viel Blei und wenig Zinn gelöst; die Ausfällung des Bleis geht also in dieser ebenso langsam vorwärts wie in der $\frac{1}{20}$ n. Essigsäure, und die Gesamtangreifbarkeit der Legierung steigt wie in dieser kontinuierlich und beträchtlich mit dem Gehalt an Blei. Es lag daher nahe, die Ausfällungsgeschwindigkeit des Bleis durch Zinn lediglich als eine Funktion der Wasserstoffionen anzusehen, da nämlich eine $\frac{1}{20}$ n. Essigsäure und eine $\frac{1}{100}$ n. Milchsäure, ebenso wie eine $\frac{1}{20}$ n. Milchsäure und eine $\frac{1}{4}$ n. Essigsäure in Bezug auf H^+ -Ionen ungefähr äquivalent sind. Dieser Schluss wurde jedoch nicht bestätigt; denn durch eine Lösung von $\frac{1}{4}$ n. Essigsäure und $\frac{1}{10}$ n. Na-Acetat, die fast gar keine freien H^+ -Ionen enthält, wurde wie in den starken Säuren fast nur Zinn gelöst. Die erhöhte Ausfällungsgeschwindigkeit des Bleis durch Zinn kann in diesen Lösungen durch weitgehende Komplexbildung der Zinnionen erklärt werden. Jedenfalls sind die Wasserstoffionen für diesen Vorgang nicht allein maassgebend.

Es hat sich also gezeigt, dass die im Verlaufe der Arbeit begründeten Anschauungen über das elektrochemische Verhalten von Blei und Zinn und die Konstitution ihrer Legierungen völlig ausreichen die Erscheinungen beim Angriff der Legierungen durch Säure zu erklären. Denn auch die Beobachtungen älterer Forscher stehen im vollsten Einklang mit ihnen. Bei allen früheren Versuchen wurden nämlich konzentrierte Säuren verwendet und in ihnen in Uebereinstimmung mit den meinigen eine Auflösung von wenig Blei und viel Zinn gefunden. Verdünnte Säuren kamen gar nicht zur Untersuchung, weil man als selbstverständlich annahm, dass, wenn konzentrierte Säuren kein Blei auflösen, dies verdünnte erst recht nicht tun. Gerade das Umgekehrte ist aber der Fall, da nur in den verdünnten Lösungen der sekundäre Vorgang der Bleiausfällung ausgeschaltet ist. Daher gestatten nur diese Versuche ein begründetes Urteil über die Angriffsmöglichkeit der Blei-Zinnlegierungen.

Herr Dr. H. Goldschmidt-Essen a. d. Ruhr:

DER RUTHENBURG-PROZESS.

Gegen Ende des vergangenen Jahres führte mich mein Weg zur Industrie der Niagarafälle, deren chemischen und elektrochemischen Teil ich während eines achttägigen Aufenthaltes daselbst teilweise besichtigen konnte. Da über diese Industrie Professor Haber schon eingehend berichtet hat, ist es mir kaum möglich, etwas Neues von dort zu erzählen. Nur den Ruthenburgprozess, von dem mir bei meinem Aufenthalt in Amerika ausserordentlich viel gesprochen wurde, hat, meines Wissens, Professor Haber nicht oder nur nebenbei erwähnt, und da dieser Prozess mit der elektrischen Darstellung des Stahles, bezw. Eisens zu tun hat, so widmete ich demselben ein akademisches Interesse.

Es gibt auf der Welt eine grosse Reihe von verhältnismässig reinen Eisenerzen, die Fe_3O_4 enthalten. Werden diese Erze gepulvert, so ist eine Aufbereitung ausserordentlich einfach. Man erhält dann ein ziemlich reines, aber pulverförmiges Fe_3O_4 , sogen. Concentrates. Die Reduktion dieses pulverförmigen Erzes im Hochofen ist kaum durchführbar, da sich derselbe durch diesen Erzstaub schnell versetzt. Man hat deswegen versucht, diese pulverförmigen Erze zu briкетtieren, doch ist man auch bei diesem Prozess auf Schwierigkeiten gestossen, da die Briкетtierung durchaus nicht einfach und billig ist. Allerdings sind in neuester Zeit auch in der Briкетtierung dieser Erze erhebliche Fortschritte gemacht worden, und zwar besonders in Schweden. Dort werden, nach Gröndal, die Erze mit Wasser angerührt, zu Briкетts gepresst

und in geeigneten Flammöfen, die mechanisch beschickt werden, hoch erhitzt. Die Briкетts sind, wie ich mich an Hand mir vorgelegter Proben überzeugte, ausserordentlich fest und porös. Die Kosten des Briкетtverfahrens sollen für die 1000 kg Erz 2 Kronen betragen, bei Anwendung von Hochofengas sogar nur 1 Krone (1 Krone = 1,12 Mk.). Auch das Binden der Erze mit 5 bis 10% Zement ist vorgeschlagen worden. Schliesslich verwendet Professor Mathesius zum Briкетtieren sogar Hochofenschlacke, die er nach eigenartigem Verfahren aufschliesst und in einen Zement umwandelt.

Ruthenburg ist nun auf die Idee gekommen, den elektrischen Strom zum Schmelzen dieser Concentrates zu verwenden und hat einen recht sinnreichen Apparat hierfür ausgegrübelt, einen Apparat, der aber, wie Sie sehen werden, vorläufig nur den Anspruch eines grösseren Laboratoriumapparates machen kann, weil mit ihm nur kleinere Mengen Material geschmolzen werden können. Der Apparat müsste sehr erheblich vergrössert werden, um praktischen Zwecken zu dienen, was aber kaum nennenswerte Schwierigkeiten bereiten dürfte. Sie ersehen die Apparatur aus den Abbildungen Fig. 129 bis 131. Ruthenburg lässt zwischen zwei hufeisenförmig angeordneten Elektromagneten, die in eigenartiger Weise umkleidet sind, das gepulverte Fe_3O_4 hindurch fallen. Die Magnete ziehen die kleineren Partikelchen an, wodurch der Raum zwischen den Polen überbrückt wird. Gleichzeitig wird durch diese Magnete ein genügend

starker elektrischer Strom geleitet, der bei diesem Apparat mit 500 Amp. und 100 Volt arbeitet. Die Magnetpole sind demnach elektrisch voneinander isoliert, wie auf der Zeichnung angedeutet ist, und das auf denselben haftende Magneteisenerz wird durch den Strom geschmolzen und tropft dann herunter. Das erhaltene Produkt nennt Ruthenburg „beans“ (Bohnen), weil das

werden ausserdem mit Wasser gekühlt. Proben von dem geschmolzenen Fe_3O_4 habe ich mitgebracht und liegen hier zur Ansicht.

Ruthenburg sagte mir, dass er mit 250 Kilowattstunden eine Tonne Erz schmelzen könne. Ich habe eine theoretische Berechnung versucht, und Sie finden die Zahlen in nachstehender Tabelle. Ich komme, wie Sie sehen,

Fig. 129.

so geschmolzene Erz in etwa bohngrossen Stücken resultiert. Grosse Schwierigkeiten hat es Ruthenburg bereitet, ein geeignetes Material zu finden, welches das Fe_3O_4 im Augenblick des Schmelzens nicht anbacken lässt, und er hat gefunden, dass Retortenkohle hierfür das geeignete Material ist. Damit umgibt er die beiden Walzen, die sich um die beiden Pole des Elektromagneten sehr langsam drehen. Die Retortenkohlen scheinen tatsächlich so gut wie nicht angegriffen zu werden. Die Magnete

theoretisch zu einer nicht unerheblich höheren Zahl, doch liegt wohl die Möglichkeit vor, dass Ruthenburg nur einen Teil des Fe_3O_4 schmilzt

Schmelzpunkt des Fe_3O_4 . . .	1500° (angenommen).
Spezifische Wärme	0,156° (Kopp).
Latente Schmelzwärme . . .	50 Kal. (angenommen).
Wärmewert von 1 Watt . . .	0,24 Kal.

Daher zum Schmelzen von 1 Tonne Fe_3O_4

$$1000 \frac{1500 \cdot 0,156 + 50}{0,24 \cdot 3600} = 329 \text{ Kilowatt-Stunden.}$$
 Nach Angabe von Ruthenburg 250 Kilowatt-Stunden.

und ein Teil des Produktes nur sintert, oder dass die geschmolzenen „beans“ noch ungeschmolzenes Erz einhüllen, was für den Prozess ja auch genügend wäre. Ich selbst habe die Zahlen von Ruthenburg nicht nachgeprüft.

Gesetzt aber den Fall, dass Ruthenburg mit 250 Kilowatt eine Tonne schmilzt, so sind die Auslagen hierfür doch nicht ganz unerheb-

Fig. 130.

Fig. 132.

lich. Immerhin ist es möglich, dass bei sehr billiger Wasserkraft und bei besonderen Transportverhältnissen der Erze das Verfahren konkurrenzfähig ist. Durch die Aufbereitung der Erze in dieser Art will Ruthenburg auch noch zwei Vorteile erreichen. Durch die magnetische Aufbereitung wird nämlich erstens bei den meisten Erzen der Phosphor in hohem Masse eliminiert, der bei der Gangart zurückbleibt. Zweitens wird bei dem Schmelzen des Fe_3O_4 der grösste Teil des Schwefels abgeröstet. Fast das gleiche tritt bei dem oben erwähnten schwedischen Brikettierverfahren ein, bei dem beispielsweise Erze, die 0,4% S enthielten, nach dem Erhitzen, bezw. fertigen Brikettieren nur noch 0,015% S aufwiesen. Sind die Erze aber von vornherein nicht allzu reich an Schwefel und Phosphor, so können auf diese Weise sehr reine „beans“ erlangt werden, aus denen ein sehr reines Roheisen erschmolzen werden kann, das für Tiegelgussstahl zu verwerten ist. Allerdings geht Ruthenburg in seinen Ideen noch weiter; er will aus seinen zusammengeschmolzenen „beans“ direkt eine Art Eisenschwamm

eventuell sogar mit geringem Kohlenstoffgehalt erhalten, indem er reduzierende Gase aus minder-

Fig. 131.

wertigem Brennstoff den von seiner Maschine geschmolzenen Magneteisenerzstücken entgegen-

führt. Er lässt deswegen sein Erz direkt in einen kleinen Schachtofen eintröpfeln (Fig. 132). Ruthenburg rechnet mit der Tatsache, dass Fe_3O_4 bei verhältnismässig sehr niedriger Temperatur zu reduzieren ist. Ueber diese Reduktionsarbeit mit minderwertigen Gasen konnte mir Ruthenburg genaue Daten leider noch nicht angeben und sie scheinen vorläufig einen praktischen Wert noch nicht erhalten zu haben. Ruthenburg sagte mir, dass er sowohl in Kanada, als im Westen von Amerika zwei grössere Versuchsanlagen mit mehreren hundert Pferdekraften errichten werde.

Der Prozess an und für sich ist entschieden

ein sehr eigenartiger und meines Wissens in deutschen Fachzeitschriften noch wenig besprochen. Man wird vorläufig aber auf Betriebsergebnisse noch warten müssen, bevor man ein endgültiges Urteil fällen kann. Es hat sich schon manches Verfahren, das im ersten Augenblick zu teuer oder zu kompliziert aussah, doch Bahn gebrochen. Mit dem Wunsche, dass es Ruthenburg gelingen möge, alle Schwierigkeiten, die ihm entgegentreten, zu überwinden und mit dem Danke an den Herrn Ruthenburg, der mir bereitwilligst alle seine Apparate und Maschinen gezeigt hat, möchte ich diese kurze Mitteilung schliessen.

Herr Professor G. Tammann-Göttingen:

ÜBER GLASBILDUNG UND ENTGLASUNG.

Man teilt die verschiedenen Aggregatzustände, in denen ein Stoff auftreten kann, am besten in die beiden Hauptgruppen isotrope und anisotrope Zustände ein.

Die isotropen Zustände sind: 1. der gasförmige, 2. der flüssige und 3. der amorphe Zustand. Diese Zustände unterscheiden sich von dem anisotropen, dem Kristallzustand, vor allem dadurch, dass alle Eigenschaften der Stoffe in den isotropen Zuständen von der Richtung im Stoffe nicht abhängen, sie sind skalarer Natur. Dagegen ist im Kristallzustand ein Teil der Eigenschaften von der Richtung im Kristall abhängig.

Viele Stoffe treten nun nicht nur in einer, sondern in mehreren Kristallarten auf. Der Polymorphismus ist eine sehr verbreitete Erscheinung.

Man ersieht also, dass die alte Systematik der drei Zustände: gasförmig, flüssig und fest, nicht weit reicht, wenn durch dieselbe die wesentlichen Merkmale der Zustände charakterisiert werden sollen.

Es war schon längst bekannt, dass einige Stoffe bei schneller Abkühlung ihrer Schmelzen in Form isotroper, fester Stoffe erhalten werden können. Aber man hatte sich wohl nicht genügend Rechenschaft gegeben von der Art und Weise, in der sich die spontane Kristallisation unterkühlter Schmelzen vollzieht, und deshalb hatte man auch die Bedingungen, welche erfüllt sein müssen, um einen Stoff in den amorphen Zustand überzuführen, nicht genügend erkannt.

Die spontane Kristallisation einer unterkühlten Schmelze hängt von zwei Faktoren ab: 1. von dem spontanen Kristallisationsvermögen, das durch die Anzahl von Kristallisationscentren, die sich während der Zeiteinheit in der Masseneinheit der Flüssigkeiten bilden, gemessen wird; 2. von der Geschwindigkeit, mit der sich die

Grenze zwischen der Flüssigkeit und dem Kristall verschiebt.

Spontanes Kristallisationsvermögen.

Wir wollen uns zuerst mit dem spontanen Kristallisationsvermögen, der die Kristallisation unmittelbar bedingenden Eigenschaft, beschäftigen.

Sowohl durch Betrachtung der Struktur einer kristallisierten Schmelze, als auch durch direkte Beobachtung der Vorgänge beim Eintritt der Kristallisation kommt man zum Resultat, dass die Kristallisation auch bei grossen Unterkühlungen nie gleichmässig durch die ganze Masse der Flüssigkeit sich vollzieht, sondern dass dieselbe immer nur in einzelnen Punkten der Flüssigkeit, den Kristallisationscentren, eintritt. Von diesen aus wachsen häufig radial angeordnete Kristallfäden, durch deren Verlängerung eine Kugel oder ein Kugelsegment, ein Sphärokristall entsteht. Die Anzahl dieser Sphärokristalle, von denen jeder ein Kristallisationscentrum enthält, lässt sich bei einigen Stoffen leicht durch Zählung bestimmen.

Zu diesem Zweck schliesst man den Stoff in ein dünnwandiges Glasrohr, von engem Lumen, erwärmt das Rohr in einem Bade auf eine bestimmte Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes und bringt dann das Rohr schnell in ein Bad, das eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes besitzt. Bis zu einer gewissen Temperatur, gegen 40 bis 80° unterhalb des Schmelzpunktes, kann man dann nach einer gewissen Zeit die gebildeten Sphärokristalle, eventuell die einzelnen Kristalle, abzählen. Bei tieferen Unterkühlungen wird die Kristallisationsgeschwindigkeit so gering, dass man zu lange warten müsste, bis die Kristallisationscentra zu sichtbaren Gebilden ausgewachsen sind. Deshalb erwärmt man den Stoff, nachdem er eine Zeit lang einer niederen Temperatur exponiert