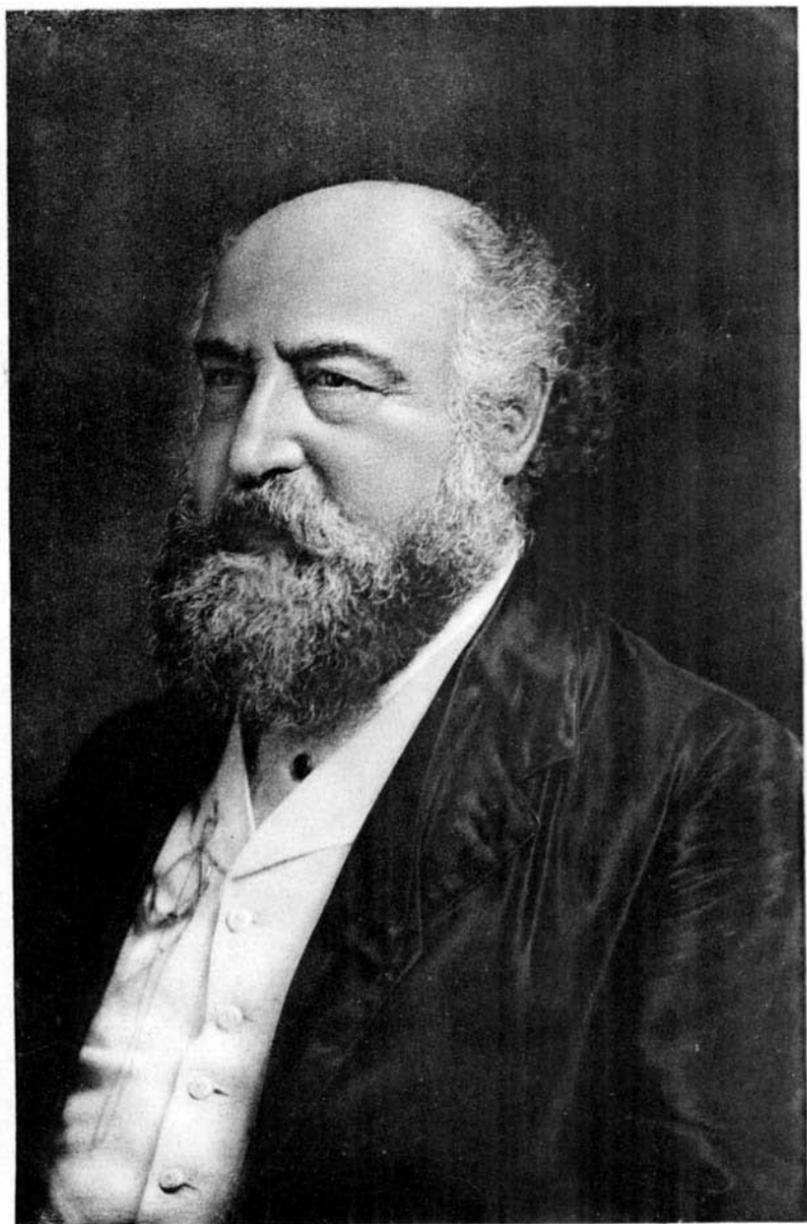


## LUDWIG MOND.

Am 11. Dezember 1909 verlor die chemische Großindustrie in unserem Ehrenmitgliede Ludwig Mond, einen ihrer hervorragendsten Vertreter und die Wissenschaft einen ihrer größten Gönner. Er hatte sich durch eigene Kraft zu einem Fürsten der Industrie emporgeschwungen und hat sich, teils durch seine großen Stiftungen zugunsten der Wissenschaft, teils durch die auf seine Anregung ausgeführten Arbeiten, um die Wissenschaft und Industrie unvergeßliche Verdienste erworben.

Ludwig Mond war zu Kassel am 7. März 1839 geboren. Nach Beendigung der Schulzeit daselbst setzte er seine Studien an der Universität in Marburg unter Hermann Kolbe fort und ging später nach Heidelberg, um unter Bunsen seine Studien zu beenden. Nach seinen Schilderungen zu schließen, war er ein flotter Student, der neben den Studien Zeit fand, sich an Messuren zu beteiligen, und in der Kneipe ein gern gesehener Gast war.

Nach Abschluß seiner Studien nahm er zuerst eine Chemiker-Stelle in einer Holzzessig-Fabrik in Mainz an, ging später nach Cöln, wo er sich mit der Gewinnung von Ammoniak aus Lederabfällen beschäftigte, und half A. Löwenthal bei seinen elektroplastischen Arbeiten. Nachdem er noch einige Stellungen in Deutschland und Holland auf kurze Zeit bekleidet hatte, ging er im Jahre 1862 nach England, um bei John Hutchinson in Widnes seinen Prozeß für die Wiedergewinnung des Schwefels aus den Leblanc-Sodarückständen, den er eben patentiert hatte, zu vervollständigen. Zwei Jahre später übernahm er den Bau und die Leitung einer Leblanc-Soda-Fabrik in Utrecht, welche Stellung er jedoch nach drei Jahren wieder aufgab, um nach Widnes zurückzukehren, wo er die Einführung seines Schwefelprozesses in den dortigen Fabriken überwachte. Diesmal kam er jedoch nicht allein nach England; er hatte kurz vorher seine Cousine Frida Löwenthal in Cöln geheiratet und brachte natürlich seine junge Frau mit.



Ludwig Mond

Im Jahre 1872 wurde Mond mit Solvay bekannt, der für seinen Ammoniak-Soda-Prozeß damals schon in einer kleinen Fabrik einen regelmäßigen Betrieb eingerichtet hatte, und erwarb, nachdem er sich mit dem Verfahren vertraut gemacht hatte, das ausschließliche Ausführungsrecht für England. Im folgenden Jahre gründete er mit John T. Brunner die Ammoniak-Soda-Fabrik in Winnington bei Northwich.

Die nun folgenden sieben Jahre waren für Mond wohl die aufreibendsten seines Lebens. Wie oft erzählte Mond von den schlaflosen Nächten, die er bei seinen Pumpen und Absorptions-Apparaten hat verbringen müssen, und wie beklagte er sich über die Ingenieure, welche die gebrochenen Maschinenteile nicht stark genug für die große Beanspruchung machen konnten.

Die Überwindung aller Schwierigkeiten erforderte Jahre langer äußerst anstrengender Arbeit; wochenlang verließ Mond die Fabrik nicht, um beim ersten Zeichen eines Unfalles an Ort und Stelle sein zu können; selbst den so nötigen Schlaf gönnte er sich nur im Lehnstuhl. Dazu gesellten sich bald auch noch pekuniäre Sorgen; die vielen Veränderungen in der Anlage erforderten große Summen, welche die Mittel der beiden Gründer zu überschreiten drohten. Erst im Jahre 1880 konnte sich Mond sagen »der Sieg ist mein«!

Diese langen Jahre der Überanstrengung ließen in Mond's Gesichtszügen einen müden Ausdruck zurück, den selbst die darauffolgenden glänzenden Erfolge nicht verwischen konnten.

Das Unternehmen wurde im Jahre 1881 in eine Aktien-Gesellschaft verwandelt, deren technischer Leiter Mond blieb, und hat sich in den folgenden Jahren zur größten existierenden Sodafabrik entwickelt.

Nachdem der Erfolg der Ammoniak-Soda gesichert war, wandte Mond<sup>1)</sup> seine Aufmerksamkeit der billigeren Gewinnung von Ammoniak zu. Die erste Reihe von Versuchen wurde von J. Hauliczek ausgeführt und hatte den Zweck, die bekannten Methoden zur Gewinnung von Ammoniak aus dem Stickstoff der Luft zu untersuchen. Alle untersuchten Verfahren gaben unbefriedigende Resultate, mit Ausnahme des von M. M. Margueritte und Sourdeval vorgeschlagenen Cyan-Barium-Verfahrens, welches im Laboratorium vielversprechende Resultate lieferte.

Das Verfahren scheiterte jedoch bei der Ausführung im größeren Maßstabe an der Schwierigkeit, entsprechende Apparate herzustellen; denn die Reaktions-Temperatur der Cyan-Bildung liegt zwischen 1200°

<sup>1)</sup> Soc. of Chemical Ind. 1889.

und 1400°, und die ganze große Wärmemenge, die die Reaktion erfordert (97000 cal.), muß der Masse durch die Gefäßwände zugeführt werden.

Die zweite Reihe von Versuchen wurde von G. H. Beckett, Karl Markel und später Adolf Staub ausgeführt und bezog sich auf die Ammoniakgewinnung aus stickstoffhaltigen organischen Substanzen, namentlich aus Steinkohlen, Braunkohlen, Lignit usw. Bei der ersten Reihe von Untersuchungen war beobachtet worden, daß fast aller im Koks enthaltene Stickstoff bei dessen Verbrennung in Wasserdampf als Ammoniak entweicht. Auf dieser Beobachtung weiter bauend, versuchte man schließlich, ein ähnliches Resultat im Gasgenerator zu erzielen, indem der in den Generator eintretenden Luft soviel Wasserdampf beigemischt wurde, daß die im Generator herrschende Temperatur unterhalb der Dissoziations-Temperatur des Ammoniaks lag. Das Resultat, wenn auch nicht ganz so befriedigend wie bei den Laboratoriums-Versuchen, war zufriedenstellend; denn es konnten 50% von dem in den Kohlen vorhandenen Stickstoff als Ammoniak gewonnen werden. Um dieses Resultat zu erzielen, mußte man für jede Tonne vergaster Kohle zwei Tonnen Wasserdampf durch den Generator schicken. Das aus dem Generator entweichende Gasvolumen beträgt bei gewöhnlicher Temperatur etwa 7000 cbm per Tonne Kohle, und aus diesem großen Volumen mußten die vorhandenen 8 kg Ammoniak abgesondert werden; ferner mußte aus ökonomischen Rücksichten getrachtet werden, die mit den Gasen entweichende Wärme zur Erzeugung von frischem Dampf auszunützen. Nach langem Experimentieren im großen Maßstabe ist es Mond gelungen, einen Apparat zu bauen, der diesen Anforderungen genügt; er hat ihn gelegentlich seiner Präsidenten-Rede in der »Society of Chemical Industry« beschrieben<sup>1)</sup>.

Das erhaltene Gas, welches mit dem Namen »Mond-Gas« belegt worden ist, enthält 15% CO<sub>2</sub>, 10% CO, 23% H<sub>2</sub>, 49% N<sub>2</sub> und etwa 3% Kohlenwasserstoffe. Dieses Gas hat sich, sowohl als Heizgas als auch zum Betrieb von Gasmaschinen, als sehr geeignet erwiesen und ist, wo es im großen Maßstabe hergestellt werden kann, auch billig, da minderwertige Kohlen zur Vergasung verwendet werden können und das gewonnene Ammoniak einen großen Teil der Herstellungskosten deckt.

Gegenwärtig werden jährlich 3000000 Tonnen Kohlen in einer Anzahl von Anlagen nach Mond's Methode vergast, unter denen die in Dudley Post (South Staffordshire) besonders hervorgehoben werden

<sup>1)</sup> Soc. of Chemical Ind. 1889.

muß, da hier von einer Zentrale aus etwa 100 Fabriken mit Heiz- und Kraftgas versehen werden. Die zwei italienischen Anlagen in Lucca und Orëntano sind bemerkenswert, da bei diesen in Ermangelung von Steinkohlen Lignit vergast wird.

Das gewonnene schwefelsaure Ammoniak beträgt jetzt schon 90000 Tonnen jährlich. Würde nur ein Zehntel von den in England allein konsumierten Kohlen auf diese Weise behandelt, so könnte Europas ganzer Verbrauch an stickstoffhaltigem Dünger gedeckt werden.

Im Winter des Jahres 1884 verlegte Mond seinen ständigen Wohnsitz nach London, wo er zuerst kurze Zeit im Park Crescent und nachher in der Avenue Road, Regents Park wohnte. Das stattliche Haus, das Mond daselbst, umgeben von seinen Kunstschatzen, bewohnte, und der prächtige Garten mit seinen schattigen Wegen wird wohl allen Chemikern, die Gelegenheit hatten, einen Sommer-Nachmittag dort zu verbringen, in angenehmer Erinnerung bleiben.

Mit Monds Umzug nach London beginnt unsere fast 25 Jahre dauernde gemeinsame Tätigkeit, welchem Umstande ich die Aufforderung unseres Vorstandes, diesen Nachruf zu verfassen, verdanke. Die Arbeiten über die Gewinnung von Ammoniak waren zu dieser Zeit in Winnington im Gange; doch waren die Resultate schwankend, so daß Mond das Verhalten des Ammoniaks bei höheren Temperaturen genauer untersucht haben wollte. Er hatte von meiner Arbeit<sup>1)</sup> in ähnlicher Richtung gehört und forderte mich auf, nach England zu kommen, um diese Untersuchungen auszuführen. Ich konnte dieser Aufforderung jedoch erst einige Monate später Folge leisten, während welcher Zeit die Schwierigkeiten in Winnington überwunden waren.

Mond beauftragte mich daher mit einem anderen Thema: nämlich zu untersuchen, ob es praktisch möglich sei, aus dem Wasserstoff im Generator-Gas und Luft direkt Elektrizität zu generieren. Wir begannen unsere Versuche mit der im Jahre 1839 von Grove beschriebenen Gas-Zelle; doch waren die Quantitäten von Wasserstoff, die wir auf diese Weise zur langsamen Verbrennung bringen konnten, so gering, daß wir bald zu beweglichen Elektroden übergingen, die abwechselnd den Gasen ausgesetzt und in den Elektrolyten eingetaucht wurden, um die Gasabsorption zu beschleunigen. Diese Versuche zeigten uns, daß die Absorption der Gase durch die das Platinschwarz bedeckende Flüssigkeitsschicht ungemein verlangsam wird. Wir konstruierten daher eine Gas-Zelle, in welcher der flüssige Elektrolyt vermieden wurde oder, besser gesagt, in so geringer

<sup>1)</sup> Pyrochemische Untersuchungen von Carl Langer und Victor Meyer.

Quantität vorhanden war, daß er die Platinschwarz-Schicht nicht bedecken, sondern bloß befeuchten konnte. Wir erreichten unseren Zweck<sup>1)</sup>, indem wir den Elektrolyten in einem nichtleitenden porösen Material aufgesogen anwendeten. Wir befeuchteten z. B. poröse Ton- oder Gips-Platten mit verdünnter Schwefelsäure, bedeckten beide Seiten mit Platinfolie und bestrichen diese mit Platinschwarz. Wenn die eine Seite einer so präparierten Platte dem Wasserstoff ausgesetzt wird, während die andere von Luft umgeben ist, so tritt zunächst starke Absorption von Wasserstoff ein, die aber nach kurzer Zeit aufhört. Wird nun ein Metallkontakt zwischen den beiden Platinfolien hergestellt, so erfolgt sofort wieder starke Absorption von Wasserstoff, die aufhört, wenn der elektrische Strom unterbrochen wird.

Wir fanden, daß es auf diese Weise möglich ist, Gasbatterien zu konstruieren, in welchen für jedes Gramm Platin ein »Watt« elektrische Kraft generiert werden kann. Eine aus 7 Platten bestehende Batterie z. B., in deren Konstruktion  $9\frac{1}{2}$  g Platin verwendet wurden, gab bei 5 Volt Spannung einen Strom von 2 Amp. und hatte einen Nutzeffekt von 50%.

Nachdem uns die Konstruktion einer effektiven Gasbatterie soweit gelungen war, versuchten wir statt reinen Wasserstoffs Generatorgas zu verwenden, fanden aber, daß durch dessen Gehalt an Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffen die Fähigkeit des Platins, Wasserstoff zu absorbieren, sofort aufgehoben wird.

Wir mußten uns daher nach einem Verfahren umsehen, diese schädlichen Bestandteile zu entfernen, ohne jedoch den Heizwert des Generator-Gases beträchtlich zu vermindern.

Von der Beobachtung ausgehend (die wir gemacht hatten, und auf die ich später zurückkommen werde), daß feinverteiltes Nickel und Kobalt die Eigenschaft besitzen, aus Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffen schon bei 350° Kohlenstoff abzuscheiden, gelang es uns<sup>2)</sup>, indem wir das Generator-Gas mit Wasserdampf gemengt bei 350—400° über feinverteiltes Nickel leiteten, die schädlichen Bestandteile zu entfernen und durch ein Äquivalent Wasserstoff zu ersetzen.

Wir beabsichtigten nun, eine Installation zur Beleuchtung des Hauses auszuführen, fanden jedoch, daß noch nicht alle Schwierigkeiten überwunden waren; es stellte sich heraus, daß die Lebensdauer unserer Batterie eine zu kurze war; die Schwefelsäure griff die Tonplatten allmählich an, die gebildeten Salze witterten aus und hoben

<sup>1)</sup> A new form of Gas Battery by L. Mond and C. Langer. Proceedings of the Royal Society, vol. 46.

<sup>2)</sup> Ludwig Mond and C. Langer: Improvements in obtaining Hydrogen. E. P. No. 12608. 1888.

die Platinfolien ab; die Gipsplatten hingegen bekamen mit der Zeit Risse, welche die Gase durchließen.

Wir waren mit der Überwindung dieser Schwierigkeiten beschäftigt, als wir das Nickelcarbonyl entdeckten; die Untersuchungen über dasselbe und die darauffolgende Gründung der Fabrik zwang uns, die Arbeit über die Gasbatterie aufzugeben. Der große Fortschritt, den die Gaskraft-Maschinen inzwischen gemacht haben, sowie der hohe Preis, den das Platin erlangt hat, lassen diese Art der Generierung von Elektrizität auch weniger verlockend erscheinen.

Im Zusammenhange mit der Arbeit über die Gasbatterie steht die ausführliche Untersuchung von Mond, William Ramsay und John Shields<sup>1)</sup> über die Okklusion von Sauerstoff und Wasserstoff durch Platin und Palladium. Zweck dieser Arbeit war, die Vorgänge, welche bei der Okklusion stattfinden, genauer zu studieren und wenn möglich festzustellen, ob eine mechanische Kondensation vorliegt oder ob eine chemische Vereinigung stattfindet. Die Verfasser bestimmten die Wärmemenge, die bei der Absorption von Sauerstoff durch Platin- und Palladiumschwarz frei wird, und fanden, daß die Absorptionswärme so nahe der Bildungswärme des Platin- und Palladiumhydroxyduls liegt, daß man annehmen kann, die Okklusion des Sauerstoffs beruhe auf einer Oxydation des Platins und Palladiums zu  $\text{Pt}(\text{OH})_2$  und  $\text{Pd}(\text{OH})_2$ . Das zu dieser Reaktion notwendige Wasser sei im Platin- und Palladiumschwarz immer vorhanden. Bei der Okklusion von Wasserstoff durch Palladium nehmen die Verfasser an, daß sich zuerst Palladiumwasserstoff,  $\text{Pd}_3\text{H}_2$ , bildet, und daß diese Verbindung noch etwas Wasserstoff mechanisch absorbiert; denn die Menge des okkludierten Wasserstoffs ist etwas größer als dieser Formel entspricht.

Die Versuche über die Gasbatterie erlitten im Jahre 1886 eine längere Unterbrechung durch die Ausarbeitung eines Verfahrens für die Gewinnung des bei der Ammoniaksoda-Fabrikation verloren gehenden Chlors<sup>2)</sup>.

Wie bekannt, bleibt bei diesem Prozeß das im Kochsalz enthaltene Chlor mit dem Ammoniak verbunden in Lösung, und das Natriumbicarbonat scheidet sich fast vollständig aus. Die Lösung wird mit Kalk destilliert, zwecks Wiedergewinnung des Ammoniaks, und das gebildete Chlorcalcium wird als nutzloses Nebenprodukt fortlaufen gelassen. Es war ferner bekannt, daß das Chlorammonium

<sup>1)</sup> Proceedings Royal Society 58. Phil. Trans. Royal Society, vol. 190. 1897. Phil. Trans. Royal Society, vol. 191. 1898.

<sup>2)</sup> Mond, E. P. No. 65. 1886.

aus der Lösung durch Ausfrieren zum größten Teil ausgeschieden werden kann.

Wir gingen von der Idee aus, das so gewonnene Chlorammonium durch Erhitzen zu dissoziieren und in diesem Zustande auf Metalle oder Oxyde wirken zu lassen. Die Salzsäure sollte sich mit dem Metall oder Oxyd verbinden und das Ammoniak frei werden. Das gebildete Chlorid könnte man dann mit Dampf oder Luft behandeln, um die Salzsäure als solche oder als Chlor zu gewinnen.

Nickeloxyd in der Form von porösen Pillen angewendet, über welche das Chlorammonium destilliert wurde, gab im Laboratorium sehr befriedigende Resultate. Als jedoch die Versuche im großen Maßstabe in Winnington fortgesetzt wurden, waren die Resultate infolge des Zerfallens der Nickel-Pillen unbefriedigend.

Die Nickeloxyd-Pillen wurden daher durch Magnesia-Pillen ersetzt und das Verfahren auf diese Weise längere Zeit im Betrieb erhalten, bis es durch das Höpfnersche Verfahren verdrängt wurde. Dieser Mißerfolg mit den Nickel-Pillen führte uns zu dem vorher erwähnten Verfahren, Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe aus Gasgemengen zu entfernen, und durch dieses zum Nickelcarbonyl. Bei der Untersuchung der zerfallenen Nickel-Pillen fanden wir nämlich, daß sie sehr viel Kohlenstoff enthielten. Dieser Kohlenstoff konnte nur aus dem Kohlenoxyd stammen, welches in den inerten Gasen, mit denen das Ammoniak aus den Retorten verdrängt wurde, enthalten war. Ein direkter Versuch mit frischen Pillen und Kohlenoxyd zeigte, daß die Pillen zuerst schwarz wurden, dann anschwellen und schließlich in Pulver zerfielen. Bei fortgesetzter Behandlung mit Kohlenoxyd füllte sich schließlich das ganze Rohr mit fein vertheiltem Kohlenstoff, der nur einige Prozente Nickel enthielt. Der so abgeschiedene Kohlenstoff wirkt infolge seiner feinen Verteilung schon bei 350° auf Wasserdampf ein.

Diese Versuche waren schon längere Zeit im Gange, als wir durch einen Zufall das Nickelcarbonyl entdeckten. Wir behandelten, wie schon oft zuvor, in einem Verpfehrungsrohr Nickel mit Kohlenoxyd und leiteten die entweichenden Gase, um sie unschädlich zu machen, in einen Bunsen-Brenner. Mein Assistent, der diese Versuche überwachte, ersuchte mich, den Apparat abzustellen, da er früher nach Hause gehen müsse. Einige Zeit nachdem ich die Erhitzungsflammen abgestellt hatte, bemerkte ich, daß die Flamme des Brenners, in welchen das entweichende Gas einströmte, eine eigentümliche grünlich-gelbe Färbung zeigte, die stärker wurde, als sich das Rohr abkühlte. Mein erster Gedanke war, daß Arsen im Kohlenoxyd vorhanden sein müsse, da dasselbe mit gewöhnlicher Schwefelsäure dar-

gestellt war; ich erhitzte daher das Glasrohr, durch welches das Gas in den Brenner geleitet wurde, um einen Arsenspiegel zu erhalten. Der Spiegel trat auch sofort auf, bestand aber nicht aus Arsen, sondern aus Nickel!

Mein Assistent hatte diese Flammenfärbung, wie er mir nachher mitteilte, schon oft beobachtet, ihr aber keine Wichtigkeit beigelegt. Ich erwähne diese Umstände so ausführlich, um darauf hinzuweisen, wie leicht eine wichtige Entdeckung übersehen werden kann, und aus welchen Kleinigkeiten sich oft eine neue Industrie aufbaut.

Wir gingen natürlich sofort ans Werk, diese neue, flüchtige Verbindung des Nickels zu studieren. Anfangs konnten wir die neue Verbindung nur in Gasform mit viel Kohlenoxyd gemischt erhalten, doch gelang es uns später, nachdem wir die besten Bedingungen festgestellt hatten, die reine Verbindung als eine bei  $43^{\circ}$  siedende Flüssigkeit zu erhalten.

Nachdem wir die Eigenschaften dieser merkwürdigen Verbindung eingehend studiert und beschrieben<sup>1)</sup> hatten, untersuchten wir das Verhalten einer Anzahl von Metallen gegen Kohlenoxyd, fanden aber, mit den uns damals zur Verfügung stehenden Mitteln, bloß das Eisen geneigt, eine Verbindung einzugehen. Die Darstellung des reinen Eisencarbonyls machte uns noch größere Schwierigkeiten als die des Nickelcarbonyls, da es sich selbst unter günstigen Bedingungen nicht annähernd so leicht bildet.

Nach längerem Experimentieren gelang es uns, Quantitäten darzustellen, die uns ermöglichten, eine eingehendere Untersuchung vorzunehmen und, außer dem flüssigen Penta-, auch das feste Heptacarbonyl zu beschreiben<sup>2)</sup>. Nachdem wir konstatiert hatten, daß Nickel unter günstigen Bedingungen diese flüchtige Verbindung leicht eingeht, gingen wir daran zu untersuchen, ob das Nickel auf diese Weise aus seinen Erzen extrahiert werden kann. Die Resultate schwankten mit der Natur der Erze und wurden erst befriedigend, nachdem wir durch Schmelzen den größten Teil der Gangart und des Eisens entfernt hatten.

Um die Versuche im größeren Maßstabe fortzusetzen, stellten wir im Jahre 1892 eine Anlage im Wigginschen Nickelwerke in Birmingham auf. Hier handelte es sich hauptsächlich darum, Apparate zu konstruieren, die es möglich machten, die delikaten Operationen der Röstung, Reduktion, Extraktion und Zersetzung des Carbonyls unter möglichst großer Kontrolle auszuführen. Die zu überwindenden

---

1) Mond, Langer and Quincke, Journ. Chem. Soc. 1890.

2) Mond and Langer, Journ. Chem. Soc. 1891.

Schwierigkeiten waren groß; doch gelang es uns, nach mehrjähriger, geduldiger Arbeit unser Ziel zu erreichen. Der Prozeß der Nickel-extraktion, sowie die angewandten Apparate wurden von Roberts-Austin<sup>1)</sup> ausführlich beschrieben.

Monds ursprüngliche Absicht war, die Patente für den Nickel-prozeß zu verkaufen, da er sich scheute, die bei der Gründung einer neuen Industrie unvermeidliche anstrengende Arbeit in seinen vorge-rückten Jahren nochmals durchzumachen. Als sich jedoch kein geeig- neter Käufer fand, entschloß er sich schließlich doch, das Unter- nehmen selbst durchzuführen, und gründete zu diesem Zweck die »Mond-Nickel-Gesellschaft«, deren Präsident er bis zu seinem Tode war.

Ogleich ich den Bau und die Leitung der Nickelextraktions- Werke übernommen hatte, konnte nicht vermieden werden, daß ein großer Teil der Arbeit auf Mond fiel; denn außer dem Betrieb des Werkes hier, mußten wir auch Sorge tragen, uns das nötige Roh- material zu sichern und es für die Extraktion vorzubereiten. Mond erwarb zwei Nickelvorkommen bei Sudbury in Canada, ließ Gruben und Hüttenwerke errichten, Eisenbahnen bauen, Wasserkraftanlagen ausführen, kurz, organisierte das ganze Geschäft drüben. Er wurde hierbei von seinen beiden Söhnen und Dr. B. Mohr nach Möglich- keit unterstützt, fand aber trotzdem die Arbeit für sein Alter sehr anstrengend.

Das Unternehmen hat in den 10 Jahren seines Bestandes erheb- liche Fortschritte gemacht, und wir sind jetzt imstande, jährlich 3000 Tonnen Nickel, das sich durch seine große Reinheit (99.9 %) auszeichnet, in den Handel zu bringen.

Nachdem die Fabrik einige Zeit im Gange war, beobachteten wir eine uns bis dahin entgangene Eigenschaft des Nickelcarbonyls, näm- lich seine große Giftigkeit. Wir setzten natürlich immer voraus, daß ein Körper, der so viel und so leicht gebundenes Kohlenoxyd ent- hält, giftige Eigenschaften besitzen müsse, erwarteten aber nicht, daß die Einatmung von kleinen Mengen ernste Vergiftungen, ja sogar Todesfälle herbeiführen könnte. Eingehende Untersuchung hat be- wiesen, daß die große Giftigkeit nicht dem Kohlenoxyd zuzuschreiben ist, sondern dem sonst so unschädlichen Nickel. Wenn Nickel in irgend einer Form, ob als Carbonyl, Salz oder sogar metallisches Nickel, in die Lymphgefäße eingeführt wird, so wirkt es auf das Atmungszentrum im Gehirn, die Respiration wird stark beschleunigt und die Herztätigkeit ungemein erhöht. Die Krankheit hat große Ähnlichkeit mit Lungenentzündung und kann bei stärkerer Vergiftung

<sup>1)</sup> Proceedings of the Institution of Civil Engineers 1898—1899.

einen tödlichen Verlauf nehmen. Durch Anwendung von geeigneten Respiratoren und großer Vorsicht im Dichthalten der Apparate haben wir während der letzten 7 Jahre die Vergiftungsfälle vollständig vermeiden können.

Diese Vergiftungsfälle, welche eine Zeitlang den Erfolg des ganzen Unternehmens in Frage stellten, wirkten auf Monds Gesundheit nachteilig ein; dazu kam der tragische Tod seiner Schwiegertochter in Egypten und die darauffolgende schwere Krankheit seines ältesten Sohnes.

Diesen rasch auf einander folgenden Heimsuchungen konnte Monds Gesundheit nicht mehr Widerstand leisten; der tatkräftige Mann mußte seine geliebte Arbeit aufgeben, sich von allen geschäftlichen Angelegenheiten zurückziehen und jede Aufregung vermeiden. Dieser Zustand währte vier Jahre, dann trat scheinbare Besserung ein; er fühlte sich wieder soweit hergestellt, daß er an geschäftlichen Verhandlungen teilnehmen konnte, und hatte noch die Befriedigung, die Reihe der Carbonyle gemeinsam mit Hirtz und Cowap<sup>1)</sup>, auf drei weitere Metalle auszudehnen, deren Bildung erst unter hohem Druck und erhöhter Temperatur stattfindet, nämlich Kobalt 100 Atm. und 200°, Molybdän 250 Atm. und 200° und Ruthenium 450 Atm. und 300°. Im Sommer vergangenen Jahres nahm er noch am Internationalen Chemiker-Kongreß in London teil, präsiidierte der Abteilung für angewandte Chemie und bewirtete die Mitglieder des Kongresses in seinem prächtigen Garten mit seiner bekannten Gastfreundlichkeit.

Im Herbst verschlimmerte sich jedoch sein Zustand wieder, sein Schlaf wurde unruhig und von bösen Träumen gestört, seine geistigen und körperlichen Kräfte ließen allmählich nach und schlummerten am 11. Dezember ganz ein.

Seine sterbliche Hülle wurde in der Familiengruft auf dem Friedhofe zu Finchley am 14. Dezember zur Ruhe gelegt.

Mond war ein begeisterter Verehrer der reinen Wissenschaften, doch fehlte ihm die experimentelle Geschicklichkeit, die zur praktischen Forschung unumgänglich notwendig ist. Sein Genius lag in der Richtung der Anwendungen; er konnte fast instinktiv unterscheiden, ob eine neue Erfindung technisch verwendbar ist oder nicht; und wenn er sich entschloß, eine Sache durchzuführen, so ging er mit eisernem Willen und der größten Ausdauer ans Werk und ließ sich durch keine Schwierigkeiten abschrecken. Dabei war er auch ein vorzüglicher Kaufmann, der es verstand, seine Produkte möglichst vor-

<sup>1)</sup> Transactions of the Chem. Soc. vol. 97 [1910].

teilhaft an den Markt zu bringen und Verträge abzuschließen, die seinen Unternehmungen zu großem Vorteil gereichten.

Infolge seines aufbrausenden Temperaments und seiner ausgesprochenen Ansichten war sein Freundeskreis ein beschränkter. Doch hatte er ein warmes Herz, und mancher arme Musiker, Schriftsteller oder Naturforscher hat in Mond einen Freund in der Not gefunden. Seine Ansicht über die Ausbildung von Chemikern hat Mond in einer Rede gelegentlich der Eröffnung des Schorlemmer-Laboratoriums in Manchester ausgesprochen. Er forderte die Studenten auf, ihre ganze Energie und Aufmerksamkeit der reinen Wissenschaft zu widmen und dieser allein, ohne an eine unmittelbare praktische Anwendung zu denken, diese komme von selbst früher oder später. Als Beispiel führte er an, daß wir die ungemeine Entwicklung, welche die praktische Anwendung der Elektrizität in den letzten Jahren erlangt hat, viel mehr den wissenschaftlichen Arbeiten Faradays verdanken, als den zahlreichen Erfindern, die seinen Entdeckungen folgten und sie praktisch anwandten. Wissenschaftliche Entdeckungen geben uns jedoch selten die volle Kenntnis, die zur praktischen Anwendung notwendig ist; der Erfinder hat diese meistens durch weitere wissenschaftliche Entdeckungen zu vervollständigen, um an sein Ziel zu gelangen. Die Industrie kann wichtige Fortschritte nur dann machen, wenn die angewandten Prinzipien vorher wissenschaftlich erforscht und klar verstanden sind. Mond war daher auch immer bereit, wissenschaftliche Forschung zu fördern und hat in dieser Richtung vielleicht mehr getan als je vorher geschehen. Um unbemittelten Forschern Gelegenheit zu geben, wissenschaftliche Untersuchungen unter möglichst günstigen Verhältnissen auszuführen, gründete er das Davy-Faraday-Institut in London mit einem Aufwande von 2500000 Mk. und machte fernere Stiftungen zur Förderung der Wissenschaft im Betrage von 3000000 Mk.

Als die Anwendung der Elektrizität in der chemischen Industrie sich zu verbreiten begann, studierte er deren Brauchbarkeit im großen Maßstabe eingehend und kam zu dem Schluß, daß sie die auf rein chemischen Reaktionen beruhenden Prozesse nicht verdrängen wird, daß vielmehr die Zukunft uns neue, auf chemischen Reaktionen beruhende Prozesse lehren wird, die einfacher und praktisch leichter ausführbar sein werden.

Er wies in späteren Jahren, nachdem die Anwendung des Kohlenoxydes zur Nickelextraktion im großen Maßstabe gelungen war, gerne darauf hin, daß seine Ansicht über die Elektrolyse richtig gewesen sei; denn hier hätten wir ein Beispiel, wo mit Hilfe einer einfachen chemischen Reaktion mehr geleistet werden kann als die Elektrolyse

ermöglicht; die Kosten des Prozesses sind geringer und das gewonnene Nickel reiner.

Das Wohlergehen seiner Arbeiter hatte Mond immer vor Augen; die Firma »Brunner, Mond & Co.« war eine der ersten in England, welche die Arbeitsstunden von 12 auf 8 herabsetzte, den Arbeitern jährlich eine Woche Ferien mit vollem Lohn bewilligte und Sorge trug, daß sie in gesunden Häusern wohnen und ihre freien Stunden auf dem Sportfeld oder im Klub angenehm verbringen konnten.

Während der letzten 24 Jahre verbrachte Mond die Wintermonate regelmäßig in Rom, um dem Londoner Nebel, der auf ihn sehr deprimierend wirkte, zu entgehen.

Der Aufenthalt in Italien erweckte in ihm den Wunsch, sich auch in England mit Kunstschätzen zu umgeben. Um diesen Wunsch zu erfüllen, verlegte er sich unter der Anweisung des Kunstkritikers Dr. J. P. Richter auf das Sammeln von Gemälden der frühen italienischen Schule. Im Laufe der Jahre wuchs seine Sammlung zu einer der wertvollsten Privatgalerien heran, welche er in seinem Testamente der englischen Nation hinterließ.

In Anerkennung seiner großen Verdienste um die Wissenschaft und Industrie wurde Mond von der Society of Chemical Industry zu ihrem Präsidenten gewählt; die Royal Society of London ernannte ihn zu ihrem Mitgliede, die Universitäten zu Padua, Heidelberg, Manchester und Oxford verliehen ihm den Doctortitel (*honoris causa*); die Akademie zu Rom und die Preußische Akademie der Wissenschaften ernannten ihn zum Auswärtigen Mitgliede, die Deutsche Chemische Gesellschaft wählte ihn zum Ehren-Mitgliede.

*Carl Langer.*

### Monds Stiftungen.

Davy-Faraday-Institut in London . . . . .	2500000 Mk.
Royal Society, London . . . . .	1000000 »
Universität zu Heidelberg . . . . .	1000000 »
Akademie der plastischen Künste zu München . . . . .	400000 »
Chemische Reichsanstalt zu Berlin . . . . .	200000 »
Cannizzaro-Stiftung zu Rom . . . . .	150000 »
Royal Society (für Internationalen Katalog) . . . . .	280000 »
Lister-Institut zu London . . . . .	150000 »
Kinder Spital zu London . . . . .	280000 »
Royal Institute zu London . . . . .	100000 »
Physiologisches Institut zu London . . . . .	60000 »

usw. usw.

## Monds englische Patente.

1862. Nr. 2277. Provisorisches Patent über Schwefel-Regenerierung aus Soda-Rückständen.
1862. Nr. 2556. Provisorisches Patent für die Darstellung von Übersalpetersäure durch Erhitzen von Salpeter und Peroxyden.
1863. Nr. 2203. Über Gewinnung von Schwefel und schwefliger Säure aus Soda-Rückständen.
1869. Nr. 1060. Über Benutzung der Rückstände von der Schwefel-Regeneration im Leblanc-Sodaprozeß.
1870. Nr. 1312. Mond und Hargreaves provisorisches Patent über Chlorgewinnung aus Salzsäure und chromsaurem Magnesium.
1874. Nr. 4175. Verbesserungen in der Ammoniak-Soda-Fabrikation namentlich: Reinigung der Salzsole vor der Behandlung mit Ammoniak, Entfernung des Eisens aus der Lösung mit Sulfiden und Erhitzung des Bicarbonates zum Rotglühen, um die Soda dichter zu machen.
1874. Nr. 4341. Verbesserungen in der Ammoniak-Soda-Fabrikation: Anwendung von Zerstäubungs-Apparaten während der Behandlung der Salzsole mit Ammoniak und Kohlensäure.
1878. Nr. 3599. Verbesserungen in der Ammoniak-Soda-Fabrikation: Reinigung der Salzsole bei erhöhter Temperatur.
1882. Nr. 433. Verfahren zur Darstellung von Cyanverbindungen und Ammoniak. Beschreibung eines Apparates und Prozesses zur Gewinnung von Ammoniak aus dem Stickstoff der Luft mittels Barium-Verbindungen.
1882. Nr. 1683. Über die Darstellung von Peroxyden und Wasserstoffsperoxyd und deren Anwendung. Bariumcarbonat soll in einem Schacht-ofen von besonderer Konstruktion zuerst in Oxyd und dann in Superoxyd verwandelt werden. Dieses Superoxyd wird dann, in Wasser suspendiert, durch Kohlensäure unter Abkühlung zersetzt. Das gebildete Wasserstoffsperoxyd wird mit Kalkmilch behandelt und das gewonnene Calciumsuperoxyd für Bleich-Zwecke in den Handel gebracht.
1883. Nr. 715. Beschreibung eines Apparates für die Wiedergewinnung des Ammoniaks in der Ammoniak-Soda-Fabrikation.
1883. Nr. 716. Beschreibung eines Apparates zum Trocknen und Calcinieren von Natriumbicarbonat, in welchem das noch vorhandene Ammoniak wiedergewonnen wird.
1883. Nr. 3820. Verfahren zur Gewinnung von Salzsäure im Ammoniak-Soda-Prozeß. Die Mutterlauge des Bicarbonates wird eingedampft, damit erst das unveränderte Kochsalz und nachher das Chlorammonium abgeschieden wird; dieses wird mit Schwefelsäure zu Salzsäure und schwefelsaurem Ammonium umgesetzt.
1883. Nr. 1883. Gasgenerator. Beschreibung einer verbesserten Konstruktion, namentlich in Bezug auf Luftzufuhr.

- 1883.** Nr. 3922. Verbesserungen im Verfahren zur Gewinnung von Salzsäure im Ammoniak-Soda-Prozeß. Um das erhaltene schwefelsaure Ammoniak in der Agrikultur brauchbar zu machen, verwandelt man es durch Behandlung mit Ammoniak oder Ammoniumcarbonat in neutrales Salz, oder es wird mit natürlichen Phosphaten innig gemischt als künstlicher Dünger in den Handel gebracht.
- 1883.** Nr. 2923. Verfahren zur Gewinnung von Ammoniak und brennbaren Gasen aus Kohle. Wenn der in den Generator eintretenden Luft viel Wasserdampf oder fein zerstäubtes Wasser beigemischt wird, kann der in der Kohle enthaltene Stickstoff zum größten Teil als Ammoniak gewonnen werden. Die vom Ammoniak und Wasserdampf befreiten Gase werden zu Heizzwecken verwendet.
- 1884.** Nr. 2996. Mond und Jarmay. Verfahren zur Reinigung des im Ammoniak-Soda-Prozeß gewonnenen Bicarbonates.
- 1885.** Nr. 8973. Beschreibung eines systematischen Verfahrens zur Absorption des Ammoniaks aus Generator-Gasen mit gleichzeitiger Ausnutzung der in denselben enthaltenen latenten Wärme.
- 1886.** Nr. 65. Gewinnung von Ammoniak und Salzsäure aus Ammoniumchlorid. Chlorammonium-Dämpfe werden über Nickel oder andere, ähnlich wirkende Oxyde geleitet. Das Chlor verbindet sich mit dem Nickel, während das Ammoniak entweicht. Wird nun bei erhöhter Temperatur Wasserdampf über das gebildete Chlorid geleitet, so wird das Chlor als Salzsäure ausgetrieben und das Nickeloxyd regeneriert.
- 1886.** Nr. 66. Gewinnung von Ammoniak und Chlor aus Ammoniumchlorid. Wird trockne Luft statt Wasserdampf im obigen Verfahren über das gebildete Nickelchlorid geleitet, so wird das Chlor als solches ausgetrieben unter Rückbildung des Nickeloxyses.
- 1886.** Nr. 1048. Statt der Oxyde können im obigen Verfahren auch deren nichtflüchtige Salze angewendet werden.
- 1886.** Nr. 3238. Verbesserungen im Chlorprozeß. Statt das Ammoniak aus den Retorten mit einem inerten Gase zu verdrängen, wird vorgeschlagen, das in den Poren des Nickeloxyses vorhandene Ammoniak mit Hilfe einer Vakuumpumpe zu entfernen.
- 1886.** Nr. 8308. Verfahren zur Gewinnung von Chlor aus Salzsäure. Salzsäure-Dämpfe werden bei geeigneter Temperatur über Nickeloxyd oder andere brauchbare Oxyde geleitet, das Chlor wird unter Bildung von Nickelchlorid absorbiert, welches nachher bei höherer Temperatur durch trockne Luft zersetzt wird.
- 1887.** Nr. 1974. Mond und D. B. Hewitt. Verbessertes Verfahren zur Darstellung von kaustischem Natron und Kali. Es wird vorgeschlagen, im Löwig-Prozeß speziell präparierte, sehr fein verteilte Soda zu verwenden und die Operation in einer rotierenden Trommel auszuführen.
- 1887.** Nr. 10955. Verbesserungen im Chlorprozeß. Um die Verdampfung des Chlorammoniums zu beschleunigen, wird vorgeschlagen, dasselbe in geschmolzenes Zinkchlorid einzutragen: ein hierfür geeigneter Apparat wird beschrieben.

- 1887.** Nr. 10957. Apparat zur Behandlung von festen Körpern mit Gasen. Der Apparat besteht aus zwei konzentrischen Zylindern, die zusammen rotieren; die Gase und das feste Pulver passieren im Zwischenraum in entgegengesetzter Richtung.
- 1887.** Nr. 17273. Mond und Eschellmann. Verbesserung im Chlorprozeß. Bei der Anwendung von Magnesiumoxyd statt des Nickeloxydes im Chlorprozeß enthält das gewonnene Chlor erhebliche Mengen von Salzsäure; um dies zu vermeiden, wendet man statt reinen Magnesiumoxyds ein Gemenge von Magnesiumoxyd und Kochsalz zur Absorption des Chlors an.
- 1888.** Nr. 2411. Mond und Langer. Verbesserungen in der Konstruktion von Gasbatterien. Statt des flüssigen Elektrolyten, der die Absorption der Gase durch das Platinschwarz verhindert, wird der Elektrolyt, in porösen Platten aufgesogen, angewendet.
- 1888.** Nr. 11294. Mond und Eschellmann. Darstellung von inerten Gasen. Um die letzten Anteile von Kohlenoxyd aus Verbrennungsgasen zu entfernen, leitet man dieselben durch auf 400° erhitze Retorten, die mit Eisenoxydoxydul gefüllt sind. Soll Sauerstoff aus den Gasen entfernt werden, so wird das Eisenoxyd mit Generatorgasen zuerst zu Oxydul reduziert, und dann werden die Verbrennungsgase darüber geleitet.
- 1888.** Nr. 12606. Mond und Langer. Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff. Wenn Generatorgase bei 350—400° in Gegenwart von Wasserdampf über fein verteiltes Nickel geleitet werden, so wird das vorhandene Kohlenoxyd zu Kohlensäure oxydiert, während Wasserstoff frei wird.
- 1889.** Nr. 2160. Verdampfung von Chlorammonium. Um Eisen gegen den Angriff von Chlorammonium-Dämpfen zu schützen, bekleidet man dasselbe mit Antimon.
- 1889.** Nr. 2575. Verbesserungen im Chlorprozeß. Statt in Retorten, die von außen erhitzt werden, zu arbeiten, kann man diesen Prozeß auch in geschlossenen großen Zylindern, die gegen Wärmeverlust geschützt sind, ausführen. Um die nötige Reaktions-Temperatur in den Zylindern zu erhalten, erhitzt man die Gase vor ihrem Eintritt in den Zylinder.
- 1890.** Nr. 5072. Verfahren zur Behandlung von Phosphaten. Zwecks Entfernung der in den natürlichen Calciumphosphaten gewöhnlich enthaltenen Carbonate röstet man das Mineral, um die Kohlensäure auszutreiben, und setzt es dann, in Wasser suspendiert, der Einwirkung von Schwefelwasserstoff aus, um das freie Calciumoxyd in Lösung zu bringen.
- 1890.** Nr. 12626. Verfahren zur Gewinnung von Nickel. Nickelführende Erze oder deren Konzentrationsprodukte werden zuerst geröstet, damit das vorhandene Nickel in Oxyd verwandelt wird, dann bei möglichst niedriger Temperatur mit Generator- oder Wassergas behandelt und schließlich das Nickel durch Behandlung mit Kohlenoxyd als Nickelcarbonyl verflüchtigt. Das erhaltene Gasgemenge von übersättigten

- Kohlenoxyd und Nickelcarbonyl wird auf  $180^{\circ}$  erhitzt, das Nickel lagert sich in metallischem Zustande ab, und das frei gewordene Kohlenoxyd wird zur Extraktion von frischen Mengen Nickel verwendet.
- 1891.** Nr. 8083. Verfahren zur Darstellung von Nickel-Legierungen. Die mit Nickel zu legierenden Metalle werden geschmolzen und Nickelcarbonyl eingeleitet.
- 1892.** Nr. 19812. Verbesserungen im Chlorprozeß. Das inerte Gas, welches zum Verdrängen des Ammoniak aus den Retorten benutzt wurde, leitet man durch warme Kalkmilch, um etwa noch vorhandene Chlorammonium-Dämpfe zu zersetzen.
- 1893.** Nr. 12440. Verbesserungen in der Darstellung von Generator-Gas, Ammoniak und Teer aus Brennstoffen. Die Ausbeute an Ammoniak wird erhöht, wenn das in den Generator eintretende Gemenge von Luft und Wasserdampf vorher auf  $150^{\circ}$  erhitzt wird. Zur Erhitzung der Luft werden die aus dem Generator entweichenden heißen Gase und die vom Generator selbst abgegebene Wärme benutzt.
- 1895.** Nr. 12018. Verfahren zur Reduktion von Metalloxyden durch Amalgame der Alkalimetalle. Das bei der Elektrolyse von Kochsalz, bei Anwendung einer Quecksilberkathode erhaltene Amalgam wird als Anode in einer Zelle benutzt, in welcher als Kathode das zu reduzierende Metall und als Elektrolyt eine Lösung dieses Metalloxydes angewendet wird. Z. B. die Kathode besteht aus einem rotierenden Zinkzylinder und der Elektrolyt aus einer Lösung von Zinkoxyd in kaustischem Natron. Das Zink schlägt sich am rotierenden Zylinder nieder, und das Natrium aus dem Amalgam geht als Hydroxyd in Lösung, aus welcher es durch Eindampfen abgesondert wird.
- 1895.** Nr. 16781. Verfahren zur billigen Dampferzeugung für Gasgeneratoren. In Fällen, wo das Generator-Gas in Gaskraftmaschinen benutzt wird, werden die heißen Abgase durch einen Regenerator geleitet, in welchem sie ihre Wärme abgeben. Die so aufgespeicherte Wärme wird durch Einspritzen von Wasser zur Erzeugung von Dampf benutzt.
- 1895.** Nr. 23665. Beschreibung eines Apparates zur Extraktion von Nickel aus nickelführenden Materialien mittels Kohlenoxyds.
- 1895.** Nr. 23665 A. Apparat zur Behandlung von festen und plastischen Substanzen mit Gasen bei höheren Temperaturen.
- 1896.** Nr. 28588. Verbesserungen in der Erzeugung eines Luft- und Dampfgemenges für Gasgeneratoren. Wasser unter Druck wird durch Abgangsgase von Feuerungen über seinen Siedepunkt erhitzt und dann in fein verteiltem Zustand der zum Generator gehenden Luft beigegeben.
- 1897.** Nr. 27257. Verfahren zur Erhöhung des Nutzeffekts in Gasmaschinen. Ein Teil der aus der Gasmaschine entweichenden Verbrennungsgase wird der in den Generator eintretenden Luft beigegeben. Die in den Verbrennungsgasen enthaltene Kohlensäure wird zu Kohlenoxyd reduziert und erhöht den Nutzeffekt, und die bei der Reduktion gebundene Wärme kühlt den Generator ab, so daß an Dampf gespart werden kann.

- 1898.** Nr. 1106. Beschreibung eines Apparates zur Zersetzung des Nickelcarbonyls.
- 1898.** Nr. 17001. Verbesserungen in der Produktion von Generator-Gasen. Um die Ausbeute an Generator-Gas aus einer gegebenen Kohlenmenge zu erhöhen, mengt man, wo billige Kohlensäure zu haben ist, diese der in den Generator eintretenden Luft bei.
- 1901.** Nr. 5764. Verbesserungen im Verfahren zur Gewinnung von Zink durch Elektrolyse. Um das Zink bei der Elektrolyse in kohärenter Form zu erhalten, schlägt man dasselbe auf rotierenden Zylindern nieder, die so arrangiert sind, daß sie gegen einander pressen.
- 1906.** Nr. 8449. Beschreibung eines verbesserten Gasgenerators.
- 1906.** Nr. 19312. Beschreibung einer verbesserten Chargiervorrichtung für Gasgeneratoren.
- 1908.** Nr. 17608. Verbesserungen in der Gewinnung von Eisencarbonyl. Das fein verteilte Eisen wird mit Kohlenoxyd unter hohem Druck und bei erhöhter Temperatur behandelt.

#### Monds Publikationen.

- L. Mond: Die Patentgesetze, speziell in Bezug auf chemische Erfindungen. Soc. of chem. Ind. **1881**.
- und C. Langer: Eine neue Form der Gasbatterie. Proc. Royal Soc. **46**, 296 [1889].
- Präsidentenrede. Soc. of Chem. Ind. **1890**.
- Erzeugung von Elektrizität durch die Oxydation von brennbaren Gasen. Soc. of Chem. Ind. **1890**.
- C. Langer und F. Quincke: Über die Einwirkung von Kohlenoxyd auf Nickel. Journ. Chem. Soc. **1890**.
- und F. Quincke: Über eine flüchtige Verbindung des Eisens mit Kohlenoxyd. Trans. Chem. Soc. **1891**.
- und C. Langer: Über Eisencarbonyle. Journ. Chem. Soc. **1891**.
- Über die Anwendung des Nickelcarbonyls in der Industrie. Report, British Association **1891**.
- und R. Nasini: Über einige physikalische Eigenschaften des Nickelcarbonyls und anderer Nickelverbindungen. Ztschr. f. physikal. Chem. **8** (1891).
- und R. Nasini: Über Nickel-tetracarbonyl. Rend. Ass. Lincei. Mai **1891**.
- Über Metallcarbonyle. Proc. R. Soc. **1892**.
- Ansprache an die Studenten gelegentlich der Eröffnung des Schorlemmer-Laboratoriums für organische Chemie. Manchester, Sowler and Company **1895**.
- W. Ramsay und J. Shields: Über die Okklusion von Sauerstoff und Wasserstoff durch Platinschwarz. Proc. R. Soc. **58**.
- Die Geschichte meines Nickel-extraktions-Prozesses. Journ. Soc. of Chem. Ind. **1895**.

- Anrede an die Chemische Abteilung der British Association. Report British Association 1896.
  - W. Ramsay und J. Shields: Über die Okklusion von Sauerstoff und Wasserstoff durch Platinschwarz. Phil. Trans. Royal Soc. **190** [1897].
  - W. Ramsay und J. Shields: Über die Okklusion von Sauerstoff und Wasserstoff durch Palladiumschwarz. Ibid. **1891, 1898**.
  - H. Hirtz und D. Cowap: Über eine flüchtige Verbindung des Kobalts mit Kohlenoxyd. Chemical News, Oktober **1908**.
  - Über die Verflüchtigung schwerer Metalle durch Kohlenoxyd und Anwendung dieser Reaktion in der Industrie. Internationaler Kongreß für angewandte Chemie in London **1909**.
-