

Bruchfestigkeit und Bruchdehnung [vgl. W. B. Wiegand<sup>251)</sup>].

O. de Vries und H. J. Hellendoorn<sup>252)</sup> empfehlen als Vergleichswert für die physikalische Prüfung verschiedener Kautschuke das Maximum der Zugfestigkeit einer bei verschiedenen langen Zeiten vulkanisierten Kautschuk-Schwefelmischung. Es ist leicht bestimmbar und stellt eine einigermaßen unabhängige Konstante dar.

Über einen Elastizitätsprüfer für Weichkautschuk berichtete A. Schob<sup>253)</sup>. Die Ermittlung des elastischen Wirkungsgrades geschieht mit Hilfe eines Pendelhammers. Die Berechnung geschieht nach der Formel:

$$\eta_d = \frac{\text{Rückprallhöhe des Pendels}}{\text{Fallhöhe des Pendels}}$$

Die eigenartige Verschiedenheit, welche kalandrierte Kautschukfelle in der Längs- und Querrichtung in bezug auf Zugfestigkeit aufweisen, ist Gegenstand der Arbeiten von A. v. Rossem<sup>254)</sup>, W. B. Wiegand<sup>255)</sup> und R. W. Lunn<sup>256)</sup>. Der zuletzt genannte Verfasser nimmt an, daß die an und für sich runden Kautschukpartikel durch das Walzen elliptisch werden und infolgedessen in der Längs- und Querrichtung verschiedene Zugfestigkeiten hervorrufen.

Versuche über die Gasdurchlässigkeit von Kautschuk machten J. D. Edwards und S. F. Pickering<sup>257)</sup>. Die Durchlässigkeit schwankt stark, je nach der Zusammensetzung und der Vulkanisationsart der Mischung. Für Wasserdampf wurde die Permeabilität etwa 50 mal so groß gefunden als für Wasserstoff.

Von Guy Barr<sup>258)</sup> liegen Untersuchungen von Ballonstoffen auf Feuersicherheit und Tropfenfestigkeit vor; W. Frenzel<sup>259)</sup> stellte Versuche über die Gasdurchlässigkeit von mit Kautschuk überzogenen Ballonstoffen an.

An zusammenfassenden Arbeiten über Kautschuk sind zu nennen die Untersuchungen des Niederländischen Staatlichen Kautschukprüfungsamtes<sup>260)</sup> und besonders das von C. W. Bedford und H. A. Winkelmann verfaßte Buch: *Systematic Survey of Rubber Chemistry*<sup>261)</sup>. Es ist das vollkommenste Werk, das wir heute über Kautschuk besitzen; es gibt uns nicht nur einen sachlichen und erschöpfenden Überblick über die Entwicklung und den heutigen Stand der Kautschukchemie, sondern führt uns auch die ungewöhnliche Entwicklung der amerikanischen Kautschukindustrie eindringlich vor Augen. [A. 120.]

## Auslandsrundschau.

### Erste Weltkraftkonferenz London-Wembley 30. Juni bis 12. Juli 1924.

In der Konferenzhalle der Ausstellung zu Wembley tagte zwei Wochen lang die Erste Weltkraftkonferenz, die von der British electrical and allied Manufacturers Association im Verein mit den technischen und wissenschaftlichen Verbänden und industriellen Organisationen Englands einberufen war, um alle

Fragen zu erörtern, die mit der Entwicklung und Erhaltung der Kraftquellen in Zusammenhang stehen. 35 Länder waren offiziell vertreten, und etwa 2000 Mitglieder nahmen an der Konferenz teil, zu der nicht weniger als 420 Vorträge eingereicht waren. Die erste Sitzung wurde am 30. Juni vom Earl of Derby mit einer kurzen Begrüßung eröffnet, worauf der Prinz von Wales eine Willkommensansprache hielt, in der er auf die besondere Bedeutung dieser Weltkraftkonferenz hinwies, die der Beginn einer Reihe internationaler Zusammenkünfte sein möge, in denen die Kenntnisse und Erfahrungen von Sachverständigen aller Länder herangezogen werden zur Lösung der Schwierigkeiten, die sich nicht nur auf dem Gebiete der Wissenschaft und Forschung, sondern vor allem auch auf wirtschaftlichem Gebiete in der ganzen Welt einstellen. Wir haben ja bereits internationale Behandlung von Fragen auf den verschiedensten Gebieten, wie die Völkerliga zur Lösung politischer Fragen, wir haben internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Arbeiterbewegung, der Rechtsprechung, aber bei den Fragen, die so eng mit der wirtschaftlichen Entwicklung eines Landes verknüpft sind, bei den Fragen der Ausnutzung der vorhandenen Kraftquellen hat bisher jedes Land für sich allein gearbeitet. Die wahre Bedeutung dieser Weltkraftkonferenz liegt darin, daß sie das, was die Völkerliga auf politischem Gebiete erstrebt, auf das wirtschaftliche Gebiet überträgt. Wohl sind Wissenschaft und Forschung international wie das Kapital, aber die Verwertung dieser drei Faktoren ist bisher leider nicht international gewesen, und darin liegt ein großes Hemmnis für die Entwicklung des Fortschritts. Mit dem Wunsche, daß die Erste Weltkraftkonferenz den ersten Schritt auf dem Wege der internationalen Verständigung auf diesem Gebiete sein möge, schloß der Prinz von Wales seine Ansprache.

Es folgten die Begrüßungsansprachen der Vertreter der verschiedenen Länder.

Am 1. Juli begannen dann die wissenschaftlich-technischen Beratungen, die vor- und nachmittags in meist drei Parallelsitzungen stattfanden. Es wurden zunächst die Kraftquellen und ihre Verteilung erörtert, dann die wirtschaftlichen Aussichten der Kraftquellen, sowie die finanziellen und gesetzlichen Maßnahmen zu ihrer Ausbeutung. In weiteren Sitzungen wurden die Dampferzeugung, die Nutzbarmachung des Dampfes, Kraftübertragung und Kraftverteilung, Maschinen für innere Verbrennung erörtert, ferner die Gewinnung von Wasserkraften, Kraft für Wassertransport, sowie Transport auf der Straße und in der Luft. Besondere Sitzungen waren gewidmet den Brennstofffragen, der Kraft im Industrie- und Hausgebrauch, der Kraft in Elektrochemie und Metallurgie. Endlich beschäftigte sich die Konferenz noch mit industriellen Wohlfahrtseinrichtungen, Publikationswesen, technischem Ausbildungswesen und Standardisierungs- und Normalisierungsfragen.

Wir wollen berichten im folgenden über die Vorträge und Verhandlungen, die für unseren Leserkreis von Interesse sind.

Die Abteilung Elektrochemie tagte unter Vorsitz von Horn, Schweden, und brachte Übersichtsberichte über den Stand der elektrochemischen Industrie in Österreich, Norwegen, Schweden, England und den Vereinigten Staaten von Nordamerika, die in der Diskussion noch ergänzt wurden durch Angaben über die Verhältnisse in Frankreich und in Canada.

Dr. H. P a w e c k : „Über die österreichische elektrochemische Industrie“.

Im Jahre 1913 wurden in der elektrochemischen Industrie Österreichs etwa 100 000 HP elektrische Energie verbraucht, die zum großen Teil den Wasserkraften entstammten. Nach 1918 hat sich sowohl die Zahl der elektrochemischen Anlagen wie auch der Wasserkraftwerke sehr geändert, doch können zurzeit genaue statistische Angaben nicht gemacht werden. Jedenfalls hat die starke Entwicklung der Wasserkraftwerke den Grund zu großen Fortschritten in der elektrochemischen Industrie Österreichs gelegt. Es folgten Angaben über die verschiedenen elektrochemischen Betriebe und ihren Energieverbrauch. So besitzt die Mitterberger Kupfer-A.-G. eine elektrolitische Kupferraffinieranlage in Außerfelden bei Bischofs-hofen in Salzburg, wo auch Kupfer- und Nickelsulfat erzeugt werden. Die Kupfer- und Zinnhütten-Betriebsgesellschaft m. b. H., Wien, besitzt im Wiener Arsenal eine Kupferraffinieranlage mit einer monatlichen Leistung von 350 t. Während des Krieges sind eine ganze Reihe von Kupferraffinerien

<sup>251)</sup> India Rubber Journ. 64, 889–91.

<sup>252)</sup> India Rubber Journ. 57, Nr. 26, 17–19.

<sup>253)</sup> Mitt. Materialprüfungs-Amt Groß-Lichterfelde 37, 227–41.

<sup>254)</sup> India Rubber Journ. 62, 343–45.

<sup>255)</sup> India Rubber Journ. 62, 733–34.

<sup>256)</sup> India Rubber Journ. 62, 831–32.

<sup>257)</sup> Chem. Metallurg. Engineering 23, 17–21.

<sup>258)</sup> India Rubber Journ. 59, 987–90.

<sup>259)</sup> Kunststoffe 10, 169–71.

<sup>260)</sup> Kolloidchem. Beihefte 10, 1–83; 12, 105–280.

<sup>261)</sup> Verlag: The Chemical Catalog Company, New York, 1923.

errichtet worden, die die Kupferproduktion auf das Dreißigfache der Vorkriegszeit brachten, doch sind diese Werke jetzt fast alle stillgelegt. Die elektrische Trennung der Edelmetalle in Verbindung mit Kupferraffinerie wird in drei Betrieben durchgeführt, wobei für die Gold-Silberscheidung das Möbius-Verfahren, für die Gold-Platintrennung das Wohlwill-Verfahren angewandt wird. Für Edelmetalllegierungen mit hohem Kupfergehalt kommt das verbesserte Dietzel-Verfahren zur Anwendung. Aluminium wird von der Aluminium-Industrie-Gesellschaft, Neuhausen, in Lend b. Gastein hergestellt, wo auch Calciumcarbid erzeugt wird, außerdem haben die Elektrizitätswerke Stern & Haffel eine Aluminiumfabrik in Steeg b. Boisen, wo gleichzeitig auch Tonerde und Elektroden hergestellt werden. Die beiden genannten Werke erzeugen zusammen jährlich 300 Waggons Aluminium. Die Treibacher Chemischen Werke in Kärnten erzeugen Ferrocer, Ferromangan, Ferrochrom, Ferromolybdän und andere Chemikalien mit 1200 HP aus Wasserkraft und errichten jetzt eine neue Wasserkraftanlage in Mühlendorf im Mölltal mit einer durchschnittlichen Leistung von 6750 HP. Die Carbidwerke Deutsch-Matrai am Brenner erzeugen Ferrosilicium und Silicium und erhalten die elektrische Energie, 4500 HP, von den Brenner-Werken. Elektro Stahl wird in mehreren Betrieben erzeugt, so von den Schöllerstahlwerken in Ternitz, N. Ö., Böhler & Co. in Kapfenberg in Steiermark, den Blackmann-Stahlwerken in Mürrzuslag und den Steierischen Gußstahlwerken in Judenburg in Steiermark. Es bestehen weiterhin elektrochemische Anlagen zur Erzeugung von Ätznatron und Chlor, in großen Mengen werden Perhydrol und Superoxydsalze von den Österreichisch-chemischen Werken in Weissenstein erzeugt und nach Japan, Holländisch-Indien, China, Süd- und Mittelamerika ausgeführt. Die elektrische Energie wird gewonnen aus drei Wasserkraftanlagen mit 840, 3200 und 830 HP. Erwähnt sei ferner noch die Herstellung von Permanganaten, Ätznatron und Schwefelsäure durch die Linzer Permanganat-Werke. Eine größere Calciumcarbidanlage besitzt die Continental-Gesellschaft für angewandte Elektrizität in Landeck in Tirol. Schwefelsäure, Nitrate und Nitrite werden von der Stickstoffverwertungs-Gesellschaft in Patsch in Tirol erzeugt, die die elektrische Energie, 12000 HP, von den Sillwerken der Stadt Innsbruck beziehen, und deren Erzeugung nicht nur den Inlandbedarf deckt, sondern auch zum großen Teil zur Ausfuhr gelangt, besonders in die abgetretenen Staaten, vorwiegend in die Tschechoslowakei. Erwähnt wurden ferner die vorhandenen Akkumulatorenfabriken, sowie die Erzeugung von Batterien für Hausbeleuchtung, Telegraph, Telephon, Taschenlampen, elektrischen Sicherheitsgrubenlampen, Anlasserbatterien usw. Eine Reihe von Anlagen für die elektrische Niederschlagung flüssiger und fester Partikelchen aus Gasen nach dem Cottrell-Möller-Verfahren sind von der Lurgi-Apparate-Baugesellschaft, einer Zweiggesellschaft der Metallbank Frankfurt a. M. in Österreich errichtet worden, so in der Mitterberger Kupfer-A.-G. zur Fällung von Kupferstaub und zur Schwefeldioxydreinigung bei der Schwefelsäurefabrikation, in der Bleibergwerks-Union A.-G. zu Mesika und Klagenfurt, für die Fällung von Bleistaub und ferner in der Austro-amerikanischen Magnesit-Gesellschaft sowie der Veidtschen-Magnesit-G. m. b. H. für die Fällung von Magnesitstaub. Endlich wurden noch erwähnt die verschiedenen Anlagen der Elektro-Osmose-A.-G. für die Kaolinreinigung, die elektro-osmotische Gerbung, Torftrocknung, Leim- und Gelatinetrocknung, Serumreinigung und Wasserreinigung. Zum Schluß verweist Paweck auf die Arbeiten österreichischer Forscher, die zur Entwicklung der elektrochemischen Industrie beigetragen haben. So wird in den meisten Aluminiumwerken die Tonerde-Gewinnung aus Bauxit nach dem Verfahren von K. T. Bayer durchgeführt. Das Kellner-Quecksilberverfahren hat sich in der Alkalichlorid-Erzeugung eingeführt und ist in Verbindung mit dem Castner-Verfahren auch in England mit Erfolg im Betrieb. Erwähnt sei weiter an die Arbeiten Auer von Welsbachs und an die Arbeiten von Dr. Teichner, die die Grundlage der Wasserstoffsuperoxydfabrikation in Weissenstein wurden. Groß sind auch die Verdienste der Bosnischen Elektrizitäts-Gesellschaft und Dr. Helfensteins für die industrielle Vervollkommnung der Carbidherzeugung. Es sei ferner verwiesen auf die Arbeiten von Prof. Billitzer, dessen Diaphragmen für die Alkalichloridindustrie von Bedeutung wurden, sowie auf die

Arbeit von Pfannhauser, der die Galvanotechnik in Österreich sehr förderte. Endlich wies Dr. Paweck auf seine eigenen Arbeiten hin, besonders die elektrolytische Verzinkung. In einem Anhang werden dann die Einrichtungen des neuen elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule in Wien beschrieben.

W. Palmær, Stockholm: „Die elektrochemische Industrie in Schweden“.

Die elektrochemische Industrie Schwedens wird dank der reichen vorhandenen Wasserkräfte als die Zukunftsindustrie Schwedens angesehen, und in der Tat hat sie in den letzten 20 Jahren einen ganz gewaltigen Aufschwung genommen, und es ist nach Überwindung der jetzt in allen Ländern herrschenden Krise mit einer weiteren Fortentwicklung der elektrochemischen Industrie Schwedens zu rechnen. Roheisen wird in einer Menge von etwa 75 000 t jährlich auf elektrischem Wege erzeugt. Nach der Konstruktion des ersten und bis jetzt einzigen wirtschaftlich arbeitenden elektrischen Hochofens durch die schwedischen Ingenieure Grönwall, Lindblad und Stalhane wurde in Domnarfvet im Jahre 1909 der erste derartige Ofen in Betrieb genommen und ein Jahr später ein weiterer größerer Hochofen in Trollhättan aufgestellt. Zurzeit sind in Schweden insgesamt 11 Hochöfen mit 43 700 KW in Betrieb. Aus guten Erzen können jährlich pro KW 4 t Roheisen erzeugt werden, doch betrug im Jahre 1917, wo ungefähr 25 000 KW im Betrieb waren, die Gesamtproduktion nur 75 000 Tonnen, anscheinend weil nicht alle Öfen ohne Unterbrechung in Betrieb waren. Würde die schwedische Eisenindustrie den alten Hochofen vollkommen verlassen und nur mit elektrischen Hochöfen arbeiten, dann könnte sie jährlich etwa  $2\frac{1}{2}$ mal soviel Roheisen erzeugen als heute, d. h. annähernd 1 400 000 t im Jahre, wozu etwa 350 000 KW erforderlich wären. Elektro Stahl wird in Schweden in etwa 40 Rennerfeld-Öfen mit einer Gesamtleistung von etwa 8000 KW erzeugt, ferner sind in Betrieb Kjellin-Öfen, in 2 Betrieben sind auch Héroult-Öfen im Gange. Auch Eisenlegierungen werden in Schweden auf elektrischem Wege erzeugt, und zwar in der Hauptsache Ferrosilicium mit 50–90 % Silicium, dann Ferromangan und Ferrochrom, in geringen Mengen auch Ferromolybdän. Insgesamt wurden im Jahre 1917 Eisenlegierungen in zehn Anlagen erzeugt, die nicht weniger als 45 000 KW verbrauchten, was einer jährlichen Erzeugung von etwa 54 000 t Silicium mit 50 % Silicium entsprechen würde. Heute befassen sich 7 Gesellschaften mit der Erzeugung von Eisenlegierungen. In den letzten Jahren hat Ferrosilicium mit einem Siliciumgehalt von 13–15 % ausgedehnte Anwendung in der chemischen Industrie gefunden infolge der großen Widerstandsfähigkeit gegen Angriffe durch Säuren und andere Chemikalien. Diese Produkte, die unter den verschiedensten Namen wie Duriron, Eorrosiron, Neutralal-eisen, Ironac, Thermisilizid usw. im Handel sind, werden in Schweden erzeugt. Elektrische Zinkerzeugung ist in Schweden ebenfalls aufgenommen worden, und zwar nach dem Verfahren von G. de Laval. Die Eletrotermiska Aktiebolaget hat in Trollhättan einen Lavalofen in Betrieb genommen, und das Verfahren war während des Krieges sehr wirtschaftlich, bei normalen Preisen war die Wirtschaftlichkeit sehr in Frage gestellt, bis es gelang, das Zinkpulver, das in großen Mengen erhalten wird, durch mechanische Behandlung in kompaktes Metall überzuführen. Ganz reines Zink mit 99,95 % wird durch Destillation des unreinen Zinks ebenfalls in Lavalöfen erzeugt, und im Jahre 1915 betrug die Produktion von Trollhättan etwa 7000 t (Zink) und 8600 t raffiniertes Zink. Die elektrolytische Erzeugung von Zink aus Zinkerzen, die in den letzten Jahren mit großem Erfolg in Amerika entwickelt wurde, so daß jetzt ungefähr der zehnte Teil der Welterzeugung an Zink auf diesem Wege gewonnen wird, ist in Schweden noch nicht eingeführt, doch sind erfolgreiche Versuche hierüber mit schwedischen Erzen angestellt worden, in den meisten Fällen dürfte jedoch das elektrothermische Verfahren vorzuziehen sein. Elektrolytische Kupferraffinierung ist während des Krieges zwar in zwei schwedischen Werken durchgeführt worden, heute aber aufgegeben, und die Aussichten für diese Industrie sind in Schweden nicht sehr günstig, da die schwedischen Kupfererze nur wenig Gold und Silber enthalten, andererseits sind die Bemühungen, Kupfer und Nickel elektrolytisch aus Pyrrhotin zu extrahieren, für Schweden von Interesse, weil beträcht-

liche Mengen dieses Minerals im Lande vorhanden sind. Aluminium wird in Schweden zurzeit nicht erzeugt, doch dürfte, wenn die neueren Versuche zur Erzeugung hinreichend billigen und reinen Aluminiumoxyds aus schwedischen Rohmaterialien erfolgreich ausfallen, eine schwedische Aluminiumproduktion beginnen. Hier ist eine neue Erfindung von Jacobsson viel versprechend. Während des Krieges ist in geringen Mengen auch Magnesium, Cer und Natrium elektrisch dargestellt worden. Von chemischen Produkten wird zunächst die Carbid- und Cyanamid-Erzeugung erörtert. Die Alby-Carbidfabrik-A.-G. erzeugte 1913 an 14 000 t Carbid und 16 400 t Cyanamid. Die Umwandlung von Carbid in Cyanamid wird von der Stockholmer Superfosfat-Fabrik Akt.-Ges. im Ljunga-Werk in großem Maßstabe durchgeführt. Diese Werke besitzen auch eine kleine Anlage für Salpetersäuregewinnung nach dem Birkeland-Eyde-Verfahren. Eine Anzahl von Betrieben führen die Alkalichlorid-Elektrolyse durch, auch Natriumhypochlorit wird in größeren Mengen erzeugt, meist in Verbindung mit Cellulosefabriken. Kaliumchlorat für die Streichholzfabrikation wird hauptsächlich nach dem Verfahren von Carlson erzeugt, auch Anlagen für die elektrolytische Erzeugung von Natriumchlorat, anderen Chloraten und Perchloraten sind im Betrieb. Die Erzeugung übersteigt den Inlandsbedarf und wird in großen Mengen exportiert. Bicalciumphosphat wird nach einem Verfahren von Palmaer erzeugt durch Behandlung von z. B. Eisenerzen mit Perchlorsäure, die durch die Elektrolyse von Natriumperchlorat gewonnen wird, und Fällung der Lösung mit gleichzeitig durch Elektrolyse gewonnenem Alkali, wodurch ein Produkt mit 39 % löslicher Phosphorsäure erhalten wird. In mehreren Anlagen wird Wasserstoff und Sauerstoff elektrolytisch erzeugt, so gewinnen die Anlagen der Aktiebolaget Henriksborg in Stockholm Wasserstoff durch Elektrolyse von Natronlauge und verwenden diesen Wasserstoff zur Pethärtung. Phosphor wird seit 1916 gewonnen durch Erhitzen von Tricalciumphosphat, Quarz und Kohle im elektrischen Ofen. Graphit wird in einer Anlage bei Trollhättan von der Skandinavischen Grafit-Industrie-A.-G. nach dem Verfahren von Acheson erzeugt. Weiter bestehen Fabriken zur Erzeugung von Carborundum und Alundum, auch Schwefelkohlenstoff wird gewonnen durch Überleiten von Schwefelgas über elektrisch erhitzte Kohle. Einen Überblick über die Entwicklung der elektrochemischen Industrie in Schweden bis zum Jahre 1917 gibt folgende Tabelle, in der die angegebenen Preise den Vorkriegspreisen entsprechen.

Jahr	Zahl der Betriebe	KW	Wert der Produktion in Schw. Kr.
1904	8	9,000	4,500,000
1908	10	13,500	7,500,000
1911	14	25,000	11,000,000
1913	22	60,000	20,000,000
1915	36	78,000	31,000,000
1917	75	126,000	55,000,000

Die starke Erhöhung der Betriebe von 1915—1917 ist hauptsächlich zurückzuführen auf die Errichtung einer großen Anzahl elektrischer Stahlföfen. Heute hat die elektrochemische Industrie in Schweden noch nicht wieder ihre Höhe von 1917 erreicht, doch sind die meisten erwähnten Betriebe heute wieder im Gang, mit Ausnahme der Eisenlegierungen erzeugenden Fabriken, die 1917 hauptsächlich Ferrosilicium herstellten. Es ist aber kaum daran zu zweifeln, daß, sobald sich wieder normale Verhältnisse auf dem Weltmarkt einstellen, die elektrochemische Industrie Schwedens einen weiteren Anstieg nehmen wird.

B. F. Halvorst, Norwegen: „Stickstoffbindung“.

Norwegen besitzt einen Überfluß an billiger Wasserkraft, die über kurz oder lang von der Industrie ausgenutzt werden muß. Die Auswahl unter den Betrieben, die große Mengen Wasserkraft, d. h. Hunderttausende von elektrischen Pferdekraften konsumieren können, ist nicht sehr groß, denn nach den natürlichen Verhältnissen der bestehenden Wälder werden die Cellulose- und Papierfabriken wohl kaum in Zukunft einen

größeren Kraftbedarf haben als zurzeit; auch die Textilindustrie, die verschiedenen Mühlen, die Metallindustrie und anderen mechanischen Industrien des Landes können nicht größere Kraftabnehmer werden. Die Calciumcarbid-Industrie sowie die Industrie der Eisenlegierungen wird im Höchstfall auch nicht mehr als einige hunderttausend HP verbrauchen, möglicherweise werden später einmal die Aluminium- und Zinkindustrie größere Kraftmengen erfordern, in absehbarer Zukunft aber nicht mehr als wenige hunderttausend HP, da der Metallverbrauch nicht so rasch ansteigt, und die notwendigen Umänderungen der bestehenden Zinkwerke lange Zeit dauern dürften. Möglicherweise wird die Eisenerzeugung einen größeren Kraftbedarf haben. Als einziger Großabnehmer der elektrischen Energie bleibt daher in Norwegen die Düngemittel-Industrie, und hier kommen besonders die Stickstoffdüngemittel in Frage. Was die natürlichen Stickstoffdünger anbetrifft, so sind die Chilesalpeterlager größer, als man noch vor 25 Jahren annahm, so daß man noch auf lange Zeit hinaus damit zu rechnen hat, daß Chilesalpeter der vorherrschende Faktor für die Preisbestimmung der Stickstoffdünger bleiben wird. Die Extraktionsmethoden, die in Chile angewandt werden, bedingen einen ziemlich hohen Preis, hierzu kommt noch der Ausfuhrzoll. Es werden jetzt wohl Versuche gemacht, bessere Methoden für die Chilesalpetergewinnung einzuführen, besonders durch die große Kupferfirma Guggenheim, so daß für die Zukunft ein wirtschaftlicherer Betrieb zu erwarten ist. Wenn auch noch der Ausfuhrzoll erniedrigt wird, so wird Chilesalpeter zu weit billigeren Preisen auf den Markt kommen können. Kaliumnitrat ist nicht von großer Bedeutung für die Weltversorgung mit Stickstoffdünger. Große Mengen an Stickstoff ist in den fossilen Brennstoffen, Kohle und Torf enthalten und kann aus diesen als Ammoniak gewonnen werden durch Destillation der Kohle in Gas- und Kokswerken. Der Vortrag behandelt die verschiedenen Methoden zur Gewinnung von Stickstoffdüngemitteln, und zwar die Bindung des Luftstickstoffs durch Oxydation zu Stickoxyden und folgende Überführung in Salpetersäure und Nitrate, die Stickstoffbindung in Form von Cyanidverbindungen, die Stickstoffbindung in Form von Nitriden, die Stickstoffbindung an Wasserstoff und Bildung von Ammoniak und endlich die Stickstoffbindung durch pflanzliche Organismen. Es werden dann die wichtigsten technischen Methoden zur Fixierung des Luftstickstoffs erörtert, so das Verfahren von Birkeland-Eyde, das Verfahren von Dr. Schönherr, das von der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik ausgearbeitet und ebenfalls in Rjukan in Betrieb ist, ferner das Verfahren von Pauling im Besitze der Salpetersäure-Industrie-Gesellschaft, Gelsenkirchen, das in einer kleinen Anlage in Patsch b. Innsbruck sowie in einigen kleinen Anlagen in Frankreich und Italien in Betrieb ist, das Mosicky-Verfahren, das in der Schweiz angewandt wird, das Verfahren von Wielgolaski, das teils dem Schönherr-, teils dem Pauling-Verfahren ähnelt und in einer kleinen Anlage in Amerika in Betrieb ist, ferner das Siebert-Verfahren, das von der AEG im Verein mit den elektrochemischen Werken in Bitterfeld ausgearbeitet wurde, sowie das Häussersche Explosionsverfahren, das in einer kleinen Anlage in Westfalen in Betrieb war. Von anderen Verfahren, die aber in der Praxis nicht Eingang gefunden haben, sei noch erwähnt der Dreiphasenofen von Kilburn-Scott. In all diesen genannten Verfahren wird Stickstoff an Sauerstoff gebunden durch Erhitzen von Luft oder anderen Stickstoff-Sauerstoffgemischen auf hohe Temperatur. Unter den in den Öfen herrschenden Bedingungen ist der Prozeß ein fast rein thermischer, anders aber liegen die Verhältnisse bei niedrigen Drucken, wo Haber höhere Stickoxydkonzentrationen fand, als durch die thermische Reaktion erklärt werden kann, und wo man eine rein elektrische Reaktion anzunehmen hat. Es werden nun die theoretischen Grundlagen zur Erzielung der besten Ausbeute an Stickoxyden besprochen und die Arbeiten Habers erörtert. Zur Erzielung besserer Ausbeuten stehen uns noch zwei weitere Wege offen. Der eine besteht in der Änderung der Zusammensetzung der Luft und Vermehrung des Sauerstoffgehalts, der andere Weg ist die Erhöhung der Flammentemperatur. In Ländern, die arm an Kohle aber reich an Wasserkraft sind, liefern die Lichtbogenöfen billig Hitze und Dampf, ein Faktor, der noch zu wenig gewürdigt wird,

wenn von dem großen Kraftverbrauch der Lichtofenverfahren gesprochen wird.

Die Bindung des Stickstoffs in Form von Cyanidverbindungen ist zurückzuführen auf die im Jahre 1823 gemachte Beobachtung der Bildung von Cyaniden aus Luftstickstoff in Schmelzöfen. 1840 begannen Bunsen und Playfair ihre Untersuchungen an einem Hochofen in England, und von 1842—47 war in der Nähe von New Castle ein Hochofen für die Erzeugung von Kaliumcyanid in Betrieb, ist später aber als unwirtschaftlich aufgegeben worden. Es werden die weiteren Arbeiten auf diesem Gebiete besprochen, so die Versuche von Margueritte und Sourdeval zur Bindung von Stickstoff an Ätzbaryt, die Arbeiten von Mond und Solvay, das amerikanische Bucher-Verfahren, die Arbeiten von Berthelot zur Erzeugung von Cyanwasserstoffsäure, durch Einwirkung des elektrischen Lichtbogens auf Acetylen und Stickstoff, ferner die Arbeiten von Moissan und Wilson. Ferner die technische Calciumcarbidgewinnung und die dadurch angeregten Arbeiten zur Bindung des Luftstickstoffs mit Hilfe des Carbid. Es wurden hier erwähnt die Arbeiten von Frank und Caro, Mehner, Rothe, Freudenberg, im Verein mit den Firmen Dynamit-A.-G. vorm. Alfred Nobel & Co., Hamburg, Siemens & Halske, Boehringer & Söhne, Deutsche Gold- und Silberscheide-Anstalt. Zunächst zielten die Versuche dahin, Cyanid zu erhalten, da das Verfahren von Mac Arthur Forrest zu Gold- und Silberextraktionen große Mengen dieses Materials erforderte. Von den in der Praxis eingeführten Verfahren sind zu erwähnen die Methode von Frank und Caro, die außer in Deutschland in Norwegen, in den großen Betrieben zu Odda angewandt wird, das Verfahren von Carlson, der eine Mischung von Flußspat und Carbid benutzt (das Verfahren wird mit gutem Erfolg besonders in Schweden durchgeführt), und endlich die Polzeniu-Methode, die hauptsächlich in Deutschland angewandt wird. Die Cyanamidindustrie hat zurzeit mit Schwierigkeiten zu kämpfen. Die Handhabung dieses Düngemittels ist schwierig, die Erfolge nicht so gut wie bei anderen Stickstoffdüngemitteln. Cyanamid kann aber leicht in andere Produkte übergeführt werden, die gute Düngemittel sind, so in Harnstoff und in Ammoniak durch Behandeln mit Wasser im Autoklaven.

Eine weitere Art der Bindung des Luftstickstoffs beruht auf der Bildung von Metallnitriden, von denen eine Reihe bei geeigneter Behandlung mit Wasser oder Alkali Ammoniak geben. Erwähnt sei das Verfahren von Serpek zur Bildung von Aluminiumnitrid, dessen praktische Ausnutzung aber an technischen Schwierigkeiten scheiterte. Zurzeit haben die Nitride keine große technische Bedeutung. Am wichtigsten ist die Bindung des Luftstickstoffs an Wasserstoff unter Bildung von Ammoniak nach Haber-Bosch. Weitere technische Verfahren zur Gewinnung von Ammoniak sind von Claude und von Casale ausgearbeitet worden. Das letztgenannte Verfahren zeichnet sich durch die besonders gute Ofenkonstruktion aus und wird zurzeit in Italien ausgeführt, vor kurzem ist eine Anlage in Japan fertiggestellt worden, eine Fünfzehn-Tonnenanlage an den Niagarafällen wird in Kürze in Betrieb genommen werden. In Spanien wird das Fauser-Verfahren angewandt, erwähnt sei ferner das Verfahren der General-Chemical-Company, das auf der Verwendung des de Jahn'schen Katalysators beruht. Eine in Sheffield (Alabama) während des Krieges errichtete Anlage arbeitete ohne Erfolg, eine später im Staate New York errichtete Anlage, die 14 t Ammoniak in 24 Stunden erzeugt, soll erfolgreich arbeiten. Von anderen in der Praxis anwendbaren Methoden sei noch erwähnt das Verfahren von Brunner-Mond, ein verbessertes Haber-Verfahren, das bei relativ niedrigem Druck arbeiten soll.

Was die Bindung des Stickstoffs mit Hilfe verschiedener Pflanzen wie Leguminosen anbetrifft, so haben sie zurzeit noch keine Bedeutung für die technische Stickstoffbindung. Es werden dann die wichtigsten Verfahren der Stickstoffbindung hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der norwegischen Verhältnisse verglichen, wobei Dr. Halvorsen zu dem Schluß kommt, daß für Norwegen die Lichtbogenverfahren am besten abschneiden. In anderen

Ländern liegen die Verhältnisse anders, und es müssen bei Errichtung von Stickstoffanlagen immer die besonderen Verhältnisse des Landes berücksichtigt werden. Es gibt aber wohl kaum ein Land, das über bessere Bedingungen für die Stickstoffbindung verfügt als Norwegen.

F. A. J. Fitzgerald, Niagarafälle: „Der Kraftbedarf in den elektrochemischen und elektrothermischen Industrien in Amerika“.

An Hand der Verhältnisse an den Niagarafällen in den Jahren 1895—1922 wird die Kraftabgabe an elektrochemische und elektrometallurgische Betriebe verglichen mit dem Kraftbedarf für elektrische Beleuchtung und städtische Zwecke. Während in der ersten Zeit nach Errichtung der großen Niagarafall-Kraftanlagen, die an elektrochemische und metallurgische Industrie abgegebenen Energiemengen stetig anstiegen, sind in den letzten Jahren die an die Industrie abgegebenen Kraftmengen zurückgegangen, während für öffentliche Zwecke, Beleuchtung, Transport u. dgl. immer größere Mengen erforderlich sind. Es ist das nicht zurückzuführen auf eine geringere Nachfrage von Kraft für Industriebetriebe, sondern zum Teil das Ergebnis einer seit Jahren betriebenen Agitation gegen die Ausnutzung der Niagarafälle für technische Zwecke. Zu berücksichtigen ist hierbei auch, daß zur Zeit der Errichtung der Wasserkraftanlagen an den Niagarafällen die elektrochemische und elektrometallurgische Industrie sich noch im Anfangsstadium befand und sich an den Niagarafällen ansiedelte. Seitdem sind aber eine ganze Reihe anderer Wasserkraftanlagen entstanden, die, wenn sie auch höhere Kraftkosten aufweisen, doch den Vorteil haben, günstiger für den Markt elektrochemischer und elektrothermischer Produkte zu liegen. Zu Beginn der Verwendung der Elektrizität zur Wärmeerzeugung galt der Grundsatz, daß Elektrizität wirtschaftlich nur anwendbar ist für Temperaturen, die auf andere Weise nicht erzielt werden können. Es begründete sich dies auf die Berechnung der Kosten für die nach den verschiedenen Methoden erzeugten Calorienmengen. Man hat aber dann gefunden, daß für die Wirtschaftlichkeit noch eine ganze Reihe anderer Faktoren mitspielen, und daß man Verfahren bei niedrigeren Temperaturen oft viel billiger mit Hilfe der Elektrizität als mit Kohle ausführen kann, selbst wenn der Preis der elektrischen Energie nicht billig ist. Als Beispiel sei auf die Gußstahlerzeugung hingewiesen. Zu Beginn der elektrischen Stahlerzeugung nahm man an, daß die elektrische Erzeugung nur für sehr hochwertige Stähle wirtschaftlich sei und auch dann nur, wenn man sehr billige elektrische Kraft zur Verfügung hat. Heute haben wir eine ganze Reihe von elektrischen Stahlgießereien, bei denen die Kraftkosten von geringerer Bedeutung sind, so daß sie ihre elektrische Energie aus Anlagen nehmen, die die Kraft zu viel höherem Preise erzeugen als die Niagarafälle. Zum Schluß wendet sich Votr. gegen den Vorschlag der staatlichen Bewirtschaftung der Niagarafälle.

G. Böex, England: „Kleine Wasserkraftanlagen und elektrothermische und elektrochemische Belastung“.

In den letzten Jahren hat man die Ausnutzung der Wasserkräfte mehr vom Standpunkt der allgemeinen Verwertung für Lichtzwecke und Eisenbahnbetrieb behandelt als vom Gesichtspunkt der kontinuierlichen Belastung. Der Grund hierfür liegt allem Anschein nach in dem hohen Anlagekapital für hydroelektrische Kraftwerke und den instabilen Verhältnissen in den meisten Ländern, die die Geldgeber davon abhielten, ihr Kapital in Betrieben anzulegen, die zwar erfolgreich arbeiten können, aber nicht in kurzer Zeit eine gute Verzinsung versprechen. So hat man z. B. in Amerika die großen Wasserkraftanlagen von 100 000 HP aufwärts begünstigt und die kleineren Anlagen von 2—3000 HP sehr vernachlässigt. Für die Entwicklung der Industrie ist diese Vernachlässigung der kleineren Wasserkräfte sehr zu bedauern, denn zweifellos können auch diese unter geeigneten Bedingungen und bei ständiger Belastung wirtschaftlich arbeiten. Am geeignetsten für solche Fälle ist der elektrische Hochofen und die elektrolytische Zelle. Es gibt jedoch, wie besonders hervorgehoben sei, zwei Materialien, die mit kleinen Wasserkraftanlagen nicht hergestellt werden können, nämlich Calciumcarbid und Aluminium; für diese beiden ist es völlig unwirtschaftlich, mit

kleinen Anlagen zu arbeiten. Vortr. gibt nun eine Aufstellung über die Kosten der Aluminiumherzeugung in der British Aluminium Company Ltd., da die Aluminiumherstellung die denkbar gleichmäßigste Belastung des Kraftwerks gibt. Es stellten sich da die Gesamtkosten pro KW-Jahr in normalen Jahren auf 7,3 sh. Im Jahre 1921, wo infolge der wirtschaftlichen und finanziellen Verhältnisse in Europa die Nachfrage nach Aluminium geringer war, war der Belastungsfaktor auch viel niedriger, und es stellten sich da die Gesamtkosten für das KW-Jahr auf mehr als das Doppelte, auf 16,6 sh. Für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes sind aber nicht nur die Kraftkosten maßgebend. In der Metallurgie werden die elektrischen Öfen verwendet für Materialien, die auf anderem Wege nicht in derselben Qualität herstellbar sind. So hat sich die Automobilindustrie durch die Verwendung besserer Stahllegierungen sehr entwickelt, und für die Industrie der Eisenlegierungen genügen schon kleinere Anlagen. Öfen von 500 KW sind schon technisch möglich, in der Regel werden 1000 KW-Öfen verwendet. In Tabellen wird nun eine Übersicht gegeben über die auf elektrischem Wege herstellbaren Produkte unter Angabe der Kosten der Rohmaterialien, der Kraftkosten und des Handelswertes. Man sieht aus den angegebenen Zahlen, daß die Herstellung einer ganzen Reihe von Produkten auch für kleine Wasserkraftanlagen wirtschaftlich ist, so z. B. die Erzeugung von Chromlegierungen, die eine wichtige Rolle bei der Herstellung von rostfreiem Stahl einnehmen. Die Erzeugung künstlicher Schleifmittel wie Carborundum und Alundum, die hauptsächlich aus Nordamerika ausgeführt werden, ist auch für Europa aussichtsreich, und es werden bereits von mehreren europäischen Betrieben für diesen Zweck mit Erfolg kleine Kraftanlagen ausgenutzt. Vortr. weist darauf hin, daß sich auch in England diese Industrie lohnen würde unter Verwendung der kleinen Wasserkräfte im schottischen Hochland. Erwähnt sei auch die elektrolytische Erzeugung von Zink, bei der jedoch die Wirtschaftlichkeit in hohem Maße nicht nur von den Kraftkosten, sondern der richtigen Vorbehandlung des Rohmaterials abhängt. Für England dürfte sich auch die Herstellung von Aluminiumzement im elektrischen Ofen lohnen, da bei diesem Produkt, das für besondere Zwecke im Betonbau Anwendung findet, der Preis keine Rolle spielt. Es sei überhaupt betont, daß man heute eine ganze Reihe von Produkten infolge der stets steigenden Arbeits- und Brennstoffkosten auf elektrischem Wege wirtschaftlich herstellen kann, die noch vor Jahren ganz unrentabel waren.

T. Holmgren, Stockholm: „Ein neuer Widerstandsofen mit Reaktionszone“.

Für viele thermische Prozesse, die in großem Maßstabe in der chemischen Industrie angewandt werden, ist es von Wichtigkeit, daß das ganze Material auf eine bestimmte Temperatur erhitzt wird, die es nicht übersteigen darf. Die Kohlenpreise während des Krieges und in der Nachkriegszeit zwangen nun vielfach dazu, die Kohle durch hydroelektrische Energie zu ersetzen, besonders war dies in Schweden der Fall. Vortr. gibt nun die Ergebnisse der Untersuchungen wieder, die im Jahre 1919 für die Stickstoff-Bindungsgesellschaft in Göttingen ausgeführt wurden, um einen Widerstandsofen zu konstruieren, in welchem das zu behandelnde Material selbst als elektrischer Widerstand wirkt. Auf diesem Wege schien es möglich, die höchste Leistungsfähigkeit bei geringsten Kosten zu erhalten. Es handelt sich also darum, einen kontinuierlich arbeitenden Ofen mit elektrisch erhitzter Reaktionszone zu erhalten, die das eingebrachte Material bei der gewünschten Reaktionstemperatur ohne Überhitzung durchläuft. Die Reaktionszone muß genügend groß sein, um dem Material Zeit zu lassen, bei der bestimmten Temperatur die gewünschte Reaktion zu vollenden. Es ist gelungen, derartige Öfen zu konstruieren, die mit gutem Erfolg in Schweden im Betrieb sind. Leider konnte Vortr. keine Mitteilung machen, für welchen chemischen Prozeß dieser Ofen angewandt wird, nur soviel durfte er sagen, daß der Ofen hauptsächlich für Verfahren bestimmt ist, in denen eine bestimmte Maximaltemperatur nicht überschritten werden darf.

In der anschließenden Diskussion wurde auf die Entwicklung der elektrochemischen Industrie in Canada hingewiesen. Die erste im Jahre 1908/09 errichtete Aluminiumanlage arbeitete nicht wirtschaftlich, erst die Kriegszeit brachte eine gün-

stige Entwicklung. Die Anforderungen an Kraftbedarf für die elektrochemische Industrie sind durch den Krieg sehr gestiegen, konnten aber befriedigt werden, da gerade eine neue Kraftanlage von 240 000 HP fertiggestellt war. Hingewiesen sei auf eine elektrochemische Anlage für Acetonherzeugung. Wie in anderen Ländern, ist auch in Canada nach dem Krieg ein Niedergang der Industrie zu verzeichnen, doch dürfte die Krisis überwunden sein.

In Frankreich hat man seit Beginn des Krieges der Entwicklung der elektrochemischen Industrie große Aufmerksamkeit geschenkt. In Zukunft soll die synthetische Ammoniakgewinnung in Frankreich einen großen Raum einnehmen unter Ausnutzung der pyrenäischen Wasserkräfte. Es sind jetzt verschiedene Anlagen für das Claude-Verfahren im Bau. Der Grundgedanke Claudes war, ein Verfahren auszubauen, welches kleine Wasserkräfte ausnutzen kann, um möglichst viele Anlagen über das Land zu verteilen, und so die verschiedenen Gebiete direkt zu versorgen und Transportkosten zu sparen. Auch das Casale-Verfahren zur Ammoniaksynthese, das besonders gut anwendbar ist, wo Hochofengase vorhanden sind, wird jetzt in Frankreich ausgeführt. Für Frankreich ist besonders wichtig die Pflege und Entwicklung elektrochemischer Betriebe mit kleinem Kraftbedarf.

Vors. Horn wies in seinem Schlußwort nochmals darauf hin, wie sehr durch den Krieg die Industrie gelitten habe, besonders erwähnte er die Carbidindustrie. Er betonte dann die Notwendigkeit, für die noch unausgenutzten Wasserkräfte industrielle Verwertung zu finden.

In der Abteilung Elektrometallurgie, in der J. Murphy, Canada, den Vorsitz führte, sprach T. W. S. Hutchins, England, über „Elektrolyteisen“. Vortr. gibt einen Überblick über die technischen Verfahren zur Herstellung von Elektrolyteisen in Röhren oder Blechen und zwar, 1. das französische Verfahren, das lösliche geformte Anoden benutzt, 2. das amerikanische Verfahren mit unlöslichen ungeformten Anoden, und 3. das englische Verfahren mit löslichen, aber ungeformten Anoden. Es hatte sich zunächst gezeigt, daß saure Lösungen keine befriedigenden Resultate gaben, daß man aber bei einem Säuregehalt von nicht über 0,000158 Schwefelsäure nicht poröse Niederschläge erhalten kann. Zunächst erschien es unmöglich, den Säuregrad ohne Zusatz neutralisierender Reagenzien so herabzusetzen. Die Verwendung abstumpfender Reagenzien war aber unwirtschaftlich. Durch weitere Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß das in den Rekuperatoren verwendete Eisen sich mit einer Schicht von Verunreinigungen bedeckte, so den Zutritt des Elektrolyten zum Eisen hinderte und ein Ansteigen der Acidität bewirkte. Durch Steigerung der Stromgeschwindigkeit im Rekuperator konnte dieser Übelstand beseitigt werden. Es zeigte sich ferner, daß der Niederschlag sogenannte Wasserstoffblasen enthielt, die aber nicht, wie man gewöhnlich annimmt, auf durch die Elektrolyse gebildetes Gas zurückzuführen waren, vielmehr wurden diese sogenannten Wasserstoffblasen bewirkt durch feste Partikelchen im Elektrolyten, die sich auf dem Metall ablagerten und mit ihm eine elektrische Kette bildeten, es handelte sich also um galvanische Wirkung. Um diese Blasen zu vermeiden, wurde ein Filter konstruiert, das porös genug war, um die großen Flüssigkeitsmengen durchgehen zu lassen, aber den Durchgang der festen Teilchen verhinderte. Es konnten in der Anlage dann Eisenröhren erzeugt werden, die dem National Physical Laboratory zur Untersuchung eingereicht wurden. Die Analyse ergab 0,031 % Kohlenstoff, 0,02 % Mangan, Silicium, Schwefel, Phosphor in Spuren und die vollkommene Abwesenheit von Kupfer und Nickel. Nach dem Glühen zeigten sich die typischen Ferritkristalle des reinen Eisens. Alle Mikrophotographien sind erhalten von Schnitten, die mit einer 1%igen Salpetersäurelösung in Alkohol geätzt waren. Interessant sind die Wärmekurven. Es treten in der Nähe der  $A_2$ -Umwandlung zunächst zwei Haltepunkte auf, bei folgendem Abkühlen und Wiedererwärmen findet man nur einen Haltepunkt. Auch die  $A_3$ -Umwandlung ist in der ersten Erwärmungskurve abnormal und es können zumindestens zwei Verzögerungen beobachtet werden, bei folgendem Erwärmen und Abkühlen wird nur ein Haltepunkt gefunden, entsprechend der normalen  $A_3$ -Umwandlung des Eisens. Eine

dritte Umwandlung wird durch alle Kurven angedeutet bei ungefähr 740° beim Erwärmen und 700° beim Abkühlen. Diese Temperaturen entsprechen dem A<sub>1</sub>-Haltepunkt von reinen Kohlenstoffstählen und sind zweifellos zurückzuführen auf kleine Mengen von Kohlenstoff im Eisen. Es ist ferner die elektrische Widerstandsfähigkeit des Materials untersucht worden, die mit zunehmender Temperatur anstieg, und zwar von 0–100° von 1 auf 1,6. Weiter ist der Ausdehnungskoeffizient bestimmt worden. Auch die Elastizität wurde untersucht, und die Brinellsche Härteprüfung durchgeführt. Endlich wurde noch die magnetische Permeabilität und die Hysterese angegeben. Vortr. konnte Proben von elektrolytisch hergestellten Eisenröhren vorzeigen und beweisen, daß sich Elektrolyteisen schon technisch als Handelsware herstellen läßt.

In der Diskussion weist Bo ex, Amerika, darauf hin, daß er die Anlagen der Société Anonyme le Fer besucht habe und er kann bestätigen, daß auch dort ein handelsfähiges Produkt bereits erzeugt wird. Wünschenswert wäre es, etwas Näheres über die in Frankreich benutzte Horizontalanode zu erfahren. Hutchins zieht das englische Verfahren vor, weil es billiger ist, und auch Schrot als Anodenmaterial verwendbar ist.

E. P. Mathewson, New York: „Kraftanlagen in der Elektrometallurgischen Industrie der Vereinigten Staaten von Nordamerika“.

In den letzten 10 Jahren sind die elektrometallurgischen Verfahren in Amerika sehr eingeführt worden, und in mehr als 200 Städten wird jetzt für diese Zwecke elektrische Kraft verbraucht. Nach statistischen Angaben, die von zwei Sachverständigen herrühren, hat den größten Kraftverbrauch die elektrische Stahlraffinerie, während man bisher immer die Aluminiumindustrie als den größten Kraftabnehmer angesehen hat. Es haben sich eben durch den Krieg die Verhältnisse verschoben. Es scheint, daß die Aluminiumindustrie jetzt ihre größte Leistungsfähigkeit erreicht hat, während die Stahlraffinerie noch in der Ausdehnung begriffen ist. Gold- und Silberschmelze und Reinigung haben zwar keinen großen Kraftbedarf, hier haben aber die elektrischen Verfahren die alten Raffinierverfahren fast vollständig verdrängt. Eine Übersicht über die in der elektrometallurgischen Industrie Amerikas gebrauchten Kraftmengen gibt folgende Tabelle:

Stahl, elektrische Raffinerie . . . . .	450 000 HP
Eisenlegierungen, elektrische Schmelzen . . . . .	150 000 HP
Aluminium, elektrische Erzeugung . . . . .	350 000 HP
Kupfer, elektrolytische Raffinerie . . . . .	75 000 HP
Messing, elektrische Schmelze . . . . .	82 000 HP
Blei, elektrolytische Raffinerie . . . . .	1 200 HP
Zink, elektrolytische Erzeugung . . . . .	34 000 HP
Gold und Silber, elektrische Schmelze und elektrolytische Raffinerie . . . . .	1 300 HP

Roheisen wird zurzeit nicht elektrisch in Amerika erzeugt, der erste elektrische Ofen zur technischen Erzeugung von Roheisen, der in Californien in den Jahren 1908–1914 arbeitete, ein Héroult-Ofen, wurde stillgelegt, und die Anlage erzeugte dann Eisenlegierungen. Für die Erzeugung von Stahl- und Eisenlegierungen sind jetzt in Amerika mehr als 400 Elektroöfen in Betrieb, und zwar vorwiegend Héroult-Öfen, es folgen dann die Öfen von Moore und Snyder. Reines Eisen ist 1923 in einer Versuchsanlage der Milford-Electrolytic Iron Company hergestellt worden, um zu beweisen, daß dieses Material in größter Reinheit aus Sulfiderzen unter Wiedergewinnung des Schwefels hergestellt werden kann. Nach dem Burgess-Verfahren werden in einer Anlage der Western Electric-Company täglich 3–4000 Pfund reines Elektrolyteisen hergestellt. Wie bereits erwähnt, nimmt die zweite Stelle als Kraftverbraucher die Aluminiumindustrie ein, und zwar ist der Kraftverbrauch pro Pfund Aluminium rund 15 KW-Stunden. Für die elektrolytische Kupferraffinierung sind neun Anlagen im Betrieb. Erwähnt sei besonders die Anlage in Ajo, Arizona, wo auch das Cottrell-Verfahren zur Niederschlagung des Staubes verwendet wird. In den Messingschmelzereien schwankt der Kraftbedarf zwischen 250 und 400 KW-Stunden pro Tonne je nach der Art des Messings. Elektrolytische Bleiraffinierung nach dem Betts-Verfahren wird in zwei Betrieben durchgeführt, der Elektrolyt enthält Blei, Fluorsilicat

und freie Kieselfluorwasserstoffsäure. Pro KW-Stunde werden 15 Pfund Blei niedergeschlagen. Die einzige bedeutende Anlage zur elektrolytischen Zinkerzeugung besitzt die Anaconda Copper-Mining Company. Die zahlreichen Versuche, Zink aus Zinkerzen elektrisch zu erschmelzen, haben sich nicht als wirtschaftlich erwiesen, doch haben die Versuche der Anaconda-Werke gezeigt, daß elektrolytisches Zink den Wettbewerb mit dem alten Retortenschmelzverfahren aufnehmen kann. Die Anlagen zur elektrolytischen Raffinierung von Gold und Silber sind meist nur klein, sie sind zum Teil den Kupferraffinerien angeschlossen. Weitere solche Anlagen befinden sich in den staatlichen Münzen zu Philadelphia, Denver, St. Francisco und New York.

Auf eine Anfrage des Vorsitzenden nach der Verwendung des Cottrell-Verfahrens erklärte Mathewson, daß dieses Verfahren mit Erfolg in Kupferraffinerien angewandt wurde, jetzt auch verwendet wird zur Beseitigung der Schwefelsäuredämpfe. In Anaconda hörten vorher die Klagen der Landwirte über Rauchschäden nicht auf, sind aber nach Einführung des Cottrell-Verfahrens zum Stillstand gekommen. Hutchins dagegen bemerkt, daß seine Erfahrungen mit dem Cottrell-Verfahren nicht so günstig sind und deshalb in seinem Betriebe eine neue Methode zur Rauchbekämpfung eingeführt wurde, Näheres hierüber kann er jedoch noch nicht angeben, das Verfahren ist patentamtlich geschützt, nur soviel sei erwähnt, daß auch der Preis dieses Verfahrens angemessen sein wird, so daß die Methode für alle Betriebe in Anwendung kommen kann, die genötigt sind, Rauch und Dämpfe zu beseitigen.

Dr. F. Giolitti: „Die Elektrometallurgie in Italien“ (wegen Verhinderung des Verfassers vorgetragen von Ing. Semenza).

Italien ist ein gutes Gebiet für die Entwicklung der Elektrometallurgie, da es keine Kohlenlager besitzt, aber über Wasserkräfte verfügt. Der stetig wachsende Bedarf der eisenverbrauchenden Industrie brachte eine rasche industrielle Entwicklung der elektrischen Stahl- und Eisenerzeugung, seitdem 1898 Stassano seine erfolgreichen Versuche durchgeführt hatte und die Héroult-Öfen für die Erzeugung von Elektrostahl in die Praxis übergeführt wurden. Vom Jahre 1897–1913 stieg die Eisenproduktion in Italien von 8400 t auf 427 000 t, die Stahlproduktion von 64 000 t auf 933 000 t. Während 1914 an Roheisen nach Italien noch drei Viertel soviel eingeführt wurde wie die Inlandserzeugung betrug (die Zahlen sind 237 000 t bzw. 385 000 t), 1919 fast ebensoviel Roheisen eingeführt wie erzeugt wurde (223 000 t bzw. 239 000 t), betrug 1920 die Menge des eingeführten Roheisens fast doppelt soviel wie die des erzeugten (170 000 t bzw. 88 000 t). Interessant sind die entsprechenden Zahlen, die sich auf Stahl beziehen. 1914 erzeugte Italien 911 000 t Stahl und führte 244 000 t ein. 1917 hatte die Stahlerzeugung ihren höchsten Stand erreicht mit 1 331 000 t, während 792 000 t eingeführt wurden. Es sank dann in den nächsten Jahren die Stahlerzeugung wieder und fiel bis auf 700 000 t im Jahre 1921 herab, wo 224 000 t eingeführt wurden. Im folgenden Jahre 1922 hob sich die Stahlerzeugung wieder auf 943 000 t. Diese Zahlen zeigen, daß in der Zeit, in der der elektrische Ofen für die Stahlerzeugung in Italien herangezogen wurde, die italienische Eisen- und Stahlindustrie eine rasche Entwicklung nahm. 1914 war die Menge an Elektrostahl noch sehr gering, wuchs aber dann sehr rasch an, von 20 000 t im Jahre 1915 auf 158 000 t im Jahre 1922, die Zahl der in Stahlbetrieben errichteten Elektroöfen stieg von 12 im Jahre 1914 auf 178 im Jahre 1922. Man sieht aus diesen Zahlen, daß die Produktionssteigerung an elektrischem Stahl in dem angeführten Zeitraum viel größer war als die für die Gesamtmenge des in Italien erzeugten Stahls, denn während 1915 Elektrostahl 2 % der gesamten Stahlerzeugung betrug, war der Anteil des elektrisch erzeugten Stahls 1922 auf 16 % gestiegen. Diese Entwicklung ist hauptsächlich auf die schwierige Kohlenbeschaffung während des Krieges und die hohen Kohlenpreise zurückzuführen, so daß es sich lohnte, auch die gewöhnliche Handelsware auf elektrischem Wege zu erzeugen, und eine ganze Anzahl von Betrieben ihre Siemens-Martin-Öfen durch elektrische Öfen ergänzten; hierzu kam dann, daß die Einfuhr von Spezialstählen, die für die Erzeugung von Kriegsmaterial notwendig waren, sehr erschwert

war, und eine ganze Anzahl neuer Betriebe entstand, welche solche Spezialstähle in kleinen elektrischen Öfen geringer Kapazität (1–2 t) erzeugten. Mit Kriegsschluß sind zwar die meisten dieser Betriebe wieder stillgelegt worden, da sie nicht mehr wirtschaftlich waren. Hinsichtlich der gewöhnlichen Kohlenstoffstähle aber sind die Verhältnisse nach wie vor dem Kriege gleich günstig. Die Gesamtkapazität der zurzeit in Italien für die Stahlerzeugung in Gang befindlichen elektrischen Öfen wird auf etwa 800 000 t jährlich geschätzt. Während die Gesamtweltproduktion an Elektro Stahl von 1918 bis 1922 von 1 200 000 t auf 500 000 t zurückgegangen ist, ist in Italien im selben Zeitraum die Elektrostahlerzeugung mehr als verdoppelt worden, von 74 000 t auf 158 000 t. Andererseits ist die Gesamtmenge des in Italien erzeugten Stahls noch weit unter der Kapazität der in Italien bestehenden Siemens-Martin-Öfen. Die weitere Entwicklung der Elektrostahlindustrie Italiens wird in großem Maße von den politischen Verhältnissen abhängen. Es sei noch erwähnt, daß zur Erzeugung von 1 t Stahl im Siemens-Martin-Ofen 700 kg Kohle erforderlich sind, während bei der elektrischen Erzeugung der Kohlenverbrauch nicht über 140 kg steigt. Es muß daher die italienische Regierung alle möglichen Maßnahmen ergreifen, um diese Industrie zu begünstigen, so durch Steuer- und Tarifpolitik. Was nun die Erzeugung von Roheisen im Elektroofen betrifft, so betrug sie 1917 etwa 56 000 t und stieg im folgenden Jahr auf 62 000 t, sank aber dann allmählich. Zur Erklärung dieser Tatsache sei bemerkt, daß die Eisenproduktion ausschließlich aus sogenanntem synthetischen Roheisen bestand, das erzeugt wurde durch Schmelzen und Carburieren von Stahlspänen im elektrischen Ofen. Diese Erzeugung war ausschließlich wirtschaftlich unter den abnormen Verhältnissen, die durch den Krieg bedingt waren, nämlich hoher Preis des Roheisens, große Mengen vorhandener Stahlspäne, Mangel an Kohle. Sobald diese Verhältnisse sich änderten, hörte diese Erzeugung auf, die Elektroöfen wurden zum Teil ganz außer Betrieb gesetzt, zum Teil zur Erzeugung von Eisenlegierungen verwendet. Was die tatsächliche Erzeugung von Roheisen durch elektrische Reduktion von Eisenerzen betrifft, so sind die ersten Versuche hierzu 1898 von Stassano durchgeführt worden. Die erste bedeutende Anlage zur Elektroreduktion von Eisenerz ist in Aosta von der Soc. Gio. Ansaldo & Co. für die Aufarbeitung von Magnetiten errichtet worden. Die Anlage, die jetzt nach dem Kriege ausgebaut werden soll, wird sechs Reduktionsöfen der „Elektrometall“-Type erhalten. Ein solcher Ofen ist bereits seit einem Jahr mit gutem Erfolg in Betrieb. Angegliedert wird dieser Anlage die Fabrikation von Eisenlegierungen. Die italienische Produktion an Eisenlegierungen betrug 1913: 4700 t, stieg 1920 auf 20 880 t, um im nächsten Jahre wieder auf 15 400 t herabzusinken, 1922 war jedoch der Höchststand von 1920 beinahe wieder erreicht. Es wurden hauptsächlich Ferromangan und Ferrosilicium hergestellt.

In der Diskussion wird auf die Verhältnisse in Schweden hingewiesen, wo der elektrische Hochofen zur Erzeugung von Roheisen mit Erfolg in Betrieb ist und wo mit Holzkohle gearbeitet wird. Es konnte durch den elektrischen Hochofen der hohe Phosphorgehalt des Eisens vermieden werden. Der Phosphor rührt nämlich nicht nur vom Erz, sondern auch von der Holzkohle her, und zwar ist mit dem Ansteigen der Papierindustrie in Schweden der Phosphorgehalt der Holzkohle höher geworden. Es wird jetzt auch versucht, in Schweden Stahl direkt aus Erzen herzustellen, die Versuche sind noch nicht soweit gediehen, daß man zahlenmäßige Angaben machen kann, sie scheinen aber sehr aussichtsreich. Johansson, Norwegen, verweist auf die Versuche, zur Reduktion der Eisenerze Gas anzuwenden und das reduzierte Gas dann durch den elektrischen Strom wieder zu regenerieren. Mathewson erklärt, die direkte Stahlerzeugung aus Eisenerzen sei ein seit Jahrzehnten verfolgtes Ideal, das aber die Amerikaner bisher nicht verwirklichen konnten. Wenn es in Schweden tatsächlich gelungen sei, so könne er hierzu nur gratulieren.

Es wird weiter in der Diskussion noch darauf hingewiesen, daß in Canada eine Reihe elektrometallurgischer Anlagen errichtet wurden, daß man dort auch Carborundum auf elektrischem Wege jetzt erzeugt. Düngemittel werden zurzeit in Canada nicht in großem Maße auf elektrischem Wege hergestellt. Interessant ist die Angabe, daß zurzeit in Canada

in elektrischen Anlagen 33 000 000 Dollars investiert sind, die jährlich Produkte im Werte von 37 000 000 Dollars erzeugen.

W. Geyer, Deutschland: „Die Bedeutung elektrisch betriebener Maschinen für die Entwicklung moderner Stahlwerke“.

In Eisen- und Stahlwerken bilden die Transportmittel einen wichtigen Teil der Maschinenanlagen. Es werden die Vorteile elektrisch betriebener Kräne besprochen. Von besonderer Bedeutung wurde die Anwendung der Elektrizität für Walzwerke. Endlich wird noch der Stahlerzeugung im elektrischen Ofen gedacht, die es ermöglicht, einen von Schwefel und Phosphor fast freien Stahl zu erzeugen. Nach der allgemeinen Ansicht der Stahlwerksingenieure kann der elektrische Ofen aus kalten Chargen Stahl nicht so billig erzeugen wie der gewöhnliche Herdofen, es sei denn, daß die elektrische Energie sehr billig mit Wasserkraft erzeugt werden kann. Es kann jedoch der elektrische Ofen sehr wohl mit dem gewöhnlichen Hochofen in Wettbewerb treten, besonders bei der Erzeugung von hochwertigem Qualitätsstahl, da hier die Stromkosten keine so wichtige Rolle spielen wie bei den geringeren Qualitäten. Andererseits kann der elektrische Ofen besonders gute Dienste leisten für die Raffinierung von geschmolzenem Stahl und ist hier wirtschaftlicher als der Tiegelofen. Die Raffinierung erfordert verhältnismäßig geringe Energiemengen, da in der Hauptsache nur die Strahlungsverluste des Ofens ersetzt werden müssen, und es ist daher die Frage der Erörterung reif, ob Stahl, der aus der Bessemerbirne oder dem Thomas-Converter kommt, nicht im elektrischen Ofen raffiniert werden soll, damit man auf diese Weise Handelsstahl von besonders guter Qualität erhält. Zurzeit wird die Anwendung elektrischer Öfen zur Strahlerzeugung eingehend erforscht. Es scheint sich die Ansicht durchzuringen, daß auch auf diesem Gebiet moderner Stahlwerke die Elektrizität eine führende Rolle spielen wird. (Fortsetzung folgt.)

## Patentlisten.

*Einseitig bedruckte Sonderabdrucke dieser Liste werden an Interessenten gegen Erstattung der Selbstkosten abgegeben. Mitteilung des Preises erfolgt durch die Geschäftsstelle des Vereins deutscher Chemiker. Leipzig, Nürnberger Str. 48, I.*

### Aus den Patentlisten des Auslandes.

England, veröffentlicht: 24./7. 1924.

Holland, bekanntgemacht: 15./7. 1924.

Österreich, Einspruch: 15./9. 1924.

Tschechoslowakei, Einspruch: 15./8. 1914.

### Metalle.

Rostfreies Eisen und Stahl. Berlin. Engl. 202 952.

Entschwefelungsmittel für Metalle und Verfahren zum Entschwefeln. R. Walter, Düsseldorf. Tschechoslow. P. 920/22.

Ferrochrom oder andere Eisenlegierungen. Berlin. Engl. 201 520.

Tragbare Feuerlöscher. Krauss u. Graaff. Engl. 195 967.

Legierungen. Kemet Laboratories Inc. Engl. 217 991.

Reservoirs und Entleerungsröhren oder Rinnen für geschmolzenes Metall. Soc. anon. metallurgique d'Aubrives et Villerupt. Engl. 212 931.

Duktile Körper aus Metallen mit hohem Schmelzpunkt. N. V. Philips Gloeilampenfabrieken, Eindhoven. Holl. Ned. 21 722.

Gezogene, zu Draht ausgezogene oder gewalzte Metallartikel. de Dudzele. Engl. 203 288.

Preßguß. Aktiebolaget Svenska Pressgjuteriet, Stockholm Österr. A. 2706/22.

Schaumschwimmkonzentration von Erzen u. dgl. Minerals separation North American Corporation Ltd. Engl. 218 012.

Spritzgußmaschine. Präzisionsfabrik Gebr. Eckert, Nürnberg. Österr. A. 2282/22.

Spritzgußverfahren. N. Meurer, Berlin. Tschechoslow. P. 6629/21.

Stahlerstellung. Commercial Steel Co. Engl. 217 963.

Stahllegierung von großer Unangreifbarkeit. Armstrong, Loudonville (V. St.). Holl. Ned. 14 375.