

Über die Verfahren zur Bindung des atmosphärischen Stickstoffs.

Vortrag mit Experimenten gehalten bei der Gründungsversammlung der Gießener Hochschulgesellschaft im Physikalischen Institut am 21.

Februar 1918 von Geh. Hofrat Professor Dr. **Walter König**
und Geh. Hofrat Professor Dr. **Karl Elbs**.

1) Vortrag von Professor König

Sehr geehrte Herren!

Es ist mir eine ganz besondere Ehre und Freude, die neu begründete Gesellschaft von Freunden und Förderern unserer Hochschule an ihrem Gründungstag in meinem Institute begrüßen zu dürfen. Ich kann das nicht tun, ohne zugleich dem Wunsch und der Hoffnung Ausdruck zu geben, daß es uns recht oft beschieden und vergönnt sein möge, Ihnen über große Fortschritte unserer Wissenschaften zu berichten.

Als ich mir die Frage vorlegte, welches Thema ich für meinen Vortrag wählen sollte, da traten mir naturgemäß als diejenigen Probleme, die zur Zeit das allgemeine Interesse ganz unwiderstehlich in Anspruch nehmen, für die ich also auch bei Ihnen ein ganz besonderes Interesse voraussetzen darf, die großen Probleme unserer Kriegswirtschaft entgegen. Wenn ich von diesen eines der hervorragendsten und wichtigsten, das Problem der Gewinnung von Stickstoffverbindungen aus dem Stickstoff der Atmosphäre, herausgegriffen habe, so war für diese Wahl im besonderen der Umstand entscheidend, daß ich in der Lage bin, Ihnen die bei diesem Probleme in Betracht kommenden Verfahren durch schöne Versuche zu veranschaulichen; das gilt namentlich von dem in Deutschland ausgebildeten Schönherrschen Verfahren, für das unser Institut dank dem Entgegenkommen der Badischen Anilin- und Sodafabrik einen ausgezeichneten Demonstrationsapparat besitzt.

Lassen Sie mich zunächst kurz auseinander setzen, um was es sich bei dem ganzen Problem handelt. Die moderne Menschheit braucht ungeheure Mengen von gebundenem Stickstoff, vor allem von Salpetersäure für die Herstellung von Munition und von Salpeter oder Ammoniak für die Landwirtschaft. Es ist wirklich ein schöner Witz der Natur, daß sie uns in einem Meer von Stickstoff und Sauerstoff leben läßt, ohne daß wir die Möglichkeit haben, die für uns so nötigen Verbindungen der beiden Elemente aus diesem uns umgebenden Meere auf einem einfachen Wege zu gewinnen. Wir waren vielmehr mit unserem Riesenbedarf auf jene Vorräte von gebundenem Stickstoff angewiesen, die sich als die Erzeugnisse organischer Vorgänge früherer Zeiten auf unserer Erde finden; das sind einerseits die Salpeterlager in Chile, andererseits unsere Kohlenlager, durch deren Verkokung wir Ammoniak, allerdings nur mit einer Ausbeute von wenigen Prozenten, gewinnen. Aber seit etwa 20 Jahren hat die moderne Technik das Problem der synthetischen Darstellung von Salpetersäure und Ammoniak aus dem Stickstoff der Atmosphäre mit durchschlagendem Erfolg in Angriff genommen. Welche ungeheuere Bedeutung dieser Umstand für unser deutsches Vaterland jetzt im Kriege gewonnen hat, das brauche ich Ihnen nicht auseinander zu setzen. Aber für unsere Hochschulgemeinschaft, die ja gerade die engere Fühlung der Wissenschaft mit dem praktischen Leben auf ihre Fahne geschrieben hat, möchte ich das vor allem hervorheben, daß die Lösung dieses Problems einer der größten Erfolge des Zusammenarbeitens von Wissenschaft und Technik gewesen ist. In früheren Zeiten pflegte die Technik als Bahnbrecherin voranzugehen und die Wissenschaft hinkte mit ihrer Theorie hinterdrein. So war es bei der Dampfmaschine. Heute geht die Wissenschaft voran und weist der Technik die Bahn, die sie zu gehen hat. So war es vor allem hier.

Daß Stickoxyde in der Luft durch den elektrischen Funken, durch den Blitz entstehen, war schon Priestley um 1770 herum bekannt. Aber es sind doch nur ganz geringfügige Mengen, die man auf diesem Wege erhält, viel zu wenig, um für eine praktische Verwertung in Frage zu kommen. Woran das liegt, und wie man es anstellen muß, um mehr zu bekommen, das ist durch die moderne physikalische Chemie, vor allem durch die Forschungen von Nernst, klar gestellt worden. Bei jeder Temperatur besteht zwischen einem Gemisch der Gase Sauerstoff und Stickstoff (O und N) und ihrer Verbindung, dem ebenfalls gasförmigen Stickoxyd (NO) ein ganz bestimmtes Gleichgewicht, d. h. ein bestimmter Prozentgehalt an NO kann mit N und O gemischt sein, ohne sich zu verändern. Ist mehr Stickoxyd vorhanden, so zerfällt es sich, ist weniger vorhanden, so bildet es sich

aus den Bestandteilen immer bis zu diesem charakteristischen Grenzwerte des Gleichgewichtes. Dieser Prozentgehalt ist außerordentlich geringfügig bei gewöhnlicher Temperatur; er wird größer bei höheren Temperaturen und steigt bei Temperaturen von zwei bis drei tausend Graden bis auf einige Prozente. Aber dieser Prozeß der Bildung von NO aus den Elementen oder des Zerfalls von NO in die Elemente hat die weitere Eigentümlichkeit, daß er bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich langsam vor sich geht; es würde bei einer Mischung von reinem N und O Jahrzehnte dauern, bis sich die dem Gleichgewicht entsprechende Menge von NO gebildet hätte. Bei höheren Temperaturen geht der Vorgang wesentlich schneller vor sich, bei 1000° würde sich das Gleichgewicht schon nach Tagen, bei 2000° bereits nach Sekunden herstellen. Erhitzt man also Luft auf einige 1000° Grad, so bildet sich in ganz kurzer Zeit Stickoxyd in einer Menge von einigen Prozenten. Kühlt man nun dieses Gas langsam ab, so zerfällt sich das gebildete NO ebenso schnell wieder, wie es sich gebildet hat. Kühlt man dagegen das Gas sehr schnell ab, so gelingt es, einen beträchtlichen Anteil des gebildeten NO vor der Rückbildung in die Elemente zu bewahren und so aus dem in unendlicher Fülle vorhandenen Stickstoff-Sauerstoff-Gemisch das Stickoxyd in praktisch in Betracht kommenden Mengen zu gewinnen.

Dies sind die Grundlagen des modernen Verfahrens zur Gewinnung von Salpetersäure aus der Luft. Denn das durch hohe Erhitzung und schnelle Abkühlung gewonnene Stickoxyd braucht man nur bei gewöhnlicher Temperatur mit Luft in Berührung zu bringen, um es zu Stickstoffdioxid zu oxydieren, und läßt man diese braunen Dämpfe von Wasser absorbieren, so erhält man Salpetersäure.

Die hohe Temperatur, die wir für das Verfahren brauchen, gewährt uns der elektrische Lichtbogen. Aber der gewöhnliche Lichtbogen, wie wir ihn zur Beleuchtung verwenden, nimmt einen zu engen Raum ein, als daß man größere Luftmengen durch ihn hindurchführen und erhitzen könnte. Sämtliche Verfahren der Technik gehen darauf aus, den Lichtbogen aus einander zu ziehen, um ihn zur Durchströmung mit größeren Luftmengen geeignet zu machen. Zuerst haben das im Jahre 1904 Bradley und Loevejoil auf mechanischem Wege zu erreichen versucht. Ihr Apparat bestand aus zwei konzentrischen, sich in entgegengesetztem Sinne drehenden Trommeln, die einen schmalen zylindrischen Zwischenraum zwischen sich ließen. An den gegenüberstehenden Wänden dieses Zwischenraumes saßen die mit den Polen einer hochgespannten Gleichstromquelle verbundenen Elektroden in Gestalt von Platinspitzen. Wenn sich zwei von ihnen bei der Drehung

berührten, so entstand zwischen ihnen der Lichtbogen und wurde durch die weitere Drehung der Trommeln auseinandergerissen, während gleichzeitig Luft durch den Raum zwischen den beiden Zylindern hindurchgeblasen wurde. Aber die Ausbeute betrug nur 3 Prozent und das Erzeugnis des Verfahrens war viel zu teuer in Folge der starken Abnutzung der Apparate, so daß der Betrieb, obwohl die ungeheuren Wasserkräfte des Niagara für das Unternehmen ausgenutzt werden sollten, doch nach kurzer Zeit wieder eingestellt werden mußte.

Eine andere Möglichkeit, einen Lichtbogen auseinander zu ziehen, beruht auf den Eigentümlichkeiten des sogenannten Hörnerblichableiters. Einen Apparat dieser Art haben wir Ihnen hier aufgebaut. Die beiden hörnerartig gekrümmten Drähte, die isoliert einander gegenüber stehen, sind mit den beiden Polen eines Hochspannungstransformators verbunden, der sich in dem Raume unter dem Hörsaal befindet. Die Drähte gehen isoliert durch den Boden des Hörsaales hindurch. Der Transformator wird von einer im Keller des Institutes stehenden Wechselstrommaschine mit etwa 120 Volt gespeist und verwandelt diese Spannung in eine solche von etwa 30 000 Volt. Diese Spannung genügt, um eine Luftstrecke von 1 cm zu durchschlagen. Legen wir diese Wechselstromspannung an die beiden Drähte unseres Hörnerblichableiters, so bildet sich der Lichtbogen natürlich zunächst an der Stelle des kürzesten Abstandes der beiden Drähte. Aber die starke Erhitzung der Luft erzeugt einen aufsteigenden Luftstrom, der den Bogen mit sich nach oben führt, bis er schließlich in Folge des wachsenden Abstandes der beiden Drähte so lang wird, daß ihn die Spannung nicht mehr zu unterhalten vermag. Dann reißt er ab, bildet sich aber sofort unten von Neuem. Sie sehen hier das Spiel des wandernden Lichtbogens (Tafel 2, Abb. 1). Bläst man durch diese Funkenstrecke von unten her einen Luftstrom hindurch, so wird das Tempo des Wanderns und der Neubildung des Bogens natürlich beschleunigt, und man kann auf diese Weise eine beträchtliche Luftmenge der Einwirkung des heißen Bogens aussetzen (Tafel 2, Abb. 2). Nach diesem Prinzip ist tatsächlich eine Anlage von Pauling in der Nähe von Bitterfeld ausgeführt worden. Über ihre Leistungsfähigkeit und ob sie überhaupt noch besteht, habe ich nichts Näheres erfahren können.

Ein drittes Verfahren beruht auf der Einwirkung eines magnetischen Feldes auf einen Lichtbogen. Jeder stromdurchflossene Leiter erfährt in einem magnetischen Felde einen Bewegungsantrieb, der senkrecht sowohl zur Richtung des Stromes wie zur Richtung der magnetischen Kraft erfolgt; er ist am größten, wenn der Stromleiter die magnetischen Kraftlinien senkrecht schneidet und seine Richtung hängt von der Richtung des Stromes

und der Kraftlinien ab. Kehrt der Strom z. B. seine Richtung um, so geht auch der Bewegungsantrieb in die entgegengesetzte Richtung über. Der Lichtbogen ist ein biegsamer Leiter, der diesem Bewegungsantrieb nachgeben kann. Nähert man einen Magneten einem Lichtbogen, so wird der Bogen seitlich weggedrängt, und wird der Bogen nicht von einer Gleichstrom-, sondern von einer Wechselstromquelle gespeist, so wird die eine Phase des Stromes nach der einen Seite, die andere nach der anderen Seite gedrängt und der Bogen wird in eine flache Scheibe auseinander gezogen. Man nennt die Erscheinung nach dem norwegischen Physiker Birkeland, der sie im großen für die Praxis nutzbar zu machen verstanden hat, die Birkelandsche Sonne. Ich kann sie Ihnen im kleinen zeigen. Hier haben wir zwei Bogenlampenkohlen in horizontaler Lage in etwa 1 cm Abstand von einander aufgestellt. Ich verbinde sie mit den Polen unserer Wechselstrommaschine und projiziere Ihnen den entstehenden Lichtbogen mittels dieser Linse auf den Schirm. Sie sehen das bläuliche Band des Bogens, durch den aufsteigenden Luftstrom etwas nach oben (Tafel 2, Abb. 3) im umgekehrten Bilde auf dem Schirm scheinbar nach unten gekrümmt. Hinter dem Bogen steht eine Spule mit Eisenkern. Schicke ich durch diese einen Gleichstrom, so wird der Boden nach oben und unten auseinander gezogen zu einer schönen leuchtenden Fläche (Tafel 2, Abb. 4). Birkeland und Ende haben das Verfahren in Norwegen im großen ausgeführt und damit die erste im großen Stile leistungsfähige Anlage zur Gewinnung von Salpetersäure aus Luft geschaffen. Ich zeige Ihnen einige Lichtbilder ihrer Anlage. Abb. 5 auf Tafel 3 stellt einen Birkelandschen Ofen für etwa 4000 Pferdestärken in seinem Äußeren dar, Abb. 6 im Durchschnitt. Die Öfen sind große flache Trommeln, mit feuerfesten Steinen im Innern ausgefüttert, die einen Luftraum in Form einer flachen Kreisscheibe von 2 Meter Durchmesser in ihrer Mitte enthalten. Die Eisenkerne der Elektromagnete treten von beiden Seiten her fast bis zur Mitte an diesen Luftraum heran. In ihm brennt zwischen Elektroden aus Kupferröhren, die mit Wasser gekühlt werden, in horizontaler Richtung der Bogen und wird durch die magnetische Wirkung zu einer Kreisscheibe von 2 Metern auseinander gezogen. Durch kleine Kanäle in den feuerfesten Steinen wird die Luft in den Heizraum hineingeblassen und am Rande der Scheibe wieder abgesaugt. Die heißen Gase sollen 5 Prozent Stickoxyd enthalten. Sie gelangen aus dem Heizraum zu einem Dampfkessel, in dem sie ihre Wärme bis auf 200° abgeben, werden dann in Kühlgefäßen bis auf 50° abgekühlt und schließlich in großen Absorptionstürmen mit Wasser und Luft zu Salpetersäure verwandelt. Ich bemerke übrigens nebenbei, daß derartige Absorptions-

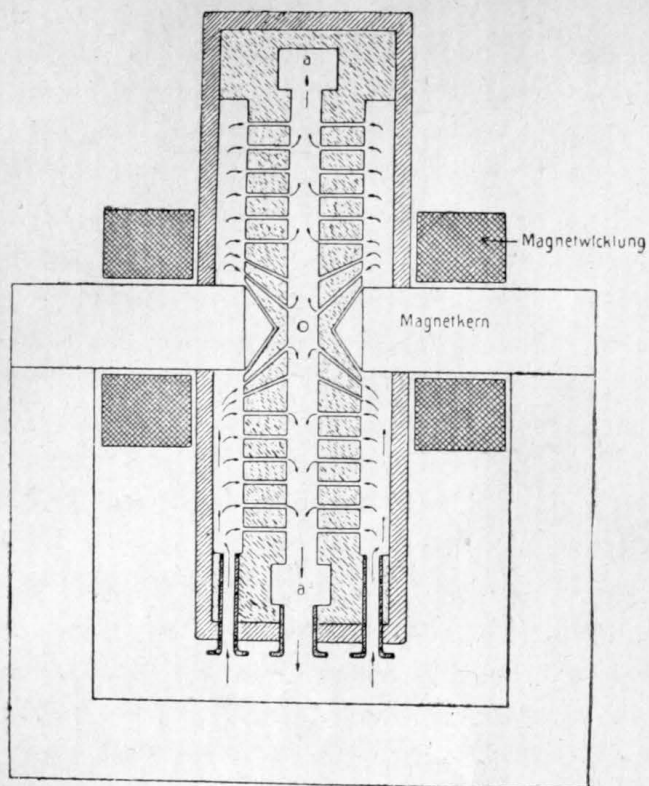


Abb. 6

Lichtbogens durch einen Luftstrom. Aber die Aufgabe ist in diesem Falle in höchst eigenartiger Weise gelöst. Der Bogen brennt nämlich in einem senkrecht stehenden Rohre, in das die Luft am unteren Rande tangential hineingeblasen wird, so daß sich in dem Rohre ein aufwärts steigender Luftwirbel entwickelt. Diese wirbelnde Bewegung der Luft bewirkt, daß der Lichtbogen mit großer Stetigkeit in der Achse des Rohres brennt, in der eine gewisse Luftverdünnung herrscht, während die kälteren und schwereren Teile des Luftstroms durch die Schwingkraft nach außen an die Wand des Rohres gedrückt werden. Ich kann Ihnen diesen Bogen und seine Wirkung vorführen mit Hülfe des schönen Demonstrationsapparates, den Sie hier aufgebaut sehen. Um den Bogen in dieser Form zu erzeugen, bedürfen wir allerdings auch wieder einer höheren Spannung, als sie unsere Wechselstrommaschine unmittelbar liefert. Sie sehen daher hier zunächst einen Transformator T (Abb. 7) aufgestellt, der uns die Spannung von 150 Volt, die wir jetzt an unserer Maschine erzeugen wollen, auf etwa 1500 Volt hinaufbringt. Das Braunsche Elektrometer E gestattet, diese Spannung zu messen, indem es mit seiner Nadel an den einen isolierten Pol der Sekundärspule des Transformators angelegt ist. Der

anlagen für die Salpetersäure aus Granit hergestellt werden, eine Tatsache, die für unser Hessenland von großer Bedeutung geworden ist; denn gerade unser Odenwälder Granit hat sich als besonders widerstandsfähig gegen Salpetersäure erwiesen, und unsere hessischen Granitwerke sind daher an dem Aufbau unserer modernen Salpetersäurefabriken mit großen Aufträgen beteiligt.

Das vierte Verfahren, das von Schönherr in der Badischen Anilin- und Sodafabrik ausgearbeitet worden ist, beruht wieder auf der Mitführung des

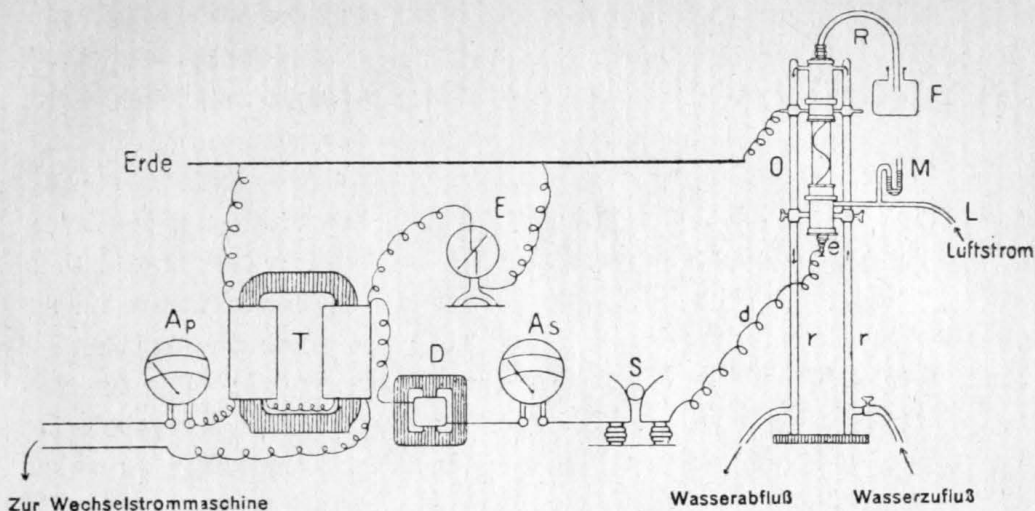


Abb. 7

andere Pol der Spule ist ebenso wie das Gehäuse des Elektrometers zur Erde abgeleitet. Das Amperemeter A_p mißt den Strom in der primären Leitung des Transformators, das Amperemeter A_s den in der sekundären Leitung. Von dem Amperemeter A_s führt der Draht d den sekundären Strom über einen Einschalter s , der die Form eines Hörnerblitzableiters hat, zu der unteren Elektrode e des Ofens O . Sie sitzt isoliert in der Achse des Ofenrohres, während die obere Elektrode mit der äußeren Wandung in Verbindung steht und mit dieser zur Erde abgeleitet ist. Um zu verhindern, daß starke Stromschwankungen, besonders beim Zünden des Lichtbogens auftreten, muß in den sekundären Kreis noch ein Widerstand oder bei Betrieb mit Wechselstrom zweckmäßiger eine Spule mit starkem Eisenkern, eine sogenannte Drosselspule, eingeschaltet werden; das ist die Spule D . Ferner müssen die obere Elektrode und die an ihr vorbeiströmenden heißen Gase gekühlt werden. Zu diesem Zweck ist die obere Elektrode von einem Mantel umgeben, durch den ein Wasserstrom hindurchgeschickt werden kann; das Wasser wird durch die den Ofen tragenden hohlen Säulen rr zu- und abgeführt. Die Luft endlich wird mit Hilfe eines von einem Elektromotor getriebenen Gebläses durch den Schlauch L dicht neben der unteren Elektrode in den Ofen eingeblasen. Das kleine Manometer M gestattet, nach dem entstehenden Überdruck die Stärke des Luftstromes einzuregulieren. Die Stickoxyd führenden Gase treten aus dem Ofen durch das Rohr R in die Flasche F , in der wir an der Entwicklung brauner Dämpfe die Wirkung des Bogens beobachten können. Es fragt sich schließlich: Wie können wir den Bogen zur Entstehung bringen? Das ist nur möglich, indem wir die beiden Elektroden mit einander in

Berührung bringen. Zu diesem Ende geht von der oberen Elektrode aus an der Innenwand des Glasrohrs ein schmales Messingband in steiler Spiralwindung bis zu dem die isolierte Elektrode tragenden unteren Teil des Ofens. An der Stelle, an der das Messingband hier mündet, befindet sich in der Wand des Ofens ein Stift, der durch eine Feder nach außen gedrückt wird. Er steht, wie das ganze Äußere des Ofens, mit der Erde in Verbindung. Wird er hineingedrückt, so berührt er die isolierte Elektrode im Ofen und beim Zurückspringen bildet sich zwischen ihm und ihr ein Lichtbogen aus. Aber der Luftstrom führt ihn sofort an dem Metallband in die Höhe, bis er die obere Elektrode erreicht hat; dann brennt er in der Achse stetig weiter. Wir schalten jetzt zunächst den primären Strom ein, nachdem wir den Wasserzufluß und die Luftzufuhr geregelt haben, legen dann die Sekundärspannung an den Ofen durch Schließen des Hörnerbligableiters, und nun zünde ich den Ofen durch Eindrücken und Loslassen des Stiftes. Sie sehen jetzt den Lichtbogen als eine lang-

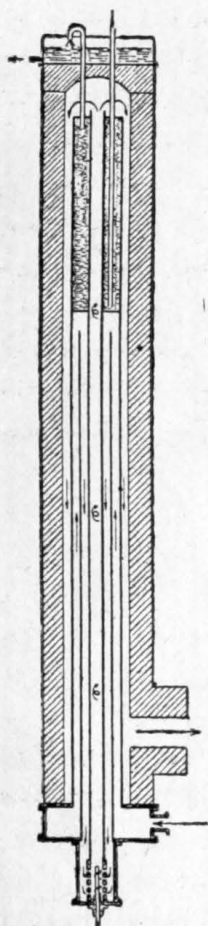


Abb. 10

gestreckte Lichtsäule in dem Rohre brennen (Tafel 3, Abb. 8) mit einer Stromstärke von 1,5 Amp., während im primären Kreise die Stromstärke 20 Amp. beträgt, und sehen zugleich, wie sich die Flasche mit braunen Dämpfen füllt. Bringen wir angefeuchtetes Lakmuspapier hinein, so sehen wir, wie es sich rot färbt, ein Zeichen dafür, daß sich Salpetersäure bildet.

Die Länge des Bogens beträgt bei unserm Versuche nur 22 cm. Stehen größere Spannungen zur Verfügung, so kann er auch größer genommen werden. Die Öfen der Praxis sind Rohre von 8 Meter Länge, in denen der Lichtbogen mit 4000 Volt Spannung brennt. Gezündet wird der Bogen in diesen Öfen genau in der gleichen Weise und ebenso leicht, wie wir es soeben an dem kurzen Demonstrationsofen gesehen haben; nur bedürfen die Öfen der Praxis nicht des spiraligen Metallbandes, weil das ganze Ofenrohr metallisch leitet; denn es besteht nicht aus Glas, sondern aus Eisen. Ich zeige Ihnen hier das Äußere eines solchen Ofens im Bilde (Tafel 3, Abb. 9) und ferner den Durchschnitt durch einen solchen Ofen in einem schematischen Bilde (Abb. 10). Sie sehen, daß der untere Teil des Ofens aus vier konzentrischen Zylindern besteht. Die unten einströmende Luft steigt in dem dritten Zylinder (von innen gerechnet) in

die Höhe, darauf in dem zweiten Zylinder nach unten, wobei sie sich an den heißen Wandungen des innersten Zylinders vorwärmt; dann tritt sie von unten her in den innersten Zylinder, den Lichtbogenkanal, ein, strömt hier durch den ganzen Ofen, wird im oberen Teil durch eine Wasserkühlvorrichtung abgekühlt und strömt dann durch den äußersten Zylinder nach unten zum Ausgang, wobei sie noch weiter ihre Wärme an die einströmende Luft abgibt. Dies Schönherr'sche Verfahren soll dem Birkelandschen noch etwas überlegen sein.

Alle diese Verfahren bedürfen großer Energiemengen und sind daher nur rentabel, wenn billige Wasserkräfte zur Verfügung stehen. Daher hat auch die Badische Anilin- und Sodafabrik ihre Salpetersäurefabriken in Norwegen unter Ausnutzung der riesigen Wasserkräfte dieses Landes angelegt. Im ganzen sind jetzt 200 000 Pferdestärken in Norwegen elektrisch installiert zur Gewinnung von Salpetersäure oder salpetersaurem Kalk. Aber die Badische hat ihr Verfahren schon vor dem Kriege an Norwegen abgetreten und hat an seine Stelle ein ganz anderes gesetzt, bei dem die billigen Wasserkräfte nicht erforderlich sind, das daher auch bei uns in Deutschland ausgeführt werden kann. Es ist das Verfahren der Gewinnung der Salpetersäure aus dem Ammoniak und der Gewinnung des Ammoniaks auf dem von Haber und Bosch erfundenen synthetischen Wege. Während die Norweger noch heute viele Millionen nach den beschriebenen physikalischen Methoden verdienen, arbeitet bei uns das neue Verfahren mit dem größten Erfolge und hat für uns jetzt im Kriege eine kaum zu ermessende Bedeutung dadurch gewonnen, daß es uns vom Auslande unabhängig gemacht hat. Aber dies Verfahren ist rein chemischer Natur und ich will daher seine nähere Erörterung meinem chemischen Kollegen Herrn Geheimrat Elbs überlassen.

2) Vortrag von Professor Elbs.

Sehr geehrte Herren!

Bei der vorgerückten Zeit stehen mir nur noch einige Minuten zur Verfügung, und ich muß mich deshalb auf das Allerwichtigste beschränken. Die Oxydation von Ammoniak durch Luft zu Stickoxyden und Salpetersäure unter Benutzung von Platin als Katalysator war schon seit einer Reihe von Jahren bekannt, ohne größere technische Bedeutung zu erlangen. Diese erhielt das Verfahren erst während des Krieges, wo der Bedarf an Sal-

petersäure ungeheuer gesteigert wurde, während gleichzeitig uns die Zufuhr von Chilesalpeter gesperrt und das vorhin erläuterte Luftsalpetersäureverfahren wegen der dafür erforderlichen gewaltigen Mengen an elektrischer Energie nur beschränkt für uns benutzbar war. Die für die Salpetersäuredarstellung aus Ammoniak erforderlichen großen Mengen dieses Stoffes entstammen zwei Quellen, nämlich der schon lange ausgenützten als Nebenprodukt bei der trockenen Destillation der Steinkohlen in Gasfabriken und Kokereien und dem neuen Haber'schen Aufbau von Ammoniak aus seinen Elementen Stickstoff und Wasserstoff, einer Quelle, die heute eine überragende Bedeutung gewonnen hat. Wissenschaftlich durch Professor Haber in Karlsruhe und technisch durch Dr. Bosch in der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh. ausgearbeitet, kann uns dieses Verfahren unbegrenzte Mengen von Ammoniak aus leicht erhältlichem Wasserstoff und Luftstickstoff liefern, ohne große Mengen an Energie zu verbrauchen. Die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure erfordert nur Luftsaurestoff und geht mit Platin als Katalysator ohne Aufwand von elektrischer oder Wärme-Energie mit sehr guter, über 90 % der theoretischen Menge erreichender Ausbeute vor sich; 1 Kilo Ammoniak liefert über 3 Kilo reine Salpetersäure. Der kleine Apparat aus Glas, den ich jetzt in Betrieb setze, zeigt, wie ein ammoniakhaltiger Luftstrom, der über erhitzten Platinasbest streicht, sich in Stickoxyde und Salpetersäure verwandelt; die Stickoxyde sind kenntlich an der braungelben Färbung der Gase in der ersten Waschflasche, die Salpetersäure an der sauren Reaktion, welche das in der zweiten Waschflasche vorgelegte Wasser annimmt. Durch die Verbindung dieser Verfahren: Aufbau des Ammoniaks aus Wasserstoff und Luftstickstoff und dann Umwandlung des Ammoniaks durch Luftsaurestoff in Salpetersäure und Wasser sind wir trotz Absperrung von überseeischer Zufuhr aller Sorgen für die Beschaffung der zur Munitions- und Sprengstoffherstellung unentbehrlichen Salpetersäure enthoben. Es ist überdies wahrscheinlich, daß wir in kommenden Friedenszeiten auf die Einfuhr von Salpeter verzichten können, weil die beiden neuen Wege zur Gewinnung von Salpetersäure, nämlich das eben beschriebene Verfahren aus Ammoniak und Luftsaurestoff und das früher veranschaulichte aus Luft und Wasser im elektrischen Lichtbogen, unseren ganzen Bedarf decken werden, so daß die 120 bis 150 Millionen Mark, die wir jährlich für Salpeterimport bezahlt haben, im Lande verbleiben können.

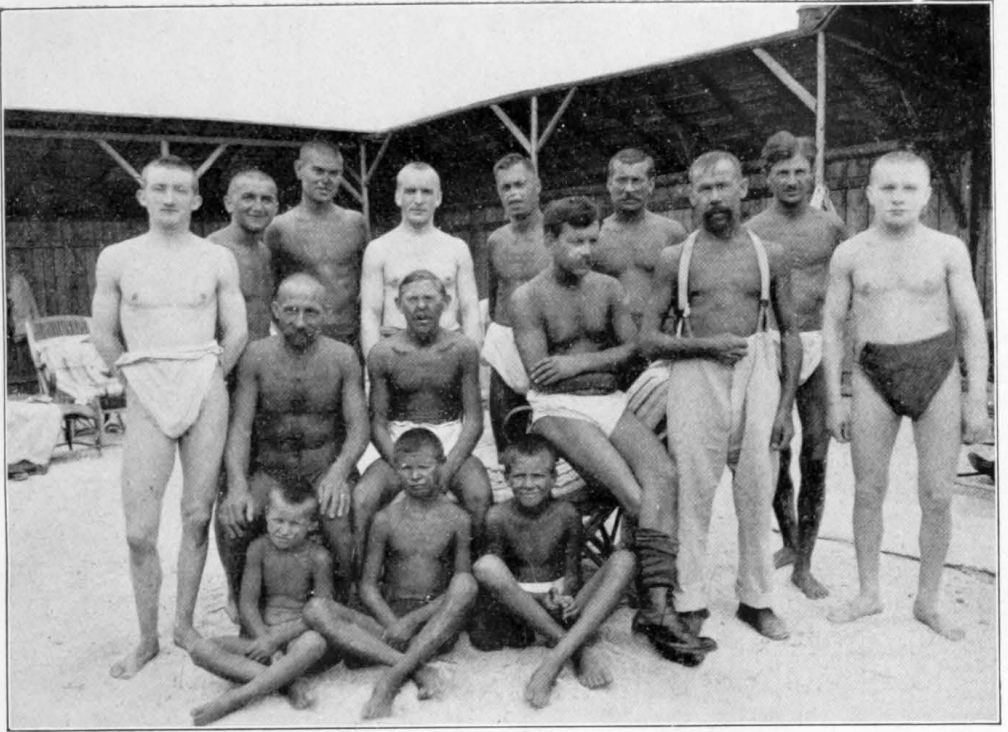


Abb. 1

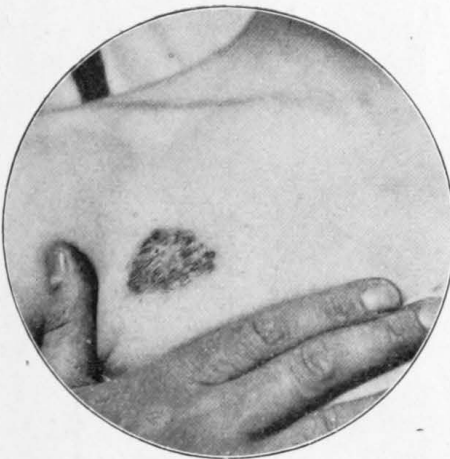


Abb. 2



Abb. 3

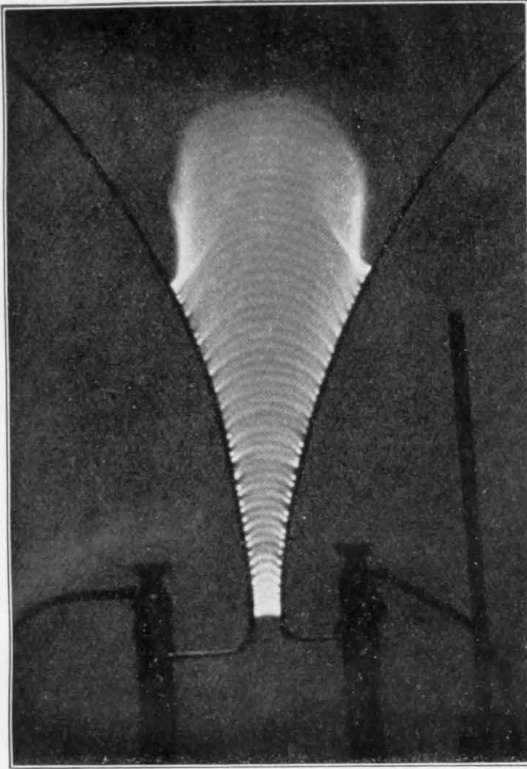


Abb. 1

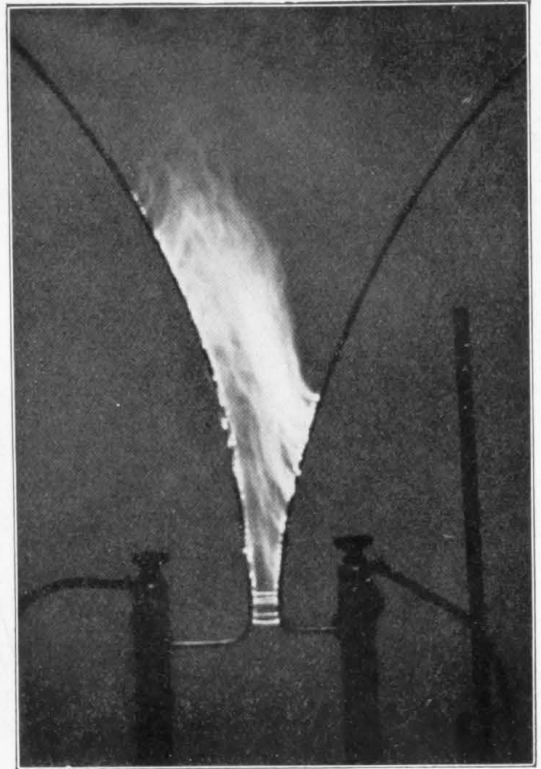


Abb. 2

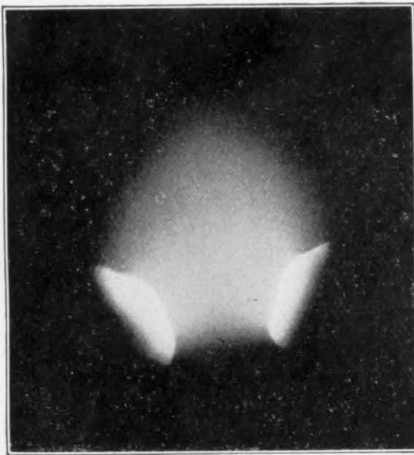


Abb. 3



Abb. 4

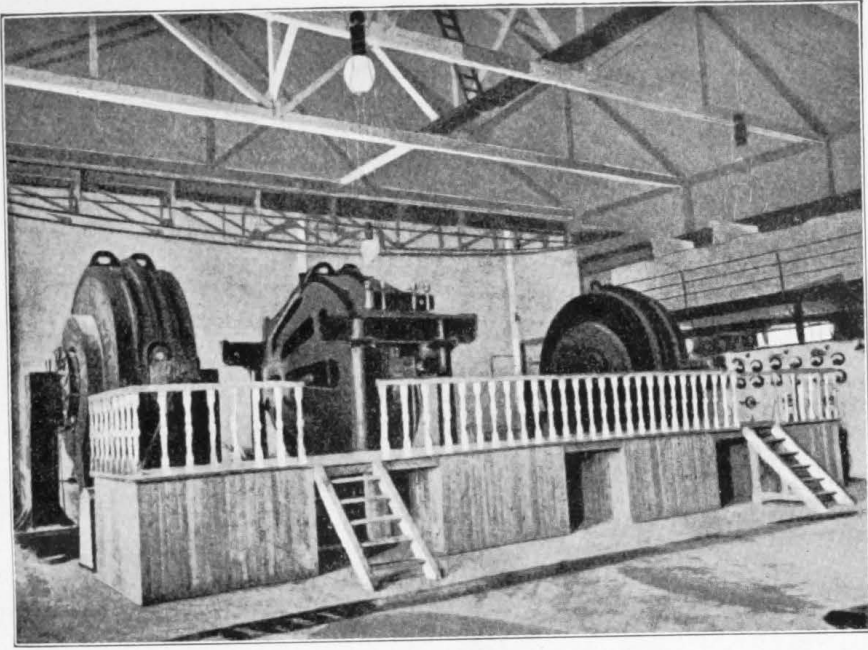


Abb. 5

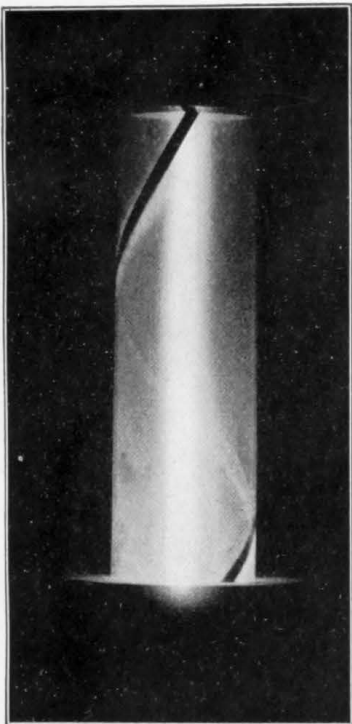


Abb 8

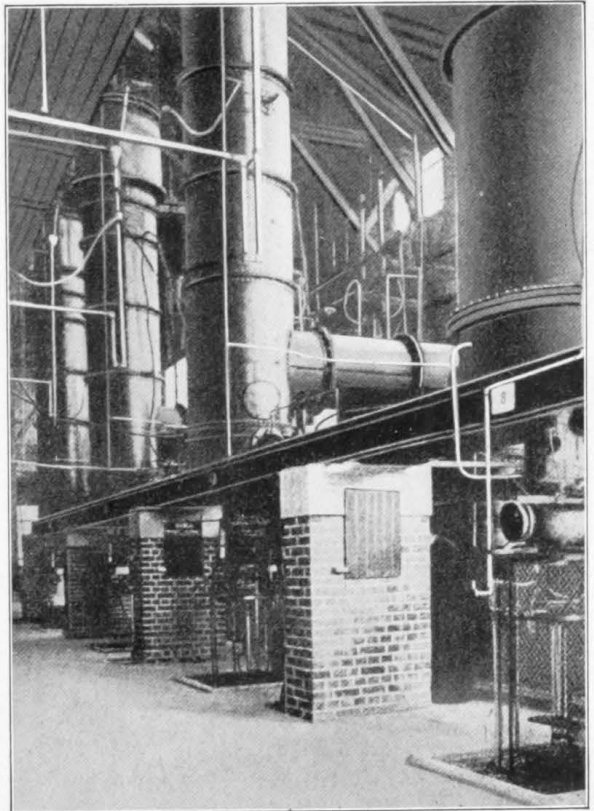


Abb. 9