

sind, sichern dem Buche auch diesmal wieder das **regste Interesse der Fachkreise**. Kommt noch hinzu, daß nach Buchheisters Tode in Ottersbach der rechte Mann zur Fortführung des Werkes gefunden ist, dem es schon nach 2 Jahren vergönnt war, zum zweiten Male das Werk in die Welt zu senden.

Das vorliegende Buch ist eigentlich nur der I. Teil von Buchheisters Handbuch, den II. Teil bildet das im Mai 1910 in 6. Auflage erschienene „Vorschriftenbuch für Drogisten“. Es wäre gut, wenn der Herausgeber dies deutlicher vermerkt hätte; so kann der mit der Drogistenliteratur nicht entsprechend Vertraute aus dem Vermerk „I. Teil“, der auf einem mit dem Titelblatt in Titel und Untertitel gleichlautenden Vorblatt steht, nicht recht klug werden, zumal auch in den beiden Vorworten des vorliegenden Teils davon nicht die Rede ist. aj. [BB. 104.]

### Aus anderen Vereinen und Versammlungen.

Iron and Steel Institute.

London, 5./10. 1911.

(Schluß von S. 22a.)

A. Ciampi, Florenz: „Die Eisenerzlager von Südtalien.“

Prof. La Valle, Rom: „Über die Eisenerzlager von Südtalien und Sizilien.“

C. Calvi: „Die Eisenerzgewinnung in Brebanatal.“

L. Testa: „Die Eisenerzlager von Sardinien.“

R. Catani, Rom: „Die Anwendung der Elektrizität in der Metallindustrie Italiens.“ Der Vortr. gibt eine Übersicht über die in Italien im elektrischen Ofen erzeugten metallurgischen Produkte und beschäftigt sich mit der elektrischen Stahlerzeugung, dem Schmelzen von Roheisen und der Herstellung von Eisenlegierungen im elektrischen Ofen. Für die Stahlerzeugung verwendet man entweder direkt die Erze, oder man geht von Eisenprodukten aus. Die direkte Stahlerzeugung aus Erz im elektrischen Ofen wurde zuerst in Rom von Stassano im Jahre 1898 versucht. Für die ersten Versuche verwendete Stassano nur Hämatitzerze erster Qualität von der Insel Elba. Das Erz enthielt 93,02%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,619%  $\text{MnO}$ , 2,79%  $\text{SiO}_2$ , 0,058% S, 0,056% P, 0,5%  $\text{CaO} + \text{MgO}$  und 1,72% Feuchtigkeit. Die Kohle hatte einen Kohlenstoffgehalt von 90,42%, 3,88% Asche und 5,7% Feuchtigkeit. Der zum Brikettieren verwendete Teer enthielt 59,20% Kohlenstoff, 40,5% Kohlenwasserstoffe und 0,27% Asche. Der verwendete Kalkstein zeigte eine Zusammensetzung von 51,21%  $\text{CaO}$ , 43,43%  $\text{CO}_2$ , 3,11%  $\text{MgO}$ , 0,5%  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  und 0,9%  $\text{SiO}_2$ . Der erzeugte Stahl zeigte einen Eisengehalt von 99,7%, er enthielt ferner 0,1% Kohlenstoff, 0,1% Mangan und 0,1% Silicium. Pro 100 kg erzeugten Stahls wurde 165,8 kg Erz, 26,5 kg Kohle, 20 kg Teer und 19,1 kg Kalkstein verbraucht. Die Kosten der direkten Stahlerzeugung nach seinem Verfahren schätzte Stassano 1902 auf 112 Lire pro Tonne. Bei seinen späteren Versuchen verwendete Stassano ein anderes

Erz von der Zusammensetzung: 68,7%  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 48,09\%$  Fe, 3,23%  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ , 17,15%  $\text{SiO}_2$ , 2%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 1%  $\text{CaO}$ , 5,67%  $\text{MgO}$ , 0,15% P und 0,12% S. Das Erz wurde zerkleinert und brikettiert, aber nicht wie bei den vorigen Versuchen mit Teer, sondern mit einer 25%igen Natriumsilicatlösung. Trotz der unreinen Erze wurde Stahl von guter Qualität erzeugt, die Chargen waren zusammengesetzt aus 100 kg Erz, 35 kg Kalkstein, 24 kg Holzkohle, 8 kg wässriger Natriumsilicatlösung und 5 kg Calciumcarbid. Der erzeugte Stahl zeigte in einem Falle die Zusammensetzung: 0,26% C, 0,21% Mn, 0,03% Si, 0,01% P und 0,04% S. Bei einer anderen Charge erhielt man einen Stahl mit 0,8% C, 0,3% Mn, 0,22% Si, 0,015% P und 0,045% S.

Die gewöhnliche Stahlerzeugung im elektrischen Ofen geht jedoch nicht von Eisenerz, sondern von Roheisen aus, und zwar kann das Roheisen entweder in flüssigem oder in festem Zustande in den Ofen gebracht werden. Wo die elektrische Kraft teuer ist, ist es zweckmäßig, nur flüssige Chargen im elektrischen Ofen zu raffinieren. Die erste Anlage in Italien zur Stahlerzeugung aus Roheisen wurde vom Kriegsministerium im Kgl. Arsenal zu Turin errichtet, und zwar wurde ein Stassanoofen hierzu benutzt. Später entstand die Stassano elektrische Ofengesellschaft, die in Turin ein elektrisches Stahlwerk errichtete. Héroultöfen sind in Italien in den Werken der Mannesmann-Rohrgesellschaft im Betrieb, ein Giroföfen ist im Bau in den Stahlwerken zu Cornigliano Ligure der Giovanni Ansaldo Gesellschaft. Dieser Ofen wird bald in Betrieb gesetzt werden und soll ausschließlich zur Erzeugung von Spezialstählen dienen. Der Ofen kann sowohl mit fester als mit flüssiger Charge arbeiten. Der erste Ofen, der mit flüssiger Charge in Italien arbeitete, war ein Kjellinofen, der auf den Werken der Giovanni Andrea Gregorini Gußstahl- und Eisengesellschaft zu Castro am Iseosee errichtet wurde. Jede Charge von 1400 kg Metall der Zusammensetzung 0,08–0,1% Kohlenstoff, 0,03 bis 0,05% Silicium, 0,01–0,02% Schwefel, 0,008 bis 0,015% Phosphor und 0,18–0,35% Mangan liefert ein Endprodukt mit 0,6% Kohlenstoff, 0,25% Silicium und 0,12% Mangan. Die erzeugten Stähle, sowohl die weichen als die harten, sind sehr schweißbar, selbst bei der Zusammensetzung von 0,07–0,68 Prozent Kohlenstoff, 0,015–0,1% Silicium, 0,018 bis 0,007 Schwefel, 0,008–0,006% Phosphor und 0,006–0,08% Mangan. Es können im Ofen Schnelldrehstähle mit 25% Wolfram und 6% Chrom erzeugt werden.

Die Versuche, in Italien Roheisen im elektrischen Ofen zu schmelzen, unterscheiden sich in mancher Hinsicht von den Versuchen, die in anderen Ländern hierüber angestellt wurden. Carcano hat versucht, Roheisen aus den in großem Überfluß vorhandenen Pyritrückständen zu erzeugen. Die chemische Zusammensetzung der natürlichen Pyritrückstände schwankt sehr stark; was sie von den gewöhnlichen Eisenerzen ganz besonders unterscheidet, ist ihr hoher Schwefelgehalt, der zuweilen 4% übersteigt. Carcano benutzte im elektrischen Ofen Pyritrückstände, welche folgende Zusammensetzung zeigten: 47–60,3% Eisen, 6,9–18,8% Aluminium, 7,9–12,25% Silicium und 2,01–4,25% Schwefel. Es wurde mit einer basi-

schen Schlacke gearbeitet, und man erhielt ein gutes Roheisen. Der Kraftverbrauch pro Tonne Roheisen betrug durchschnittlich 2100 Kilowattstunden in einem Ofen von 180 Kilowatt, und bei Verwendung von Pyritrückständen, welche 50—55% Eisen in Form von Ferrooxyd enthielten.

In besonders großen Mengen werden im elektrischen Ofen Eisenlegierungen hergestellt. Einige von diesen, z. B. Ferromangan und Ferrosilicium mit geringem Siliciumgehalt waren zwar schon vor Einführung des elektrischen Schmelzens bekannt, aber im elektrischen Ofen kann man diese Legierungen mit einem bedeutend niedrigeren Kohlenstoffgehalt herstellen. Hochgradige Legierungen, Ferrosilicium, Ferrochrom, Ferrowolfram sind nur im elektrischen Ofen darstellbar, und sie werden hergestellt entweder aus den Erzen der betreffenden Metalle oder direkt aus den Metallen oder aus Metall und Erz zusammen. Von den elektrisch erzeugten Eisenlegierungen ist in Italien nur das Ferrosilicium von größerer Bedeutung, von welchem im Jahre 1909 628 t erzeugt wurden. Der Vortr. berichtet nun über Versuche zur Erzeugung von Eisenlegierungen aus Erzen. Der Vortr. versuchte, unter gegebenen Bedingungen auf möglichst ökonomischste Weise Ferrosilicium herzustellen durch Schmelzen von Eisensilicaten im elektrischen Ofen oder aus Eisenerzen, die für die Behandlung im Hochofen zuviel Silicium enthalten, sowie aus Guß- oder Roheisen, die wegen ihres hohen Schwefel- oder Phosphorgehaltes verworfen wurden. Er benutzte hierzu einen von ihm speziell modifizierten elektrischen Ofen. Zuerst verwendete er ein Eisensilicat von der chemischen Zusammensetzung: 25% Silicium, 56,22% Ferrooxyd, 2,55% Aluminium, 12,5% Calciumcarbonat, 2,1% Magnesiumcarbonat und 1,63% Feuchtigkeit und Verunreinigungen. Es bestand nun die Schwierigkeit, vorher zu bestimmen, welche Gewichtsmenge Silicium in die Schlacke gehen würde. Unter der Annahme, daß die Schlacke ein Bisilicat bildet der Zusammensetzung  $\text{SiO}_2 + \text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$  (3  $\text{SiO}_2$ ) und unter Berücksichtigung der eben angegebenen Zusammensetzung des Silicates müßte man ein Ferrosilicium erhalten mit 11% Silicium und 89% Eisen. Auf 100 Teile Erz berechnen sich 26,54 Gewichtsteile Schlacke; das gefundene Schlackengewicht war jedoch größer als das berechnete. Zur Erhöhung des Siliciumgehaltes wurde Quarz von folgender Zusammensetzung zugesetzt: 91%  $\text{SiO}_2$ , 2,6%  $\text{FeO}$ , 4,1%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 0,9%  $\text{CaO}$ . Man kann auf diese Weise Legierungen bis zu 25% Silicium erhalten. Mit dem gleichen Quarz erhält man noch siliciumreichere Legierungen, wenn man das Eisensilicat ersetzt durch ein Erz von der Zusammensetzung: 75,5% Ferrooxyd, 9% Silicium, 4% Aluminium, 0,84% Kalk, 1% Manganoxyd. Der Vortr. gibt dann noch einige Berechnungen über den Kraftverbrauch bei der Erzeugung derartiger Legierungen. Der größte Teil des in Italien erzeugten Ferrosiliciums wird aus Quarz und Eisenabfällen erzeugt. Die ersten Werke, die die technische Herstellung von Ferrosilicium aufnahmen, sind die der elektrochemischen Gesellschaft in Russi gewesen. Die Produktion betrug im Jahre 1907 175 t, 1908 bereits 808 t, fiel aber 1909 wieder auf 606 t. 1909 hat die Piemontesische Gesellschaft zur Erzeugung von Calciumcarbid und

verwandter Produkte 22 t Ferrosilicium hergestellt. Der zum Schmelzen von Ferrosilicium verwendete elektrische Ofen ist nämlich ganz genau so konstruiert, wie der zur Erzeugung von Calciumcarbid verwandte, er arbeitet mit demselben Strom beim selben Druck.

E. Dompé und F. S. Pucci, Mailand: „Über den gegenwärtigen Stand der Metallindustrie in Italien.“ Es wird eine Übersicht gegeben über die Eisen- und Stahlwerke Italiens, bei jedem Werk finden wir genaue Angaben über die Zahl der Hochöfen, Ausbeute und Zahl der Angestellten. Es wird sowohl die Erzeugung von Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl als auch die weitere Verarbeitung in den einzelnen Betrieben eingehend besprochen.

F. Giolitti, Genua und F. Carnevali, Turin: „Über Hartgießen mittels komprimierter Gase.“ Durch die Versuche sollte der Einfluß festgestellt werden, welchen Änderungen im Druck der carborierenden Gase, speziell Kohlenmonoxyd, auf die Eigenschaften der Zementierungszonen ausüben. Zu den Untersuchungen wurden Kohlenstoffstahl, Nickelstähle, Chrom- und Chromnickelstähle verwendet, welche alle einen unter 0,04% liegenden Schwefel- und Phosphorgehalt hatten. Es wurde dann die Konzentration des Kohlenstoffes in den carborierten Zonen bestimmt. Die Resultate werden verglichen mit denen, welche Schenck bei seinen Untersuchungen über die Wirkung von Kohlenmonoxyd auf die Metalle der Eisengruppe erhielt.

Dr. F. Giolitti, Genua: „Neue technische Verfahren für den Stahlhartguß.“ Als Resultat der Untersuchungen und theoretischen Überlegungen des Vortr. wie auch anderer Forscher kann man folgende Grundsätze aufstellen. Wird die Oberflächenhärtung mit einem festen Zementiermaterial, dessen Basis Kohlenstoff ist, durchgeführt, dann ist der carborierende Effekt des freien Kohlenstoffes auf das Eisen nur sehr gering und kann praktisch vernachlässigt werden, da die Stoffe nur einfach in Berührung sind ohne Einwirkung gasförmiger Kohlenstoffverbindungen. Neuere Untersuchungen von Guillet, Griffith, Weyle und Charpy bestätigen dies vollauf. Der letztere kommt zu dem Schluß, daß die direkte Wirkung von Kohlenstoff bei der Zementation fester Substanzen gleich 0 ist. Wo die Härtung mit festen Oberflächenhärtungsmitteln, die in der Technik gewöhnlich verwendet werden, durchgeführt wird, ist die spezifische Wirkung des Stickstoffs nur sehr schwach. Nur bei den Zementiermitteln, die einen hohen Gehalt von Cyanverbindungen enthalten (Alkalicyanide, Ferrocyanide usw.), ist die direkte Wirkung der flüchtigen Stickstoffverbindungen von merkbarem Einfluß. Vergleicht man den Zementiereffekt der in der Technik gebräuchlichsten festen Agenzien, dann überwiegt die spezifische direkte carborierende Wirkung des Kohlenmonoxyds ganz bedeutend alle übrigen. Reines Kohlenmonoxyd carboriert Eisen bei allen Temperaturen, innerhalb welcher (700—1300°) der Prozeß der Oberflächenhärtung mit irgendeinem Mittel durchgeführt werden kann. Der Grad der Oberflächenhärtung (man versteht darunter die Tiefe der Carborierung, die in einer gegebenen Zeit erreicht werden kann) ist, wenn man unter zweckmäßigen Bedingungen arbeitet, am größten, wenn man als Agenz Kohlen-

monoxyd benutzt oder eine Mischung, in welcher Kohlenmonoxyd seine spezifische carborierende Wirkung zur Geltung bringen kann. Diese spezifische carborierende Wirkung, welche Kohlenmonoxyd auf Eisen bei hohen Temperaturen ausübt, ist auf eine Reihe chemischer Reaktionen zurückzuführen, deren Verlauf und Gleichgewichtszustand genau studiert wurde. Die Gleichgewichtsbedingungen der Systeme, in welchen die Reaktionen statthaben, sind in der Regel erfüllt bei den Temperaturen und Drucken, die in der Praxis angewandt werden. Man kann daher mit ziemlicher Bestimmtheit das Ergebnis vorher sagen, wenn man Oberflächenhärtungsmittel anwendet, deren Wirksamkeit, wenn nicht ausschließlich, so doch zum größten Teil, auf die spezifische carborierende Wirkung des Kohlenmonoxyds zurückzuführen ist. Man kann mit solchen Mitteln carborierte Zonen erhalten, in welchen die Konzentration des Kohlenstoffs eine vorherbestimmte Maximalgrenze nicht überschreitet und in einem genau bestimmten Verhältnis gegen das Innere der carborierten Zone wechselt. Derartige bestimmte Resultate, die nach Belieben innerhalb genügend weiter Grenzen variabel sind, kann man erhalten, indem man nach genauen Gesetzen die Temperatur, bei der die Härtung durchgeführt wird, den Druck des carborierenden Gases, sowie die Menge Kohlenmonoxyd, die in einer gegebenen Zeit mit der Oberflächeneinheit des zu carborierenden Stahles in Berührung kommt, ändert. Die mit Hilfe von Kohlenmonoxyd erhaltenen Resultate ändern sich regelmäßig bei sonst gleichen Bedingungen mit der Änderung der chemischen Zusammensetzung des zu behandelnden Stahles. Man kann innerhalb ziemlich weiter Grenzen regelmäßig die Eigenschaften des Endproduktes ändern, indem man den Stahl zusammen mit Kohlenmonoxyd der Wirkung von Substanzen unterwirft, die in der Lage sind, die Gleichgewichtsbedingungen der chemischen Systeme, in denen die auf die spezifische Wirkung des Kohlenmonoxyds beruhenden Reaktionen vor sich gehen, zu modifizieren. Derartige Substanzen können Gase sein, z. B. Kohlenwasserstoffe oder Stickstoff, oder es können feste Substanzen sein, wie Kohlenstoff in seinen verschiedenen Formen. Ihre Wirkung kann mit der des Kohlenmonoxyds zugleich während der ganzen Zementierungsperiode fortschreiten oder auch nur während eines Teiles derselben. Man kann durch Anwendung der Agenzien, deren Wirksamkeit auf dem spezifischen carborierenden Effekt des Kohlenmonoxyds beruht, leicht und mit Sicherheit — gleichgültig, welche Art von Stahl bearbeitet wird — weiche und abgestufte Hartgußstücke erhalten. Man kann also carborierte Zonen bekommen, in denen die Konzentration des Kohlenstoffs langsam und regelmäßig in den folgenden tieferen Schichten abnimmt. Man vermeidet hierdurch die gefährlichen Erscheinungen der Sprödigkeit und des Abbröckelns, die so oft auftreten bei Stählen, die nach den in der Praxis üblichen Verfahren oberflächengehärtet wurden. Die chemischen Reaktionen, die hervorgerufen werden durch Agenzien, in welchen Cyan das aktive Element ist, sind bis jetzt noch nicht aufgeklärt, besonders in bezug auf die Gleichgewichtsbedingung, von welcher die Konzentration des Kohlenstoffes in der carborierten Zone abhängt. So viel

steht jedoch fest, daß bei den Bedingungen, unter denen die Oberflächenhärtung in der Praxis ausgeführt wird, der Gleichgewichtszustand der ziemlich hohen Konzentration des im Eisen in Lösung gehenden Kohlenstoffs entspricht. So kommt es, daß Cyanide, Ferrocyanide und andere Cyanderivate, wenn sie allein als Härtungsmittel verwendet werden, eine zu rasche Oberflächenhärtung bewirken. Es werden so carborierte Zonen erzeugt, in denen die Konzentration des Kohlenstoffs in der äußeren Schicht bis zu einer gewissen Tiefe außerordentlich hoch ist und dann plötzlich in den folgenden Schichten abnimmt. Derartige Zonen, deren Bildung vom Vortr. genau untersucht und erklärt wurde, bewirken dann die Sprödigkeit und das Bröckeln. Gasförmige oder flüchtige Kohlenwasserstoffe bewirken, wenn sie allein angewandt werden, ebenfalls eine zu rasche Oberflächenhärtung, die Ursachen sind die gleichen wie bei Cyan und seinen Verbindungen. Aus all den genannten Gründen ist es klar, daß die Verwendung von Agenzien, deren Wirkung ganz oder doch zum größten Teile auf der spezifischen Wirksamkeit des Kohlenmonoxyds beruht, einen großen Vorteil bedeutet. Um die besten Resultate zu erzielen, ist es notwendig, daß die chemische Zusammensetzung des verwendeten Agens genau definiert und bekannt sein soll. Die Verbindungen sollen so einfach als möglich sein. Die Reaktionen, die während des Härtungsprozesses zwischen den Bestandteilen des Härtungsmittels und denen des Stahls statthaben, sollen einfach sein und unter den in der Praxis leicht einzuhaltenden Bedingungen rasch zu einem genau bestimmten Gleichgewichtszustand führen, entsprechend den bestimmten Konzentrationen des Kohlenstoffs in den carborierten Zonen. Diese Bedingungen werden am besten von reinem Kohlenmonoxyd erfüllt, nur daß die Konzentrationen des Kohlenstoffs in den carborierten Zonen in der Regel zu niedrig sind, wenn man bei den gewöhnlich in der Praxis angewandten Temperaturen und Drucken arbeitet, und wenn das der Oberflächenhärtung unterworfenen Metall ein gewöhnlicher weicher Stahl oder ein Stahl mit geringem Nickel- oder Chromgehalt ist. Diesem Übelstande kann man leicht abhelfen, wenn man zugleich mit Kohlenmonoxyd geringe Mengen von Kohlenwasserstoffen bekannter Zusammensetzung verwendet oder auch feste Kohle in feinverteiltem Zustande. Die hauptsächlichsten technischen Vorteile, die man durch Anwendung solcher Oberflächenhärtungsmittel, die den vorher genannten Bedingungen entsprechen, erzielt, sind: schnelles Durchdringen der carborierten Zone, größte Gleichmäßigkeit der Kohlenstoffverteilung in den carborierten Zonen und Möglichkeit der Regulierung. Die schnelle Durchdringung bedeutet zwar nicht, wie man vielfach noch glaubt, den Wert eines gegebenen Oberflächenhärtungsverfahrens, aber es ist sehr vorteilhaft aus ökonomischen und zahlreichen technischen Gründen. Durch die gleichmäßige Verteilung des Kohlenstoffs wird das Abbröckeln der gehärteten Stücke sehr gehemmt. Man kann den Prozeß leicht regulieren, indem man Kohlenmonoxyd mit Stickstoff verdünnt oder die Berührung des festen Kohlenstoffs mit der Stahloberfläche begrenzt oder auch durch zweckmäßige Änderung der Temperatur während des Härtungs-

verfahrens; man kann die Konzentration des Kohlenstoffes in der carborierten Zone innerhalb der geeigneten Grenzen halten, um die größte Härte bei kleinster Sprödigkeit zu erzielen. Ferner kann man durch die geeigneten Mittel von Beginn an die besten Bedingungen angeben, um ein gewünschtes Ergebnis zu erhalten. Man kann das gleiche Carborierungsmittel (festen Kohlenstoff und Kohlenmonoxyd) bis auf den letzten Rest aufbrauchen. Außer Kohlenstoff dringen keine fremden Substanzen in den Stahl. Dies ist ein Vorteil von größter Bedeutung und kann bei den anderen gebräuchlichen Härtungspulvern, die aus organischen Stickstoffverbindungen, Alkalicyaniden oder Ferrocyaniden bestehen, nicht erreicht werden. Deformationen und Volumänderungen des Stahles während der Oberflächenhärtung mit Kohlenmonoxyd sind auf ein Minimum beschränkt, und man kann die Volumenänderung, die eintreten kann, von vornherein berechnen. Alle Vorteile der Oberflächenhärtung mit Kohlenmonoxyd kann man sich leicht sichern durch Anwendung eines Offens von spezieller Bauart, den der Vortr. nun genau an Hand einer Abbildung beschreibt. Zum Schluß gibt der Vortr. noch einige Resultate an. Bei einem gewöhnlichen weichen Stahl mit 0,12% Kohlenstoff, 0,06% Silicium, 0,47% Mangan, 0,02% Schwefel und 0,03% Phosphor betrug nach der Oberflächenhärtung mit einem gemischten Agens (Kohlenmonoxyd gemischt mit anderen Gasen) nach 10 Stunden bei 1100° die Kohlenstoffmenge in der 0,5 mm von der Oberfläche entfernten Schicht 1,17%, in der Entfernung 2,5 mm 0,81%, in der Entfernung 5 mm 0,54%. Diese carborierte Zone wurde weitere 5 Stunden in reinem Kohlenmonoxyd bei 1100° erhitzt, die Kohlenstoffmenge betrug in 0,5 mm Entfernung von der Oberfläche 0,85%, bei 2,5 mm Entfernung 78%, bei 5 mm Entfernung 0,46% und bei 7,5 mm 0,25%. Nach weiterem fünfstündigem Erhitzen hat die Kohlenstoffmenge in den einzelnen Schichten weiter abgenommen, und zwar bis auf 0,7 resp. 0,39%. Es wurde dann der gleichen Behandlung ein Nickelchromstahl unterworfen, welcher enthielt: Kohlenstoff 0,33%, Silicium 0,06%, Mangan 1,15%, Schwefel 0,02%, Phosphor 0,015%, Chrom 1,6% und Nickel 3,17%. Nach zehnstündiger Oberflächenhärtung bei 1100° mit dem gemischten Agens betrug die Kohlenstoffmenge in 0,5 mm Entfernung von der Oberfläche 1,16%, in 2,5 mm Entfernung 0,81% und 5 mm Entfernung 0,5%. Wurde diese carborierte Zone weitere fünf Stunden auf 1100° in reinem Kohlenmonoxyd erhitzt, so betrug der Kohlenstoffgehalt in 0,5 mm Entfernung von der Oberfläche 0,80%, in 2,5 mm Entfernung 0,77%, in 5 mm Entfernung 0,58% und in 7,5 mm Entfernung 0,45%. Es wurde nun noch einmal fünf Stunden bei 1100° in reinem Kohlenstoff erhitzt, der Kohlenstoffgehalt betrug nun in 0,5 mm Entfernung 0,86%, in 2,5 mm Entfernung 0,87%, in 5 mm Entfernung 0,75% und in 7,5 mm Entfernung 0,59%. Es zeigt sich, daß man durch die rationelle Anwendung des Oberflächenhärtungsverfahrens carborierte Zonen erhält, in denen die Hauptursachen für die in mehr oder weniger hohem Maße bei den nach den gewöhnlichen Verfahren gehärteten Stählen auftretende Sprödigkeit und Zerbröcklung eliminiert sind. Die Hauptursachen der

Fehler sind übermäßige Konzentration des Kohlenstoffes in den oberen Schichten der gehärteten Stücke und rasche Abnahme des Kohlenstoffes beim Übergang in die tieferen Schichten. Es sei auch erwähnt, daß diese rasche Abnahme in hohem Maße dazu beiträgt, den Zementit oder die entsprechenden komplexen Carbide in den verschiedenen Spezialstählen und den Ferrit zu verflüssigen. Diese Erscheinungen bewirken die plötzlichen örtlichen Änderungen in der Kohlenstoffkonzentration der carborierten Zone, auf welche dann die unangenehmen Erscheinungen des Zerbröckelns zurückzuführen sind. Die Möglichkeit, die Kurvenform der Oberflächenhärtung zu ändern, wie der Vortr. dies an den Diagrammen zeigte, legt den Gedanken nahe, daß man diese Oberflächenhärtung mit Erfolg auch bei den Spezialstählen anwenden könnte, bei denen die gewöhnlichen Oberflächenhärtungsverfahren äußere carborierte Zonen liefern, die infolge ihrer außerordentlich großen Sprödigkeit praktisch nutzlos sind. Der Vortr. hofft, bald Ergebnisse von technischem Interesse über praktische Erfahrungen mitteilen zu können und speziell die Frage der Zementierung in großen Tiefen zu erörtern.

F. Carnevali, Turin: „Über autogenes Schneiden und Schweißen von Metallen.“ Die Meinungen über den Wert der autogenen Schneid- und Schweißprozesse und die in der Praxis erhaltenen Resultate weichen sehr voneinander ab. Der Hauptgrund hierfür liegt darin, daß diese neuen Prozesse erst vor kurzer Zeit in die Praxis eingeführt wurden und auf empirischer Grundlage beruhen. Obgleich das autogene Schmelzen von Eisen in ausgedehntem Maße angewandt wird und von größter theoretischer und praktischer Bedeutung ist, ist der Prozeß doch noch nicht Gegenstand einer systematischen und erschöpfenden Untersuchung geworden. Der Vortr. hat es nun unternommen, das autogene Schmelzen der verschiedenen Metalle zu untersuchen, und hat sich bemüht, die Bedingungen möglichst denen in der Praxis zu nähern; er hat deshalb seine Untersuchungen auf das Sauerstoffacetylenverfahren beschränkt, da dieses, wie eine vorläufige Untersuchung der übrigen Verfahren zeigte, das beste und praktischste ist. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren des autogenen Schmelzens können wie folgt zusammengefaßt werden.

1. Das elektrische Verfahren erfordert kostspielige Anlagen, und die Resultate sind ungenau infolge der Schwierigkeit, die erhaltenen hohen Temperaturen zu kontrollieren. Außerdem sind die hohen Temperaturen auf sehr kleine Gebiete des Metalles beschränkt.

2. Das Sauerstoffverfahren hat einige Übelstände, die auf die Volumänderung der gemischten Gase, die Gegenwart von Wasserdampf und anderer Gase zurückzuführen ist; die niedrigen Temperaturen, welche selten 1600° übersteigen, verhindern ein schnelles Arbeiten.

3. Das Sauerstoff-Wasserstoffverfahren gestattet keine leichte Kontrolle der Schmelzflamme, während die wechselnden Mengen des vorhandenen freien Sauerstoffs eine schädliche Oxydation des Metalles bewirken. Der zuweilen vorhandene Wasserstoff wird von dem geschmolzenen Metall okkludiert und führt zur Bildung von Blasen. Die Ab-

spaltung des in der Flamme gebildeten Wasserdampfes erniedrigt die Temperatur beträchtlich.

4. Das Thermitverfahren ist nur auf eine begrenzte Zahl von Fällen anwendbar, seine Wirkung ist nicht stark genug, auch ist es schwer zu kontrollieren.

5. Das Sauerstoffacetylenverfahren besitzt bei sorgfältiger Arbeit zahlreiche ausgesprochene Vorteile vor den anderen erwähnten Verfahren. Vor allem kann die Flamme, mit der man arbeitet, leicht kontrolliert werden, und man kann daher die an den verschiedenen Zonen erhaltenen Temperaturen leicht regulieren. Zweitens kann die Arbeit leicht ausgeführt werden infolge der hohen Temperatur, nahezu 3500°, welche durch die verbrennbaren Gase erreicht werden kann, und durch die Abscheidung eines endothermen Gases, wie Acetylen. Weitere Vorteile liegen in der Verwendung der reinen Gase, welche das Metall nicht störend beeinflussen, und in der Tatsache, daß die Verbrennungsprodukte, Wasserstoff und Kohlenmonoxyd, nicht dissoziieren. Die Methode besitzt den anderen gegenüber den Vorzug großer Wirtschaftlichkeit, da die hohen Temperaturen mit geringen Kosten erreicht werden, die ganze Apparatur leicht zu handhaben und bequem ist.

Die bisher veröffentlichten Untersuchungen über diesen Gegenstand beziehen sich mehr oder weniger ausschließlich auf das Schmelzen von weichem Stahl. Diese Beschränkung ist auffallend, wenn man berücksichtigt, daß das autogene Schmelzen leicht auf alle der in der Praxis vorkommenden Metalle angewendet werden kann. Der Vortr. gibt nun einen kurzen Überblick über die wichtigsten neueren Veröffentlichungen über diesen Gegenstand.

Die Literatur über die Anwendung des Sauerstoffacetylenverfahrens auf hochkohlenstoffhaltigen Stahl, Roheisen oder andere in der Praxis vorkommende Metalle, wie Kupfer und Aluminium oder die wichtigeren Legierungen, wie Messing und Bronze, sind sehr spärlich.

Die wichtigsten Bedingungen zur Erzielung guter Resultate beim Sauerstoffacetylen-schweißen sind: Verwendung des reinsten erhältlichen Acetylen, Verwendung eines so konstruierten Gebläses, daß das Verhältnis der gemischten Gase genau bestimmbar ist und welches den Austritt der Gase mit einer Geschwindigkeit sichert, die imstande ist, das Metall in genügend flüssigem Zustand zu erhalten, ohne daß die Flamme zu hoch sein muß. Sicherung einer absolut neutralen Zone in der Schmelzflamme. Verwendung eines reinen leitenden Materials von genau bestimmter Zusammensetzung ähnlich der des zu schmelzenden Materials in Form von kleinen Stücken, welche so schnell schmelzen, daß sie das sofortige Erwärmen der angrenzenden Teile nicht hindern. Man muß Sorge dafür tragen, daß die Ecken frei von Verunreinigungen sind, und wenn irgend möglich, müssen sie in einen solchen Winkel zueinander gestellt werden, daß sie der neutralen Zone der Flamme gestatten, gut in das Innere zu dringen, und so die beiden Oberflächen vollständig geschmolzen sind, bevor das fremde Metall eingeführt wird. Die Verwendung von Desoxydations- und Flußmitteln, um die anhängenden Oxyde zu entfernen, desgleichen auch die anhaftenden Verunreinigungen. Mit Rücksicht auf die unvermeid-

bare Oxydation des dem Schmelzverfahren unterworfenen Metalles muß man das Verhältnis der Schmelztemperaturen der Oxyde und des Metalles selbst berücksichtigen. Rasches Schmelzen ist notwendig, um ein übermäßiges Erhitzen zu vermeiden, welches nicht nur die ursprüngliche Struktur des Metalles verändern und stören würde, sondern auch die Okklusion von Gas, hauptsächlich Wasserstoff, begünstigt und so die Bildung von Blasen in der geschmolzenen Zone herbeiführt. Außer auf diese Bedingungen muß man darauf achten, daß keine plötzliche Abkühlung infolge eines plötzlichen Abfalles der Flamme statthat, ferner muß man die Leitfähigkeit und spezifische Dilatation des Materials, die Dicke, die Größe und die Form des zu bearbeitenden Stückes berücksichtigen. Der Vortr. hat all diese Umstände soweit als irgend möglich bei seinen Versuchen berücksichtigt, und er erstreckte seine Untersuchungen auch auf die Änderungen in der chemischen Zusammensetzung und den mechanischen Eigenschaften, die durch das Schweißverfahren hervorgerufen wurden, um auf diese Weise die Mittel festzustellen, wie man solche chemischen, thermischen oder mechanischen Störungen vermeiden kann und um aus einer sorgfältigen Untersuchung der geschmolzenen Zone festzustellen, wie die ursprüngliche Struktur des Materials gewesen sein mag. Die Experimente wurden durch chemische und mechanische Untersuchungen gestützt, es wurden ferner die geschmolzene Zone und die benachbarten Teile mikroskopisch und makroskopisch untersucht.

Es wurden ferner Versuche angestellt mit geschmolzenem Metall vor- und nachdem dieses mechanischen Drucken und einer Deformation unterworfen war, um festzustellen, ob und in welchem Maße die verschiedenen Bestandteile des Metalles durch den Prozeß beeinflusst werden. Gleichzeitig wurden Versuche über die mechanischen Eigenschaften der verschiedenen Metalle angestellt, wenn diese der starken Hitze der Schmelzflamme ausgesetzt wurden, ohne zu schmelzen. Diese Untersuchungen wurden auch ausgedehnt auf die verschiedenen Eigenschaften der Materialien, welche benutzt wurden, um die während des autogenen Schmelzens in den verschiedenen Metallen sich bildenden Hohlräume auszufüllen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf das Sauerstoffacetylen-schmelzen von Stählen mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, Stähle mit mittlerem und hohem Kohlenstoffgehalt, auf das Sauerstoffacetylen-schmelzen von Roheisen und endlich auf andere Metalle, von denen die gebräuchlichsten ausgewählt wurden, wie Kupfer und seine wichtigsten Legierungen, Bronze und Messing, ferner Aluminium. Zusammenfassend kann man als Ergebnis der Untersuchungen bei Stählen mit niedrigem, mittlerem und hohem Kohlenstoffgehalt folgendes angeben:

1. Das heftige Erhitzen und das plötzliche Schmelzen ändern die Qualität des Metalles sehr tiefgehend. Diese Änderung macht sich besonders bemerkbar durch eine innere Spannung des Metalles, wodurch eine schädliche Veränderung in den mechanischen Eigenschaften des Metalles eintritt, die verursacht ist durch thermische und mechanische Erscheinungen, die auf die hohe Temperatur des Verfahrens zurückzuführen sind. Wie die Zug-

und Härteproben zeigen, wird dies nicht beeinflusst durch Änderungen in der chemischen Zusammensetzung. Eine weitere Bestätigung hierfür sieht man in der nicht eintretenden Deformation der einzelnen Strukturbestandteile bei den Zugproben. Die Änderung der mechanischen Eigenschaften, Sprödigkeit und Elektrizität, kann nicht aufgehoben werden durch einfaches Hämmern an der geschmolzenen Zone, was sich bei hochkohlenstoffhaltigen Stählen als sehr schädlich erweist, sondern die Änderung muß kompensiert werden durch rein thermische Behandlung, (Glühen, was um so wirksamer ist, wenn es genügend lange Zeit ausgedehnt wird (30—40 Minuten), so daß der innere Zug ganz eliminiert werden kann. Auch die anderen thermischen Prozesse, Abschrecken usw., haben den größten Einfluß auf hochkohlenstoffhaltige Stähle. Ein merkbarer Einfluß auf die mechanischen Eigenschaften ist der Abkühlung zuzuschreiben, die langsamere Abkühlung ist die beste und wirksamste. Abgesehen von der Änderung der mechanischen Eigenschaften, wobei die Änderung der Elongation am wichtigsten ist, treten wichtige Änderungen in der chemischen Konstitution ein, speziell bei hochkohlenstoffhaltigen Stählen. Diese Änderungen bestehen hauptsächlich in einer Verringerung des Gehaltes an Kohlenstoff, Silicium und Mangan. Diese Änderungen, die proportional dem ursprünglich im Stahl enthaltenen Prozentgehalt sind, sind verursacht — wie man leicht einsehen kann — durch die Oxydationswirkung, der die Metalle während des Schmelzens ausgesetzt sind. Diese Änderungen sind bei den verschiedenen Methoden des Schweißens verschieden. Man kann dem Übel leicht abhelfen, wenn man als Zementiermaterial einen Stahl von ähnlicher Zusammensetzung wählt, wie die der zu schweißenden Stücke, jedoch mit einem höheren Prozentgehalt der leichter oxydierbaren Elemente. Die mechanischen Eigenschaften sind infolge der kurzen Dauer des Prozesses nur wenig geändert, wenn statt des Schmelzprozesses die Flamme nur ein einfaches Erwärmen bedingt. Da das Metall während des Schmelzens einem starken inneren Druck ausgesetzt ist, so nimmt mit der Zunahme der Tiefe des geschmolzenen Teiles die Wirksamkeit der Wärmebehandlung nach dem Schmelzen rasch ab.

Der Vortr. geht nun zur Erörterung der Versuche mit Roheisen über. Die Versuche wurden auf graues Eisen beschränkt, da die Ausdehnung auf die nur selten verwendeten weißen Sorten nutzlos schien. Als Versuchsmaterial wurde phosphorhaltiges Roheisen genommen, das in runden und viereckigen Stäben in gut getrocknete Sandformen gegossen wurde, um eine gleichmäßige homogene Struktur zu sichern. Das Roheisen hatte folgende Zusammensetzung: Gesamtkohlenstoff 2,94%, gebundener Kohlenstoff 0,33%, Graphit 2,61%, Silicium 2,22%, Mangan 0,87%, Phosphor 1,47% und Schwefel 0,09%. Als Zementiermaterial wurden kleine Keile genommen von fast derselben Zusammensetzung wie das Roheisen, nur der Siliciumgehalt war auf 4,5% gesteigert worden wegen der schon früher erwähnten Oxydationswirkung und der durch sie verursachten Verluste während des Schmelzprozesses. Die Untersuchungen wurden an den Gußstücken ausgeführt, wie sie gerade aus der

Gießerei kamen. Während des Schmelzens wurde darauf geachtet, daß genügend Desoxydationsmittel vorhanden waren, da der Schmelzpunkt der Oxydgemische höher liegt als der des Metalles, wo auch leicht Blasen gebildet werden können. Eine Probe wurde auf verschiedene Weise abgekühlt, andere sorgfältig geglüht. Sodann wurden sie auf die für die mechanische Untersuchung gewünschte Größe gebracht. Es wurden Zug- und Härteproben ausgeführt. Die Härteproben wurden an den geschmolzenen und an anderen Zonen durchgeführt. Die für die Härteprobe verwendeten Stücke wurden auch analysiert, um die Änderungen in der Zusammensetzung an der geschmolzenen Zone festzustellen. Die Resultate wurden wieder in Tabellen zusammengestellt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über das Schweißen von Roheisen kann man wie folgt zusammenfassen: Durch das rasche Schmelzen und Abkühlen des dem Sauerstoffacetylverfahren unterworfenen Roheisens wird die Struktur in der Schmelzzone fein und kompakt. Infolge der hohen Temperatur und des energischen Erhitzens während des Schweißprozesses wird die Zusammensetzung des Roheisens und daher auch seine innere Struktur stark verändert, hauptsächlich nimmt der Gehalt an Kohlenstoff und Silicium ab, und diese beiden Elemente beeinflussen die Struktur des Metalles sehr stark. Der Verlust variiert je nach den verschiedenen angewandten Schweißverfahren. Man kann diesen Verlust teilweise kompensieren durch Anwendung des geeigneten Zementiermaterials, welches die durch Oxydation entfernten Elemente wieder ersetzt. Die mechanischen Eigenschaften des Metalles werden durch den Sauerstoffacetylenprozeß nicht sehr beeinflusst, wenn sorgfältig gearbeitet wird. Der innere Druck, dem das Metall ausgesetzt ist, bewirkt eine größere Härte in der Schmelzzone, wie die Brinellsche Probe zeigte. Die Sprödigkeitsproben bestätigen die gute Qualität und Homogenität des Metalles, eine Änderung scheint nicht eingetreten zu sein. Die Wärmebehandlung und die Abkühlungsbedingungen üben zwar einen großen Einfluß auf das dem Prozeß unterworfenen Roheisen aus, doch werden die mechanischen Eigenschaften nicht merklich geändert, sie sind nur von Interesse, wenn man die Dilatation des Metalles in Beziehung zu seiner niedrigen Wärmeleitfähigkeit berücksichtigen muß beim Schweißen spezieller Maschinenteile, bei denen die physikalischen Eigenschaften von großer Bedeutung sind.

Über die Untersuchungen an anderen Metallen, wie Kupfer und Aluminium, sowie an Legierungen, Messing und Bronze, wird der Vortr. später berichten.

L. Leigh Fermor, Calcutta: „Über den Ursprung der Eisenerze von Schwedisch-Lappland.“  
[K. 1025.]

## Patentanmeldungen.

Klasse: Reichsanzeiger vom 29./1. 1912.

- 12l. U. 4525. Soda aus Rohsoda. The United Alkali Co., Liverpool, Engl. 5./8. 1911.
- 12n. O. 7098. Ofen zur Gewinnung von Zinnoxid mit geteilter Feuerung. K. von Olszewski, Dresden. 1./7. 1910.