

Stickstoff in Eisen, Stahl und Sonderstahl. Ein neues Oberflächenhärtungsverfahren.

(Mitteilung aus der metallurgischen Abteilung der Versuchsanstalt der Fried. Krupp A.-G.)

Von Dr.-Ing. Ad. Fry in Essen.

(Nitrierungsstufen reinen Eisens. Das Gefüge des Systems Eisen-Stickstoff und des Systems Eisen-Stickstoff-Kohlenstoff. Entwurf des Zustandsschaubildes. Verfahren zur verzehungsfreien Oberflächenhärtung durch Nitrierung.)

Einleitung.

Das Verhalten des Stickstoffs zum Eisen ist heute noch wenig geklärt. Die Ursache hierfür liegt wohl hauptsächlich darin, daß den Untersuchungen eine Reihe nicht unerheblicher Schwierigkeiten entgegenstehen, da die üblichen Prüfungsarten großenteils versagen.

Zunächst ist es bis heute noch nicht gelungen, Eisen-Stickstoff-Legierungen gleichmäßiger Beschaffenheit mit verschiedenen, höheren Stickstoffgehalten herzustellen. Beim Einleiten von Stickstoff bzw. Ammoniak in geschmolzenes Elektrolyteisen unter normalem Druck erreichte Strauß¹⁾ Stickstoffgehalte bis 0,04 %. Unter 200 at Druck erhielt Andrew²⁾ beim Schmelzen von Eisen in Stickstoff einen Regulus mit nur 0,3 % Stickstoff. Die sonst sehr erfolgreiche thermische Analyse leistet bei der Untersuchung des Zustandsschaubildes Eisen-Stickstoff nur geringe Dienste, teils aus vorerwähntem Grunde, teils auch, wie gleichfalls Andrew zeigte, weil schon ein geringer Stickstoffgehalt die thermischen Umwandlungspunkte des Eisens unterdrückt.

Andererseits kann man Stickstoff in Eisen bis zu hohen Gehalten leicht durch Diffusion einführen. Glüht man fein verteiltes Eisen in einem lebhaften Ammoniakstrom bei 600 bis 700°, so gelangt man bis zu dem bekannten Eisennitrid Fe_2N mit 11,1% N³⁾. Nitriert man in gleicher Weise Eisen in Stücken, so erhält man Randschichten, deren metallographische Untersuchung eine große Vielheit von Gefügebestandteilen erkennen läßt.

Die vorliegende Untersuchung stellte sich zunächst die Aufgabe, die Eisen-Stickstoff-Gefüge und ihre Bildungsbedingungen kennen zu lernen. Im weiteren Verlauf wurden teilweise auch Kohlen-

stoffstähle und legierte Stähle in die Untersuchung einbezogen. Ein daraus entwickeltes Verfahren zur verzehungsfreien Oberflächenhärtung legierten Stahls soll näher besprochen werden.

Es erscheint undurchführbar, alle Einzelheiten der beschrittenen Untersuchungswege zu schildern. Die Ausführungen müssen sich vielmehr größtenteils auf Mitteilung der Endergebnisse beschränken. Ebenfalls kann auf das Schrifttum nicht im einzelnen eingegangen werden.

I. Die Nitrierungsstufen reinen Eisens.

Bei der metallographischen Untersuchung geglähten Elektrolyteisens, das bei etwa 700° in reinem Ammoniakgas nitriert wurde, findet man am Außenrand eine spröde Zone, die aus Eisennitrid besteht. Genauere Prüfung läßt erkennen, daß diese Zone zwei mehr oder weniger klar unterscheidbare Schichten enthält. Die Beobachtung läßt vermuten, daß Eisen mit Stickstoff mehrere Verbindungen bildet, wie dies bereits von H. Schottky 1914 in einer bisher unveröffentlichten Arbeit ausgesprochen wurde.

Um die Frage zu klären, wurde die Zersetzung des bekannten Eisennitrids Fe_2N mit 11,1 % N im luftleeren Raum bei höheren Temperaturen verfolgt, indem die Druckzunahme oder das Volumen des abgespaltenen Stickstoffs bestimmt wurde. Versuche hatten gezeigt, daß die Zersetzung des Eisennitrids durch Luftleere nicht merklich einflußt wird.

Die Versuchsreihen brachten in guter Übereinstimmung folgende Ergebnisse:

a) Die Zersetzung des Eisennitrids Fe_2N beginnt bei 440°. Sie kommt bei 550° praktisch zum Stillstand.

b) Bei 560° tritt erneut starke Zersetzung auf, die mit steigender Temperatur allmählich wieder abnimmt.

c) Bei 630° tritt eine neue Verstärkung der Gasentwicklung ein.

¹⁾ St. u. E. 34 (1914), S. 1817.

²⁾ J. Iron Steel Inst. 86 (1912), S. 210.

³⁾ Wolfram, „Die Verbindung des Stickstoffs mit reinem und technischem Eisen“. Dr.-Ing.-Diss. T. H. Dresden 1913.

Durch Analyse wurden folgende Stickstoffgehalte der Restkörper festgestellt:

Eisennitrid mit 11,1 % N, wie oben längere Zeit bei tieferen Temperaturen, dann 45 min bei 550° gegläht: 5,6 % N.

Weiterhin in gleicher Weise 45 min bei 600°, dann 45 min bei 650° gegläht: 0,5 % N.

Weiterhin 45 min bei 700° gegläht: 0,11 % N.

Aus dem Versuch geht hervor, daß außer dem Nitrid Fe_2N zwei Nitrierungsstufen des Eisens von besonderer Bedeutung bestehen, nämlich mit etwa 5,6 % N und etwa 0,5 % N. Dem Stickstoffgehalt von 5,6 % N kommt ein Nitrid der Formel Fe_4N mit 5,9 % N nahe, dessen Vorhandensein hieraus gefolgert werden kann. Nachstehend soll das Nitrid Fe_2N als Nitrid I, das Nitrid Fe_4N als Nitrid II bezeichnet werden. Der Stickstoffgehalt von 0,5 % kennzeichnet eine feste Lösung, auf die unten noch näher eingegangen werden soll. Die Annahme, daß hierbei eine weitere Verbindung vorläge, ist nach der dafür zu erreichenden ungefähren Formel Fe_{50}N sehr unwahrscheinlich.

Beachtenswerte Aufschlüsse brachte ein weiterer Versuch, bei dem in einem Magnetometer das magnetische Verhalten von Eisennitrid Fe_2N in Abhängigkeit von der Temperatur geprüft wurde. Er führte im einzelnen zu folgenden Ergebnissen:

1. Eisennitrid I ist bis zu 440°, der Temperatur seines Zersetzungsbeginns, unmagnetisch.¹

2. Das aus Eisennitrid I durch Zersetzung oberhalb 440° gebildete Eisennitrid II ist zwischen 550 und 390° unmagnetisch.

3. Wird Eisennitrid II auf 560° erhitzt, so tritt bei der Wiederabkühlung Magnetismus bei 480° auf. Beim Wiedererhitzen verschwindet der Magnetismus bei der gleichen Temperatur, 480°. Hierdurch bestätigt sich, daß durch Erhitzung auf 560° eine Zersetzung des Nitrides II eingetreten ist. Der bei der Zersetzung entstehende Restkörper, dessen Gehalt gemäß obigen Analysen zwischen etwa 0,5 und 5,9 % N liegt, besitzt eine magnetische Umwandlung bei 480°.

4. Erhöht man die Temperatur weiter, so tritt bei 630°, selbst bei steigender Temperatur, Magnetismus auf, der sich mit der Dauer der Erhitzung verstärkt. Die Erscheinung bedeutet in Übereinstimmung mit den obigen Zersetzungsversuchen das Auftreten einer Zersetzung der festen Lösung mit 0,5 % N bei 630°.

5. Der durch Zersetzung der festen Lösung mit etwa 0,5 % N bei 630° entstehende Körper hat eine magnetische Umwandlung bei 740°. Die Temperatur der magnetischen Umwandlung reinen Eisens wird demnach durch geringe Mengen Stickstoff um bis zu 30° (auf etwa 740°) erniedrigt. Die magnetische Umwandlung bei 480° prägt sich daneben je nach der Vollständigkeit der eingetretenen Zersetzung noch mehr oder weniger stark aus.

Hier sei erwähnt, daß Kiyoshi Kido¹⁾ an stickstoffhaltigen Kohlenstoffstählen eine magnetische

× 200/300



Abbildung 1. Elektrolyteisen, in NH_3 $6\frac{1}{2}$ st bei 680° nitriert. Langsame Abkühlung. Aetzung: Pikrinsäure.

× 1600

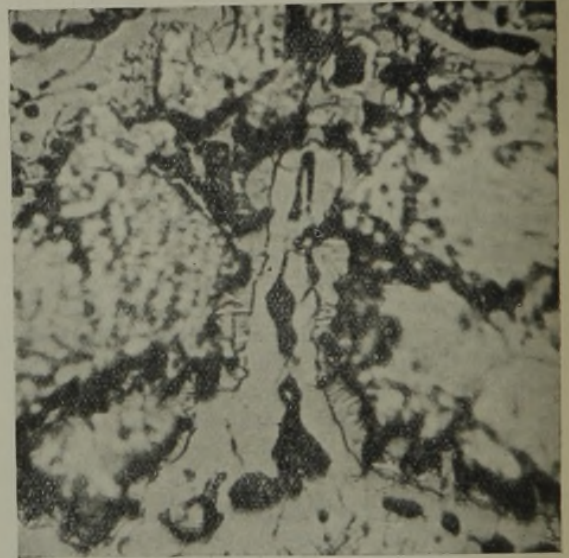


Abbildung 2. Elektrolyteisen, in NH_3 53 st bei 680° nitriert. Langsame Abkühlung. Längs eines Risses Körner von Eisennitrid I-Mischkristallen, dieses umsäumend Eisennitrid II-Mischkristalle mit Zwillingsbildungen. Aetzung: Pikrinsäure.

Aenderung bei 620° feststellte und als Umwandlung eines Eisen-Stickstoff-Doppelkarbids β ansprach. Es ist zu vermuten, daß Kidos Angabe sich auf die in vorliegender Arbeit gefundene, bei 630° eintretende Zersetzung bezieht, die mit magnetischer Veränderung verbunden ist. Seine Annahme einer Doppelkarbidumwandlung würde damit hinfällig werden.

In einer während der Drucklegung dem Verfasser bekannt gewordenen Arbeit findet Sawyer²⁾ auf Erhitzungskurven von nitriertem Eisen einen stark ausgeprägten Haltepunkt bei 620° und spricht diesen als Umwandlungspunkt Ac_1 an, der einem Eisen-Stickstoff-Eutektoid entspräche. Auf den Abkühlungskurven Sawyers sind Haltepunkte jedoch nur äußerst schwach und unsicher ausge-

¹⁾ Referat St. u. E. 42 (1922), S. 1758.

²⁾ Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng., Juli 1923.

× 1200



Abbildung 3. Elektrolyteisen, in NH_3 53 st bei 680° nitriert. Auf 550° langsam abgekühlt. Von 550° in Wasser abgeschreckt. Nitrid II-Mischkristalle. Aetzung: Pikrinsäure.

bildet. Auf Grund vorstehender Versuche ist mit Sicherheit zu schließen, daß der von Sawyer beobachtete Haltepunkt nicht den Punkt Ac_1 , sondern Zersetzung stickstoffhaltigen Eisens bedeutet. †

II. Die metallographischen Gefüge des [Systems Eisen-Stickstoff.]

Ein kennzeichnendes Nitrierungsgefüge von Elektrolyteisen für eine Nitrierungstemperatur von 680° ist in Abb. 1 dargestellt. An der Außenseite der Probe erkennt man eine Randzone von Eisen-nitrid. Nach innen zu setzt sich der Nitridrand in kettenförmigen Ausscheidungen fort. Statt dieser Ketten treten vielfach auch die bekannten „Stickstoffnadeln“ auf. Zuweilen findet man beide Gefügearten nebeneinander.

Bei sorgfältiger Untersuchung zeigt sich eine Gliederung des Nitridrandes in zwei Schichten, die sich bei langsamer Abkühlung der Proben scharf gegeneinander abgrenzen. Abb. 2 zeigt diese Schichten, die hier längs eines Risses auftreten¹⁾.

Die äußere Nitridschicht, die bei der chemischen Analyse Stickstoffgehalte über 8% ergibt, also vorwiegend aus Nitrid I besteht, weist Kornbildung auf. Beim Aetzen mit Pikrinsäure und heißer alkalischer Pikratlösung werden die Körner nicht gefärbt.

Die innere Nitridschicht enthält im Zustand langsamer Abkühlung zuweilen gut ausgebildete Zwillingkristalle (Abb. 3). Auf Grund der chemischen

¹⁾ In den Nitridschichten sind wegen ihrer außerordentlichen Sprödigkeit Ribbildungen häufig. Die Nitrierung besitzt die Eigenart, selbst in den feinsten Rissen stark fortzuschreiten.

Untersuchung ist diese Schicht als vorwiegend aus Nitrid II bestehend anzusprechen. Sie wird durch Pikrinsäure und heiße alkalische Pikratlösung ebenfalls nicht gefärbt, besitzt aber leicht gelbliche Eigenfarbe.

Die in Abb. 1 sichtbaren kettenförmigen Ausscheidungen weisen bei stärkerer Vergrößerung die gleichen Merkmale, insbesondere die Zwillingbildungen, auf, die für die innere Nitridschicht kennzeichnend sind (Abb. 4). Sie bestehen also aus dem gleichen Körper wie diese.

Schreckt man Proben, die die beiden Nitridschichten enthalten, von 680° in Wasser ab, so wird das Korngefüge der äußeren Schicht nicht geändert (Abb. 5, oben). Dagegen tritt bei der inneren Schicht an Stelle der Zwillingbildungen ein nadeliges, martensitartiges Gefüge auf (Abb. 6). Der Uebergang der äußeren zur inneren Schicht wird unscharf. Es bildet sich ein Uebergangsgefüge, das aus plattenförmigen Kristalliten besteht (Abb. 5, Mitte). Die sich so aufbauenden Körner haben ähnliches Aussehen wie die Austenitpolyeder in abgeschrecktem Hartstahl. Sie bedeuten jedenfalls eine feste Lösung von Nitrid I und Nitrid II.

Bei der Abschreckung von 680° werden ferner die kettenförmigen Ausscheidungen (Abb. 1) zum Verschwinden gebracht. An ihrer Stelle bildet sich ein krauses, unklares Gefüge. Durch Wiedererhitzen auf 680° und langsames Abkühlen lassen sich die kettenförmigen Nitridausscheidungen wieder hervorrufen. Es geht daraus hervor, daß Nitrid II in der Ferritgrundmasse mit steigender Temperatur in zunehmendem Maße löslich ist.

Umgekehrt scheint auch Eisen in Nitrid II löslich zu sein. Man kann das aus dem Aussehen der vorwiegend aus Nitrid II bestehenden Schicht folgern, weil das Abschreckgefüge dieser Schicht dem eines in flüssiger Luft umgewandelten Austenitstahls

× 1200

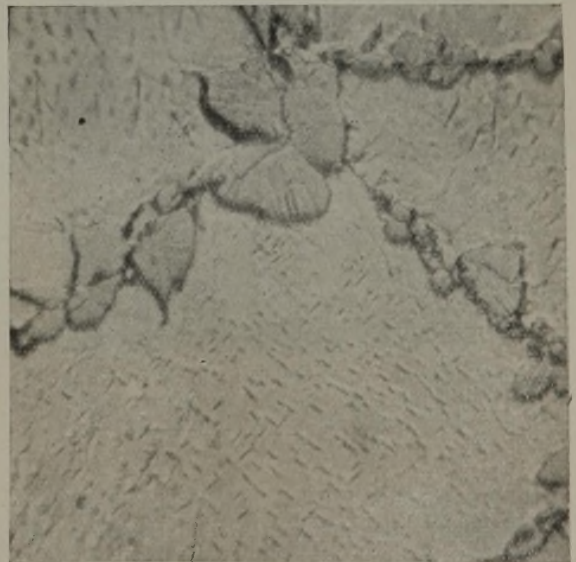


Abbildung 4. Elektrolyteisen, in NH_3 12 st bei 680° nitriert, bis 550° langsam abgekühlt, von 550° in Wasser abgeschreckt. Nitrid II-Mischkristalle, kettenförmig ausgeschieden. Aetzung: Pikrinsäure.

ähnlich sieht. Die feste Lösung von Eisen in Nitrid II wird in ihrer Zusammensetzung allerdings dem Nitrid II sehr nahe kommen.

Die beiden metallographisch feststellbaren Nitridschichten sind demnach wie folgt zu deuten:

× 1000

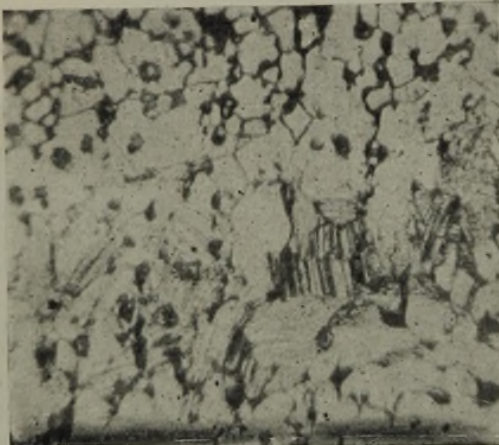


Abbildung 5. Elektrolytisen, in NH_3 12 st bei 680° nitriert, von 680° in Wasser abgeschreckt. Oben: Nitrid I-Mischkristalle, Mitte: Uebergangsgefüge, unten: Nitrid II-Mischkristalle. Aetzung: Pikrinsäure.

Die äußere Nitridschicht besteht aus Mischkristallen von Nitrid I, mit Nitrid II gesättigt. Die innere Nitridschicht wird gebildet aus Mischkristallen von Nitrid II, die an der Außenseite dieser Schicht mit Nitrid I, an der Innenseite mit Eisen gesättigt

× 1000

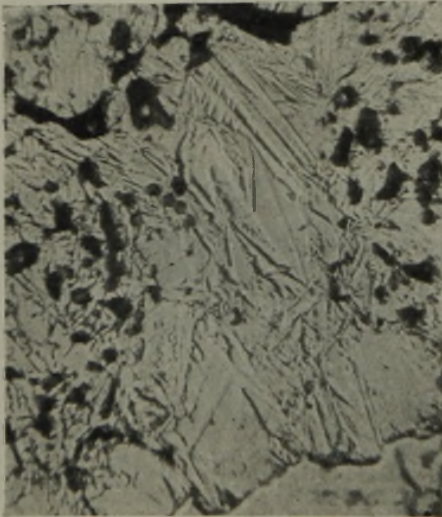


Abbildung 6. Elektrolytisen, in NH_3 12 st bei 680° nitriert, von 680° in Wasser abgeschreckt. Nitrid II-Mischkristalle. Aetzung: Pikrinsäure.

sind. Der Kürze wegen soll im folgenden die äußere Nitridschicht als „Nitrid-I-Mischkristalle“, die innere Nitridschicht als „Nitrid-II-Mischkristalle“ bezeichnet werden.

An der inneren Grenze der Schicht von Nitrid-II-Mischkristallen beobachtet man in seltenen Fällen

ein klar gegliedertes Eutektoid (Abb. 7). In den meisten Fällen bilden sich an seiner Stelle jedoch eigenartige, durch Pikrinsäure sehr schnell dunkel geätzte Säume (Abb. 10), die nach dem Innern der Probe hin häufig bogenförmig vordringen. Dieses Gefüge läßt sich unter dem Mikroskop meist nicht auflösen. Daß beide Gefügeausbildungen ihrem Wesen nach gleich sind, läßt sich in Grenzfällen nachweisen, wo die mikroskopische Auflösung der dunkel geätzten Säume eben noch gelingt. Durch Anlaßfärbung läßt sich feststellen, daß dies Eutektoid sich aus Nitrid-II-Mischkristallen und ferritischer Grundmasse aufbaut (Abb. 8). Die mikroskopisch schwer oder nicht auflösbare Form des Eutektoids scheint besonders dann aufzutreten, wenn es geringe Mengen Kohlenstoff enthält (vgl. Abb. 10).

Einer früheren Anregung H. Schottkys folgend, sei das beschriebene Eisen-Stickstoff-Eutektoid „Braunit“ benannt, zu Ehren Braunes, dessen Arbeiten die ersten Grundlagen zur Untersuchung des Einflusses von Stickstoff auf Eisen schufen.

Das bekannteste Gefüge stickstoffhaltigen Eisens sind die „Stickstoffnadeln“. Ueber ihre Natur ist viel gestritten worden. Durch mikroskopische Untersuchung sorgfältig polierter Schiffe ließ sich der Nachweis führen, daß die „Stickstoffnadeln“ gleichbedeutend sind mit den an den Korngrenzen der Ferritgrundmasse nitrierten Eisens auftretenden „Dornen“, und daß sie aus Nitrid-II-Mischkristallen bestehen. Abb. 9 stellt solche Nadeln in 2000facher Vergrößerung dar.

× 1:00

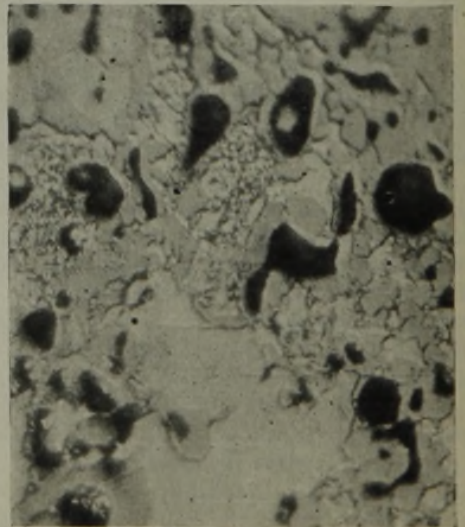


Abbildung 7. Elektrolytisen in NH_3 12 st bei 680° nitriert, im Ofen langsam abgekühlt. Eutektoid „Braunit“ in grober Verteilung. Aetzung: Pikrinsäure.

Der Umstand, daß die Nadeln meist eine Dicke von weniger als $0,0005$ mm besitzen und daher mikroskopisch nicht auflösbar sind, hatte früher dazu geführt, sie als Gleitlinien anzusprechen, zumal sie die Eigentümlichkeit haben, sich nach den kristallographischen Richtungen der

× 1200



Abbildung 8. Elektrolyteisen, in NH₃ 24 st bei 680° nitriert, im Ofen langsam abgekühlt. Eutektoid „Braunit“ in feinerer Verteilung. Aetzung: Anlaßfärbung.

× 2000

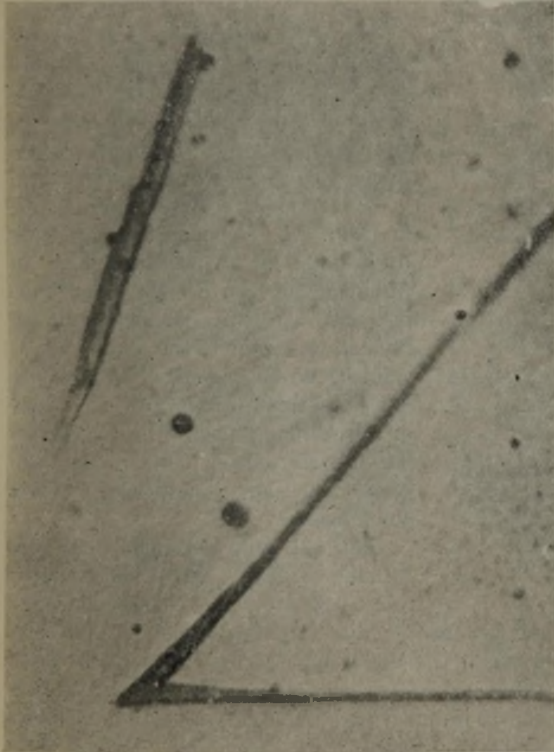


Abbildung 9. Elektrolyteisen, in NH₃ 24 st bei 680° nitriert, im Ofen langsam abgekühlt. Nitridnadeln. Aetzung: Anlaßfärbung.

ferritischen Grundmasse auszuschleiden. Die Tatsache aber, daß die Nadeln, wenn sie ausnahmsweise in größerer Stärke auftreten, bei der Anlaßfärbung den Farbton der Nitrid-II-Mischkristalle annehmen, läßt keinen Zweifel bestehen, daß sie aus Plättchen dieser Mischkristalle bestehen. Ein weiterer Beweis

hierfür ist die Beobachtung, daß die Nadeln beim Abschrecken von 500° zu verschwinden beginnen und beim Abschrecken von 580° ganz fortfallen. Sie werden dann von der ferritischen Grundmasse gelöst. Nadelrisse lassen erkennen, daß die Nadeln härter sind als die Grundmasse. Schließlich treten in den Nadeln zuweilen noch die für Nitrid-II-Mischkristalle kennzeichnenden Zwillingsbildungen auf.

Die Nitridnadeln finden sich noch in reinem Eisen mit 0,025% N. In Eisen mit 0,010% N treten sie nicht mehr auf. Man kann daher die Löslichkeitsgrenze von Nitrid II in Ferrit bei normaler Temperatur auf 0,015% N schätzen.

III. Eisen, Stickstoff und Kohlenstoff.

In kohlenstoffhaltigem Eisen bilden sich bei der Nitrierung außerordentlich verschiedenartige Gefüge aus, die von denen des Systems Eisen-Stickstoff und denen des Systems Eisen-Kohlenstoff zum Teil stark abweichen. Die sehr verwickelten Vorgänge wurden nur in geringem Umfang mit folgenden Ergebnissen klar-gestellt.

Eisenkarbid Fe₃C verliert durch Glühung im Ammoniakstrom bei 680° seinen gesamten Kohlenstoff und wandelt sich in Eisennitrid Fe₂N mit 11,1% N um.

Eisennitrid I und II nehmen bei Erhitzung in Gemischen von Ammoniak und zementierenden Gasen wechselnde Mengen gebundenen Kohlenstoffs

× 200/300

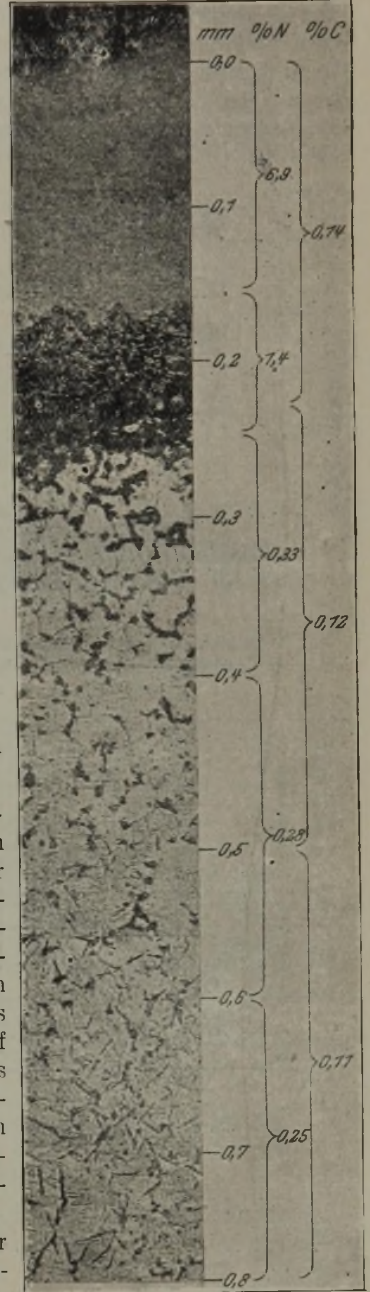


Abbildung 10. Flußeisen mit etwa 0,12% C. In NH₃ 50 st bei 680° nitriert, langsam abgekühlt. Zwischen Nitridrand und Kern das Eutektoid Braunit. Aetzung: Pikrinsäure.

(bis zu 6,4 % C festgestellt) auf, unter gleichzeitigem Verlust von Stickstoff.

Unter den vielfältigen Gefügebestandteilen des Systems Eisen-Stickstoff-Kohlenstoff lassen sich einige gut gekennzeichnete Gruppen unterscheiden. Ihr Aussehen und Verhalten beim Ätzen ist nicht ganz gleichmäßig. Sie scheinen daher nicht chemischen Verbindungen, sondern festen Lösungen von Eisen, Stickstoff und Kohlenstoff mit veränderlichen Gehalten an Stickstoff und Kohlenstoff zu entsprechen (Karbonitridlösungen). Die bestgekennzeichneten Gefügegruppen sind folgende:

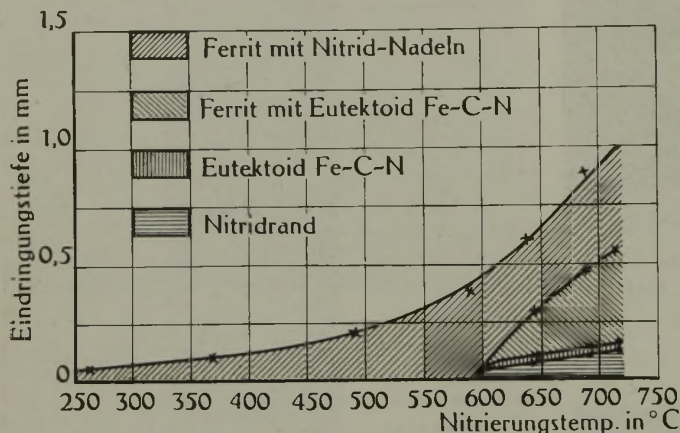


Abbildung 11. Nitrierungsgefüge von Eisen mit 0,1% C in Abhängigkeit von der Nitrierungstemperatur. Nitrierung 50 st in Ammoniak.

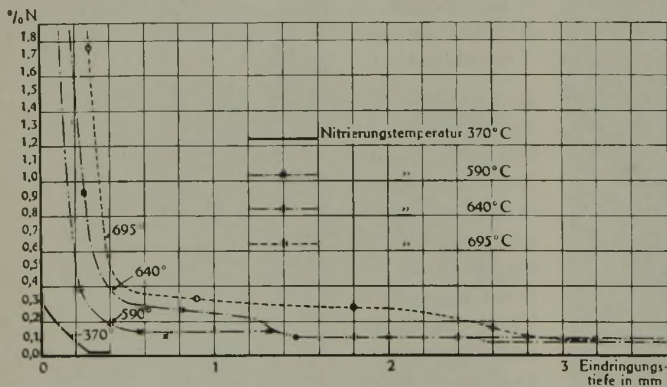


Abbildung 12. Konzentrations-Tiefe-Kurven von nitriertem Eisen mit 0,1% C. Nitrierung 50 st in Ammoniak.

a) Eisennitride I und II mit geringem Kohlenstoffgehalt haben in ungeätzttem Zustand gelbliche Färbung. Durch Pikrinsäure werden sie wenig angegriffen, durch heiße alkalische Pikratlösung gelblich bis bräunlich gefärbt.

b) In Stahl mit etwa 0,7 % C entstehen durch Stickstoffaufnahme hellgelbe Flecke von sorbitischem Aussehen. Es ist dies der von Kirner¹⁾ als Flavit bezeichnete Gefügebestandteil.

c) Bei einem Gehalt von schätzungsweise 1 % C und 1 % N entstehen Gefüge, die durch Pikrinsäure ebenfalls wenig angegriffen werden, beim Ätzen

in heißer alkalischer Pikratlösung aber eine charakteristische, gleichmäßig blauschwarze Färbung erhalten. Unter dem Mikroskop erscheinen sie selbst bei stärkster Vergrößerung als glatte Flächen.

d) Bei schätzungsweise 2 % C und 0,5 % N findet man Gefüge, die durch heiße alkalische Pikratlösung dunkel gefärbt werden und teilweise eigenartige Parallelstreifung aufweisen.

e) Nitriert man Eisen mit niedrigem Kohlenstoffgehalt bei 600 bis 800 °, so bildet sich zwischen dem Nitridrand und dem Kerngefüge in breiten Säumen das oben beschriebene, hier etwas Kohlenstoff enthaltende Eisen-Stickstoff-Eutektoid, das Braunit benannt wurde. Durch Pikrinsäure wird es sehr schnell dunkel geätzt. Bei geringem Kohlenstoffgehalt tritt der Braunit besonders klar in Erscheinung. Er enthält schätzungsweise 1,5 % N.

Eine zuverlässige analytische Untersuchung der unter a bis e geschilderten Gefüge war nicht möglich. Die angeführten Schätzungen können nur in rohen Umrissen die vermutliche mittlere Zusammensetzung geben.

IV. Das Zustandsschaubild Eisen-Stickstoff.

Da die thermische Analyse, wie eingangs bemerkt, versagt, standen zur Aufstellung des Zustandsschaubildes nur die metallographische und chemische Untersuchung sowie diffusionstheoretische Überlegungen zur Verfügung.

Von besonderer Wichtigkeit ist die in Abb. 11 schematisch dargestellte Ausbildung der Nitrierungsgefüge in Abhängigkeit von der Nitrierungstemperatur. Die Untersuchung wurde an reinem, weichem Eisen mit 0,10 % C geführt, da bei diesem die Ausbildung des Eutektoids Braunit besonders klar in Erscheinung tritt. Die Ergebnisse lassen sich jedoch ohne wesentliche Fehler auch auf reines Elektrolyteisen übertragen.

Abb. 11 läßt erkennen, daß die Bildung starker Nitridränder durch reine Diffusion erst oberhalb 580 °

vor sich geht. Ebenfalls bildet sich Braunit erst oberhalb dieser Temperatur. Unterhalb 580 ° treten selbst bei sehr langer Nitrierungsdauer nur äußerst dünne Nitridränder auf, deren Bildung durch Reaktionsdiffusion zu erklären ist¹⁾. Braunit fehlt

1) Als „Reaktionsdiffusion“ bezeichnet der Verfasser das Eindringen eines Stoffes in einen anderen auf Grund chemischer Kräfte. So verwandelt z. B. siedender Schwefel Eisenstücke allmählich von der Oberfläche her in FeS und FeS₂. „Reine Diffusion“ dagegen beruht auf dem physikalischen Vorgang der Löslichkeit und kann daher nur bis zur Konzentration der größtmöglichen Löslichkeit fortschreiten, so bei der reinen Diffusion von Schwefel in Eisen bis zu 0,025 % S. Vgl. St. u. E. 43 (1923), S. 1039/44.

1) Metallurgie 8 (1911), S. 76.

ganz. Dagegen bilden sich bei dieser Behandlung tiefe Schichten aus, die Nitridnadeln enthalten.

Von den gleichen Proben, die zur Aufstellung der Kurven in Abb. 11 verwandt wurden, wurden durch schichtenweise Analyse die Konzentrations-Tiefe-Kurven aufgenommen. Einige dieser Kurven sind in Abb. 12 wiedergegeben. Es fällt auf, daß die Kurven für Nitrierungstemperaturen oberhalb 580° zwei Unstetigkeiten zeigen.

Aus der Gesamtheit vorstehend geschilderter Versuche läßt sich das Zustandsschaubild Eisen-Stickstoff in der durch Abb. 13 dargestellten Form entwickeln. Die im Schaubild angegebenen Konzentrationen können infolge der geringen Genauigkeit der verwendbaren Untersuchungsverfahren nur ungefähre Richtigkeit beanspruchen. Die Linien des Schaubildes lassen sich wie folgt begründen:

Die eutektoiden Linie GBH ist aus der Beobachtung herzuleiten, daß die Bildung des Eutektoids (Braunit) erst bei Nitrierungstemperaturen oberhalb 580° vor sich geht. (Entsprechend kann Perlitbildung in Eisen durch Diffusion von Kohlenstoff erst oberhalb der eutektoiden Temperatur des Systems Eisen-Kohlenstoff, 730°, auftreten.)

Die dem Punkt G zugehörige Konzentration von etwa 0,5% N, entsprechend der Sättigungsgrenze der festen Lösung von Nitrid im Ferrit bei 580°, ergibt sich einerseits daraus, daß die Zersetzung des Eisennitrides II oberhalb 560° bei 0,5% N zum Stillstand kommt, andererseits auch daraus, daß die Konzentrations-Tiefe-Kurven nitrierten Eisens in ihrem zweiten, von dem Nitridrand ausgehenden flachen Teil einen Sättigungswert von etwa 0,5% N anzeigen (Abb. 12).

Die Lage des Punktes K begründet sich daraus, daß bei einem Stickstoffgehalt des Eisens von 0,010% N im Gefüge nur Ferrit zu erkennen ist, wogegen bei 0,025% N Nitridnadeln erscheinen.

Durch Abschreckversuche läßt sich ferner die Linie GLK feststellen. Eisen, das Nitridnadeln enthält, ändert bei Abschreckung von Temperaturen unter 450° sein Gefüge nicht merklich. Bei Abschreckung von Temperaturen über 450° tritt eine Abnahme der Nadeln im Gefüge ein, und zwar um so mehr, je höher die Abschrecktemperatur ist. Erreicht die Abschrecktemperatur 580°, so bleiben die Nitridnadeln ganz in Lösung.

Der zu 1,5% N angegebene Stickstoffgehalt des Eutektoids Braunit läßt sich aus den bei Abb. 10 vermerkten Analysenergebnissen folgern. Eine neue Bestätigung hierfür bildet die auf völlig anderem Wege erfolgte Ermittlung dieser Konzentration durch Sawyer¹⁾.

Die Annahme des Nitrides II, Fe_4N , stützt sich auf die Zersetzungsversuche und auf den Magnetometerversuch.

Die magnetische Umwandlung DEF ergibt sich aus dem Magnetometerversuch. Es wurde hier festgestellt, daß die magnetische Umwandlung, die in reinem Eisen bei 768° eintritt, durch geringen Stickstoffgehalt auf 740° erniedrigt wird. Aus dem gleichen Versuch geht die magnetische Umwandlung bei 480°, Linie LM, hervor, die nach Zersetzung der Nitrid II-Mischkristalle bis zu niedrigem Stickstoffgehalt gefunden wurde.

Zusammenfassend lassen sich die Gebiete des Zustandsschaubildes wie folgt kennzeichnen:

Oberhalb ABC:	γ -Zustand.
AFB:	Beginn der Ausscheidung eisenreicher Mischkristalle.
AEG:	Ende der Ausscheidung eisenreicher Mischkristalle.

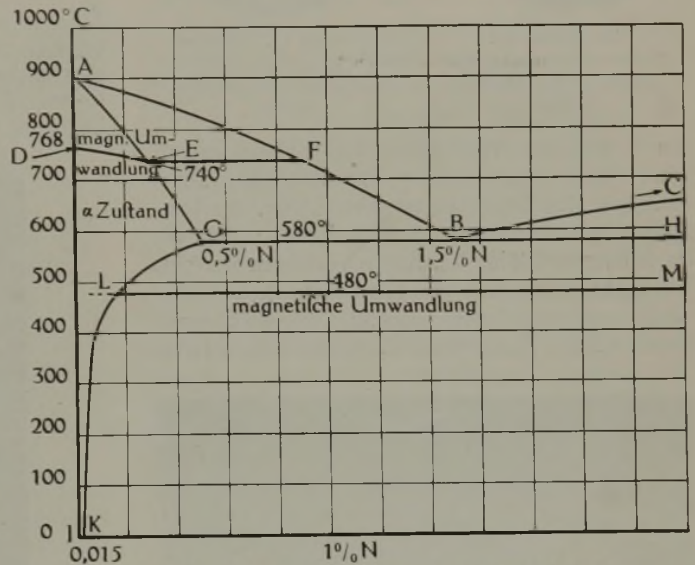


Abbildung 13. Zustandsschaubild Eisen-Stickstoff.

CB:	Beginn der Ausscheidung von Nitrid-II-Mischkristallen.
GBH:	Eutektoiden Linie. Ausscheidung des Eutektoids B (Braunit).
GK:	Ausscheidung von Nitrid II-Mischkristallen (Nitridnadeln).
DEF:	Magnetische Umwandlung stickstoffhaltigen Ferrits.
LM:	Magnetische Umwandlung des bei Zersetzung von reinem Nitrid II entstehenden Körpers.

V. Ein Verfahren zur verziefungsfreien Oberflächenhärtung legierter Stähle.

Ein hohen Genauigkeitsanforderungen genügendes Verfahren zur verziefungsfreien Oberflächenhärtung von Eisen oder Stahl ist bisher nicht bekannt. Es schien nur dann möglich, Verziefungen beim Härten zu vermeiden, wenn es gelang, die Härtung bei sehr viel tieferen Temperaturen als üblich vorzunehmen.

Bei der Nitrierung von Eisen tritt nun, wie schon Braune beobachtete, eine Steigerung der Oberflächenhärte des Eisens ein. Diese Härtesteigerung war früher nur bei Nitrierungstemperaturen von 600 bis 800° beobachtet worden. Man erklärte sie durch die Bildung der Eisennitrid-Randschichten. Die Eisennitrid-Randschichten sind jedoch äußerst spröde und für technische Härtungszwecke unbrauch-

¹⁾ Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng., Juli 1923.

bar. Versuche ergaben ferner, daß ihre Kugeldruckhärte recht gering ist.

Es wurde nun gefunden, daß auch die unter den Nitridrändern liegenden Zonen geringeren Stickstoffgehaltes eine gesteigerte Härte aufweisen, die allerdings bei Eisen und Kohlenstoffstählen keine praktisch brauchbare Höhe erreicht.

Die Untersuchungen über das System Eisen-Stickstoff hatten gezeigt, daß man eine Nitrierung



Abbildung 14. Nitrierungshärtung von Sonderstahl, Bruchgefüge.



Abbildung 15. Gleiches Stück wie Abb. 14 Feinschliff, mit Pikrinsäure geätzt.

von Eisen unter Vermeidung der Bildung wesentlicher Nitrid-Randschichten bewerkstelligen kann, wenn man die Nitrierung unterhalb 580°, der Temperatur der eutektoiden Umwandlung, vornimmt. Da Kohlenstoffstähle bei diesem Verfahren nur eine Härtesteigerung, aber keine eigentliche Härtung erhalten, wurde versucht, ob nicht durch Zusatz anderer Legierungsbestandteile höhere Härte

× 100

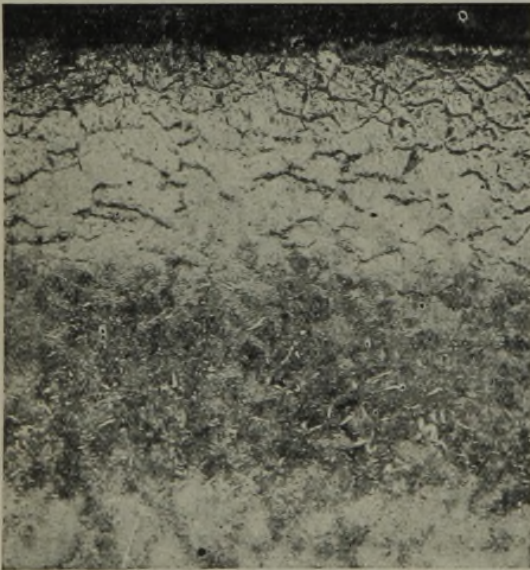


Abbildung 16. Randgefüge aus dem in Abb. 14 und Abb. 15 dargestellten Stück. Aetzung: Pikrinsäure.

zu erzielen wäre. Als Legierungszusätze kamen insbesondere solche Elemente in Frage, die harte Nitride bilden, wie Chrom, Titan u. a.

Die Untersuchungen ergaben zunächst, daß für niedrig legierte Stähle im wesentlichen die gleichen Bedingungen gelten wie für das System Eisen-Stickstoff. Insbesondere tritt die eutektoide Umwandlung auch bei den legierten Stählen in Erscheinung. Sie liegt in ähnlicher Temperaturhöhe

Zahlentafel 1. Einfluß der Zusätze zum Eisen auf die Nitrierungshärte.

Bezeichnung der Stähle	C %	Zusätze		Brinellhärten		
		%	%	vor der Nitrierung	nach d. Nitrierung	Härtesteigerung
Elektrolyt-eisen	0,051	—	—	90	140	50
C-Stahl	0,62	—	—	215	234	19
„	1,27	—	—	278	285	7
Si-Stahl	0,48	1,95 Si	0,33 Mn	244	317	73
„	0,17	3,2 Si	0,17 Mn	207	288	81
Mn-Stahl	0,43	0,06 Si	1,50 Mn	215	285	70
Si-Mn-Stahl	0,46	1,3 Si	1,60 Mn	229	388	159
Ni-Stahl	0,33	3,6 Ni		191	191	0
Co- „	0,20	4,93 Co		138	222	84
Va- „	0,18	0,22 Va		157	317	160
Cr- „	0,22	2,81 Cr		219	404	185
Al- „	0,28	3,28 Al		174	389	215
„	0,13	2,50 Al		145	485	340
Ti-Stahl	0,18	3,85 Ti		161	393	232
Cr-Ti-Stahl	0,17	2,25 Cr	0,80 Ti	147	294	247
Cr-Mn- „	0,44	1,00 Mn	1,90 Cr	298	500	202
Cr-Al- „	0,50	2,30 Cr	1,75 Al	310	592	282

× 1000



Abbildung 17. Nadeliges Nitrierungsgefüge in ursprünglich osmonditischem Chrom-Nickelstahl „Straußit“.

Aetzung: Pikrinsäure, nachpoliert.

wie beim System Eisen-Stickstoff, also bei etwa 580°. Oberhalb dieser Temperatur nitrierte Stähle erhalten spröde Nitridränder, während bei tieferer Nitrierungstemperatur deren Bildung vermieden wird. Allerdings verschieben sich bei legierten Stählen die Konzentrationen des Zustandsschaubilds. So wurde gefunden, daß ein bei 500° nitrierter Sonderstahl 2,5% N in feste Lösung aufnahm.

Wie erwartet wurde, konnte die durch Nitrieren bei niedriger Temperatur erzeugte Härte, im folgenden „Nitrierungshärte“ genannt, durch Zusätze zum Eisen stark beeinflusst werden. Einige Elemente, wie Chrom, führen zu einer erheblichen Steigerung der Nitrierungshärte, während andere Elemente, wie Kobalt und Nickel, sie nicht oder ungünstig beeinflussen. In Zahlentafel 1 ist eine Reihe von

Versuchsergebnissen zusammengestellt, aus denen hervorgeht, daß geeignet legierte Stähle eine sehr hohe Nitrierungshärte erhalten können.

Ueber die Art der Nitrierungshärte seien hier einige Bemerkungen eingefügt. Die Dicke der nitrierten Schicht beträgt gewöhnlich etwa 0,7 mm. Die Härte fällt vom Rand zum Kern hin allmählich, ohne schroffen Uebergang, ab (Abb. 14 bis 16). Die Schicht haftet daher fest auf dem Kern. Eine zuverlässige zahlenmäßige Messung der Härte durch Kugeldruckprobe oder Rücksprunghärtemessung ist wegen des Härteabfalls zum Kern hin nicht möglich. Bei der Rücksprunghärtemessung wurden Werte bis zu 110 Shore gemessen. Bei der Brinellhärtemessung mit 2,5 mm Kugel und 187,5 kg Belastung plattete die Kugel zuweilen ab. Soweit meßbar, betragen die Werte bei dieser Messung bis zu 750 Brinelleinheiten. Die Ritzhärteprüfung, bei der nitrierter Sonderstahl im Vergleich mit geglühtem und gehärtetem Kohlenstoffstahl von 0,97 % C untersucht wurde, ergab bei 20 g Belastung des Diamanten folgende Ritzbreiten:

Kohlenstoffstahl,			
geglüht, Brinellhärte 160:	Ritzbreite	0,020 mm,	
gehärtet, „ 632:	„	0,011 „	
Sonderstahl, nitriert:	„	0,004 „	

Die Härte ist also höher, als sie bei irgend einem anderen Härteverfahren erreicht wird. Durch die Feile werden die nitrierten Oberflächen nicht angegriffen¹⁾. Die Kanten nitrierter Stücke schneiden mit Leichtigkeit Glas und ritzen sogar Quarz (Härte 7 der Mohs'schen Skala).

Setzt man die zu nitrierenden Stücke in spannungsfreiem Zustand ein, so wird durch die Nitrierung keinerlei Verziehung hervorgebracht. Es tritt lediglich eine sehr geringe Dickenzunahme ein, die je nach der Stärke der Nitrierung 0,001 bis 0,02 mm beträgt. Die Härtung tritt schon bei langsamer Abkühlung ein. Durch Abschrecken wird keine wesentliche Steigerung der Härte erzielt. Durch Erhitzen bis 400° wird nitrierter Sonderstahl nicht verändert. Oberhalb etwa 550° tritt Zersetzung unter Abgabe von Stickstoff ein.

Nitriert man fein vergüteten osmonditischen Stahl, so findet man bei der metallographischen Untersuchung der Randschicht an Stelle des Osmondits zuweilen ein martensitartiges Gefüge (Abb. 17). Zu Ehren von Strauß, dessen Ver-

¹⁾ Durch Reaktionsdiffusion (s. oben) bildet sich auf den nitrierten Stücken eine hauchartige Oberflächenhaut von Nitrid. Diese Haut ist weich und verursacht zunächst leichtes Kleben der Feile. Ihre Farbe ist grau, meist aber durch Anlauffarben von gelb bis dunkelviolett getönt. Durch starkes Bürsten mit Drahtbürste oder leichtes Abreiben mit Schmirgel läßt sich diese Schicht entfernen, so daß dann die glasharten Schichten zutage treten.

öffentlichung aus dem Jahre 1914¹⁾ Anregung zu zahlreichen neuen Arbeiten über Eisen und Stickstoff gab, sei dieses Gefüge als „Straußit“ bezeichnet.

Die nitrierten Randschichten enthalten sehr wahrscheinlich komplexe Nitride teils in fester Lösung in α -Eisen, teils in mehr oder weniger feiner, meist submikroskopischer Verteilung.

Für die Praxis hat die Nitrierungshärtung dadurch besondere Bedeutung, daß sie ermöglicht, die Werkstücke in ungehärtetem Zustand auf Werkzeugmaschinen fertig zu bearbeiten und dann erst zu härten. Die teure und teilweise nicht durchführbare Arbeit des Nachschleifens wird überflüssig. Hieraus ergeben sich für die Praxis besonders folgende Anwendungsgebiete:

Hochbeanspruchte Getriebe, insbesondere Stirnräder mit Schraubenverzahnung; hochbeanspruchte Maschinenteile (Laufflächen, Lagerbüchsen); schnelllaufende oder hochbeanspruchte Kleinmaschinenteile für Schreibmaschinen, Spinnereimaschinen usw.; Lehren, Meßwerkzeuge.

Das Nitrierungsverfahren scheint damit geeignet, eine bisher bestehende wesentliche Lücke in der Härtungspraxis auszufüllen.

Es sei hier noch erwähnt, daß die außerordentliche Härte der nitrierten Oberflächen mit einer gewissen Sprödigkeit der äußersten Schicht verbunden ist, so daß bei scharfkantigen Gegenständen leicht feine Ausbrüche der Kanten auftreten können. Die zu nitrierenden Konstruktionsteile sollen daher möglichst mit abgerundeten oder gebrochenen Kanten hergestellt werden.

Zusammenfassung.

In Anlehnung an eine Arbeit über Oberflächenhärtung wurde das System Eisen-Stickstoff untersucht. Die Nitrierungsstufen des Eisens, ihre Zersetzlichkeit bei höheren Temperaturen und ihr magnetisches Verhalten wurden festgestellt. Die metallographische Untersuchung nitrierten Eisens führte zur Kennzeichnung der Gefügebestandteile des Systems Eisen-Stickstoff und zur Feststellung ihrer Entstehungsbedingungen. Die bekannten „Stickstoffnadeln“ ließen sich als Nitrid-Ausscheidungen sicher ermitteln. Auf Grund der Untersuchungen wurde das Zustandsschaubild Eisen-Stickstoff aufgestellt.

Der Untersuchung über das System Eisen-Stickstoff schlossen sich einige Untersuchungen über das System Eisen-Stickstoff-Kohlenstoff an.

Auf Grund der theoretischen Untersuchungen wurde ein neues Verfahren zur verziehungsfreien Oberflächenhärtung durch Nitrieren bei niedriger Temperatur ausgearbeitet.

¹⁾ St. u. E. 34 (1914), S. 1814/20.

Ein Erklärungsversuch für den „kritischen“ Kaltbearbeitungsgrad.

Von A. von Vegesack in Munkfors.

R. H. Sherry¹⁾ entdeckte, daß niedriggekohltes Eisen nach vorausgegangener Kaltbearbeitung während einer nachfolgenden Glühung bei Temperaturen zwischen 650° und 900° bei der Rekristallisation ein Maximum des Ferritkornes dann aufweist, wenn der Kaltbearbeitungsgrad etwa 9 % betragen hatte. Nach größerer Kaltbearbeitung nimmt die Korngröße wieder ab.

A. Pomp²⁾ führte eine Nachprüfung der Sherryschen Versuche aus unter Bedingungen, die den Verhältnissen der Praxis gut angepaßt waren, und ergänzte diese Versuche durch mechanische Prüfungen. Auch er fand ein Maximum der Korngröße bei der Rekristallisation nach einem Bearbeitungsgrad von 8 bis 16 %, und zwar am deutlichsten bei etwa 11 %. Die mechanische Prüfung ergab, daß Härte, Fließgrenze, Bruchfestigkeit und Kerbzähigkeit in diesem Bereich erniedrigt werden.

In einer neueren Arbeit haben P. Oberhoffer und H. Jungbluth³⁾ in allen wesentlichen Punkten die Erfahrungen von Sherry und Pomp für technische Eisensorten mit 0,07 % bis 0,18 % Kohlenstoffgehalt bestätigen können.

Eine Erklärung für die beschriebene auffallende Erscheinung wird jedoch von keinem der angeführten Verfasser gegeben. Im folgenden soll die Aufmerksamkeit auf die Zusammenhänge zwischen Kaltverformungsgrad und Dichte von Metallen und Metallegierungen gelenkt werden, da diese Zusammenhänge möglicherweise zu einer Erklärung der Sherryschen Entdeckung führen könnten.

Nach G. Tammann⁴⁾ ist die Dichte eines Metalles oder einer Metallegierung von dem Verformungsgrad in folgender Weise abhängig: Bei geringer Kaltverformung nimmt die Dichte zunächst zu, erreicht darauf bei einem bestimmten Verformungsgrad einen Höchstwert, um schließlich bei weiterer Erhöhung wieder abzunehmen. Tammann gibt für diese Beobachtungen folgende Erklärung: Die Raumerfüllung in einem metallischen Kristallkonglomerat ist keine vollständige. Da die Kristallisation aus der Schmelze in der Regel von einer Kontraktion begleitet ist, bilden sich zwischen den einzelnen Kristalliten Lücken aus. Eine schwache Kaltbearbeitung hat zur Folge, daß sich diese Lücken schließen, wodurch das spezifische Gewicht

zunimmt. Durch die Kaltbearbeitung können aber auch neue Lücken gebildet werden:

1. Durch die Verschiebung der Kristallite (Lückenbildung zwischen den einzelnen Kristallindividuen).
2. Innerhalb der Kristallite (Bildung von hohlen Kanälen¹⁾).
3. Durch Bildung von Gleitebenen, gleichgültig ob hierbei einfache Schiebung oder Translation stattfindet.

Solange nun die Summe der Hohlräume, die sich durch die Kaltbearbeitung schließen, größer ist als die Summe der gemäß 1, 2 und 3 gebildeten neuen Hohlräume, wird die Dichte des Konglomerates größer sein müssen als die Dichte des nicht kaltbearbeiteten Ausgangsstoffs. Ein Höchstwert der Dichte wird dann erreicht werden, wenn das Volumen der inneren Hohlräume am kleinsten ist. Wenn bei noch größerem Verformungsgrad das Volumen der sich schließenden Hohlräume gleich wird dem Volumen der neugebildeten, so wird die Dichte wieder gleich der ursprünglichen werden. Schließlich, wenn das Volumen der neugebildeten Hohlräume größer geworden ist als das der sich schließenden, wird die Dichte geringer werden als die des nicht kaltbearbeiteten Ausgangsstoffs.

Das Wesen der Rekristallisation während einer Glühung besteht in einer Neuordnung der verformten Kristallindividuen, wobei sich die Kristalle einförmigen. Es ist ohne weiteres verständlich, daß die Bedingungen für einen solchen Einförmigvorgang dann am günstigsten sein werden, wenn die Dichte am größten ist und die Zahl und das Volumen der inneren Hohlräume am kleinsten. Es steht daher zu erwarten, daß derjenige Kaltbearbeitungsgrad, der die größte Dichte bewirkt, derselbe sein wird, bei welchem auch bei der nachfolgenden Rekristallisation das größte Ferritkorn erhalten wird.

Eine experimentelle Nachprüfung dieser Erklärung des Einflusses des sogenannten „kritischen“ Verformungsgrades auf das Anwachsen des Ferritkornes während einer nachfolgenden Glühung unter A_3 wäre ausführbar durch die Bestimmung der Dichte von verschiedenen stark kaltbearbeitetem kohlenstoffarmen Flußeisen: das Maximum der Dichte müßte gleichfalls bei etwa 10 % Verformungsgrad gefunden werden.

¹⁾ Vgl. die klassischen Versuche von Rose, Abh. d. Kgl. Akad. d. Wiss. Berlin, 1868, S. 57.

¹⁾ Iron Age 98 (1916), S. 76; St. u. E. 36 (1916), S. 1186; Chem. Met. Engg. 17 (1917), S. 224; St. u. E. 38 (1918), S. 1163.

²⁾ St. u. E. 40 (1920), S. 1261, 1366 u. 1403.

³⁾ St. u. E. 42 (1922), S. 1513.

⁴⁾ Lehrbuch d. Metallographie, 1. Aufl., S. 106 u. f.

Umschau.

UeberwachungsVorrichtung für wassergekühlte Hochofenformen und Schutzkästen.

Zur Feststellung von Undichtheiten an wassergekühlten Formen und Schutzkästen aus Eisen oder Bronze bei Hochöfen und anderen mit heißem Wind betriebenen Schmelzöfen ohne Herausnahme der Formen bzw. Schutzkästen hat Obermeister E. Vogel in Dona-

witz eine Vorrichtung¹⁾ ausgebildet, die sich in dem Hochofenbetrieb der Oesterreichischen Montangesellschaft in Donawitz in einjährigem Betrieb sehr gut bewährt hat. Die Erfindung geht von der Erfahrung aus, daß bei undicht oder leck gewordenen Formen und Kühlkästen stets Hochofengas in die Kühlwasserleitung eindringt. Fängt man also das Kühlwasser und damit das in demselben enthaltene Gas auf und untersucht

¹⁾ Oesterr. Pat.-Nr. 93 846. D. R. P. angemeldet.

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Ergebnisse bei Anwendung der Vogelschen Ueberwachungsvorrichtung bei den Hochöfen in Donawitz.

Jahr und Tag	Hochofen Nr.	Art der Kühlform	Nr.	Gehalt d. mit dem Kontrollapparat aufgefang. Kühlwassers der verdächt. Form an:		Getroffene Maßnahmen auf Grund des nebenstehenden Ergebnisses	Beobachtungen an der untersuchten Form nach dem Herausnehmen	
				CO ₂ %	CO %		Art der Schadhafteigkeit	Fläche d. schadhafte Stelle mm ²
1922								
23. März	IV	Blasform-Schutzk.	III	0,1	0,0	{ Da im aufgefang. Kühlwasser nur Luft enthalten, wieder im Betrieb belassen. Durch die Gewißheit a. Grund d. Analyse mind. 2 st Stillst. verhind.	—	—
27. „	III	„	V	0,6	0,0	Wurde am 28. 3. gewechselt.	{ War porös u. an drei Stellen gesprungen.	2
28. April	III	Blasform	XII	4,7	3,0	„ „ gleich. Tage gew.	{ War unten durchgescheuert, hatte 2 kl. Risse, 10 mm lang.	5
30. Mai	III	„	IX	0,0	0,0	{ Weiter im Betrieb belassen, 1/2 st Stillstand verhindert.	—	—
12. Juni	III	„	X	6,5	4,3	Wurde am gleich. Tage gew.	Unt. ein ovales Loch durchg.	6
7. Juli	III	Blasform-Schutzk.	XI	2,6	3,0	„ ausgewechselt.	Ein 60 mm langes Loch.	10
12. Aug.	IV	Blasform	VI	4,0	0,0	„ „	{ War an der Löt-stelle aufgeg., ein etwa 30 mm langer Riß.	5
22. „	IV	Schlackenform	I	3,0	17,5	„ am gleich. Tage gew.	{ Waren an d. vord. Wand drei v. Loch n. ausw. verl. Sprünge	12
7. Sept.	IV	Blasform	XII	2,2	10,2	„ am 10. 9. gewechselt.	Unten ein längliches Loch.	11
11. „	III	„	III	2,6	2,2	„ am gleich. Tage gew.	{ Zwei Risse an zwei Stellen durchgesch., je 13 mm lang.	10
17. „	IV	„	XI	0,0	1,6	„ am 19. 9. gewechselt.	Ein 12 mm lang. Riß durchg.	3
24. „	III	„	VIII	1,0	1,9	„ am gleich. Tage gew.	{ War unten an zwei Stellen durchg., 2 je 15 mm lg. Risse.	5
1923								
5. Jan.	III	„	XI	7,5	6,9	„ „ „	{ War an zwei Stellen die Löt-stelle aufgegangen, ein Riß 20, ein Riß 15 mm lang.	20
26. „	III	„	III	0,2	0,0	„ am 28. 1. gewechselt.	War vorne ein ganz kl. Loch.	0,2
11. Febr.	IV	„	VI	0,7	1,3	„ am gleich. Tage gew.	{ War unten die Lötstelle aufgegangen, ein 12 mm lg. Riß.	4

letzteres, so erhält man einen Anhalt in den Befunden an Kohlenoxyd und Kohlensäure, ob größere oder geringere Undichtheiten an den Formen oder Kühlkästen vorhanden sind. Die Anwesenheit von Luft im Kühlwasser setzt nicht eine schadhafte Stelle an Formen oder Kästen voraus, da ja öfters infolge der Druckverhältnisse im Kühlwasser Luft von Haus aus enthalten ist. Schon nach kurzer Betriebszeit kann der Betriebsmann ohne Mühe erkennen, ob die Undichtheit so groß ist, daß ein sofortiges Auswechseln der Formen nötig ist, oder ob sie noch einige Zeit im Ofen gelassen werden können.

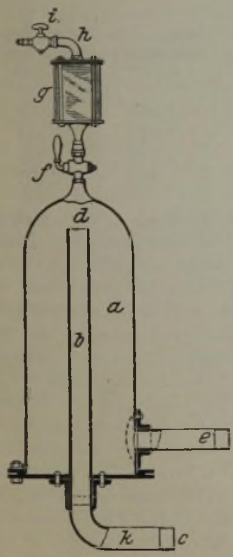


Abbildung 1. Kühlformen-Ueberwachungsvorrichtung.

Rohr b eingeschraubt ist; von diesem Rohr steht nach unten das Gewinde so weit vor (etwa 20 mm), daß der Krümmer für die Einströmung c daraufgeschraubt werden kann. Am Gefäße a ist rechts unten ein halbrunder Flansch mit Gasgewinde aufgenietet, in welches das gerade Ausströmungsrohr e eingeschraubt ist. Am oberen

Teile des Körpers ist eine Halbkugel aufgebördelt und gelötet, an deren Scheitel eine Gewindemuffe aus Messing aufgelötet ist. In diese ist der Hahn f eingeschraubt, in den Hahn wiederum ist das zylindrische, unten verjüngte, der Hauptsache nach aus Glas bestehende Gasaufnahmegefäß g eingeschraubt, in dessen Deckel oben in der Mitte ein kurzes gekrümmtes Rohr h eingeschraubt ist, an das sich der Gashahn i anschließt. Der Apparat muß vollkommen luftdicht sein.

Bei der Einströmung c des Krümmers k wird der Apparat mittels eines Schlauches an den Kühlwasserabfluß der zu prüfenden Form angeschlossen; die Hähne f und i sind so lange offen, bis bei h Wasser herausfließt, worauf der Hahn i geschlossen wird. Der Wasserdruck muß vorsichtig gerade so weit gedrosselt werden, daß er etwas kleiner ist als der Ofendruck, damit der Aufgabe des Apparates entsprechend Gas aus dem Ofen durch die schadhafte Stelle in das Innere der Form kommt und mit dem Kühlwasser in den Körper gelangt. Das Kühlwasser steigt bis d auf und fließt bei e ab; das in ihm enthaltene Gas steigt nun durch den Hahn f in das Gasaufnahmegefäß g, aus dem es allmählich das Wasser verdrängt; ist in g kein Wasser mehr, so wird der Wasserdruck des Kühlwassers durch Aufhebung der Drosselung wieder auf das ursprüngliche Maß gebracht, sodann bei der Gasausströmung mittels eines Schlauches ein Probeglas für Gasanalysen angeschlossen, der Hahn i langsam geöffnet und das in g enthaltene Gas in dieses Probeglas hinübergedrückt. Der Apparat wird dann entfernt und das Gas im Probeglas chemisch untersucht. Das Probeglas soll 250 cm³ fassen, damit nötigenfalls zwei Untersuchungen vorgenommen werden können.

Zahlentafel 1 gibt eine Zusammenstellung der Ergebnisse bei Anwendung der Vorrichtung auf Grund eines Auszuges aus den Betriebsbüchern des Hochofenwerks in Donawitz.

Einfluß der Korngröße auf die mechanischen Eigenschaften.

Ueber diesen Gegenstand geben Zay Jeffries und R. S. Archer¹⁾ einen zusammenfassenden Bericht. Als Grund, weshalb die Korngröße von wesentlichem Einfluß auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle ist, führen die Verfasser an, daß 1. an den Korngrenzen ein Wechsel der Gleitrichtungen von Korn zu Korn stattfindet, und daß 2. das gestörte oder amorphe Metall, das sie an der Korngrenze im Sinne der Theorie von Beilby annehmen, bei tiefen Temperaturen als eine weitere Quelle der Härte anzusprechen ist.

Nach einem kurzen Hinweis auf ältere im Schrifttum mitgeteilte Beobachtungen über den Einfluß der Korngröße auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle behandeln die Verfasser den Einfluß der Temperatur auf die Beziehungen zwischen Härte und Korngröße. Sie gehen aus von der bekannten Erscheinung, daß unterhalb der Rekristallisationstemperatur der Bruch der Metalle stets intrakristallin, d. h. durch die Kristalle hindurch, erfolgt. Bei höheren Temperaturen verläuft der Bruch intra- oder interkristallin je nach Belastungsgeschwindigkeit und Versuchsdauer; langsame Versuchsführung begünstigt dabei den Bruch längs der Korngrenze. Dicht unterhalb des Schmelzpunktes tritt stets interkristalliner Bruch auf. Daraus ist zu folgern, daß sich bei hoher Temperatur die Beziehung zwischen Korngröße und Festigkeit umkehren wird. Es muß eine Temperatur bestehen, bei der die Korngröße keinen Einfluß auf die Festigkeit besitzt. Das Vorhandensein dieser „Aequikohäsions-Temperatur“ konnte Zay Jeffries²⁾ experimentell nachweisen.

Zwei haarfeine Drahtstückchen von 7 bis 8 μ Dicke und etwa 5 cm Länge wurden wagrecht eingeklemmt und am Ende schwach belastet (0,2 g); der eine Draht war sehr grob-, der andere sehr feinkörnig. Während bei tieferer Temperatur der grobkörnige Draht stärker gebogen wurde, geschah dies bei höheren Temperaturen umgekehrt mit dem feinkörnigen. Die Temperatur gleicher Biegung (Aequikohäsionstemperatur) fiel angenähert mit der Rekristallisationstemperatur zusammen. Zur Bestätigung dieser Auffassung wird über einige Härteversuche an gegossenen und sehr stark kalt gehämmerten Metallproben berichtet. Einmal wurde der Kugeleindruck ausgemessen, der sich bei schneller Belastung und Wiederentlastung ergab, zum anderen nach so lange andauernder Belastung, bis kein weiteres Nachfließen mehr zu beobachten war. Zahlentafel 1 enthält die daraus berechneten Werte der Brinellhärte:

Zahlentafel 1. Brinellhärte von gegossenen und gehämmerten Metallen.

Werkstoff		Druck in kg	Dauerbelastung		Schnelle Be- und Entlastung	
			Brinell- härte	Be- lastungs- dauer	Brinell- härte	Be- lastungs- dauer
Alu- minium	gegossen	500	26,5	etwa	26,5	etwa
	gehämmert		44,8	15 min	44,8	10 sek
Zink	gegossen	500	35,3	etwa	46,2	etwa
	gehämmert		34,5	1 st	74,0	10 sek
Blei	gegossen	100	5,10	etwa	5,44	etwa
	gehämmert		4,66	1 st	6,54	10 sek
Zinn	gegossen	200	7,30	etwa	9,12	etwa
	gehämmert		4,72	1 st	11,32	10 sek

Mit diesen bemerkenswerten Ergebnissen steht in Einklang, daß die Rekristallisationstemperatur des Aluminiums beträchtlich über Raumtemperatur liegt, die des Zinkes dagegen sehr wenig unter Raumtemperatur und die des Bleis und Zinns beträchtlich unterhalb derselben.

Bezüglich des Einflusses der Korngröße auf die Dehnung des Metalles kommen die Verfasser zu der Auf-

fassung, daß die günstigste Korngröße, welche die größte Dehnung zur Folge hat, von der Größe und Gestalt der Probe, der Versuchstemperatur und der Art der Belastung abhängt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Einschnürung. Schaltet man den Einkristall aus, bei dem häufig 100 % Brucheinschnürung beobachtet werden, so muß eine bestimmte mittlere Korngröße bestehen, der die größte Einschnürung entspricht, da sowohl nur wenige Kristalle im Querschnitt als auch außerordentlich feines Korn ungünstig auf die Bildsamkeit der Proben wirken. *F. Körber.*

Einfluß der Erhitzung auf die mikroskopischen Eigenschaften von Kieselsäure in ihren verschiedenen mineralogischen Formen.

J. T. Robson¹⁾ untersucht in seiner Arbeit verschiedene in der amerikanischen Feinkeramik verwendete Formen der Kieselsäure, um den Grad ihrer Umwandelbarkeit in Kristallit beim Brennen festzustellen. Es kommen dabei folgende Abarten in Frage:

1. Ein Quarzsand, der durch Waschen aus einem Sandstein gewonnen wird;
2. Gangquarz, der vor der Zerkleinerung auf etwa 1000⁰ erhitzt wurde;
3. Französischer Flint (Feuerstein), der wahrscheinlich als Sediment des Meeresbodens anzusehen ist. Auch der Flint wurde vor der Zerkleinerung bei 1000⁰ gebrannt;
4. Amerikanischer Chalcedon.

Diese vier Stoffe wurden nach der Zerkleinerung zunächst unbehandelt, weiter nach einem 4^{1/2}stündigen Brennen bei Segerkegel 13 (1390⁰) und bei Segerkegel 14 (1410⁰) untersucht. Auch wurden unter Verwendung der vier Kieselsäurearten Porzellanproben hergestellt, die ebenfalls in der angegebenen Weise gebrannt und dann zerkleinert wurden. Die Untersuchung aller Proben erfolgte in der Weise, daß bei starker Vergrößerung der Brechungsindex der betreffenden Kieselsäureform bestimmt wurde. Die Ergebnisse für die vier Kieselsäureproben sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1. Wirkung der Erhitzung auf den Brechungsindex verschiedener Kieselsäurearten.

Stoff	Index vor dem Brennen	Index nach dem Brennen bei 1390 ⁰	Index nach dem Brennen bei 1410 ⁰
Quarzsand . .	1,545	1,545	1,509
Gangquarz . .	1,545	1,545	1,517
Chalcedon . .	1,540	1,527	1,495
Französ. Flint .	1,527	1,487	1,487

Von den Porzellanproben konnten keine einwandfreien Werte erhalten werden, da eine genügende Isolierung der Kieselsäurekristalle nicht möglich war. Der Brechungsindex des reinen Quarzes soll 1,544, der des Kristallalits 1,487 betragen. Bei dem französischen Flint

Zahlentafel 2. Wirkung der Erhitzung auf das spez. Gewicht.

Stoff	Spezif. Gewicht vor dem Brennen	Spezif. Gewicht nach einmaligen Brennen bei 1410 ⁰
Quarzsand	2,67	2,49
Gangquarz	2,66	2,49
Flintstein	2,57	2,28
Chalcedon	2,66	2,32

hat schon das vor der Zerkleinerung erfolgte Brennen bei 1000⁰ die Umwandlung in Kristallit deutlich eingeleitet. Von den untersuchten Proben hatten der Gangquarz eine erheblich größere, der Chalcedon eine erheblich kleinere Korngröße als der Sand und Flint.

Die gleichen Kieselsäurearten wurden von Rieke²⁾ untersucht, der

¹⁾ Chem. Met. Engg. 27 (1922), S. 789/92.

²⁾ J. Am. Inst. Met. 11 (1917), S. 300.

¹⁾ J. Am. Ceram. Soc. 5 (1922), S. 670.

²⁾ Ber. d. deutschen keram. Gesellsch. 1921, Bd. 2, S. 168.

die Aenderung der spezifischen Gewichte nach einem Brennen bei etwa 1430° ermittelte. Seine Ergebnisse sind in Zahlentafel 2 angegeben.

Es sei übrigens noch erwähnt, daß Rieke in der angegebenen Arbeit auf die Unterschiede im Verhalten von amerikanischem Quarzsand und Gangquarz gegenüber deutschen Sandarten hinweist. In den in der deutschen Keramik verwendeten Stoffen geht die Kristobalitmumwandlung teilweise erheblich langsamer vor sich als in den erwähnten amerikanischen Erzeugnissen.

Hamborn.

H. Meyer.

Aus Fachvereinen.

American Iron and Steel Institute.

(Frühjahrsversammlung 1923. — Fortsetzung von Seite 1232.)

Wirtschaftliche Grundsätze bei der Verwendung elektrischer Energie auf Hüttenwerken.

C. A. Ablett führt zunächst vier Arten der Energiebeschaffung an, die für Hüttenwerke in Frage kommen:

1. Selbsterzeugte Energie aus natürlichen, innerhalb des Werkes zur Verfügung stehenden Kraftquellen,
2. selbsterzeugte Energie aus Abdampf,
3. selbsterzeugte Energie aus Brennstoff, der besonders zu diesem Zwecke aufgewandt wird,
4. von außerhalb gekaufte Energie.

Unter den natürlichen Kraftquellen eines Hüttenwerkes wird neben Gichtgas, Kokereigas, Ofenabhitze usw. als besonders bemerkenswert ein hoher Belastungsfaktor der Kraftanlage angeführt, der einen höheren Wirkungsgrad und damit geringere Anlage- und Gesamtkosten je erzeugte Kilowattstunde ergibt. Ein hoher Belastungsfaktor ist demnach für die Stromerzeugung nach Ansicht des Verfassers genau so zu bewerten wie eine brennstoffsparende Wärmequelle, und er weist nach, daß ein Belastungsfaktor von 65%, wie er in vielen englischen Hüttenwerken üblich ist, gegenüber einem solchen von 21,5%, der den Durchschnitt mehrerer kommunaler Kraftwerke darstellt, in der Tat eine Senkung der Erzeugungskosten auf nahezu ein Drittel zur Folge hat. Auch für die Frage, ob Gasdynamo oder Dampfturboaggregat, ist der Belastungsfaktor insofern von Bedeutung, als bei hoher Belastung der Zentrale und unter Einbeziehung der Gebläse die Gasmaschine gegenüber der Turbine mit kohlegefeuerten Kesseln im Vorteil ist, während im umgekehrten Falle die Erzeugungskosten in beiden Maschinenarten sich nahezu gleich sind. Im allgemeinen wird die im Brennstoffverbrauch wirtschaftlichere Kraftanlage das größere Anlagekapital erfordern; es wird jedoch gezeigt, daß bei durchschnittlich hoher Belastung die teurere, aber wärmewirtschaftlich günstigere Gasmaschine einen Kapitaldienst von nur 1,6 Goldpfennigen je kWst aufweist gegenüber 3,1 Pf. bei der Turbine.

Bezüglich der Verwendung von Gicht- und Kokereigas zur Kraftherzeugung vertritt der Verfasser den Standpunkt, daß, wärmewirtschaftlich betrachtet, die überschüssigen Gasmengen am zweckmäßigsten zur Ofenbeheizung verwandt werden. Werden sie zur Kraftherzeugung herangezogen, so bedarf die Frage, ob man gasgefeuerten Kesseln in Verbindung mit Dampfturbinen oder Großgasmaschinen den Vorzug geben soll, einer genaueren Untersuchung von Fall zu Fall. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei der Gesichtspunkt, daß ein Werk sich mit der Wahl des einen oder anderen Systems hinsichtlich seiner Energiewirtschaft auf lange Jahre hinaus festlegt, und daher von vornherein einen bestimmten, alle Zukunftsmöglichkeiten berücksichtigenden Plan für den weiteren Ausbau aufstellen sollte. Spätere Aenderungen und Umstellungen haben oft schwere wirtschaftliche Nachteile im Gefolge.

Es wird sodann die Frage der Veraltung und Abschreibung maschineller Anlagen behandelt. Mit Rücksicht auf den höheren thermodynamischen Wirkungsgrad der modernen Großgasmaschine gegenüber der

Dampfmaschine — auch der mit Höchstdruck betriebenen — und bei den guten Zukunftsaussichten, welche die Verwertung der hochtemperierten Gasmaschinen-Abhitze zur Dampferzeugung bietet, erscheint es gerechtfertigt, die Dampfzentrale grundsätzlich mit einem höheren Faktor für Veraltung und Abschreibung zu belasten als die Gaszentrale. Die durch Verwendung von Höchstdruckdampf zu erzielende Ersparnis berechnet der Verfasser je Einheit der Kraftherzeugungskosten zu 5,8 bis 7,1%, weist jedoch auf die Gefahr hin, daß diese Ersparnisse auf dem Kohlenkonto möglicherweise durch erhöhte Belastungen auf dem Anlage- und Kapitaldienstkonto mehr als aufgewogen werden können.

Auf die Verwendung von Ofenabhitze zur Dampf- und elektrischen Kraftherzeugung wird ohne ausführlichere Behandlung mehr als bloße, allerdings zweckentsprechende Möglichkeit verwiesen. Was die Verwertung bisher ungenutzter Wärmequellen, wie etwa heißer Ofenschlacke, fühlbarer Kokswärme u. ä. betrifft, so ist der Verfasser der Ansicht, daß die Lösung derartiger Probleme durchaus nicht von der Hand zu weisen ist, und durch eine etwaige wirtschaftliche Notlage sehr wohl der Verwirklichung näher gebracht werden könnte.

Die Abdampfturbine wird hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit zur Kraftherzeugung sehr skeptisch beurteilt. A. betrachtet sie vielfach nur als Notbehelf zur Verlängerung der Lebensdauer veralteter, unwirtschaftlicher Kolbendampfmaschinen. Ihre Anwendung, die in den letzten Jahren in England vielfach als Modesache behandelt wurde, sollte auf das vom Wirtschaftlichkeitsstandpunkt wirklich vertretbare Maß zurückgeführt werden.

Die Behandlung auf Kohle gestellter Hüttenwerkzentralen geschieht wiederum unter dem Gesichtspunkt des Belastungsfaktors, und es wird gezeigt, daß die Kosten je Kilowattstunde aus diesem Grunde zwischen 3,57 und 7,31 Goldpfennigen schwanken können.

Im Zusammenhang hiermit wird die Frage erörtert, unter welchen Umständen es vorteilhafter ist, den Strom von auswärts zu beziehen, als ihn selbst zu erzeugen. Stromart, Zahl der erforderlichen Kilowattstunden, Belastungsweise, örtliche Tarifverhältnisse usw. werden dabei die ausschlaggebende Rolle spielen.

In einer Art Anhang werden einige Gesichtspunkte bezüglich der Verwendung elektrischer Energie im Walzwerk angeführt und besonders auf den engen Zusammenhang dieser Frage mit der Gesamtenergiewirtschaft des Werkes hingewiesen. Der Verfasser kommt zusammenfassend zu dem Schluß, daß die Antriebsfrage im Walzwerk nicht immer nur von der rein technischen, sondern durchaus und in gleicher Weise auch von der wirtschaftlichen Seite betrachtet werden sollte, und zu diesem Zwecke genaue Unterlagen in Gestalt sorgfältiger Messungen und regelmäßig aufzustellender Betriebsübersichten noch mehr als bisher erforderlich sind.

Hermann Jordan.

J. A. Jones berichtete über den

Ac₁-Punkt in legierten Stählen.

Wie früher schon Brearley¹⁾ und Brayshaw²⁾, hatte der Verfasser festgestellt, daß legierte Stähle bei einer Abschreckung von Temperaturen, die noch beträchtlich unter dem nach gewöhnlichem Verfahren festgestellten Ac₁-Punkt liegen, Härtesteigerungen erfahren. Abb. 1 und 2 zeigen die Ergebnisse, die an einem deutschen Geschützstahl festgestellt wurden³⁾, wobei insbesondere der Einfluß der Glühdauer bemerkenswert ist. Er fand, daß nach Weichglühen des Stahles ungefähr 20° unter Ac_{1max} und nachfolgender Ofenabkühlung bei der Wiedererhitzung der Ac₁-Punkt in zwei Teilen,

¹⁾ H. Brearley, „The Case Hardening of Steel“ 1921, S. 156.

²⁾ J. Iron Steel Inst. 1920 I, S. 211/4.

³⁾ Research Department, Woolwich. R. D. Report Nr. 57 (1922). „German Gun Steels“ von R. H. Greaves.

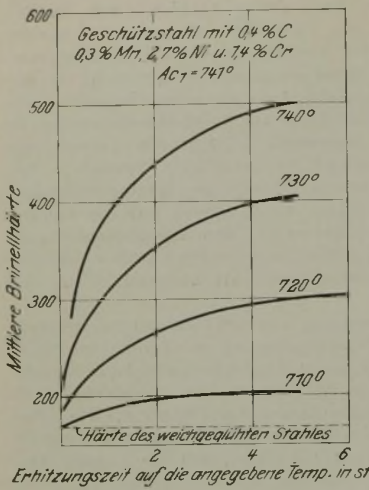


Abbildung 1. Härte eines weichgeglühten Geschützstahles nach Abschreckung von Temperatur Ac_1 .

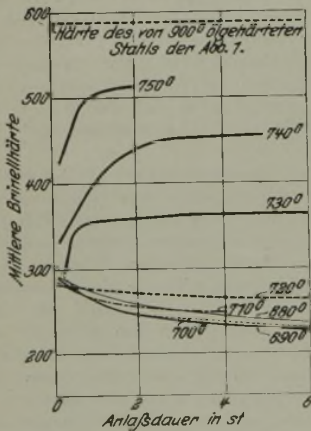


Abbildung 2. Härte eines ölgelärteten, dann von den angegebenen Anlaßtemperaturen abgeschreckten Stahles.

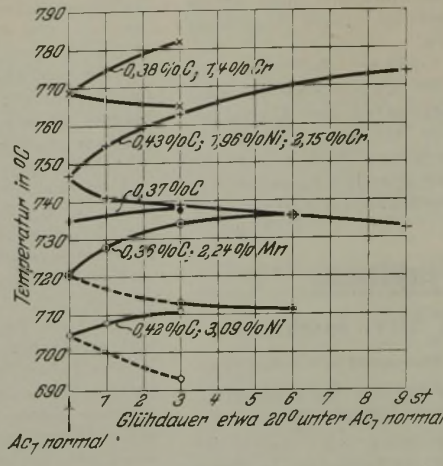


Abbildung 3. Veränderungen der Lage von Ac_1 und Trennung in Ac_1' und Ac_1'' nach voraufgegangenem Glühen dicht unter Ac_1 normal bei verschiedenen Stählen.

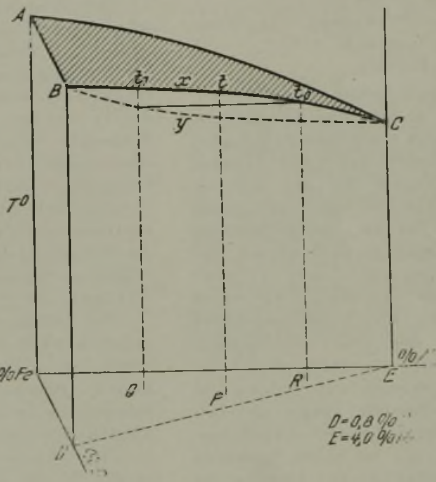


Abbildung 4. Teilschaubild der Eisen-Mangan-Kohlenstoff-Legierungen mit dem Ac_1 -Gebiet.

läuft und in Abb. 4 durch die gestrichelte Linie ByC angedeutet ist. Nimmt man an, daß die Mangan- und Eisenkarbide unterhalb und oberhalb Ac_1 miteinander vollständige Lösungen bilden, so würde Linie BxC der Liquiduslinie, ByC der Soliduslinie entsprechen.

Ein Stahl mit 0,4% C und 2% Mn sei durch Punkt P angezeigt, der Ac_1 -Punkt sollte bei der Temperatur t_0 liegen. Erhitzt man diesen Stahl, der aus Ferrit und isomorphen Mischungen von Eisen- und Mangan-Karbid ineinander besteht, bis zu einer Temperatur t_0 , so geht ein Teil des Karbid - Mischkristalls von der Konzentration R in Lösung, während die Zusammensetzung der ungelösten Karbide durch den Punkt Q angegeben wird. Kühlt man jetzt den Stahl ab, jedoch noch ohne Ar_1 (d. h. die Linie ByC) zu unterschreiten, und nimmt neuerdings eine Erhitzungskurve auf, so liegt Ac_1 bei einer höheren Temperatur als vorher, etwa bei t_1 , da ja nur noch der ungelöste Teil von der Zusammensetzung Q zu einer Wärmetönung beitragen kann. Kühlt man jedoch die Probe unter Ar_1 ab, um sie dann gleich wieder zu erhitzen, so erhält man zwei Haltepunkte, bei der Temperatur t_0 und t_1 . Der Grund für diese Erscheinung liegt darin, daß die infolge der Glühung zu zwei Mischungen von verschiedener Zusammensetzung zerlegten Karbide (Q bzw. R) nicht

genügend Zeit zum vollständigen Ausgleich durch Diffusion hatten, und infolgedessen jede ihr eigenes Verhalten zeigt, d. h. bei t_1 bzw. t_0 in Lösung geht.

Dr.-Ing. W. Schneider.

American Electrochemical Society.

In der Frühjahrsversammlung der Gesellschaft im Mai 1923 wurden u. a. folgende Berichte erstattet:

H. W. Gillet und G. L. Mack berichteten über eine große Anzahl von Versuchen, die sie im Bureau of Mines mit

Stählen, die mit seltenen Metallen legiert waren,

durchgeführt haben. Zur Herstellung der Versuchsstoffe diente ein kleiner Lichtbogenofen mit 25 bis 100 kg Schmelzgut. Als Rohstoff neben den Legierungsbestandteilen, die knapp vor dem Gießen zugesetzt wurden, diente Sonderweicheisen.

Uranstähle: Bei der Herstellung ist zu beachten, daß Uran sehr leicht verschlackt. Bei einem Zusatz von 1% U blieb selbst dann nur 0,35 bis 0,50% U im Stahl, wenn das Ferro-Uran unmittelbar vor dem Gießen zugesetzt wurde. Stähle mit höherem Urangehalt waren ganz unbrauchbar. Schon bei mehr

Ac_1' und Ac_1'' , auf der Erhitzungskurve auftrat, und zwar lag Ac_1' höher, während Ac_1'' bei etwas tieferer Temperatur als Ac_1 festzustellen war. Die Ausbildung von Ac_1'' konnte durch Abschreckung von der Weichglühtemperatur unterdrückt werden.

Bei allen untersuchten Stählen, die Doppelkarbide enthalten, konnte der Verfasser die oben angeführten Ergebnisse feststellen, und zwar traten beide Punkte (Ac_1' und Ac_1'') stets auf, wenn die Abkühlung vorher bis unter Ar_1 vor sich gegangen war, im anderen Falle trat lediglich der obere Punkt Ac_1' auf. Ein Teil der Ergebnisse ist in Abb. 3 vom Berichterstatter zusammengestellt. Wie man sieht, trat bei dem reinen Kohlenstoffstahl die Zerteilung von Ac_1 nicht auf, wohl aber eine schwache Erhöhung von Ac_1 . Die Teilung tritt um so deutlicher hervor, je länger die Erhitzung unter Ac_1 dauert, und je geringer der Unterschied zwischen der Weichglühtemperatur und Ac_1 ist.

Der Verfasser gibt für diese Erscheinung eine Erklärung, die an dem Beispiel des Manganstahles durchgeführt wird.

Abb. 4 zeigt einen Teil des Raumschaubildes der Mangan-Kohlenstoff-Stähle bis 0,8% C bzw. 4% Mn, und zwar das Gebiet der Ac_1 -Umwandlung. Geht diese Umwandlung innerhalb eines Temperaturbereichs vor sich, so wird die untere Grenze dieses Bereiches durch eine Fläche dargestellt werden, die unterhalb ABC ver-

als 0,55% U zeigten sich grobe Seigerungen¹⁾. Alle Muster mit mehr als 2% U waren nicht schmiedbar.

Die physikalischen Werte wurden nur an einigen nicht geseigerten Nickel-Silizium-Uranstählen bestimmt. Aus den betreffenden Angaben seien folgende Ergebnisse im Vergleich zu Stählen ohne Uran mitgeteilt:

C	Si	Ni	U	Streckgrenze	Festigkeit	Dehnung
%	%	%	%	kg/mm ²	kg/mm ²	%
0,43	1,30	3,00	0,34	94	129	6,0
0,40	1,45	3,10	0,00	68	94	18,5

Die Werte gelten für Luftkühlung aus 840°. Man sieht, daß schon geringe Mengen Uran den Stahl leichter härtbar machen.

In Übereinstimmung mit Poluschkin²⁾ kommen die Verfasser zu dem Ergebnis, daß Uran keine Eigenschaft bringt, die nicht durch billigere Legierungselemente zu erzielen wäre. Außerdem sprechen gegen Uran noch die erwähnten Schwierigkeiten der Herstellung.

Borstähle: Die vorliegende Untersuchung bringt gegenüber der Vogel- und Tamman'schen Arbeit³⁾, die den Verfassern noch nicht bekannt war, nichts Neues. Es bestätigt sich, daß Bor im ähn-

Zirkonstähle: Die Herstellung dieser Stähle war dadurch schwierig, daß Zirkon sehr leicht in die Schlacke ging. Bei Verwendung von Ferro-Zirkon gingen immer mehr als 90% verloren. Man benutzte, um Zirkonstähle herstellen zu können, an Stelle von Ferro-Zirkon besser Silizium-Zirkon, Nickel-Zirkon und Nickel-Silizium-Zirkon. Unter diesen Umständen verblieben 0,40% des Zirkons im Bad.

Das Ergebnis der Untersuchungen war, daß Zirkon nicht stärker wirkt als Silizium, aber den Nachteil hat, leicht oxydierbar zu sein und sehr unangenehme Einschlüsse zu hinterlassen.

Cer stähle: Auch dieses Element geht leicht in die Schlacke, so daß nur 5 bis 45% im Bad zurückgehalten werden. Bei mehr als 0,25% Ce entstehen grobe Seigerungen. Bemerkenswert ist die schon von L. W. Spring¹⁾ angeführte stark entschwefelnde Wirkung. Mehr als die Hälfte der Schwefelmenge wird bei hohem und niedrigem Schwefelgehalt entfernt.

Cer verursacht grobe oxydische und sulfidische Einschlüsse, die mit der Cermenge rasch zunehmen. Bei mehr als 0,30% Ce war kein rißfreier Block mehr zu erzielen. Silizium und Aluminium durch Cer als Desoxydationsmittel zu ersetzen, mißlang. Auf ihre Eigenschaften wurden Cer-, Chrom-Cer- und Nickel-Chrom-Cer-Stähle mit 0,20 bis 0,50% Ce untersucht. Irgendein veredelnder Einfluß gegenüber den Cer-freien Stählen wurde nicht gefunden. Die Cerstähle waren

Zahlentafel 1. Vergleich der Eigenschaften von Stählen mit und ohne Molybdän.

Nr.	C	Mn	Ni	Cr	Mo	Härte-temperatur	Anlaß-temperatur	Brinell	Streckgrenze	Festigkeit	Dehnung	Einschnü- rung	Dauer- schlag- zahl	Kerb- zähigkeit, Izod
	%	%	%	%	%	° C	° C		kg/mm ²	kg/mm ²	%	%		mkg/cm ²
1	0,40	0,77	—	—	—	870	360	405	120	136	9,0	30,5	8400	5,2
3	0,38	0,71	—	—	0,37	870	420	375	122	132,8	13,5	52,0	6800	5,2
9	0,35	0,62	—	0,94	—	900	525	340	92	111	16,5	54,5	5300	11,8
45	0,40	0,65	—	0,88	0,30	820	525	360	104	117,5	15,0	53,0	6500	5,6
15	0,47	0,64	1,23	0,65	—	825	525	345	102	112	15,5	54,5	5300	10,0
17	0,39	0,66	1,28	0,68	0,31	825	525	355	112	119	15,0	54,5	6900	5,8

lichen Sinne, aber noch viel kräftiger als Kohlenstoff wirkt. Schon bei 0,15% B soll sich ein Kohlenstoff-Eisen-Bor-Eutektikum (nicht Eutektoid) bilden. Ein Zusatz von 0,06% B zu einem Stahl mit 0,45% C macht ihn schon unbrauchbar. Bei Bor liegt keine Gefahr der Verschlackung vor⁴⁾. Als Desoxydationsmittel kommt Bor nicht in Betracht, möglicherweise wirkt es aber günstig durch Entfernung des Stickstoffes als Bromnitrid.

Die wichtigste Eigenschaft der Borstähle, schon bei ganz geringen Gehalten (unter 0,02%) härtbar zu sein, haben die Verfasser übersehen. Sie geben kein Urteil darüber ab, ob Borstähle in der Praxis brauchbar sein können.

Titanstähle: Es wurden Versuchstähle bis zu 2% Ti hergestellt. Beim Erschmelzen gingen nur 60 bis 70% des zugesetzten Titanes in das Bad. Gehalte von einigen Hundertstel Prozent Titan hatten keinen Einfluß. Bei größeren Gehalten waren die Stähle etwas spröder. Eine verbessernde Wirkung war nicht zu bemerken.

¹⁾ Anm. des Berichterstatters: Leider ist der Kohlenstoffgehalt nicht angegeben. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen sogenannten Seigerungen um ledeburitähnliche Karbide, wie sie in Schnellstählen vorkommen, da Uran noch viel stärker Kohlenstoff an sich zieht als Wolfram und Chrom. (Siehe H. S. Foote, Chem. Met. Engg. 25 (1921), S. 790.)

²⁾ St. u. E. 42 (1922), S. 467.

³⁾ Z. f. anorg. Chem. 121 (1921), S. 225; vgl. St. u. E. 43 (1923), S. 826.

⁴⁾ Anm. des Berichterstatters: Nach einem Walter'schen Patent, Kl. 18b, Nr. 340 185, wird Bor aus seinen Salzen, die sich in der Schlacke befinden, reduziert.

im Gegenteil infolge der Einschlüsse oft schlechter. Als Ergebnis zeigte sich wieder, daß Cer kein wertvolles Legierungselement für Eisen ist.

Molybdänstähle: Die Untersuchungen bestätigen die bisher bekannt gewordenen Ergebnisse²⁾. Starke Erhöhung der Festigkeit und Streckgrenze, Verringerung der kritischen Abkühlungsgeschwindigkeit und damit leichtere Erzielung der Durchhärtung, machen Molybdänstähle als Baustähle geeignet. Molybdän ersetzt in dieser Hinsicht das Mehrfache von Nickel.

Aus Zahlentafel 1 ist zu ersehen, wie sich Molybdänstahl gegenüber molybdänfreiem, aber sonst gleich legiertem Stahl verhält.

Der Vergleich von Nr. 1 und 3 ergibt bei gleicher Festigkeit für Molybdänstahl weit stärkere Dehnung. Nr. 9 und 45 zeigen, daß durch Molybdänzusatz die Streckgrenze bei annähernd derselben Dehnung bedeutend gehoben wird. Die wertvolle Eigenschaft der starken Durchhärtung kommt in der Zusammenstellung natürlich nicht zum Ausdruck. Es wird auch hervorgehoben, daß diese Stähle gegenüber anderen höhere Anlaßtemperaturen erfordern, wodurch die beim Härten entstandenen Spannungen besser ausgeglichen werden.

Den Verfassern erscheint es zweifellos, daß Molybdän in Baustählen ähnliche veredelnde Wirkung hat wie Nickel, Chrom, Vanadin. Die Einführung der Molybdänstähle ist nach Ansicht der Verfasser nur eine Preisfrage. Bei Schnelldrehstählen hat Molybdän das

¹⁾ American Foundrymen's Association: „Versuche mit Cer im Rotguß und als Desoxydations- und Entschwefelungsmittel im Rotguß, Gußeisen und Bessemerstahl.“ Vgl. St. u. E. 42 (1922), S. 311.

²⁾ St. u. E. 41 (1921), S. 449; 42 (1922), S. 186.

Wolfram nicht ersetzen können, es ist aber zu hoffen, daß man auch hier in Zukunft gleich guten Molybdänwie Wolframstahl wird herstellen können.

Das Urteil der Verfasser über die Brauchbarkeit aller dieser Stähle darf nicht vorschnell angenommen werden, da sich die Versuche hauptsächlich darauf beschränkten, die Einflüsse in Baustählen zu erforschen, während die Werkzeugstähle mehr oder minder unberücksichtigt blieben. Es läßt sich denken, daß z. B. Zirkon, Cer, Titan in Schneidstählen (gewöhnlich legierte Stähle und Schnellarbeitsstähle) eine günstige Rolle spielen könnten.

F. Rapatz.

Unter dem Titel

Der kennzeichnende Einfluß der Legierungselemente im Stahl

behandelt Saklatwalla ganz allgemein in mehr oder weniger klaren Betrachtungen, wie Kristallisationsvorgänge, Atomvolumen, Viskosität, Oberflächenspannung usw. durch Zusatz von Legierungselementen beeinflusst werden. Neu ist die Vorstellung, daß der rostfreie Stahl seine Eigenschaften dem Umstand zu verdanken hat, daß bei einem Chromgehalt von über 10% der Kristall nicht mehr imstande ist, das ganze Chrom zu lösen, und den Ueberschuß desselben an der Kristallhaut absetzt und dadurch rostwiderstandsfähig wird. Aehnlich erklärt er die Eigenschaften des Stahles mit 3,5% Ni und des Stahles mit 12% Mn (austenitisch). Für die letzten beiden Stähle, die ohne ersichtliche Gründe zusammen genannt werden, entbehrt die Annahme des Verfassers wohl jeder Wahrscheinlichkeit. Starkem Zweifel muß die Hoffnung des Verfassers begegnen, daß es in Zukunft möglich sein könne, die Eigenschaften der verschiedenen Stähle, die wir heute durch Zusatz von Legierungselementen erzeugen, durch rein mechanische Mittel hervorzurufen.

F. Rapatz.

F. W. Kelley gab bemerkenswerte Versuche über

Verchromen

bekannt, ein Vorgang, bei dem Chrom in die Randschicht von Stahlgegenständen eingeführt wird, um sie dadurch rostfrei zu machen. Er verwendet als Verchromungspulver ein Gemisch von 45% Tonerde und 55% Chrommetall (mit mindestens 95% Chromgehalt). Die Tonerde ist als Verdünnungsmittel notwendig, weil sonst ungleichmäßige Stellen entstehen. Die Verchromung muß bei einer Temperatur von 1300 bis 1400° im Wasserstoffstrom vorgenommen werden.

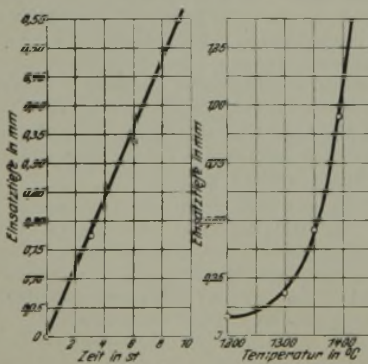


Abbildung 1.

Zusammenhang zwischen Temperatur, Zeit und Einsattiefe der Chromschicht.

Der Gegenstand wird in Eisenröhren verpackt, die wiederum in Alundumröhren liegen. Zur Heizung dienen Wicklungen aus Molybdändraht.

Unbedingt notwendig ist, daß die Erwärmung in vollkommen trockenem, sauerstofffreiem Gas vor sich geht. Es bereitet große Schwierigkeiten, die letzten Spuren Feuchtigkeit aus dem Gas und dem Einsatzpulver zu entfernen.

In den Schaubildern der Abb. 1 wird der Zusammenhang zwischen Einsattiefe, Temperatur und Zeit ge-

zeigt; die Einsattiefe nimmt linear mit der Zeit und nach einer parabolischen Kurve mit der Temperatur zu. Für den praktischen Gebrauch genügt eine Einsatzdauer von wenigen Stunden. Die Einsatzschichten enthalten im Durchschnitt 10 bis 15% Chrom; durch nachheriges Glühen in reinem Wasserstoff ohne Einsatzpulver nahm der Chromgehalt an der Oberfläche durch langsame Diffusion in das Innere ab. Zu bemerken ist, daß höherer Kohlenstoffgehalt der Verchromung hinderlich ist. Dies äußert sich bei härteren Stäben so, daß Chrom erst dann aufgenommen wird, wenn die Oberfläche durch den Wasserstoff genügend entkohlt ist. Auf die oben bezeichnete Weise wurden Turbinenschaufeln aus Nickelstahl verchromt, die nach einjährigem Gebrauch noch keine Spur von Rost zeigten. Durch Aufkühlung der Verchromungsschicht wird die Rostbeständigkeit vermindert, da wie bei rostfreiem Stahl die Widerstandsfähigkeit durch höheren Kohlenstoffgehalt herabgesetzt wird. Auch ist verchromtes Eisen, wie rostfreier Stahl, wohl gegen Salpetersäure, nicht aber gegen Salzsäure und Schwefelsäure widerstandsfähig.

Für verchromte Gegenstände wäre nach Ansicht des Berichterstatters sicher Bedarf vorhanden. Es bleibt nur abzuwarten, ob die Verchromung nicht so umständlich und kostspielig ist, daß ihre Verwendung teurer wird als rostfreier Stahl. Für Messer, die nachgeschliffen werden müssen, kommen verchromte Gegenstände natürlich nicht in Betracht.

F. Rapatz.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

24. September 1923.

Kl. 12e, Gr. 2, R 56 609. Gasreiniger. Rheinische Kokerei, G. m. b. H., Duisburg-Hochfeld, und Dr. Otto Pistorius, Dortmund, Kronprinzenstr. 107.

Kl. 24a, Gr. 18, K 83 977. Halbgasfeuerung, bei der die im Füllschacht sich entwickelnden Dämpfe unter das Feuer geleitet werden. Gebr. Körting, Akt.-Ges., Hannover-Linden, und Carl Reich, Hannover, Annenstraße 12.

Kl. 31b, Gr. 10, C 33 145. Rüttelformmaschine. Joseph Cash, Tipton, England.

Kl. 31b, Gr. 10, V 18 411. Formmaschine mit Wendepatte. Vereinigte Schmirgel- und Maschinenfabriken, Akt.-Ges., vormals S. Oppenheim & Co. und Schlesinger & Co., Hannover-Hainholz.

Kl. 31c, Gr. 18, I 22 755. Drehbare Rohrform für Schleuderguß. International de Lavaud Manufacturing Corporation Limited, Toronto, Kanada.

Kl. 31c, Gr. 23, St 37 054. Gußform für Spritzguß. Adolf Steiner, Berlin, Oranienstr. 6.

Kl. 31c, Gr. 25, O 13 489. Bleibende Gießform für Namenschilder o. dgl. Wilhelm Oehlmann, Hannover-Klefeld.

Kl. 31c, Gr. 25, W 62 566. Einspannvorrichtung für auszugießende Lagerschalen. Jacob Wichmann, Dortmund, Hackländerplatz 4.

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

24. September 1923.

Kl. 24b, Nr. 854 804. Feuerung für flüssige Brennstoffe. Becker-Feuerungs- und Maschinen-Patent-Verwertungs-Ges. m. b. H., Berlin-Schöneberg.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 c, Gr. 1, Nr. 374 428. Zusatz zum Patent 362 077. The Miris Steel Company, Ltd. in London. Flüssigkeit zur Herstellung eines Bades für die Behandlung von heißen Stahlblöcken durch Ablöschen in einer wässrigen Lösung.

Die Flüssigkeit soll Salpetersäure, Schwefelsäure (oder schwefelige Säure) und eine oder mehrere Ammoniumverbindungen enthalten.

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

Statistisches.

Die Saarkohlenförderung im Juli 1923.

Nach der Statistik der französischen Bergwerksverwaltung betrug die Kohlenförderung des Saargebietes im Juli 1923¹⁾ insgesamt 1 096 959 t; davon entfielen auf die staatlichen Gruben 1 072 877 t und auf die Grube Frankenhölz 24 082 t. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 26 Arbeitstagen 42 191 t. Von der Kohlenförderung wurden 67 517 t in den eigenen Gruben verbraucht, 74 318 t an die Bergarbeiter geliefert, 17 654 t Kohle und 586 t Koks auf Halde gestürzt. In den eigenen angegliederten Betrieben wurden im Juli 14 081 t Koks hergestellt. Die Belegschaft betrug einschließlich der Beamten 76 039 Mann. Die durchschnittliche Tagesleistung der Arbeiter unter und über Tage belief sich auf 645 kg.

Frankreichs Roheisen- und Stahlerzeugung im ersten Halbjahr 1923.

Nach den Ermittlungen des „Comité des Forges de France“²⁾ wurden im ersten Halbjahre 1923 insgesamt 2 356 915 t Roheisen erzeugt, gegen 2 294 895 t in der ersten und 2 933 682 t in der zweiten Hälfte des Jahres 1922. Die Erzeugung nahm somit gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres um 2,7% zu, blieb jedoch hinter der Leistung des zweiten Halbjahres 1922 um 19,7% zurück. Im Vergleich mit der Vorkriegszeit waren die Werke zu etwa 51,9% beschäftigt.

Ueber die Zahl und Leistungsfähigkeit der in Frankreich bis zum 1. Juli 1923 vorhandenen Hochöfen gibt folgende Zusammenstellung Aufschluß:

Bezirk	Im Feuer		Am 1. Juli 1923				Leistungs-fähigkeit der im Betrieb befindlichen Hochöfen in 24 Stunden t
	1. Januar 1922	1. Januar 1923	Im Feuer	Außer Betrieb	Im Bau oder in Ausbesserung	Insgesamt	
Ostfrankreich	28	47	42	22	20	84	6 840
Elsaß-Lothringen	24	40	29	25	14	68	6 105
Nordfrankreich	5	6	10	5	5	20	1 630
Mittelfrankreich	5	6	6	6	1	13	501
Südwestfrankreich	5	9	7	6	5	18	475
Südostfrankreich	1	2	3	2	2	7	270
Westfrankreich	5	6	7	—	1	8	1 250
Insgesamt	73	116	104	66	48	218	17 071

Getrennt nach Bezirken wurden im ersten Halbjahre 1923 folgende Mengen Roheisen erzeugt:

Bezirk	In Hochöfen t	In Elektroöfen t	Insgesamt t	Anteil der Bezirke an der Gesamt-erzeugung %
Ostfrankreich	986 816	—	986 816	41,9
Elsaß-Lothringen	779 576	—	779 576	33,1
Nordfrankreich	155 364	—	155 364	6,7
Mittelfrankreich	72 836	12 875	85 011	3,6
Südwestfrankreich	87 792	3 457	91 249	3,8
Südostfrankreich	39 157	25 299	64 456	2,7
Westfrankreich	194 443	—	194 443	8,2
Insgesamt	2 315 984	40 931	2 356 915	100,0

Von der Roheisenerzeugung entfielen bei 1 945 465 t Roheisen mit mehr als 0,1% Phosphor 1 500 854 t auf Thomas-, 25 810 t auf Siemens-Martin-, 3561 t auf Puddel- und 415 240 t auf Gießereiroheisen; an Hämatit (0,1% und weniger Phosphor) wurden 322 938 t, Spiegeleisen 55 685 t, Ferromangan 18 489 t, Ferrosilizium 9020 t und an anderen Eisenlegierungen 5318 t erzeugt.

Zur Erzeugung des Roheisens dienten 5 332 400 t Erze eigener und 166 605 t Erze fremder Herkunft,

¹⁾ Vgl. St. u. E. 43 (1923), S. 1117.
²⁾ Bull. Nr. 3751 und 3753, 1923.

ferner 132 364 t Manganerze sowie 731 320 t Alteisen, Schwefelkiesabbrände und sonstige Zusätze.

Beschäftigt wurden durchschnittlich 21 574 Personen.

Die gesamte Stahlherstellung in Frankreich während des ersten Halbjahres 1923 betrug 2 271 456 t; davon entfielen 2 209 274 t auf Stahlblöcke und 62 182 t auf Stahlguß. Die Erzeugung nahm gegenüber dem ersten Halbjahr 1922 um 214 050 t oder 10,4% zu, verringerte sich jedoch gegenüber dem zweiten Halbjahre um 205 630 t oder 8,5%. Verglichen mit der durchschnittlichen monatlichen Leistung des ersten Halbjahres 1913 (einschl. Elsaß-Lothringen) machte die Erzeugung der Berichtszeit etwa 65,1% aus.

An Stahlblöcken und Stahlformguß zusammen wurden in den einzelnen Bezirken während des ersten Halbjahres 1923 erzeugt:

Bezirk	Thomasstahl t	Bessemerstahl t	Siemens-Martin-Stahl t	Tiegelgußstahl t	Elektrostahl t	Zusammen t
Ostfrankreich	568 427	—	179 320	—	300	748 047
Elsaß-Lothringen	509 767	—	151 114	—	—	660 881
Nordfrankreich	78 171	19 477	169 570	20	290	267 528
Mittelfrankreich	959	2 672	236 451	6 914	5 203	252 199
Südwestfrankreich	—	8 789	36 000	—	2 174	46 963
Südostfrankreich	—	—	32 312	—	13 880	46 192
Westfrankreich	110 312	465	138 530	—	339	249 646
Insgesamt	1 267 636	31 403	943 297	6 934	22 186	2 271 456
%	55,8	1,4	41,5	0,3	1	100

Die Erzeugung der Stahlwerke Ostfrankreichs und Elsaß-Lothringens machte im Berichtshalbjahre unter dem Einfluß der schwierigen Brennstoffbeschaffung nicht mehr als 62 (erstes Halbjahr 1922: 67,2, ganzes Jahr 1922: 69,6) % der gesamten Stahlherstellung Frankreichs aus. Von den 2 209 274 t Stahlblöcken wurden 1 918 612 t oder 86,8% in den Erzeugerwerken weiterverarbeitet und 290 662 t oder 13,2% an andere Werke abgegeben.

Die Zahl der in Betrieb befindlichen Oefen ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Bezirk	Bessemer-Birnen	Thomas-Birnen	Siemens-Martin-Oefen	Tiegel-Oefen	Elektroöfen
Ostfrankreich	—	33	21	—	1
Elsaß-Lothringen	—	22	10	—	—
Nordfrankreich	30	11	19	6	1
Mittelfrankreich	7	1	30	16	4
Südwestfrankreich	5	—	6	—	2
Südostfrankreich	—	—	3	—	6
Westfrankreich	3	6	13	—	1
Zusammen	45	73	102	22	15

In der Stahlindustrie Frankreichs wurden während der ersten Hälfte dieses Jahres durchschnittlich 77 791 Arbeiter beschäftigt.

Als Einsatzstoffe zur Stahlerzeugung dienten u. a. 16 197 t Erze, 1 728 146 t Roheisen und 817 797 t Alteisen.

An Halbzeug (vorgewalzte Blöcke, Knüppel, Platinen) wurden in der Berichtszeit insgesamt 1 524 282 t hergestellt, von denen 973 221 t in den eigenen Werken weiterverarbeitet und 551 061 t an fremde Werke abgegeben wurden.

An Fertigerzeugnissen wurden 1 660 024 t hergestellt. Davon entfielen auf:

	1. Halbjahr 1923 t	1. Halbjahr 1923 t
Stabstahl	584 796	Weißblech 17 668
Formeisen	236 963	Draht 42 827
Schienen	143 778	Röhren 40 134
Schwellen, Laschen, Unterlagsplatten	23 311	Federn 3 436
Radreifen	18 181	Gußstücke 61 680
Band Eisen	21 794	Schmiedestücke 23 923
Bleche	252 992	Maschinen 150 053
Grobbleche	16 976	Sonstige Erzeugnisse 22 112

Belgiens Bergwerks- und Hüttenindustrie im August 1923.

Table with 3 columns: Item, Juli 1923, August 1923. Items include Kohlenförderung, Kokerzeugung, Brikettherstellung, etc.

Frankreichs Außenhandel im 1. Halbjahr 1923¹⁾.

Table with 5 columns: Item, Einfuhr im 1. Halbjahre (1922, 1923), Ausfuhr im 1. Halbjahre (1922, 1923). Items include Steinkohle, Eisen, etc.

ihm getroffenen Entscheidung halten sich die Kohlenpreise im unbesetzten Deutschland, ausschließlich der westfälischen Randzechen, innerhalb der Weltmarktpreise. Die prozentualen Erhöhungen gegenüber den am 17. September gültigen Preisen, die am 24. September in Kraft traten, stellen sich wie folgt: Rheinisch-Westfälisches Kohlensyndikat 36,966, Aachener Steinkohlensyndikat: Eschweiler Bergwerksverein 37,385, Zeche Nordstern 37,132; Niedersächsisches Kohlensyndikat: Preußische Berginspektion in Ibbenbüren 20,318; übrige Bezirke 10,683, Barsinghausen 0, Sächsisches Steinkohlensyndikat 14,759, Niederschlesisches Steinkohlensyndikat 29,038, Oberschlesisches Kohlensyndikat 28,042, Mitteldeutsches Braunkohlensyndikat 30,864, Ostelbisches Braunkohlensyndikat 30,864, Kohlensyndikat für das rechtsrheinische Bayern: Steinkohle 27,131, oberbayerische Pechkohle 27,131, Braunkohle 30,864%.

Für den Bezirk des Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikates stellen sich die Brennstoffverkaufspreise vom 24. September an in Goldmarkwährung einschließlich Kohlen- und Umsatzsteuer usw. wie folgt:

Table showing prices for Fettkohlen, Gas- und Flammkohlen, Eckkohlen, Magerkohlen (östl. Revier, westl. Revier), Schlamm- und minderwertige Feinkohlen, and Koks.

Wirtschaftliche Rundschau.

Erhöhung der Brennstoffverkaufspreise. — In der gemeinsamen Sitzung des Reichskohlenverbandes und des Großen Ausschusses des Reichskohlenrates am 21. September wurden Zuschläge zu den am 17. September gültigen Preisen beschlossen. Die Zuschläge, die einstimmige Annahme fanden, geben den Gruben lediglich eine Abgeltung für die durch das Schiedsgericht ausgesprochene Erhöhung der Bergarbeiterlöhne, soweit sie — in Goldmark ausgedrückt — den Goldmarklohn der Vorwoche übersteigen. Die Steigerung der Bergarbeiterlöhne, auf Goldmark bezogen, ist darauf zurückzuführen, daß die Lebenshaltung der in Betracht kommenden Lohnwoche gegenüber der Vorwoche in weit stärkerem Maße gestiegen ist als die Entwertung der Papiermark in diesem Zeitraum. Die Preiszuschläge sind vom Reichswirtschaftsminister zugestanden worden. Nach der von

1) Nach Comité des Forges de France, Bull. Nr. 3748, 1923.

2) Teilweise berichtigte Zahlen.

Schmiedestück-Vereinigung, Dortmund. — Die Vereinigung erhöhte mit Wirkung vom 17. September an ihre Preiszuschläge um 1930%.

Erhöhung des Goldaufschlags auf Zölle. — Das Zollaufgeld wurde für die Zeit vom 26. bis einschl. 28. September auf 3 479 999 900 und vom 29. September bis 2. Oktober auf 3 189 999 900% festgesetzt.

Die neuen Verordnungen über den Abbau der Ausfuhrkontrolle. — Im Reichsanzeiger¹⁾ sind die neuen Verordnungen über den Abbau der Ausfuhrkontrolle veröffentlicht. Es handelt sich um drei Bekanntmachungen, von denen die erste die neue Ausfuhrverbotsliste, die zweite die Bestimmungen über den Verkauf in ausländischer Währung und die Devisenablieferung, die dritte die Bestimmungen über die Aufhebung der Ausfuhrabgabe enthält.

Die erste Bekanntmachung, betreffend das Verbot der Ausfuhr von Waren, bestimmt in § 1: „Die Bekanntmachung, betreffend das Verbot der Ausfuhr von Waren des Abschnitts 1 des Zolltarifs (Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft und andere tierische und pflanzliche Naturerzeugnisse; Nahrungs- und Genußmittel), vom 4. Mai 1920 (Reichsanzeiger Nr. 105 vom 18. Mai 1920) und die Bekanntmachung, betreffend das Verbot der Ausfuhr von Waren des 2. bis 19. Abschnitts des Zolltarifs, vom 1. Dezember 1921 (Reichsanzeiger Nr. 284 vom 5. Dezember 1921) sowie alle zur Abänderung dieser Bekanntmachung erlassenen Vorschriften treten außer Kraft.“ — Hierdurch werden also alle bisherigen Ausfuhrverbote ungültig. An ihre Stelle tritt eine neue Ausfuhrverbotsliste, die dem § 2 der Bekanntmachung als Anlage beigefügt ist. Nach diesem § 2 ist die Ausfuhr der in dieser Anlage genannten Waren ohne Bewilligung des Reichskommissars für Aus- und Einfuhrbewilligung oder der sonst zuständigen Stellen verboten. — Die neue Bekanntmachung tritt mit dem 27. September 1923 in Kraft.

An Eisen und Eisenlegierungen umfaßt die neue Ausfuhrverbotsliste Roheisen, Eisenlegierungen, Halbzeug, Weißblech, Draht, Schrott, Abfalleisen, ferner Zink, Zinn, Nickel, Kupfer usw. sowie Eisen- und Manganeisen, Stein- und Braunkohle, Koks usw. Alle nicht in dieser neuen Ausfuhrverbotsliste aufgeführten Waren sind nunmehr ausfuhrfrei, d. h. sie bedürfen keiner Ausfuhrbewilligung mehr. Wie bisher sind jedoch auch bei ausfuhrfreien Waren der grüne statistische Anmeldeschein und die Ausfuhrklärung den Versandpapieren beizufügen. Ausfuhranträge für die noch unter Verbot gebliebenen Waren sind vorerst an die bisher zuständig gewesenen Bewilligungsstellen zu richten.

Die zweite Verordnung, die auf Grund des Notgesetzes (Maßnahmen zum Schutze der Währung) erlassen worden ist, bestimmt, daß mit Wirkung vom 23. September 1923 an der Verkauf von Waren nach dem Ausland nur unter Preisstellung und gegen Bezahlung in der Währung des Empfangslandes oder in nordamerikanischer, englischer, holländischer oder Schweizer Währung erfolgen darf. Der Gegenwert der Ausfuhr darf nur im Interesse der deutschen Wirtschaft verwendet werden. Der Ausführende hat nach Eingang des Ausfuhrwertes, jedoch spätestens innerhalb eines Monats, bei Ueberseegeschäften innerhalb zweier Monate nach erfolgter Ausfuhr 30% des Ausfuhrwertes in ausländischen Zahlungsmitteln der im § 1 genannten Art an die Reichsbank abzuführen.

Die dritte Bekanntmachung über Ausfuhrabgabe tritt am 27. September 1923 in Kraft und bestimmt, daß, soweit Waren noch einem Ausfuhrverbot unterliegen, für diese mit Ausnahme von Kohle (Steinkohle, Braunkohle, Koks und Briquets), Kali und Salz eine Ausfuhrabgabe bis auf weiteres nicht in Ansatz gebracht wird.

Die Lage der österreichischen Eisenindustrie im zweiten Vierteljahr 1923. — Die österreichische Groß-eisenindustrie war im zweiten Vierteljahre 1923 ziemlich gut beschäftigt. Der Monat Mai brachte wie der

März dieses Jahres Höchstleistungen, wenn die Erzeugungsziffern auch lange nicht jene Höhe erklommen haben, welche die Jahre unmittelbar vor dem Kriege sowie namentlich das Kriegsjahr 1916 aufzuweisen hatten.

Leider erfuhren die Ziffern der Kohlenförderung und der Stahlerzeugung im Monate April 1923 durch den zu Ende des Monats März in Steiermark ausgebrochenen Kohlenarbeiterstreik eine gewaltige Senkung. Die Braunkohlenbergbau der Steiermark, welche den größten Teil der Kohlenförderung Oesterreichs liefern, lagen Wochen hindurch still und hemmten dadurch auch die Erzeugungsmöglichkeit auf den Hüttenwerken und in den eisenverbrauchenden Industrien. Der Ausstand war nicht als die Folge von Unstimmigkeiten in Lohnfragen entstanden, er war vielmehr letzten Endes das äußerste Mittel, welches die sozialdemokratischen Arbeitervereinigungen zur Bekräftigung ihrer Machtfraße in einem Streite zwischen einer Zechenverwaltung und dem Betriebsrate anwenden wollten. Die Unternehmungen blieben jedoch fest, die Arbeiter konnten ihren Willen nicht durchsetzen. Durch die lange Unterbrechung der Arbeit verstrich eine geraume Spanne Zeit, in welcher die Hüttenwerke sonst mit Hochdruck hätten arbeiten können. Die Preise, die im Februar und März infolge der Ruhrbesetzung in der österreichischen Industrie schon etwas angezogen hatten, erfuhren wieder eine langsame, doch stetige Senkung, wozu auch noch der Umstand beitrug, daß die tschechoslowakische Eisenindustrie wieder mehr und mehr auf den Plan trat. Ihr Wettbewerb wurde schließlich empfindlich bemerkbar. Gegen Ende des zweiten Vierteljahres wurde bereits ein Nachlassen der Konjunktur im Kohlenbergbau fühlbar. Die eisenerzeugenden Betriebe hingegen waren voll beschäftigt. Es konnte sogar eine größere Bestellung auf Lieferung von Eisenbahnzeug für die deutschen Reichsbahnen von einigen österreichischen Hüttenwerken übernommen werden.

Der Absatz an Roheisen war ungenügend. Dagegen war das Geschäft in Halbzeug andauernd gut. Besonders gut war auch der Absatz in Betoneisen und in Walzdraht. Neben der Lieferung von Schienen und Kleineisenzeug für die deutschen Reichsbahnen mehrten sich auch die Aufträge für

Förderung in t:						
	1920	1921	1922	1. Vierteljahr 1923	2. Vierteljahr 1923	
Eisenerze . . .	435	696	1 203 000	221 800	292 511	
Stein- u Braunkohle . . .	2 450 000	2 600 000	3 197 000	207 774	185 885	
Erzeugung in t:						
Roheisen . . .	100 000	226 000	323 000	73 061	92 772	
Stahl	198 500	293 000	580 000	57 017	87 694	
Verkaufspreis je t in Kr.:						
Braunkohle . .	871	12 228	650 000	—	—	
Roheisen . . .	—	—	1 770 000	2 517 750	2 200 000	
Knüppel . . .	18 000	162 000	2 660 000	3 021 300	2 700 000	
Stabeisen . . .	22 500	194 500	3 110 000	5 203 350	4 000 000	
Grobbleche . .	25 000	196 000	3 710 000	3 828 380	3 600 000	
Draht	22 500	194 000	3 100 000	4 494 150	4 100 000	
Arbeiterverdienste je Schicht in Kr.:						
	Arbeitergruppe	1920	1921	1922	1. Vierteljahr 1923	2. Vierteljahr 1923
Kohle .	Häuer	193	1993	47 000	59 946	60 192
	Arbeiter . . .	149	1730	34 000	51 283	44 064
Erz . .	Häuer	144	2661	64 000	51 320	78 912
	Arbeiter . . .	117	2090	42 000	43 502	62 928
Eisen .	Arbeiter . . .	134	2013	56 000	46 802	47 701
	Arbeiter . . .	263	2692	54 000	53 587	52 074

¹⁾ Nr. 220 vom 22. September 1923.

Rillenschienen der Straßenbahn. Das Geschäft in Bauträgern und Konstruktionseisen war wegen der äußerst geringen Bautätigkeit sehr still. Der Absatz in Stabeisen ging lebhafter, während das Geschäft in Grobblechen nahezu ganz daniederlag. Die einzige Grobblechstrecke in Oesterreich ist daher außer Betrieb, und es besteht nahezu keine Aussicht, sie in der nächsten Zeit wieder in Gang zu bringen.

Die eisenverbrauchenden Werke waren im allgemeinen nicht so gut beschäftigt wie die Schwerindustrie; sie arbeiteten zum größten Teile nicht mit der vollen Leistungsfähigkeit.

Das Inlandsgeschäft war im zweiten Vierteljahre nicht sehr bedeutend; ausschlaggebend war jedoch die Ausfuhr nach dem Deutschen Reiche. Bei den übrigen Auslandsgeschäften machte sich der Wettbewerb der Vereinigten Staaten von Nordamerika, von England und Belgien besonders fühlbar.

Die Arbeiterlöhne in Oesterreich bewahrten trotz der Festigung der Währung noch immer eine steigende Haltung. Der Lebenshaltungsindex hat mit geringen Ausnahmen monatlich kleine Steigerungen erfahren, da der innere Wert der Krone tatsächlich nicht festblieb, sondern zurückging. Die Bergarbeiterlöhne sind, auf Goldkronen umgerechnet, durchschnittlich heute auf einer Höhe angelangt, welche sich etwa um 80 bis 100% der Friedenslöhne bewegt. Die Verdienste der Hüttenarbeiter sind geringer und betragen ungefähr drei Viertel der Friedenslöhne.

Die Leistung der Arbeiter ist im großen und ganzen ebenfalls ansteigend. Namentlich einige Bergbaubetriebe zeigen Friedensziffern in der Arbeiterleistung. Leider kann dies von den meisten Hüttenbetrieben nicht gesagt werden. Die Leistungen sind hier fast überall noch weit unter der Friedenshöhe. Es hat dies seinen Grund darin, daß die Hüttenbetriebe vor dem Kriege und auch während des Krieges noch zwölfstündige Schicht mit zehnstündiger Arbeitszeit hatten, während in den Kohlenbergbauen schon vor dem Kriege die Schichtzeit nur neun Stunden währte. Der Rückgang in der Schichtzeit und somit auch in der Arbeitszeit ist daher bei den Kohlenbergbauen nicht so groß wie in den Hüttenwerken und in der eisenverarbeitenden Industrie.

Ueber Erzeugung, Verkaufspreise und Löhne geben die vorstehenden Zusammenstellungen genaueren Aufschluß.

Luxemburgs zollfreie Eiseneinfuhr nach Deutschland. — Die auf Grund des Friedensvertrages aufgestellte luxemburgische Einfuhrkontingentsliste ist für das vierte Kontingentsjahr, das vom 16. September 1923 bis zum 15. September 1924 läuft, am 16. September d. J. in Kraft getreten. Die Liste ist gleichlautend mit denen für die vergangenen Kontingentsjahre¹⁾.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 41 (1921), S. 420.

Zur Tarifpolitik der Deutschen Reichsbahn.

Im Reichsverkehrsministerium weht offenbar frischer Wind. Schon im Augustbericht¹⁾ wurde eine Erklärung des Ministers wiedergegeben, wonach er auch auf der Ausgabenseite seine Arbeit einsetzen und versuchen werde, durch Anspannung aller Kräfte im Betriebe Ersparnisse zu erreichen. Inzwischen wurde weiter aus einer gewährten Unterredung bekannt, der Schwerpunkt für die Reichsbahn liege in der besseren Ausnutzung der Kohle, woran man mit großem Eifer arbeite; vor allen Dingen solle auch das Werkstättenwesen vollkommen neu organisiert werden; die deutsche Reichsbahn müsse wieder ein Musterbetrieb werden und in jeder Beziehung ihre alte geachtete Stellung in der Welt wieder erreichen. Dies rechtfertigt also ganz das, was an besagter Stelle des vorigen Berichts hervorgehoben wurde. Es mußte und muß also doch etwas Wesentliches verbesserungsbedürftig sein, ganz abgesehen von Fortschritten, die in der Entwicklung der Technik liegen, die es aber auch anzuregen und auszunutzen gilt. Auch die Geldwirtschaft hätte vermehrter Fürsorge bedurft, damit die überlieferte Zahlungsweise der gestundeten Frachten durch die Geldentwertung nicht so große Verluste herbeiführte, dem erst verspätet abgeholfen ist. — Möge nun dem guten Willen die Tat folgen mit dem Ergebnis, daß ein wirtschaftlicherer Betrieb zunächst weitere Tarifierhöhungen, wenigstens soweit sie nicht in der Markverschlechterung liegen, unnötig macht, dann aber in nicht allzu ferner Zeit mit dem Abbau der Tarife wenigstens begonnen werden kann, was selbstverständlich auch von noch anderen Voraussetzungen abhängt.

Nach einer Aeußerung des Reichsministers des Innern hält sich die neue Regierung für stärker als jede ihr seit der Umwandlung vorangegangene. Mag sie auch auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens sich nicht nur „stärker“, sondern stark erweisen, denn es lohnt wahrlich der Mühe, daß das Gesamtministerium sich auch dafür einsetzt, die alles stark verteuernenden und daher die Wirtschaft auf die Dauer vernichtenden Bahnfrachten auf ein halbwegs erträgliches Maß zurückzuführen. Die Wiedergesundung des Eisenbahnwesens gehört mit zu der „Erhaltung der lebenswichtigsten Organe des kranken Wirtschaftskörpers“, von denen der Reichswirtschaftsminister am 31. August 1923 sprach. Das

Gesamtministerium ist schon deshalb bei der Frage beteiligt, weil die Eisenbahnen nur dann erheblich billiger fahren können, wenn die Kohlenpreise bedeutend ermäßigt werden, was einstweilen wohl nur auf dem Wege der Beseitigung oder der starken Herabsetzung der Kohlensteuer denkbar und möglich ist.

Bisher mußten die Riesenfrachten wohl oder übel getragen werden, wengleich schon sehr viel auf dem Spiele stand und der Bogen längst bis zum Zerreißen gespannt war, die Bahnfrachten schon viel zu lange im stärksten Uebermaß die ganze deutsche Wirtschaft, die Ausfuhr eingerechnet, bedrückten. Aber die am 18. September 1923 geschehene maßlose Steigerung der bisherigen Frachten auf das Achtfache: Verdoppelung des Grundtarifs und Vervierfachung der Schlüsselzahl von 4,5 auf 18 Millionen, droht zu vernichten, was bisher an Verkehr noch geblieben ist; sie muß alle Preise weiter stark auftreiben und geradezu verheerend wirken.

Nachstehende Zahlentafel 1 stellt eine Anzahl Vergleiche an, die keiner Erläuterung, sondern nur der Bemerkung bedürfen, nach einer Veröffentlichung hätte die am 20. August geschehene Umgestaltung die bisherigen Frachten um rd. 2000% gesteigert. Wie die letzte Spalte der Zahlentafel zeigt, ist das reichlich knapp gerechnet. Die Grundzahlen der ausgewiesenen Klassen E, D und C für bis zu 100 km und zum Teil auch darüber hinaus sind gegenüber den Friedensfrachten um Beträge erhöht, die sich durch die hohen Schlüsselzahlen sehr stark auswirken. Das ist zum Teil wohl deshalb geschehen, weil die Reichsbahn die von alters her überlieferte Staffel der Abfertigungsgebühr beseitigt hat, die sie nicht wieder einräumen will. Die aber darüber hinausgehenden Steigerungen der Grundzahlen gegenüber den Friedensfrachten bedürfen sehr der Nachprüfung, denn wie aus den fünf vorletzten Spalten „Vielaches der Friedensfracht“ hervorgeht, sind die entstandenen Mehrfrachten zu gewaltig, als daß sie bestehen bleiben können, namentlich in den Klassen D und C. Weiter bestätigen die Zahlen die alte Vornahme, daß die Staffeltarife für weite Entfernungen den Beteiligten mit jeder Tarifierhöhung um so größere Vorteile bringen.

Die wertbeständigen Tarife enthalten Grundfrachten in Tarifmark und Tarifpfennigen, nach denen die Frachten zunächst zu berechnen sind, worauf diese mit der jeweils gültigen Schlüsselzahl vervielfältigt werden. Die

¹⁾ Vgl. St. u. E. 43 (1923), S. 1190.

frachten geht fortan leider verloren. Auch wenn die Verdoppelung der Grundfrachten etwa einen Uebergang zu der kommenden Goldmarknote bilden soll und beabsichtigt ist, dann die Goldmarkfrachten auf doppelte Höhe der Friedensfrachten zu bemessen, ist nicht zu verstehen, warum das kaum begonnene System jetzt getrübt wird, statt es so lange als möglich klar zu erhalten und, wenn das Frachtaufkommen unbedingt verachtacht werden mußte, die Schlüsselzahl auf 36 statt 18 Millionen zu erhöhen.

Wenn die Rechnung fortgesetzt wird, welche das Reichsverkehrsministerium begonnen hatte, dann ergibt sich folgendes aus der Einführung des wertbeständigen Tarifs und den Erhöhungen der Schlüsselzahlen:

Schlüsselzahl am:	Erhöhung der geltenden Frachten um weitere:	Steigerung der Friedensfrachten auf das:
20. 8. 1923 1 200 000	rd. 2000 % (nach eigener Angabe)	rd. 1 350 552 fache
1. 9. 1923 1 800 000	50 %	2 025 828 "
11. 9. 1923 4 500 000	150 %	5 064 570 "
18. 9. 1923 18 000 000 (bei Verdoppelung der Grundzahlen)	700 %	40 516 560 "

Daß die Ziffern beider Spalten aber ein mangelhaftes Bild geben, zeigt der Vergleich mit den betreffenden Spalten obiger Zahlentafel.

Wenngleich weder der Stand des Dollars noch die Kohlen- und Eisenpreise für die Tarifierhöhung schlechthin maßgebend sein können, so muß selbstverständlich doch zugegeben werden, daß die am 11. September eingetretene Tarifierhöhung um so notwendiger war, als sie durch die allgemeine Teuerung längst schon wieder überholt wurde. Vergleichsweise seien noch folgende Angaben gemacht, wobei das Vielfache vom Friedensstande berechnet ist:

Dollarstand vom:	
3. 9. Berl. Geldk.	9 675 750 M = 2 303 750 fache v. 4,20 M
10. 9. " "	50 673 250 M = 12 065 060 "
17. 9. " "	131 869 500 M = 31 397 500 "
Fettförderkohlenpreis vom:	
3. 9.	91 913 000 M = 8 170 044 " v. 11,25 M
10. 9.	168 700 000 M = 14 106 666 "
17. 9.	883 851 415 M = 78 564 570 " 1)
Stabeisenpreis vom:	
3. 9.	418 000 000 M = 4 265 306 " v. 98,— M
10. 9.	3 600 000 000 M = 36 734 694 " 2)
17. 9.	6 600 000 000 M = 67 346 939 " 2)
Großhandelsindex vom	
4.—11. 9.	= 11 513 231 "
12.—18. 9.	= 36 000 000 "

Die Frachterhöhung vom 18. September wurde mit der steigenden Geldwertung, insbesondere der starken Steigerung der Kohlen- und Werkstoffpreise sowie mit der Weltteuerung begründet, läßt aber nach obigem die Geldwertung weit hinter sich. Von der allgemeinen Teuerung ist die Eisenbahn bei weitem nicht in dem Maße abhängig wie der Bergbau und die Eisenindustrie. Für letztere spielen auch die Kohlenpreise eine sehr viel ausschlaggebendere Rolle; außerdem ist die Valuta von unmittelbarer Wirkung auf die Bezüge an Auslandserz.

Wie schon mitgeteilt³⁾, erhöht sich die Fracht um 10%, wenn sie nicht vom Absender bei Aufgabe des Gutes bezahlt, sondern auf den Empfänger überwiesen wird. Schon jetzt, wo der Verkehr daniederliegt und auch im unbesetzten Deutschland Versand und Empfang beschränkt sind, beginnen die Schwierigkeiten sich zu häufen, welche durch diesen allgemein als eine überaus große Härte empfundenen Zuschlag entstehen. Es ist ein großer Unterschied zwischen dem Frankaturzwang der Post und dieser Nötigung, die Bahnfracht voranzuzahlen, die bisher, von wenigen Ausnahmen abgesehen, erst bei Ablieferung des Gutes bezahlt wurde. Wenn Zechen oder große Werke mit einem nach Hunderten von Ladungen zählenden Tagesversand die Frachten voranzahlen und mit den Warenempfängern verrechnen sollen, dann hat das natürlich weittragende Schwierigkeiten zur Folge. Es beträgt z. B. die Fracht für 15 t

Walzeisen auf 500 km Entfernung seit dem 18. September 9 450 Millionen. Der Empfänger wird die 10% Frachtaufschlag = 945 Millionen unter allen Umständen sparen wollen und deshalb den Absender um Vorlage der Fracht ersuchen. Das bedarf aber eingehender Regelung, verursacht dem Absender einen großen Geldaufwand, und bei dem schwankenden Markwert ist es überaus schwer, in vollem Werte Ersatz zu erhalten. Das wiederholt sich unzählige Male und macht selbst bei grundsätzlicher Verständigung mit der Hauptkundschaft ungemein viele Schwierigkeiten und Mühe. Dabei hat die Eisenbahn nicht einmal die innere Berechtigung zu dem Verlangen der Frachtvorauszahlung, denn sie erhält doch ohnehin sofort nach der Beförderung gegen Auslieferung des Gutes ihre Fracht, die durch die jeweils geltende Schlüsselzahl bereits dem Stande der Geldwertung angepaßt ist; allerdings muß zugegeben werden, daß dies der Natur der Sache nach nicht immer sofort geschehen kann, wofür es aber mitunter wohl im voraus geschieht. Unter Umständen erhält die Eisenbahn die Entschädigung für die Geldwertung also doppelt, abgesehen davon, daß die 10% ganz willkürlich gegriffen sind. Außerdem wird dieser Zuschlag auch dann eingezogen, wenn während der Beförderung die Mark nicht nur nicht gesunken ist, sondern sich sogar gehoben hat. Ein weiteres Bedenken ist, daß die Maßregel mit sofortiger Wirkung getroffen wurde, und Handel und Wandel sich also nicht einstellen konnten. Zwar soll sie wieder aufgehoben werden — und nur das läßt zu, sich einigermaßen mit ihr abzufinden, wenn die Fracht in wertbeständigen Zahlungsmitteln bezahlt werden kann, aber das ändert einsteilen nichts an der gegenwärtigen harten Zwangslage.

Nach Niederschrift des Obigen, bei der noch nicht einmal die Drucksachen über die Erhöhung vom 18. September vorlagen, so daß die hierauf bezüglichen Zahlen auf Ausrechnung beruhen, wurde die Erhöhung der Gütertarife ab 25. September 1923 um 100% (Steigerung der Schlüsselzahl von 18 auf 36 Millionen) bekannt. Raum und Zeit gestattet es nicht, auch diese Erhöhung noch in die Zahlentafel aufzunehmen, was für Beteiligte aber auch nicht nötig sein wird; denn das Ergebnis ist leicht durch Verdoppelung der in Betracht kommenden Zahlen zu übersehen. Diese schon so rasch folgende Verdoppelung der erst soeben noch verachtachten Riesenfrachten muß und wird natürlich von ungeheurer Wirkung auf jegliche Wirtschaft sein und u. a. auch dazu führen, daß Reich, Länder und Gemeinden Löhne und Gehälter nun wieder angemessen erhöhen müssen. Wann wird auch das Reich aufhören, die endlose Schraube immer wieder stark anzuziehen und damit den Anlaß zu geben, daß die davon Betroffenen das gleiche tun!? Es handelt sich für die Gesamtwirtschaft um Sein oder Nichtsein.

Bücherschau¹⁾.

Beyschlag, F., Prof. Dr., Geh. Oberbergrat, Präsident der Geolog. Landesanstalt, Berlin, Prof. Dr. P. Krusch, Abteilungsdirektor an der Geolog. Landesanstalt, Berlin, und Prof. Dr. J. H. L. Vogt, früher an der Universität Kristiania, jetzt an der Techn. Hochschule zu Trondhjem: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. In 3 Bden. (2. Aufl.) Stuttgart: Ferdinand Enke. 8^o.

Bd. 1. Erzlagerstätten. Allgemeines. Magmatische Erzausscheidungen. Kontaktlagerstätten. Zinnsteinganggruppe und Quecksilberganggruppe. 2., neubearb. Aufl. Mit 281 Abb. (XXXI, 578 S.)

Bd. 2. Erzlagerstätten. [T.] 2. Junge Gold-Silbererzganggruppe [usw.] 2., neubearb. Aufl. Mit 200 Abb. (XXXI, 916 S.)

1) Wo als Preis der Bücher eine Grundzahl (abgekürzt Gz.) gilt, ist sie mit der jeweiligen buchhändlerischen Schlüsselzahl — zur Zeit der Drucklegung 50 000 000 — zu vervielfältigen.

1) 28,08 Goldmark.

2) 240 Goldmark.

3) Vgl. St. u. E. 43 (1923), S. 1212.

Dem ersten Bande dieses führenden Handbuches der Lagerstättenlehre, der, im Jahre 1910 erstmalig erschienen, bereits im Jahre 1914 die zweite Auflage erlebte, ist vor einiger Zeit auch die zweite Auflage des zweiten Bandes nachgefolgt. Beide Bände der ersten Auflage sind in dieser Zeitschrift¹⁾ bereits eingehend gewürdigt worden. Für den Inhalt des vorliegenden Werkes kann somit auf die angeführten Stellen verwiesen werden; seine Bedeutung kennzeichnen die folgenden Worte, mit denen F. Klockmann seine Besprechung des zweiten Bandes schließt: „Wo immer man sich in der Praxis wie in der Wissenschaft über das Vorkommen der Erze und ihre Lagerstätten unterrichten will, da wird man zu dem Buche der drei Verfasser greifen und Belehrung und Anregung zugleich finden.“

Die Neuauflage beider Bände weist gegenüber der ersten Auflage eine Reihe tiefgreifender Änderungen und Erweiterungen auf. So ist im ersten Bande der Hauptabschnitt über die Mineralbildung zum großen Teil gänzlich umgearbeitet und ein Abschnitt über die Gelerze eingefügt.

Im zweiten Bande sind neu die Hauptabschnitte über die epigenetischen Blei-, Zinkerz- und Kupfererz-Imprägnationslagerstätten, die an die Hauptabschnitte über die Bleizinkerzgänge und metasomatischen Bleizinkerze sowie an die Kupfererzgänge und metasomatischen Kupfererze angeschlossen sind. Sie enthalten u. a. die Knottenerze von Commen und Mechernich, die bisher unter den Erzlagern aufgeführt waren; die Gruppe der Erzlager wird hierdurch einheitlicher. Außer den wichtigen Gruppen der Eisen- und Manganerzlager finden sich hier an bedeutenderen Vorkommen nur noch der Mansfelder Kupferschiefer, die Fahlbänder und unter der Gruppe der Schwefel- und Kupferkieslager der Rammelsberg sowie Meggen. Wesentlich erweitert sind ferner die Hauptabschnitte über die Entstehung der Erzgänge und der Erzlager. Dazu haben endlich die Verfasser die wertvollen Angaben wirtschaftsstatistischer und literarischer Natur ergänzt und erneuert. Es sei noch darauf hingewiesen, daß dieser zweite Band für den Eisenhüttenmann deswegen erhöhte Bedeutung besitzt, weil in ihm, mit Ausnahme der magmatischen Erzausscheidungen Schwedens und der Kontaktlagerstätten der Insel Elba, die wichtigsten Eisen- und Manganerzlager dargestellt werden. Soweit man von der Schmiedeberger Lagerstätte absteht, fallen hierunter auch sämtliche deutsche Eisenerzvorkommen.

Bergassessor *W. Luyken*.

Wassmuth, A., Dr., o. Professor der theoretischen Physik an der Universität Graz: *Grundlagen und Anwendungen der statistischen Mechanik*. 2., verm. und verb. Aufl. Mit 4 Abb. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn, A.-G., 1922. (VI, 115 S.) 8°. Gz. 4 *M.*

(Sammlung Vieweg. H. 25.)

Das Buch bringt aus berufener Feder eine Darstellung des gegenwärtigen Standes der statistischen Mechanik, eines jüngeren Zweiges der theoretischen Physik, ohne sich jedoch auf die rein mathematisch-abstrakten Ableitungen der Begriffe und Formeln zu beschränken. Vielmehr sucht der Verfasser stets wieder den Anschluß an die anschauliche dreidimensionale Wirklichkeit und findet ihn durch Behandlung von Beispielen und noch mehr durch die Darstellungsart, in der wie ein roter Faden der stete Hinweis auf den Sinn der statistischen Mechanik als der Wissenschaft hervorleuchtet, die die Zusammenhänge aufsucht zwischen dem unermesslich vielgestaltigen Geschehen in der Welt des unsichtbar Kleinen, nämlich dem Mikrokosmos der Moleküle, Atome, Elektronen, und der Welt der experimentellen Beobachtung, in der wir leben, dem Makrokosmos. Unter seiner Führung ergibt sich, wie es der statistischen Mechanik heute gelungen ist, den Zusammenhang zwischen den Gesetzen, denen die Bewegun-

gen der kleinsten Stoffteile folgen, und den großen physikalischen Gesetzen, die wir aus der Naturbeobachtung erschlossen haben, aufzufinden und streng mathematisch zu begründen. So ergeben sich aus der statistischen Betrachtungsweise das Gasgesetz von van der Waals, das Plancksche Strahlungsgesetz, das Strahlungsgesetz von Stefan-Boltzmann u. a. Gerade diese Eigenschaft des Buches, zu zeigen, wie es möglich ist, an Hand der streng mathematischen statistischen Betrachtungsweise eine sozusagen übernatürlich anmutende Ordnung in das nach menschlichen Begriffen vollkommen verworrene und zufällige molekulare Einzelgeschehen zu bringen, läßt es für den Eisenhüttenmann Wert gewinnen. Sieht er doch, daß es das gleiche Gesetz ist, das uns die Statistik des Wirtschaftslebens wertvoll macht, das für den Forscher die Möglichkeit schafft, aus einer großen Anzahl fehlerhafter Einzelmessungen den Gang eines Naturgesetzes mit großer Sicherheit zu erschließen, und das sogar aus den abweichenden Einzelzahlen des Betriebes Schlüsse allgemeiner Bedeutung auf den Herstellungsgang zuläßt, wie die neuerdings von *Daevess*¹⁾ in die Industrieforschung eingeführte Großzahlforschung erkennen läßt. Es sei noch darauf hingewiesen, daß zu dem Studium des Buches Kenntnisse der theoretischen Physik gehören.

Alfred Schack.

Index, Technischer. Jahrbuch der technischen Zeitschriften-, Buch- und Broschüren-Literatur. Auskunft über Veröffentlichungen in technischen Zeitschriften und über den technischen Büchermarkt nach Fachgebieten mit Technischem Zeitschriftenführer. Hrsg. von Heinrich Rieser. Wien (IV, Trappeltgasse 3): Carl Stephenson Verlag. 8°.

Ausg. 1921 für die Literatur der Jahre 1918, 1919 und 1920. Bd. 6/7. (300 S.) Gz. 3 *M.*, geb. 4 *M.*

Es soll nicht verkannt werden, daß der Herausgeber dieses Jahrbuches bemüht gewesen ist, den Stoff übersichtlich aufzuteilen und auf möglichst engem Raume eine Menge wissenschaftlicher Literaturnachweise zu vereinigen. Wenn man jedoch den Inhalt etwas näher prüft, so wird seine große Dürftigkeit bald offenbar, da der Herausgeber für das Gesamtgebiet der Technik nur etwa 160 Zeitschriften, meist deutschen und österreichischen Ursprungs, ausgewertet, dagegen die ganze Fachliteratur des hochvalutarischen Auslandes unberücksichtigt läßt. Daher ist es auch erklärlich, daß für die gesamte Technik jährlich nur etwa 4000 Titel nachgewiesen werden, Buchtitel einbegriffen. Wenn man bedenkt, daß für das Eisenhüttenwesen und seine Grenzgebiete allein in der „Zeitschriftenschau“ von „Stahl und Eisen“ alljährlich etwa 3000 Titel veröffentlicht werden, so dürfte wohl über die Vollständigkeit und infolgedessen über das Maß der Brauchbarkeit dieses Buches kaum noch ein Wort zu sagen sein.

Herbert Dickmann.

Ferner sind der Schriftleitung zugegangen:

Mehrens †, Georg Christoph, Geh. Hofrat und Professor der Ingenieurwissenschaften an der Technischen Hochschule in Dresden: *Vorlesungen über Ingenieur-Wissenschaften*. Leipzig: Wilhelm Engelmann. 8°.

T. 2. Eisenbrückenbau.

Bd. 3. Die Hauptträgersysteme nebst ihrer Berechnung; bauliche Einzelheiten der Balken-, Bogen- und Hängebogenbrücken; bauliche Einzelheiten der Hängebrücken; Herstellung der Eisenbrücken in der Werkstatt und auf der Baustelle. Mit 579 Textfig. und 1 Ausschlagtafel. 1923. (IX, 445 S.) Gz. 28 *M.*
Monographien zur Feuerungstechnik. Leipzig: Otto Spamer. 8°.

H. 5. **Litinsky**, L., Oberingenieur, Leipzig: *Wärmewirtschaftsfragen*. Mit 40 Abb. und 17 Tab. im Text und Anh. 1923. (194 S.) Gz. 4,70 *M.*, geb. 5,50 *M.*

Paulmann, M., Regierungs- und Baurat, Emden, und **R. Blaum**, Regierungsbaumeister, Direktor der

¹⁾ 31 (1911), S. 611, und 34 (1914), S. 430/1.

¹⁾ St. u. E. 43 (1923), S. 462/6.

Atlas-Werke, A.-G., Bremen: Die Bagger und die Baggereihilfsgeräte. Ihre Berechnung und ihr Bau. 2., verm. Aufl. Berlin: Julius Springer. 4^o.

Bd. 1. Die Naßbagger und die dazu gehörenden Hilfsgeräte, bearb. von M. Paulmann und R. Blaum. Mit 598 Textabb. und 10 Taf. 1923. (VIII, 231 S.) Gz. geb. 21 *M*.

Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure. Berlin: Julius Springer. 8^o.

Bd. 1. Der Austauschbau und seine praktische Durchführung. Bearb. von Prof. Dr. G. Berndt u. a. Hrsg. von Dr.-Ing. Otto Kienzle. Mit 319 Textabb. und 24 Zahlentaf. 1923. (VIII, 320 S.) Gz. geb. 8,50 *M*.

Schumann, Ph., Dr.-Ing., München: Das Gas im Haushalt. Mit 24 Abb. Hrsg. von der Bayerischen Landeskohlenstelle, München. München: Johannes Albert Mahr 1922. (18 S.) 4^o. Gz. 0,80 *M*.

Schwartz, H. A.: American Malleable Cast Iron. First ed. (With 190 fig.) Cleveland (Ohio): The Penton Publishing Co. 1922. (XVIII, 416 p.) 8^o. (Zu beziehen durch Ingenieur Hubert Hermanns, Berlin SW 48, Friedrichstraße 218, zum Originalpreise von) S. 35/—.

Stephan, P., Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Professor: Grundzüge der Technischen Mechanik des Maschineningenieurs. Ein Leitfadens für den Unterricht an maschinentechnischen Lehranstalten. Mit 283 Textabb. Berlin: Julius Springer 1923. (VI, 160 S.) 8^o. Gz. 2,50 *M*.

Steuergesetze, Die neuen, vom August 1923 einschließlich der neuen Devisenablieferungsverordnung vom 25. August 1923. Hrsg. im Auftrage des Reichsfinanzministeriums. Erl. von Dr. A. Zarden, Ministerialrat im Reichsfinanzministerium. Inhalt: 1. Brotversorgungsabgabe. 2. Rhein- und Ruhrabgabe mit den Gesetzen über die Erhöhung der

Vorauszahlungen auf Einkommen-, Körperschafts- und Umsatzsteuer. 3. Gesetz über die Besteuerung der Betriebe. 4. Steuerzinsgesetz. 5. Verordnung über die Leistung von Abschlagszahlungen auf die Umsatzsteuer. 6. Gesetz über die wertbeständige Anleihe. 7. Abrundungsverordnung. 8. Verordnung über die Ablieferung ausländischer Vermögensgegenstände vom 25. August 1923. 9. Gesetz über Abänderung einzelner Verbrauchsteuergesetze. Mit Ausführungsbestimmungen und Beispielen. Berlin (W 57, Potsdamer Straße 96): Otto Liebmann 1923. (VII, 170 S.) 8^o. Gz. 3,20 *M*.

✱ Eine der größten Schwierigkeiten, die sich aus den „brutalen“ Steuergesetzen vom August 1923 ergeben, dürfte in der Schnelligkeit liegen, mit der die Gesetze dem Reiche ungeheure Einnahmen schaffen sollen. Der bisherige Weg, die Steuern besonders zu veranlagten und den Steuerbetrag dem Steuerpflichtigen mitzuteilen, wird infolgedessen nicht gangbar sein. Der Steuerzahler wird vielmehr an Hand der Gesetze selbst seine Steuern zu berechnen haben. Man wird daher die vorliegende, vom Reichsfinanzministerium selbst veranlaßte übersichtliche Zusammenfassung der Gesetze mit den Erläuterungen eines wirklich zuständigen Fachmannes um so mehr begrüßen dürfen, als sie vielfach praktische Beispiele anführt, die das Verständnis des Textes wesentlich fördern. Namentlich über die Devisenablieferungsverordnung, über die noch viel Unklarheit herrscht, hat sich der Verfasser eingehend verbreitet. ✱

Steuergesetze, Die neuen, vom 11. August 1923: Rhein-Ruhr-Abgabe/Vorauszahlungen auf die Einkommen- und Körperschaftssteuer/Betriebssteuergesetz/Steuerzinsgesetz. Textausg. mit Anm., Durchführungsbestimmungen und Erlassen von Dr. Erler, Oberregierungsrat a. D. in Weimar, und Dr. Fritz Koppe, Rechtsanwalt, Hauptschriftleiter der „Deutschen Steuer-Zeitung“. Berlin: Industrieverlag, Spaeth & Linde, 1923. (155 S.) 8^o (16^o). Gz. 4 *M*.

Vereins-Nachrichten.

Edgar Widekind †.

Am 1. September 1923 traf ein Herzschlag den Zivil-Ingenieur Edgar Widekind zu Düsseldorf. Damit setzte der Tod den Schlußstrich unter ein Leben voll von Arbeit, Mühen und Beharrlichkeit, aber auch reich an vielen, zäh errungenen Erfolgen. E. Widekind war ein Ingenieur in des Wortes schönstem Sinne. Von Grund auf konstruktiv veranlagt, erfaßte er mit seltener Sicherheit das Wesentliche einer Konstruktion, fühlte sogleich die Schwächen und Mängel heraus und wußte das Brauchbare rasch in klarer Weise zur Darstellung zu bringen.

Allem persönlichen Hervortreten abhold, wirkte er nur durch die Sachlichkeit seiner Arbeiten, durch die Anpassungsfähigkeit seines Geistes auf den verschiedenartigsten Gebieten des Maschinenbaus und Hüttenwesens sowie durch seinen unverdrossenen Fleiß und die Stetigkeit seiner Arbeit. So führte ihn das Leben rastlos von Aufgabe zu Aufgabe und zu immer umfangreicher werdender Tätigkeit. Mit ihr wuchs das Vertrauen zuerst seiner Vorgesetzten, später, nachdem er sich selbständig gemacht hatte, seiner Geschäftsfreunde im In- und Auslande. Und als er endlich kurz vor dem Weltkriege sein Geschäft jüngerem, von ihm sorgfältig eingeführten Kräften übergeben hatte und sich zur wohlverdienten Ruhe setzte, konnte er es mit dem Bewußtsein tun, an der Entwicklung der deutschen Hüttenindustrie sein gut Teil beigetragen zu haben.

E. Widekind wurde geboren am 6. November 1854 zu Hörde i. W. Er besuchte das Gymnasium zu Dortmund, durchlief danach die Gewerbeschule zu Barmen und die Technische Hochschule zu Karlsruhe. Seine

erste Stellung führte ihn in die Werkzeugmaschinenfabrik von Wagner & Co. in Dortmund. Von dort ging er zum Bochumer Verein nach Bochum, wo er an der Konstruktion des Scheibenräder- und Bandagenwalzwerks an erster Stelle beteiligt war. Als 30jähriger übernahm er dann die Leitung der Maschinenfabrik Thyssen & Co. in Mülheim, woselbst er unter vielen anderen Arbeiten das damals stillgesetzte Martinstahlwerk gänzlich umbaute und mit glänzendem Erfolg in Betrieb setzte. Seine überaus fruchtbare und vielseitige Tätigkeit veranlaßte darauf die Rheinischen Stahlwerke in Duisburg-Meiderich, ihm ihren gesamten maschinellen Betrieb und alle Neu- und Umbauten zu übertragen, eine Arbeit, die Widekind mit rastlosem Eifer in sechsjähriger Tätigkeit durchführte und vollendete.

Er machte sich sodann selbständig, zuerst in Hannover und seit 1898 in Düsseldorf. In dieser Tätigkeit wirkte er unter anderem mit an den Plänen für den Neubau der Rombacher Hüttenwerke in Rombach, erbaute mit seinem Freunde H. Rinne das neue große Stahl- und Walzwerk der Mannemannröhren-Aktiengesellschaft, vorm. Schulz-Knautd, in Huckingen, und führte eine ganze Reihe sonstiger bedeutender Stahlwerksanlagen aus.

Als Mensch war Widekind ungemein beliebt und hatte viele treue Freunde. Dem Verein deutscher Eisenhüttenleute gehörte er seit langem an; viele unserer Mitglieder werden den allzeit gütigen und bescheidenen Herrn gekannt haben und ihm ein freundliches Gedenken bewahren.