt. Die Ursache dieser Wärmetönung steht nicht genau fest, wahrscheinlich aber ist sie auf die Umwandlung des Eisens vom γ - in den β -Zustand zurückzuführen. Der Punkt C entspricht dem Kristallisationspunkt der Verbindung Fe_2B , und bei weiterer Zunahme des Borgehaltes kann ein Eutektikum Fe_2B -FeB beobachtet werden. Unterhalb der Erstarrung konnten einige Umwandlungen festgestellt werden, wie dies aus den Linien G S und P K hervorgeht. Die Wärmetönung dieser Umwandlungen war sehr gering; die Haltepunkte konnten zum Teil kaum bemerkt werden.

Zur Bestimmung der Zustandsdiagramme von binären Legierungen forscht man schon seit langer Zeit nach neuen Verfahren. Da die thermische Analyse in vielen Fällen nicht zum Ziele führte, versuchte man andere physikalische Eigenschaften der Metalle als Grundlage der Bestimmung der Diagramme zu verwenden. Als Verfahren zur Untersuchung der Konstitution wurden bisher außer der thermischen Analyse angewendet: die Messung der elektrischen Leitfähigkeit, der Wärmeleitfähigkeit, der Magnetisierbarkeit, der thermoelektrischen Kraft, der Ausdehnungskoeffizienten und die mikrographische Analyse der Metallschliffe. In seinen Untersuchungen über die Konstitution der Zinn-Kadmium- und Zinn-Wismut-Legierungen probierte nun Armin Bucher¹⁾ an ein und derselben Legierung, die aus Metallen von höchster Reinheit bestand, mehrere Verfahren aus, um die Abhängigkeit der einzelnen Methoden untereinander klarzulegen. Leider stellten sich aber bei der Ausarbeitung der Apparatur so erhebliche Schwierigkeiten ein, daß nicht alle in Arbeit genommenen Versuche ausgeführt werden konnten und man sich mit der Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit, der thermoelektrischen Kraft und der optischen Untersuchung der Schliffe begnügen mußte. Es gelang Bucher, ein Verfahren auszuarbeiten, um Stäbe im Vakuum zu gießen, und einen Apparat zu konstruieren, um den Temperaturkoeffizienten der elektrischen Leitfähigkeit von Stäben bequem zu messen. Durch Messen der elektrischen Leitfähigkeiten, der Temperaturkoeffizienten der elektrischen Leitfähigkeit, der Thermokraft und der Untersuchung der mikrographischen Schliffaufnahmen wurde bewiesen, daß bei der Zinn-Kadmium-Legierung Mischbarkeit bis 3 % Kadmium und 3 % Zinn vorhanden ist, während die dazwischen liegenden Legierungen aus Gemengen der beiden Kristallarten bestehen, und daß bei der Zinn-Wismut-Legierung Mischfähigkeit bis zu 14 % Wismut bzw. 1,5 % Zinn besteht. Die dazwischen liegenden Legierungen sind feste Gemenge der beiden Mischkristallarten. Die Kurve der Thermokräfte und der Temperaturkoeffizienten der elektrischen Leitfähigkeiten bilden in diesem Gebiet keine Geraden, sondern enthalten Knicke, die wahrscheinlich durch die sehr verschiedene Struktur der über- und untereutektischen Legierungen zu erklären ist. Die auf diesem Wege festgestellten Ergebnisse decken sich zum Teil mit den Befunden, die von anderer Seite durch die thermische Analyse gefunden wurden.

¹⁾ Bulletin of the American Institute of Mining Engineers 1917, Jan., S. 26/8.

²⁾ N. Tschishewsky und A. Herdt: Eisen-Bor- und Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Ir. Age 1916, 24. Aug., S. 396/7; Centralbl. d. H. u. W. 1916, Heft 28/29, S. 341/2.

Einen zusammenstellenden Bericht über neuere Konstitutionsforschungen gibt W. Guertler¹⁾. Die Arbeit umfaßt die in den letzten Jahren ausgeführten Untersuchungen über die Legierungen Aluminium-Zinn, Mangan-Kobalt, Molybdän-Kobalt, Mangan-Silber, Gold-Silber, Palladium-Nickel, Antimon-Palladium, Eisen-Zinn, Zinn-Zinn, Zink-Kadmium, Zinn-Kadmium, Zink-Zinn-Kadmium, Thallium-Wismut, Kupfer-Schwefel, Cer-Aluminium, Cer-Silizium, Cer-Zinn und Cer-Wismut. Die durch die neuen Feststellungen erhaltenen Zustandsdiagramme dieser Legierungen werden wiedergegeben und besprochen.

Ueber das Gleichgewichtsdiagramm des binären Systems Wolfram-Molybdän berichtet Zay Jeffries²⁾. Interessant und der Beachtung wert ist das in dieser Arbeit beschriebene Verfahren zur Bestimmung der bei hohen Temperaturen liegenden Schmelzpunkte der hergestellten Legierungen. Das Verfahren beruht darauf, daß man kleine und dünne Drähtchen der in Betracht kommenden Legierungen durch den elektrischen Strom zum Schmelzen bringt und die zum Schmelzen benötigte Stromenergie festlegt. Zur Eichung der Versuchsapparatur werden Drahtlängen von den reinen Metallen Platin, Molybdän und Wolfram, deren Schmelz-

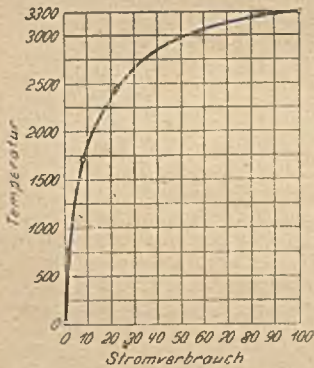


Abbildung 2. Bestimmung der Schmelztemperatur von Molybdän-Wolfram-Legierungen nach Jeffries mittels Messung des Stromverbrauchs.

punkte genau festlegen, benutzt. Die sich hieraus ergebenden Punkte werden als Fixpunkte genommen. Die Stromenergie beträgt bei einem Wolframdraht zur Erreichung der Schmelztemperatur von 3300° = 1800 Watt, bei Molybdän (Schmelztemperatur 2500°) = 400 Watt, bei Platin (Schmelztemperatur 1755°) = 144 Watt. Für Zimmertemperatur (20°) ist die Energie 0 Watt. Setzt man die von Wolfram benötigte Energie = 100 und zeichnet die vorhin genannten Punkte schaubildlich auf, so erhält man die aus Abb. 2 ersichtliche Kurve. An Hand dieser Kurve lassen sich aus der Größe der jeweils zum Schmelzen der Zwischenlegierungen benötigten Energie die Schmelztemperaturen dieser Legierungen unmittelbar ablesen. Auf die Ergebnisse der Arbeit weiter einzugehen, müssen wir uns an dieser Stelle versagen; erwähnt werden soll nur noch, daß Wolfram und Molybdän eine vollständig isomorphe Legierungsreihe bilden.

Größeres Interesse als die beiden zuletzt aufgeführten Arbeiten dürfte für den Eisenhüttenmann die Veröffentlichungen von Witold Broniewski³⁾ über die Struktur der Kupfer-Zink- und Kupfer-Zinn-Legierungen und von Regierung- und Baurat Halfmann⁴⁾ im Eisenbahnzentralamt über Lagermetalle haben. Die Kupfer-Zink- (Messing) und Kupfer-Zinn-Legierungen (Bronze) sind nächst denjenigen des Eisens mit dem Kohlenstoff wohl am meisten fähig, durch geeignete Zusammensetzung, thermische und mechanische Behandlung die verschiedenartigsten Arbeitseigenschaften anzunehmen. Trotz ihrer großen Wichtigkeit für die Industrie sind diese

Legierungen aber noch ziemlich schlecht bekannt. Durch die Arbeiten von Thurston¹⁾, Charpy²⁾ über die Kupfer-Zink-Legierungen sind die Einflüsse der Kaltbearbeitung, des Anlassens und Ausglühens auf die Arbeitseigenschaften und das mikroskopische Gefüge dieser Legierungen beobachtet worden; Roberts-Austen³⁾ stellte zuerst ein vollständiges Erstarrungsbild der Kupfer-Zink-Legierungen auf. Die von Charpy ausgeführte mikroskopische Untersuchung bezieht sich hauptsächlich auf den Einfluß des Kalthämmers und Ausglühens auf das Gefüge. Wie interessant seine Ergebnisse in dieser Richtung auch sein mögen, so lassen sich seine Ansichten über die Natur der Konstituenten mit dem Roberts-Austenschen Diagramm nur unvollkommen in Einklang bringen. Nur darin stimmen beide Forscher überein, daß sie die Existenz isomorpher Gemische in der Kupfer-Zink-Reihe annehmen, was zur Folge hat, daß ein großer Teil dieser Legierungen unter dem Mikroskop ein homogenes kristallinisches Gefüge aufweist. Auch nach den mikroskopischen Untersuchungen von Le Chatelier⁴⁾ scheinen die Verbindungen Cu₂Zn, CuZn₂, CuZn₃, CuZn₄ aufzutreten. Weitere Aufklärung brachten im Jahre 1904 die Untersuchungen von Shepherd⁵⁾, der auf Grund von Abschreck- und Anlaßversuchen ein vervollständigtes Zustandsdiagramm aufstellte. Er bestreitet, im Gegensatz zu fast allen Forschern, die über dieses Gebiet gearbeitet haben, kurzweg das Auftreten bestimmter chemischer Verbindungen und hält alle Konstituenten der Zink-Kupfer-Legierungen für Mischkristalle. Bei Nachprüfung des Systems durch Tafel⁶⁾ wurden die Ergebnisse Shepherds im großen und ganzen bestätigt gefunden. Das System setzt sich hiernach aus sechs Arten Mischkristallen (α , β , γ , δ , ϵ und η) zusammen. Dagegen ist nach den Beobachtungen Tafels von chemischen Verbindungen Cu₂Zn, so gut wie sicher vorhanden. Die Verbindung Cu₂Zn kann nach seinen Feststellungen möglicherweise bestehen, wenigstens widerspricht ihrer Annahme das Schmelzdiagramm nicht; die Verbindungen CuZn, CuZn₂, CuZn₃ und CuZn₄ existieren nach seinen thermisch-metallographischen Befunden nicht. Im Gegensatz hierzu führten nun neuere Untersuchungen von Broniewski, die er nach verschiedensten Verfahren anstellte, zu der Schlussfolgerung, daß in den Kupfer-Zink-Legierungen die Verbindungen CuZn, CuZn₂ und CuZn₃ vorhanden sind. Auf Grund dieser neueren Feststellungen nehmen die in Kupfer-Zink-Legierungen gewöhnlich anzutreffenden festen Lösungen nachfolgende genauere Bezeichnungen an: die α -Kristallart ist eine feste Lösung von CuZn in Kupfer, die β -Kristalle sind feste Lösungen in der Umgebung der Verbindung CuZn, die γ -Kristalle feste Lösungen in der Umgebung von CuZn₂, die δ -Kristalle eine feste Lösung von CuZn, in die bei hoher Temperatur stabile Modifikation der Verbindung CuZn₂, die ϵ -Kristalle feste Lösungen in der Umgebung der bei niedrigen Temperaturen stabilen Modifikation der Verbindung CuZn₃ und die η -Kristalle eine feste Lösung von CuZn₄ in Zink. In den Kupfer-Zinn-Legierungen wies Broniewski nach

¹⁾ R. H. Thurston: A Treatise on Brasses, Bronzes and other Alloys. New York. Wiley and Sons 1893.

²⁾ G. Charpy: Recherches sur les alliages de cuivre et de zinc. Contribution à l'étude des alliages 1901. Paris, Chamerot et Renouard.

³⁾ W. C. Roberts-Austen: Fourth Report to the Alloys Research Committee. Proc. Inst. Mech. Eng. 1897, S. 36.

⁴⁾ Le Chatelier: La technique de la métallographie microscopique. Contribution à l'étude des alliages 1901, S. 439. Paris, Chamerot et Renouard.

⁵⁾ E. S. Shepherd: The constitution of copper-zinc-alloys. Journ. physico-chem. 1904, S. 421/34.

⁶⁾ E. Tafel: Studie über die Konstitution der Zink-Kupfer-Nickel-Legierungen sowie der binären Systeme Kupfer-Nickel, Zink-Kupfer, Zink-Nickel. Metallurgie 1908, S. 349 u. 375.

¹⁾ W. Guertler: Bericht über neuere Konstitutionsforschungen. Internationale Zeitschrift für Metallographie 1916, Nov., S. 38/61.

²⁾ Bulletin of the American Institute of Mining Engineers 1916, Juli, S. 1225/36.

³⁾ Révue de Métallurgie 1915, Nov., S. 961/81.

⁴⁾ Glaser 1916, 1. März, S. 81/5.

den gleichen Untersuchungsverfahren wie bei den Kupfer-Zink-Legierungen das Auftreten der bestimmten chemischen Verbindungen Cu_2Sn , Cu_3Sn und CuSn nach. Den nach den Forschungen von Heycock und Neville¹⁾ in diesem System auftretenden Kristallarten α , β , γ , δ , η und H kommen auf Grund der neueren Festlegungen nachstehende Bedeutungen zu: die α -Kristalle in dem binären System Kupfer-Zinn sind eine feste Lösung der Verbindung Cu_2Sn in Kupfer, die β -Kristalle eine feste Lösung des Kupfers in die bei hoher Temperatur stabile Modifikation der Verbindung Cu_2Sn , die γ -Kristalle eine feste Lösung von Cu_2Sn in die bei hoher Temperatur stabile Modifikation der Verbindung Cu_2Sn , die δ -Kristalle feste Lösungen in der Umgebung der bei niedriger Temperatur stabilen Modifikation der Verbindung Cu_2Sn , die η -Kristalle feste Lösungen von Cu_3Sn in Cu_3Sn und die H -Kristalle feste Lösungen von Cu_3Sn in CuSn . — Lagermetalle haben den Zweck, die Reibung zwischen bewegten Maschinenteilen und den sie stützenden Körnern, den Lagern, zu verringern. Entsprechend ihrem Zwecke sind die Lager in ihrer Form verschiedenartig ausgebildet. Im Eisenbahnfahrzeugbau bestehen sie aus einem Gehäuse und dem Lagerkörper oder der Lagerschale, die entweder unmittelbar oder mittelbar auf den Zapfen oder Lagerstellen aufrufen. In den Kreis seiner Betrachtung zieht Halfmann in seinen beachtenswerten Ausführungen nur die Lagermetalle ein, die in die Lagersohlen besonders eingegossen werden. Hinsichtlich des zu wählenden Lagermetallstoffes bestehen zurzeit zwei Meinungen. Nach der älteren, bei uns nicht mehr geltenden Auffassung soll ein gleichmäßig hartes Lagermetall das beste sein, und zwar wurde Rotguß als das geeignetste befunden. Nach der zweiten Anschauung kann ein allen Betriebsverhältnissen sich besser anpassendes Lagermetall hergestellt werden, wenn harte Körper in weicher Grundmasse eingebettet werden. Bei einem neuen Lager dieser Art wird beim Einlaufen zunächst die weiche Grundmasse abgeschliffen, so daß die harten Körper zum Tragen kommen. Die harten Körper sind also gegen die weiche Grundmasse etwas erhöht, so daß der Schenkel oder Zapfen gleichsam nur auf vielen Punkten oder winzigen Flächen läuft, die gleichsam als Inseln aus dem in den Zwischenraum eingedrungenen Öl hervorragen. Tritt durch irgendwelche Umstände ein Erwärmen ein, so sinken die harten Körper in die weiche Grundmasse ein, da die nachgiebige, mit einer dünnen Oelschicht bedeckte Grundmasse sich dem Zapfen genau anschmiegt; es entsteht eine größere Auflagefläche und damit vermindert der Flächendruck, und die Erwärmungsgefahr ist beseitigt bzw. stark gemindert. Derartige Lagermetalle haben sich im allgemeinen besser bewährt als die reinen Rotgußlager; sie lassen sich zudem leichter herstellen und bearbeiten. Die sich in der Praxis bewährenden Lagermetalle dieser Art sind das Weißmetall der preußisch-hessischen Eisenbahnverwaltungen mit 83,33 Teilen Sn, 5,6 Teilen Cu und 11,1 Teilen Sb, das Lagermetall der holländischen Bahnen mit 80 % Pb, 10 % Sn und 10 % Sb und das Lagermetall der württembergischen Staatseisenbahn mit 72 % Pb, 8 % Sn, 12 % Sb und 2 % Cu. Kennzeichnend für alle Weißlagermetalle ist ihr Gehalt an Antimon. Das Antimon hat die günstige Eigenschaft, in Mischung mit anderen Metallen auf diese härtend einzuwirken. Bei dem mit dem Krieg einsetzenden Mangel an Antimon und Zinn auf offenem Markte und der Sperrung der Zufuhr war die Aufgabe zu lösen, ein antimon- und möglichst auch zinnfreies Lagermetall herzustellen. Bei billigeren Lagermetallen ersetzt Zink bekanntlich Antimon, hat aber nicht die gleiche härtende Wirkung wie dieses. Angestellte Versuche lassen die Zusammensetzung von 3,3 % Cu, 12 % Pb, 21,3 % Sn und 63,3 % Zn als die geeignetste erscheinen. Die Brinellhärte bei einem Druck von 500 kg und einem Kugeldurchmesser von 10 mm ist 42 — gegen 35 beim Weiß-

metall —, das Metall ist dicht im Gefüge und läßt sich verhältnismäßig leicht gießen und bearbeiten. Das mikroskopische Gefüge zeigt hellglänzende harte Mischkristalle in weicher, dunkler Grundmasse. Auf Grund der gesammelten Erfahrungen im Eisenbahn- und Privatbetrieb ist die Metallmischung als ein brauchbares Ersatzmittel des teureren, bisher verwendeten Weißmetalles anzusehen. Kennzeichnende Gefügebilder der verschiedenen besprochenen Lagermetalle sind den interessanten Ausführungen beigefügt. Es ist zu begrüßen, daß auch behördlicherseits die Metallographie als wichtiger Zweig der Materialprüfung erkannt worden ist, und wir versprechen uns von der neuen Versuchsanstalt des Eisenbahnzentralamtes, deren Schöpfer Halfmann ist, noch manches Gute.

Ueber den Molekularzustand der Legierungen im kristallisierten Zustand und seinen Zusammenhang mit der Gestalt der Zustandsdiagramme berichtet G. Masing¹⁾. Er kommt zu dem Ergebnis, daß eine über ein ausgedehntes Temperaturgebiet bestehende Verbindungskristallart, die die Komponenten nicht oder wenig in kristallinischer Lösung aufzunehmen vermag, nur eine wenig dissozierende Verbindung als Träger des Raumgitters enthalten kann, und zwar ist das Maß der möglichen Dissoziation der Größenordnung nach durch die Breite des Gebietes der homogenen Kristalle gegeben. Dieses Gebiet kann aus dem experimentell gewonnenen binären Zustandsdiagramm abgelesen werden, und es bietet sich somit die Möglichkeit eines Rückschlusses aus dem Zustandsdiagramm auf die molekularen Verhältnisse in den Legierungen. Durch diese Regel wird dem Dissoziationsgrad der Verbindung nur die obere Grenze gezogen. Ein umgekehrter Schluß aus einer weiter reichenden Löslichkeit im Kristallzustand auf eine weiter gehende Dissoziation ist unzulässig. Es ist sehr wohl möglich, daß eine Gleichgewichtskurve mit einer Löslichkeitskurve kombiniert ist. In diesem Falle wird der sehr stabilen Verbindung ein sehr großes Konzentrationsintervall homogener Mischkristalle entsprechen. Zu erwähnen ist noch, daß diese Regeln keinen Anspruch auf strenge Gültigkeit haben, da sie zum Teil auf Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen beruhen; sie genügen jedoch für die erste Orientierung. Sie werden auch durch chemische Gesichtspunkte weitgehend bestätigt. Man beobachtet in der Regel, daß Verbindungen, die über größere Temperaturgebiete bestehen und keine Mischkristalle bilden, unter erheblichen Wärmetönungen entstehen und auch sonst deutlich den Charakter von Verbindungen zeigen, so daß man schon aus chemischen Gründen auf eine erhebliche Affinität der Komponenten und demgemäß auf eine große Beständigkeit des Verbindungsmoleküls schließen muß. (Schluß folgt.)

Englands Industrie nach dem Kriege.

Zu dem unter dieser Ueberschrift in dem letzten Heft²⁾ erfolgten Abdruck aus dem „Kriegsamt, Amtliche Mitteilungen und Nachrichten“, sei ergänzend hinzugefügt, daß die dort beigefügte Fußnote ebenfalls dieser Quelle, und nicht etwa der Schriftleitung, entstammt. Den betreffenden Mitteilungen waren an der genannten Stelle folgende Bemerkungen vorausgeschickt:

„Die nachstehenden Ausführungen, die dem Bericht eines gründlichen Kenners englischer Wirtschaftsverhältnisse entnommen sind, verdienen die besondere Aufmerksamkeit der deutschen Industrie. Sie werden deshalb an dieser Stelle bekanntgegeben, obwohl im Augenblick eine Nachprüfung aller tatsächlichen Angaben nicht möglich ist.“

Prüfstelle für Ersatzglieder.

Diese vom Verein deutscher Ingenieure geschaffene, dem Kgl. Preuß. Kriegsministerium als Gut-

¹⁾ C. T. Heycock und F. H. Neville, Phil. Trans. Roy. Soc. 1903, S. 1/69.

¹⁾ Intern. Zeitschr. f. Metallogr. 1916, Nov., S. 21/37.

²⁾ St. u. E. 1917, 10. Mai, S. 458.

achterstelle dienende Einrichtung (Charlottenburg, Fraunhoferstr. 11 bis 12) veröffentlicht jetzt ihren zweiten Halbjahresbericht für die Zeit bis 31. Januar 1917¹⁾. Ihr ursprüngliches Arbeitsgebiet, die wissenschaftliche Prüfung von Ersatzgliedern, hat sie erheblich erweitern müssen, so daß sich jetzt ihre Tätigkeit auch auf die Beratung der geheilten Amputierten, Verwertung der Ergebnisse bei der Wiedereinschulung Amputierter, Überwachung der Prüfung durch die Erfahrung, Versorgung der Amputierten mit Behelfsgliedern, Durcharbeitung eigener Bauarten und Normalisierung der Ersatzglieder erstreckt. Ebenso sind einige neue Abteilungen in Danzig, Nürnberg und Stuttgart hinzugekommen, und auch mit dem österreichischen Verein: „Die Technik für die Kriegsinvaliden“, sind enge Beziehungen angeknüpft worden. Seit dem 1. August 1916 sind 72 wissenschaftliche Prüfungen von Ersatzgliedern und Behelfsstücken durchgeführt worden, wobei entsprechend der Zusammensetzung der Prüfstelle Aerzte, Ingenieure und Orthopädiemechaniker gemeinsam die Begutachtung vorgenommen haben. Die Zahl der Beratungen Amputierter hat fast 1000 erreicht. Um die Beschaffung der Behelfsglieder zu erleichtern, hat die Prüfstelle die Gründung von „Vermittlungsstellen für Kriegsbeschädigte“ in den verschiedenen Armeekorpsbezirken angeregt und damit den Beifall des Kgl. Preuß. Kriegsministeriums gefunden. Eine Reihe eigener Bauarten von künstlichen Gliedern sind geschaffen und erprobt worden; ebenso ist die Herstellung erleichternde und vorbilligende Normalisierung der Glieder und ihrer Teile fortgeschritten. Wiederholt erwähnt seien noch die von der Prüfstelle herausgegebenen Merkblätter, von denen bereits sieben im Druck vorliegen²⁾ und eine weitere

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1916, 26. Okt., S. 1044.

²⁾ Vgl. St. u. E. 1917, 22. März, S. 288/9.

Anzahl in Vorbereitung ist. Ein Handbuch über Bau, Herstellung und Verwendung der Ersatzglieder geht seiner Vervollendung entgegen. Eine Gehschule für Beinamputierte ist eingerichtet worden. Für die Bearbeitung der Frage, wie die Kraftquellen zur Bewegung der Ersatzglieder aus den im Stumpfe vorhandenen Muskeln zu gewinnen sind, hat der Verein deutscher Ingenieure den Betrag von 10 000 M. der Prüfstelle zur Verfügung gestellt.

Der Bericht zeigt, daß das großzügige Unternehmen gesonstlich gewirkt hat und die besten Erfolge für unsere Kriegsbeschädigten verspricht.

Verein Deutscher Gießereifachleute.

Der Verein Deutscher Gießereifachleute hält am 2. Juni 1917, abends 6 Uhr, und am 3. Juni, vormittags 10 Uhr in der Königlich Geologischen Landesanstalt (ehemalige Bergakademie) zu Berlin N., Invalidenstr. 44, seine 7. Hauptversammlung ab. Auf der Tagesordnung stehen folgende Vorträge:

1. Graphit und Graphitersatz und ihre Bedeutung für die deutschen Gießereien. Von Dr. Behr, Kgl. Bezirksgeologe, Berlin.
2. Die Heranziehung der Gefügelehre zur Deutung einiger alltäglicher Erscheinungen im Gießereibetriebe. Von Geh. Bergrat Professor B. Osann, Clausthal.
3. Eine neue Art der Bestimmung des Formerakkordes in Gießereien. Von Gießereingenieur A. Wiemann, Frankenthal (Pfalz).
4. Bericht über die Untersuchungen der deutschen Formsandlagerstätten. Von Dr. Behr, Kgl. Bezirksgeologe, Berlin.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

7. Mai 1917.

Kl. 49 f, Gr. 7, M 60 940. Vorrichtung zum Ausstoßen des fertigen Werkstücks aus hydraulischen Kumpelpressen mittels Zylinder. Maschinenfabrik Oberschönevide, A.-G., Berlin-Oberschönevide.

10. Mai 1917.

Kl. 42 k, Gr. 23, Sch 49 850. Vorrichtung zum Prüfen der Härte von festen Körpern, insbesondere von Metallen, mittels eines aufprallenden Fallgewichts. Schuchardt & Schütte, Berlin.

Kl. 75 c, Gr. 5, L 44 078. Verfahren, Schutzanstriche auf Metall dehnbar zu machen. Friedrich Wilhelm Lefelmann, Biedenkopf, H.-N., u. Louis Ritter, Wallau, H.-N.

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

7. Mai 1917.

Kl. 18 b, Nr. 661 620. Ortsveränderliche Muldenbank für Martinanlagen. Deutsche Maschinenfabrik A.-G., Duisburg.

Kl. 24 b, Nr. 661 629. Zerstäuber für Oelkesselfeuerungen. Westfälische Maschinenbau-Industrie Gustav Moll & Co., A.-G., Neubeckum i. W.

Kl. 24 b, Nr. 661 630. Zerstäuberdüse für Oelkesselfeuerungen. Westfälische Maschinenbau-Industrie-Gustav Moll & Co., A.-G., Neubeckum i. W.

Kl. 49 f, Nr. 661 752. Vorrichtung zur Herstellung von Geschöbhlüssen und ähnlichen langen, dünnwandigen Hohlkörpern von der Stange. Maschinenfabrik Hasenclever, Akt.-Ges., Düsseldorf.

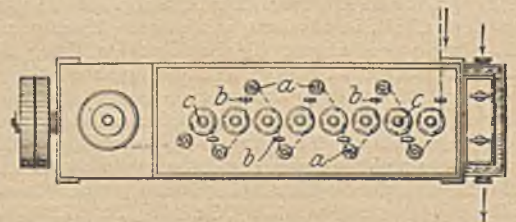
¹⁾ Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 40 a, Nr. 294 160, vom 29. Juli 1914. New Metals-Process Company in Chicago, V. St. A. Verfahren zur Verhüttung von Erzen.

Das zu reduzierende Erz wird mit dem Vielfachen seines Volumens an Brennstoff in solcher Mischung, daß jedes Erzstück von dem andern durch Kohle getrennt ist, unter Zufuhr von Luft zu Metall reduziert. Die einzelnen Metallteilchen fließen infolge des Kohleüberschusses nicht zusammen, sondern hängen in Form von kleinen sehr reinen Metallkügelchen an dem Brennstoff. Dieser wird wiederholt mit neuen Erzmengen vermischt und von neuem dem Reduktionsverfahren unterworfen, wobei neue Metallkügelchen erhalten werden, die frei von den Verunreinigungen des Erzes sind. Schließlich wird das Metall von dem Brennstoff getrennt und für sich weiter verarbeitet.

Kl. 7 b, Nr. 294 051, vom 15. Januar 1914. Heinrich Krabbe in Unna i. W. und Carl Bromicker in Barmen. Mehrfachdrutzziehmaschine.



Zwecks Erzielung einer einfachen gedrängten Anordnung der Maschine sind die Umföhrungsrollen a und die Ziehtrömmeln b abwechselnd auf der einen und der anderen Seite der hintereinander liegenden, einstufigen Ziehtrömmeln c angeordnet. Benachbarte Ziehtrömmeln drehen sich in entgegengesetzter Richtung.

Statistisches.

Die Straßenbahnen im Deutschen Reiche 1913 bis 1915¹⁾.

Die Anzahl der selbständigen Straßenbahnunternehmungen betrug jeweils am Ende der Berichtsjahre, d. h.

in	am 31. März		
	1914	1915	1916
Preußen	200	201	203
d. and. Bundesstaaten . .	92	94	95
Deutschland insgesamt . .	292	295	298

d. i. gegenüber dem betr. Vorjahre mehr bzw. weniger

in	1913	1914	1915
Preußen	+ 5	+ 1	+ 2
d. and. Bundesstaaten . .	- 1	+ 2	+ 1
Deutschland insgesamt . .	+ 4	+ 3	+ 3

Die Streckenlänge der genehmigten Straßenbahnen war

in	am 31. März		
	1914 km	1915 km	1916 km
Preußen	3777,44	3880,55	3918,92
d. and. Bundesstaaten . .	1505,73	1551,12	1571,87
Deutschland insgesamt . .	5283,17	5431,67	5490,79

d. i. gegenüber dem betr. Vorjahre mehr

in	1913		1914		1915	
	km	%	km	%	km	%
Preußen	221,93	6,24	103,11	2,73	38,37	0,99
d. and. Bundesstaaten . . .	47,18	3,23	45,39	3,01	20,75	1,34
Deutschland insgesamt . . .	269,11	5,38	148,50	2,81	59,12	1,09

Der Zuwachs betrug in den preußischen Provinzen

östlich der Elbe (einschl. Sachsen)	1913		1914		1915	
	km	%	km	%	km	%
westlich d. Elbe	61,68	5,06	28,25	2,21	16,12	1,23
	160,25	6,86	74,86	3,00	22,25	0,87

Am 1. Oktober 1892 belief sich die Länge der preußischen Straßenbahnen auf 875,70 km. Sie ist also während des 23½-jährigen Zeitraumes bis zum 31. März 1916 um 3043,22 km oder rd. 347 % gestiegen, und zwar in den östlichen Provinzen um 861,14 km oder rd. 186 %, in den westlichen um 2182,08 km oder rd. 529 %.

Als Spurweite hatten unter den genehmigten Straßenbahnen

in Preußen:	1913		1914		1915	
	Bahnen	%	Bahnen	%	Bahnen	%
1,435 m	75	37,5	74	36,8	73	36,0
1,000 m	116	58,0	117	58,2	120	59,0
0,750 m	2	1,0	2	1,0	2	1,0
0,600 m	1	0,5	1	0,5	1	0,5
eine gemischte	3	1,5	4	2,0	4	2,0
eine abweichende	3	1,5	3	1,5	3	1,5

in d. and. Bundesstaaten:	1913		1914		1915	
	Bahnen	%	Bahnen	%	Bahnen	%
1,435 m	12	13,0	14	14,9	14	14,7
1,000 m	63	68,5	63	67,0	63	66,3
0,600 m	1	1,1	1	1,1	1	1,1
eine gemischte	2	2,2	2	2,1	2	2,1
eine abweichende	14	15,2	14	14,9	15	15,8

Als Betriebsmittel verwendeten

in Preußen	1913		1914		1915	
	Bahnen	%	Bahnen	%	Bahnen	%
Dampflokomotiven	12	6,0	10	5,0	10	4,9
Elektr. Motoren	171	85,5	174	86,5	176	86,7
Pferde	10	5,0	10	5,0	10	4,9
Dampflokomotiven u. elektr. Motoren	1	0,5	1	0,5	1	0,5
El. Motoren u. Pferde	1	0,5	1	0,5	1	0,5
Drahtseile	5	2,5	5	2,5	5	2,5

in d. and. Bundesstaaten:

Dampflokomotiven	1	1,1	1	1,1	1	1,1
Elektr. Motoren	76	82,6	78	82,9	79	83,1
Pferde	8	8,7	8	8,5	8	8,4
Dampflokomotiven u. elektr. Motoren	1	1,1	1	1,1	1	1,1
Drahtseile	6	6,5	6	6,4	6	6,3

Als Betriebszweck hatten

in Preußen	1913		1914		1915	
Personenbeförderung	137	68,5	137	68,2	139	68,5
Güterbeförderung	3	1,5	3	1,5	3	1,5
Personen- u. Güterbeförderung	60	30,0	61	30,3	61	30,0

in d. and. Bundesstaaten:

Personenbeförderung	73	79,3	75	79,8	76	80,0
Personen- u. Güterbeförderung	19	20,7	19	20,2	19	20,0

Bei Abschluß der jeweiligen Statistik wurden an Angestellten (Beamten und ständigen Arbeitern) der Straßenbahnen gezählt

in Preußen:	1913		1914		1915	
Beamte	36	423	32	973	32	477
Arbeiter	17	975	16	370	16	481

in d. and. Bundesstaaten:

Beamte	21	115	19	794	19	407
Arbeiter						
in Deutschland Angestellte insgesamt	75	513	69	137	68	365

Befördert wurden von den Straßenbahnen¹⁾

a) an Personen	1913		1914		1915	
in Preußen	1919	112369	181306	4957	190170	6032
i. d. and. Bundesstaaten	103534	2000	103606	7652	95155	6825
i. Deutschland insgesamt	295445	4369	284913	2609	285326	2857
b) an Gütertonnen	1913		1914		1915	
in Preußen	1357	609	1135	818	1169	087
i. d. and. Bundesstaaten	425	480	324	808	300	617
i. Deutschland insgesamt	1783	089	1460	626	1469	704

Die Betriebseinnahmen betragen bei den Straßenbahnen²⁾

in	1913		1914		1915	
Preußen	194	657	886	186	519	989
d. and. Bundesstaaten	101	241	416	97	843	664
Deutschland insges.	295	899	302	284	363	653
durchschnittl. f. d. km	61	131	55	255	54	109

¹⁾ Infolge der Kriegsverhältnisse waren für das letzte Jahr statistische Angaben nicht von allen Unternehmungen zu erhalten.

²⁾ Die Angaben fehlen 1913 für 240,05 km, 1914 für 41,57 km und 1915 für 148,85 km Gesamtbahnlänge.

¹⁾ Nach der „Zeitschrift für Kleinbahnen“ 1915, April, S. 225/57; 1916, April, S. 225/57; 1917, April, S. 205/244. — Vgl. St. u. E. 1914, 14. Mai, S. 854.

Die Gesamtausgaben betragen bei den Straßenbahnen¹⁾

in	1913	1914	1915
Preußen	125 886 506	123 221 023	125 055 758
d. and. Bundesstaaten	67 791 955	69 262 529	67 005 323
Deutschland insges.	193 678 461	192 483 552	192 061 081
durchschnittl. f. d. km	41 312	38 017	38 042

Der reine Betriebsüberschuß auf 1 km durchschnittlicher Betriebslänge der Straßenbahnen²⁾ war

in	1913	1914	1915
Preußen	19 800	17 306	17 519
d. and. Bundesstaaten	23 384	18 801	14 675
Deutschland insges.	20 859	17 742	16 706

Das Anlagekapital der Straßenbahnen betrug

in	1913 ³⁾	1914 ⁴⁾	1915 ⁵⁾
Preußen	1113061279	1148676550	1164019867
d. and. Bundesstaaten	308420252	317877516	326726934
Deutschland insges.	1421481531	1466554066	1490746801
durchschnittl. f. d. km	275389	276694	276172

Die Verzinsung dieses Anlagekapitals erhellt aus folgender Zusammenstellung:

Im Jahre	In Betracht gezogene Bahnen Zahl	0 %	bis zu					mehr als 5 bis 10 %	über 10 %
			1 %	2 %	3 %	4 %	5 %		
a) Preussische Straßenbahnen:									
1913/14	171	15	6	16	15	25	21	68	5
1914/15	175	20	10	23	21	19	27	50	5
1915/16	183	28	9	12	19	27	37	44	7
b) Nichtpreussische Straßenbahnen:									
1913/14	63	13	3	6	4	9	10	14	4
1914/15	68	18	4	5	10	10	7	12	2
1915/16	71	16	4	5	13	5	14	12	2

Die Eisenerzverschiffungen vom Oberen See im Jahre 1916.

Im Anschluß an die jüngst veröffentlichten Ergebnisse der Eisenerzgewinnung am Oberen See während des

Zahlentafel 2. Roheisenerzeugung nach Bezirken.

Bezirk	Puddelroheisen	Gleßerei-roheisen	Bessemer-roheisen	Hämatit	Spiegeleisen, Ferromangan usw.	Gußwaren 1. Schmelzung	Zusammen
	t	t	t	t	t	t	
Cleveland	188 533	515 897	830 898	916 403	77 055	8 475	2 537 259
Durham	3 912	4 124	58 029	516 289	27 139	106	609 598
Süd- und West-Yorkshire	27 108	47 702	223 221	—	—	—	298 032
Cumberland	—	—	—	673 843	58 209	—	732 052
Lancashire (Nordwales)	19 553	19 700	237 391	376 082	123 504	893	777 122
Schottland	74 127	247 940	19 317	810 967	10 609	123	1 163 083
Midland-Bezirke	321 076	438 225	24 218	162	—	95 778	879 461
Lincolnshire	61 634	12 128	486 849	—	—	51	560 661
Südwest- und Monmouth	—	—	56 019	812 940	—	254	869 214
Nord-Stafford, Shropshire	112 378	63 354	167 985	—	—	1 144	344 861
Süd-Stafford-, Worcester- und Wiltshire	105 537	92 454	223 271	—	—	145	421 408
Insgesamt	913 858	1 441 525	2 327 198	4 106 686	296 516	106 969	9 192 751

¹⁾ Die Angaben fehlen 1913 für 392,30 km, 1914 für 124,93 km und 1915 für 246,72 km.

²⁾ Von einzelnen Bahnen fehlen die Angaben; diese Bahnen sind unberücksichtigt geblieben.

³⁾ Nicht eingerechnet 26,90 km preussischer und 95,46 km außerpreussischer Strecken, für die keine Angaben vorliegen.

⁴⁾ Nicht eingerechnet 23,26 km preussischer und

Jahres 1916⁶⁾ tragen wir noch nach, daß sich die Verschiffungen auf die einzelnen Häfen, verglichen mit den Gesamtziffern für 1915 und dem Bahnversande der beiden Jahre, wie folgt gestaltet haben⁷⁾:

Häfen	1916 t	1915 t
Escanaba	7 576 763	5 739 678
Marquette	3 919 821	3 149 182
Ashland	8 186 739	5 229 120
Two Harbours	10 907 627	8 781 229
Superior	12 991 639	8 476 278
Duluth	22 187 356	15 684 418
Versand auf dem Wasserwege	65 769 945	47 059 905
Dazu Versand auf dem Landwege	1 955 056	969 210
Insgesamt	67 725 001	48 029 115

Großbritanniens Roheisen-, Stahl- und Puddeleisenerzeugung im Jahre 1916.

Nach den Ermittlungen, die C. G. Lloyd, der Geschäftsführer des Iron and Steel Institute, für die Iron, Steel and Allied Trades Federation angestellt hat⁸⁾, gestaltete sich die Roheisenerzeugung Großbritanniens im Jahre 1916, verglichen mit den Ziffern des Vorjahres, folgendermaßen (Zahlentafel 1):

Zahlentafel 1. Roheisenerzeugung nach Sorten.

Gegenstand	1916 t	1915 t
Puddelroheisen	913 858	1 040 448
Gießereiroheisen	1 441 525	1 598 752
Bessemerroheisen	2 327 198	2 309 047
Hämatit	4 106 686	3 621 304
Spiegeleisen, Ferromangan, Ferrosilizium usw.	296 515	259 572
Gußwaren erster Schmelzung	106 969	105 234
Insgesamt	9 192 751	8 934 357

Wie sich die letztjährige Erzeugung auf die einzelnen Bezirke verteilt hat, zeigt Zahlentafel 2.

109,05 km außerpreussischer Strecken, für die keine Angaben vorliegen.

⁵⁾ Nicht eingerechnet 23,26 km preussischer und 70,54 km außerpreussischer Strecken, für die keine Angaben vorliegen.

⁶⁾ St. u. E. 1917, 26. April, S. 412/3.

⁷⁾ The Iron Trade Review 1917, 1. März, S. 537.

⁸⁾ Engineering 1917, 20. April, S. 373. — Vgl. St. u. E. 1916, 6. April, S. 353/4; 4. Mai, S. 448/9.

Die Stahlerzeugung in den beiden Jahren veranschaulicht die nächste Zahlentafel (3):

Zahlentafel 3. Stahlerzeugung.

Gegenstand		1916 t	1915 t
Bessemerstahlblöcke Martinstahlblöcke	} saures Verfahren	1 215 291	834 551
		4 463 292	4 156 204
Saures Verfahren zus.		5 678 583	4 980 755
Bessemerstahlblöcke Martinstahlblöcke	} basisches Verfahren	513 910	487 493
		3 060 759	3 006 311
Basisches Verfahren zus.		3 574 669	3 493 804

Gegenstand (ferner)	1916 t	1915 t
Elektrostahlblöcke	31 463	20 320
Elektrostahlguß	18 581	2 032
Sonstiger Stahlguß	190 673	179 904
Insgesamt (ohne Tiegelstahl)	9 493 969	8 686 815

Schließlich betrug noch die Erzeugung an

	1916 t	1915 t
Puddelluppen	966 325	957 992

Wirtschaftliche Rundschau.

Eisenbahnverkehr. — Die Königliche Eisenbahndirektion Essen hat unter dem 9. Mai 1917 folgendes verfügt: Nach einer Bekanntmachung des stellvertretenden Generalkommandos sind die Verkehrstreibenden allgemein berechtigt, die Eisenbahnwagen auch an Sonn- und Festtagen zu be- und entladen. Unsere Verfügung vom 16. Februar d. J. No. 7 Wg. A. 6/16, wonach an solchen Tagen nur Wagenladungen für dringlichen Heeresbedarf ausgeliefert und zur Beförderung angenommen werden dürfen, wird deshalb auf alle Wagenladungen ausgedehnt. — Die Vorschriften, daß bei nicht rechtzeitiger Be- und Entladung für Sonn- und Festtage Wagenstandgeld nur dann zu zahlen ist und daß bei aufeinanderfolgenden Sonn- und Festtagen nur für einen Tag Wagenstandgeld zu erheben ist — zu vergleichen § 63 (Absatz 6) und § 80 (Absatz 6) der Eisenbahnverkehrsordnung und der Verfügung der Königlichen Eisenbahndirektion IV. 19/558 vom 26. Februar 1917. — treten außer Kraft. Wagenstandgeld ist wie an Werktagen zu berechnen. Die Anordnung gilt seit dem 15. Mai 1917.

Erhöhung der Personenfahrpreise. — Der preußische Minister der öffentlichen Arbeiten hat dem Landeseisenbahnrat zu Begutachtung seine Absicht mitgeteilt, die Einheitsfahrpreissätze für die Personenbeförderung, und zwar frühestens am 1. Januar 1918, zu erhöhen. Diese Absicht wird begründet mit der Notwendigkeit, ein angemessenes Verhältnis zwischen Einnahmen und Ausgaben wiederherzustellen. Die Ausgaben seien derart gestiegen, daß eine Tarifierhöhung zur Erzielung höherer Einnahmen unvermeidlich sei. Für den Güterverkehr habe die Staatseisenbahnverwaltung zunächst den Weg beschritten, alle entbehrlichen Ausnahmetarife aufzuheben; sie gedenke an die sehr viel schwierigere Frage einer allgemeinen Tarifierhöhung tunlichst erst nach dem Kriege heranzutreten, wenn sich die wirtschaftlichen Verhältnisse besser übersehen lassen. In der Begründung heißt es dann weiter: Wie bei allen Unternehmungen, so sind auch bei den Staatseisenbahnen die Ausgaben in einer alle Voraussicht übersteigenden Weise in die Höhe gegangen, sowohl die persönlichen wie die sächlichen. So ist der Preis für Kohlen seit 1913 um 40 % gestiegen und wird sich nach Einrechnung der Kohlensteuer und der in Aussicht stehenden Preiserhöhung noch weiter um 60 %, also auf das Doppelte des früheren Satzes, erhöhen; für Schienen beträgt im gleichen Zeitraum die Preissteigerung 52 %, für Werkstoffe aus Eisen 128 %, für Werkstoffe aus Stahl sogar 171 %; bei den Werkstattnutzhölzern beläuft sich die Preiszunahme auf 145 % und die Fahrzeuge haben sich um 68 % bis 95 % verteuert. Die Erhöhung der Einheitsätze, die neben der durch Reichsgesetz vom 8. April 1917 eingeführten allgemeinen 10 bis 16 % des Fahrpreises betragenden und in den Fahrpreis einzurechnenden Besteuerung des Personenverkehrs eingeführt würde, soll zugunsten der Eisenbahn etwa 10 % betragen. Die regelrechten Einheitsätze würden dadurch für das Personenkilometer auf 9 Pf. für die erste, 5,7 Pf. für die zweite, 3,7 Pf. für die dritte und 2,4 Pf. für die vierte Klasse steigen; so würde beispielsweise für die Fahrt Berlin—Cöln

sich der Fahrpreis von 45,80 *ℳ* auf 52 *ℳ* in der ersten und von 27,20 *ℳ* auf 32,90 *ℳ* in der zweiten Klasse erhöhen. Zu den Mehreinnahmen sollen dann noch erhebliche Betriebsersparnisse treten. Neben sorgfältigster Verwertung aller sich bietenden technischen Fortschritte komme hierfür auf dem Gebiete des Personenverkehrs insbesondere eine strenge Prüfung der Bedürfnisfrage beim Wiederaufbau des Friedensfahrplanes in Betracht, sodann ein gewisses Maßhalten in der Grundgeschwindigkeit der Züge und in der Zahl der Kurswagen, sowie namentlich eine starke Beschränkung der Zahl der in den einzelnen Zügen eingeführten Wagenklassen. An dem Vierklassensystem, wie es sich in Norddeutschland geschichtlich entwickelt habe und wie es in den wirtschaftlichen und sozialen Verhältnissen der Bevölkerung begründet sei, soll festgehalten werden.

Von den Grobblechverbänden. — In der kürzlich abgehaltenen Sitzung der Vertreter der Grobblechwerke ist beschlossen worden, die Geltungsdauer sowohl der Grobblechinlandsvereinigung als auch der Grobblechausführvereinigung bis Ende d. J., d. h. um sechs Monate, zu verlängern.

Vereinigung der Röhrenwerke. — Der gewöhnlich kurz Röhrenvereinigung oder Röhrenkonvention genannte Verband hat eine Verlängerung seiner Geltungsdauer über den 30. Juni d. J. hinaus bis zum 31. Dezember 1917 vorgenommen.

United States Steel Corporation. — Nach dem letzten Ausweise des amerikanischen Stahltrustes betrug der ihm vorliegende Auftragsbestand zu Ende des Monats April 1917 rd. 12 378 000 t gegen rd. 11 899 400 t zu Ende März 1917 und 9 986 824 t zu Ende April 1916. Wie sich die vorliegenden Auftragsmengen am Schlusse der einzelnen Monate während der letzten drei Jahre stellten, ergibt sich aus nachfolgender Uebersicht¹⁾:

	1915 t	1916 t	1917 t
31. Januar	4 316 548	8 049 531	11 657 639
28. Februar	4 416 897	8 706 069	11 761 924
31. März	4 323 841	9 480 297	11 899 400
30. April	4 228 840	9 986 824	12 378 000
31. Mai	4 332 832	10 096 803	—
30. Juni	4 753 048	9 794 705	—
31. Juli	5 007 397	9 747 089	—
31. August	4 986 980	9 814 923	—
30. September	5 402 700	9 574 945	—
31. Oktober	6 264 099	10 175 504	—
30. November	7 204 521	11 235 479	—
31. Dezember	7 931 120	11 732 043	—

Neue Unternehmungen in der Eisenindustrie Italiens. — Wie die Mailänder Zeitung „Il Sole“²⁾ mitteilt, ist

¹⁾ Für die Zeit bis Ende Februar 1917 haben wir die früher (St. u. E. 1917, 19. April, S. 391) in long tons (zu 1016 kg) mitgeteilten abgerundeten Ziffern nach „The Iron Age“ 1917, 15. März, S. 669, durch Umrechnung in metrische Tonnen (zu 1016 kg) berichtigt.

²⁾ 1917, 25. Febr., 11. März, 12./13. März.

am 24. Januar 1917 zu Sesto S. Giovanni (Lombardei) unter der Fa. Acciaierio elettriche eine neue Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 300 000 Lire zur Anlage und zum Betriebe einer Gießerei für Eisen, Stahl und verwandte Metalle sowie zum Handel mit den einschlägigen Erzeugnissen gegründet worden. — In Brescia hat man die Società Anonima Siderurgica Togni errichtet; diese Gesellschaft sieht ein Aktienkapital von 10 Mill. Lire vor, von denen bisher 6 Mill. Lire eingezahlt worden sind, und bezweckt die Gewinnung und Verarbei-

tung von Stahl und Gußeisen, die Herstellung metallischer und mechanischer Bauausführungen den Betrieb verwandter Industriezweige sowie die Gewinnung und den Verkauf elektrischer Kraft usw. — Endlich wird noch gemeldet, daß in Mailand die Società Anonima Importazioni Siderurgiche mit einem Gesellschaftskapital von 500 000 Lire gegründet worden ist; den Zweck dieses Unternehmens soll die Einfuhr von Gußeisen, sonstigen Eisenerzeugnissen und Metallegierungen aus England und Amerika bilden.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Zum 75jährigen Geburtstage von August Thyssen.

Gemäß einem Beschlusse, den der Vorstand des Vereins deutscher Eisenhüttenleute am 3. April 1917 gefaßt hatte, überbrachte am Sonnabend, den 5. Mai, eine Abordnung des genannten Vorstandes, bestehend aus den Herren Generaldirektor A. Vögler und Kommerzienrat Dr.-Ing. e. h. F. Springorum, M. d. H., in Begleitung des Geschäftsführers, des Herrn Dr.-Ing. O. Peterson, schon im voraus Herrn August Thyssen auf Schloß Landsberg die Glückwünsche des Vereins zu seiner 75jährigen Geburtstagsfeier am 17. Mai 1917. Der Vorsitzende, Herr Generaldirektor Vögler, teilte gleichzeitig Herrn Thyssen mit, daß der Vorstand in seiner letzten Sitzung einstimmig beschlossen habe, der nächsten Hauptversammlung des Vereins vorzuschlagen, dem Jubilar die Ehrenmitgliedschaft des Vereins zu verleihen. In seiner kurzen Ansprache feierte Herr Generaldirektor Vögler Herrn Thyssen als den Schrittmacher der deutschen Eisenindustrie, der jahrzehntelang nicht nur das Tempo angegeben, sondern es auch verstanden habe, mit seinen Werken stets führend an der Spitze zu bleiben.

Seine Ausführungen gipfelten in dem Hinweise, daß das ganze geeinte Deutschland die Grundlage für die Thyssensche Schöpfung gegeben habe. Dieses Deutschland stehe jetzt im Kampfe um Sein oder Nichtsein. Der aufrichtige Wunsch des Vereins deutscher Eisenhüttenleute sei, daß Herrn Thyssen noch ein Lebensabend vergönnt sein möge im größeren Deutschland nach einem starken Frieden, den das deutsche Volk ebenso erwarte, wie es ihn verlangen könne nach den unvergleichlichen Leistungen an der Front und hinter der Front, und den insbesondere die deutsche Eisenindustrie haben müsse, wenn Schöpfungen, wie die Thyssenschen, nicht ihre Daseinsbedingungen verlieren sollten.

Herr August Thyssen dankte den Vertretern des Vorstandes des Vereins tief bewegt für die ihm überbrachten Glückwünsche und die ihm zuge dachte Ehrung, die er gerne annehmen werde, nicht allein für seine Person, sondern auch für seine Mitarbeiter, die mit dazu geholfen hätten, das große Werk zu fördern und zu vollenden, das aus den kleinsten Anfängen heraus entwickelt worden sei.

Für die Vereinsbücherei sind eingegangen:

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

- Druckschriften der Kommission* für Riffeluntersuchungen. Darmstadt: J. C. Herbert'sche Hofbuchdruckerei Nachf. (Dr. Adolf Koch). 4^o.
2. Goerens, Dr.-Ing. P. Professor: Beitrag zur Frage über das Gefüge rippiger Schienen. (Nebst Anh.: Erster Bericht über den Stand der Versuche mit Kruppschen Sonderchargen. Von P. Goerens.) Mit 46 Abb. (Anh. mit 1 Abb.) 1917. (28 S.)
- Dungern, Dr. Otto Freiherr von: Rumänien. (Mit 1 Kartenbeil.) Gotha: Friedrich Andreas Perthes, A.-G., 1916. (VI, 159 S.) 8^o.
- (Perthes' Kleine Völker- und Länderkunde. Bd. 2.)
- Hilfsdienst, Der Vaterländische. Gesetz vom 5. Dezember 1916 nebst den Ausführungsbestimmungen. Erl. von Dr. F. Hoffmann, Wirkl. Geh. Oberregierungsrat, Votr. Rat im Königl. Preuß. Ministerium für Handel und Gewerbe. Berlin: Carl Heymanns Verlag 1917. (VI, 120, 4 S.) 8^o (16^o).
- Launay, L. de: France-Allemagne. Problèmes miniers — munitions — blocus — après-guerre. Paris: Armand Colin 1917. (279 p.) 8^o.
- Muthesius, Hermann: Wie baue ich mein Haus? (Mit 205 Abb.) München: F. Bruckmann, A.-G., 1917. (3 Bl., 362 S.) 8^o.
- Pokorny, Dr. phil. et jur. Julius: Irland. (Mit 1 Kartenbeil.) Gotha: Friedrich Andreas Perthes, A.-G., 1916. (VIII, 167 S.) 8^o.
- (Perthes' Kleine Völker- und Länderkunde. Bd. 1.)

- Schwenn, R., Dipl.-Ing.: Elektrische Temperaturmeßapparate für Gießereibetriebe. Vortrag, gehalten in der Berliner Gruppe des Vereins Deutscher Gießereifachleute am 23. Januar 1913. (Mit 17 Abb.) (Druckschrift 173 der Fa. Siemens & Halske, * A.-G., Wernerwerk, Berlin-Nonnendamm.) (O. O. 1913.) (20 S.) 4^o.
- Sombart, Werner: Der moderne Kapitalismus. Historisch-systematische Darstellung des gesamteuropäischen Wirtschaftslebens von seinen Anfängen bis zur Gegenwart. 2., neugearb. Aufl. München u. Leipzig: Duncker & Humblot. 8^o.
- Bd. 1. Einleitung. — Die vorkapitalistische Wirtschaft. — Die historischen Grundlagen des modernen Kapitalismus. 1916. (XXVI, 919 S.)
- Bd. 2. Das europäische Wirtschaftsleben im Zeitalter des Frühkapitalismus, vornehmlich im 16., 17. und 18. Jahrhundert. Halbbd. 1. 1917. (X, 585 S.)
- Syrup*, Dr. Friedrich: Die Beschaffung von Arbeitskräften für die Industrie während des Krieges. Jena: Gustav Fischer 1916. (S. 768/90.) 8^o.
- Aus: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik. Hrg. von Dr. Ludwig Elster. Bd. 107. (3. Folge, Bd. 52.)
- Syrup*, Dr. Friedrich: Fürsorge für kriegsverletzte Industriearbeiter. (Berlin o. J.: J. Sittenfeld.) (28 S.) 8^o.
- Aus: Concordia, Zeitschrift der Zentralstelle für Volkswohlfahrt. [Jg. 24, 1917.]
- Warburg*, E.: Werner Siemens und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Berlin: Julius Springer (1916). (13 S.) 8^o.
- Aus: Die Naturwissenschaften. Jg. 1916, H. 50.