

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Univ-Bibl.

Nr 4440.

J. Eyde:

Den norske Salpetersæster.

661.2

1906.

Vge. L440.

661.2.

Rev. 1935

DEN NORSKE SALPETERINDUSTRI

PÅL GRUNDLAG AF NITSELAND-ETØES
ELEKTROKEMISKE METODE

AF
INGENIØR E. FYDE

KØBENHAVN

UDGIVET AF HANSERETSKENDE

FORLAGET, KØBENHAVN, 1902

PRIS 1.00 KR.

—

UDGIVET AF HANSERETSKENDE

FORLAGET, KØBENHAVN, 1902

DANMARKS

TEKNISKE BIBLIOTEK

TB Gl.

661.2

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

REMARKS: [illegible]
DYNAMICS

DEN NORSKE SALPETERINDUSTRI

PAA GRUNDLAG AF BIRKELAND-EYDES
ELEKTROCHEMISKE METHODE

AF

INGENIØR S. EYDE

KRISTIANIA

FOREDRAG HOLDT PAA DEN
POLYTEKNISKE LÆREANSTALT I KJØBENHAVN
Med Billeder i Teksten

SÆRTRYK AF DEN TEKNISKE FORENINGS
TIDSSKRIFT, 29. AARGANG, 12. HÆFTE

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

KØBENHAVN

VILHELM PRIORS HOFBOGHANDEL

1906

Der har fra flere hold i løbet af den tid, forsøg med udvinding af luftens kvælstof til fremstilling af salpeterprodukter har paagaet, været rettet anmodninger til mig om at give oplysninger her i Danmark angaaende sagen. Jeg har imidlertid tidligere fundet at maatte afslaa dette, da jeg ansaa, at det vilde være uheldigt at give oplysninger om en sag, før jeg med sikkerhed kunde sige, om metoden var naaet til et stadium, hvor man kunde bedømme, om den vilde lykkes eller ei.

Samtidig vil mine herrer forstaa, at udviklingen af et foretagende som dette ogsaa har krævet en række foranstaltninger til at beskytte opfindernes aandelige og juridiske eiendomsret.

Det er mig imidlertid idag, da jeg ikke alene gennem egen overbevisning er vundet frem til at tro paa, at sagen er lykkedes, men da ogsaa udtalelser af Europas første videnskabsmænd og ingeniører har konstateret dette faktum og forsøg i landbruget foreligger, saa meget kjærere at kunne give de første meddelelser officielt i Danmark om de arbeider, der har paagaet for at skaffe Norge en ny industri

og landbruget og industrien et mægtigt hjælpemiddel, dobbelt kjært fordi dette sker i en forsamling som denne, hvor en fuld forstaaelse af sagens betydning kan paaregnes.

Før jeg imidlertid gaar over til at omtale de resultater, hvortil man er kommen paa grundlag af Birkeland og min methode for nyttiggjørelse af luftens kvælstof, vil jeg i korthed omtale kvælstoffet i sin almindelighed, hvorledes det forekommer i naturen, og den anvendelse og betydning, det har for tilværelsen i sin helhed. Jeg vil give nogle ganske faa momenter om den udvinding af kvælstof, som for tiden paagaar til anvendelse i landbrugets og industriens tjeneste, samt kort berøre de forsøg, der saavel fra videnskabelig som praktisk side tidligere er gjort med hensyn til at nyttiggjøre sig luftens kvælstof.

Jordens atmosfære er som bekjendt hovedsagelig en blanding af to gasarter (surstof 21 %, kvælstof 79 %). Dette gashulle frembyder gratis og i uudtømmelig mængde de elementer, som ved sin forening giver anledning til dannelse af salpetersyre. I naturen foregaar denne forbindelse under indflydelse af luftens elektricitet; de derved dannede smaa mængder salpetersyre forbinder sig med den ammoniak, hvoraf der ligeledes findes spor i luften, og det derved dannede ammoniaknitrat overføres af regnvandet til jordbunden. De forøvrigt meget variable kvælstofmængder, som ad denne vei kommer jordbunden tilgode, bidrager imidlertid kun i meget ringe udstrækning til planternes kvælstof ernæring. Det er den nitratdannelse, som foregaar i de overfladiske jordlag ved en gradvis omdannelse, under

visse mikrobers medvirkning, af plante- og dyreaffald, som udgjør saagodtsom den eneste kilde for det til planternes ernæring fornødne kvælstof.

Den saaledes dannede salpetersyre forbliver ikke i fri tilstand i jordbunden, men forbinder sig i samme øieblik den dannes, med sammes basiske bestanddele: kalk, magnesia, potaske, under dannelsen af salte, der afgiver sit kvælstof til planterne, efterhvert som deres udvikling skrider frem. Da kalk er den basiske bestanddel, som i alslags jordbund forekommer i overveiende størst mængde, saa er det i virkeligheden *kalknitratet*, som tilfører grøden saagodt som alt det kvælstof, der kommer os til gode.

Da paa den ene side nitratdannelsen forudsætter tilstedeværelsen i jordbunden af kvælstofholdige stoffe, af animalsk eller vegetabilsk oprindelse, og paa den anden side tilførselen af organisk gjødning (staldgjødning og affald af forskellig slags) i stor som i liden bedrift, vil være begrænset, saa maa man kunne opnaa et forøget udbytte ved at søge en udvei til at supplere den utilstrækkelige nitratdannelse i jordbunden. I saa henseende har man hidtil udelukkende været henvist til to stoffe: natriumnitrat og ammoniumsulfat, og disse forbruges da ogsaa i stadig voksende mængde om end ikke paa langt nær i den udstrækning, som vilde være paakrævet for at dække jordbundens underskud af kvælstof og derved bringe udbyttet op i den højde, som forøvrigt ligger indenfor mulighedens grænser.

Saaledes har den bekjendte franske Agrikulturkemiker Grandeau udtalt: Frankrigs aarlige import af chilisalpeter udgjør neppe 230.000 tons (svarende

til 36.000 tons kvælstof). Derhos kan man med nogenlunde nøiagtighed bestemme forholdet mellem den gennem grøden optagne og den gennem gjødningen restituerede kvælstofmængde. Frankrigs dyrkede areal udgjør 25 millioner hektar, og de paa denne overflade indhøstede avlinger borttager 600.000 tons kvælstof, hvoraf høitregnet 330.000 tilbagevindes gennem staldgjødningen. De resterende 270.000 tons er planterne henvist til at søge enten i jordbundens eget forraad eller ogsaa i den i handelen gaaende kunstgjødning.

Erfaringen har allerede godtgjort, i hvilken betydelig udstrækning anvendelsen af nitrater kan forøge jordens afkastning, og en af de største ting, som agerbruget kunde haabe uden hidtil at turde vente af videnskaben, var visselig en ny og billig adkomst til salpeterkvælstof.

Selv om nemlig Chili endnu besidder drivværdige leier af natriumnitrat af betydelig mægtighed, saa synes det at fremgaa af tilforladelige beregninger, at man maa imødesæ deres udtømning i en muligens nær fremtid.

Kvælstoffet forekommer i naturen specielt som kvælstofminerale; disse er kun faa, man kan gjerne indskrænke sig til at nævne chilisalpeter; men spor af de to vigtige kvælstof forbindelser, salpetersyre og ammoniak, findes spredt overalt i enhver jordbund.

Jeg skal faa lov at omtale chilisalpeterfabrikationen, som den nu foregaar i Chili, og at vise endel lysbilleder fra dette land.

Chilisalpeter vindes af raasalpeter, ogsaa kaldet kaliche, der indeholder 18—50 % salpetersur na-

tron; kalichens beliggenhed under jordbunden findes ved borer. Den udvindes ved, at det overliggende jordschikt sprænges bort, hvorefter raaproduktet tages ud og føres til store kogekasser, hvor det opløses for derefter at føres over i krystallisationspander og udkrystalliseres som chilisalpeter.

Herfra skuffes det ud og lagres under fri himmel, hvilket kan ske saamegetmere, som det i Chili ofte kun regner hvert 3dje eller 4de aar. Netop denne omstændighed har gjort det muligt, at chilisalpeterlagene har kunnet bestaa, idet de saaledes er blevet beliggende i en vis dybde under jordbunden uden at afvaskes og forsvinde.

Under hvilke øde, elendige forholde fabrikationen finder sted, viser landskabet paa fotografiet, og hvilke tilstande og arbejdsforholde der hersker, viser det billede, jeg her vil vise herrerne.

Det er altsaa ikke en saa ganske enkel sag i disse trøstesløse, regnfattige egne at faa fat i dette stof, og netop de store arbejderuroligheder, som finder sted der, gjør sin indflydelse gjældende paa de svingninger i chilisalpeterpriserne, som mine herrer antagelig ofte selv har følt. (Fig 1).

Chilisalpeterlagene findes ca. 70 km. fra kysten og 1000—1600 m. over havet. Transporten sker ved jernbaner og den sidste del ofte ved bremsebane. Dette billede viser en af Chilis udførselshavne.

Paa grund af kvælstofforbindelsernes enorme betydning i naturens beholdning og i den kemiske industri har man naturligvis gjort store anstrængelser for at tilveiebringe de nødvendige kvanta af den. Men forbruget stiger raskt, og allerede nu bruges for næsten 300 millioner kroner aarlig af chili-

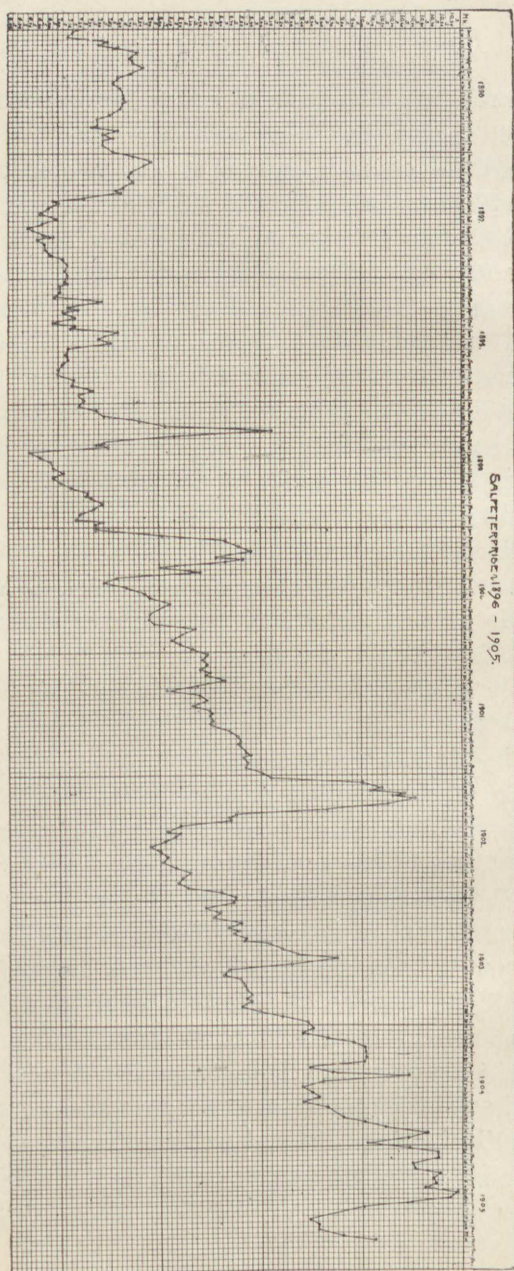
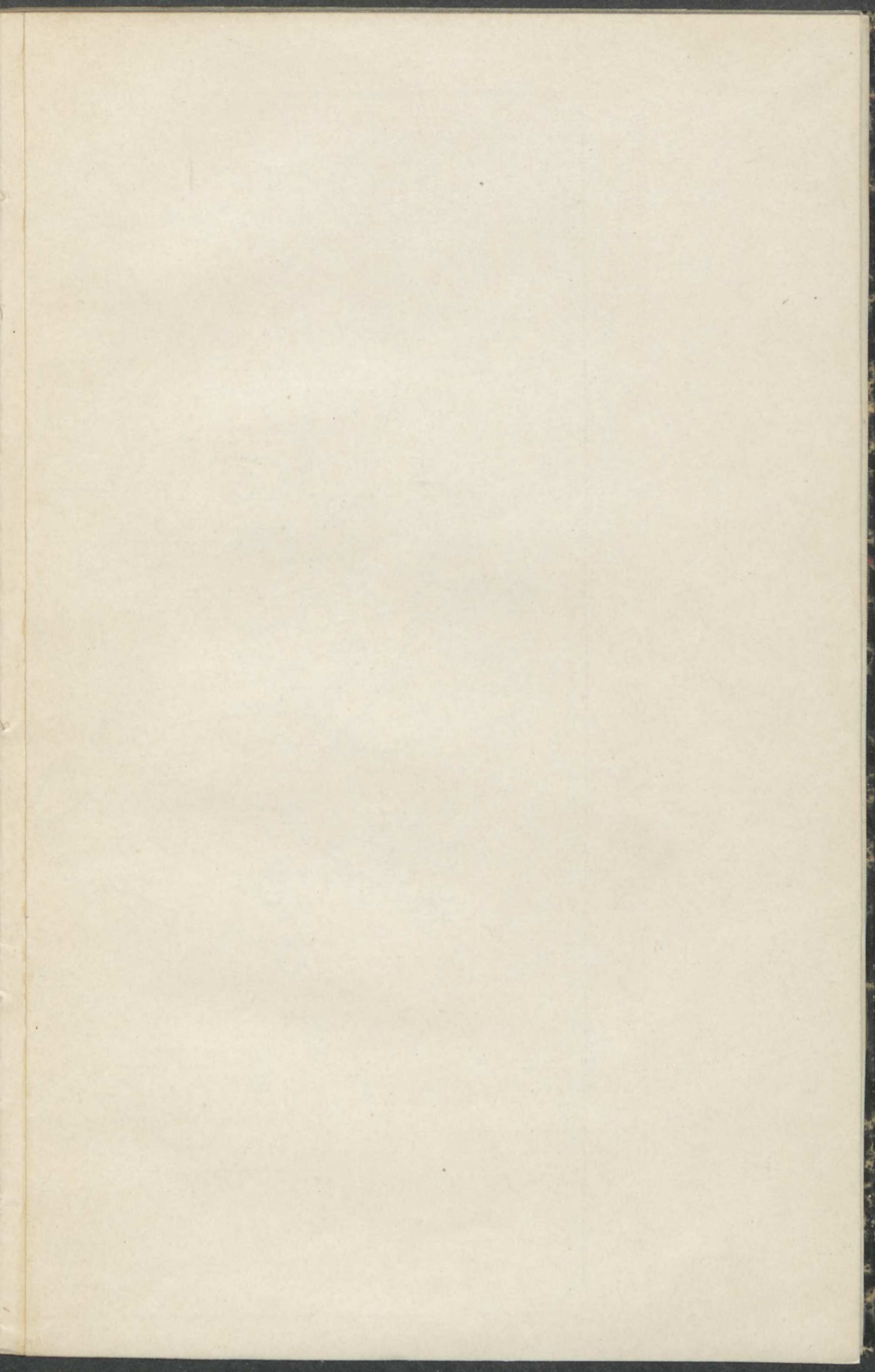


Fig. 1.



Chapetitzeyen,

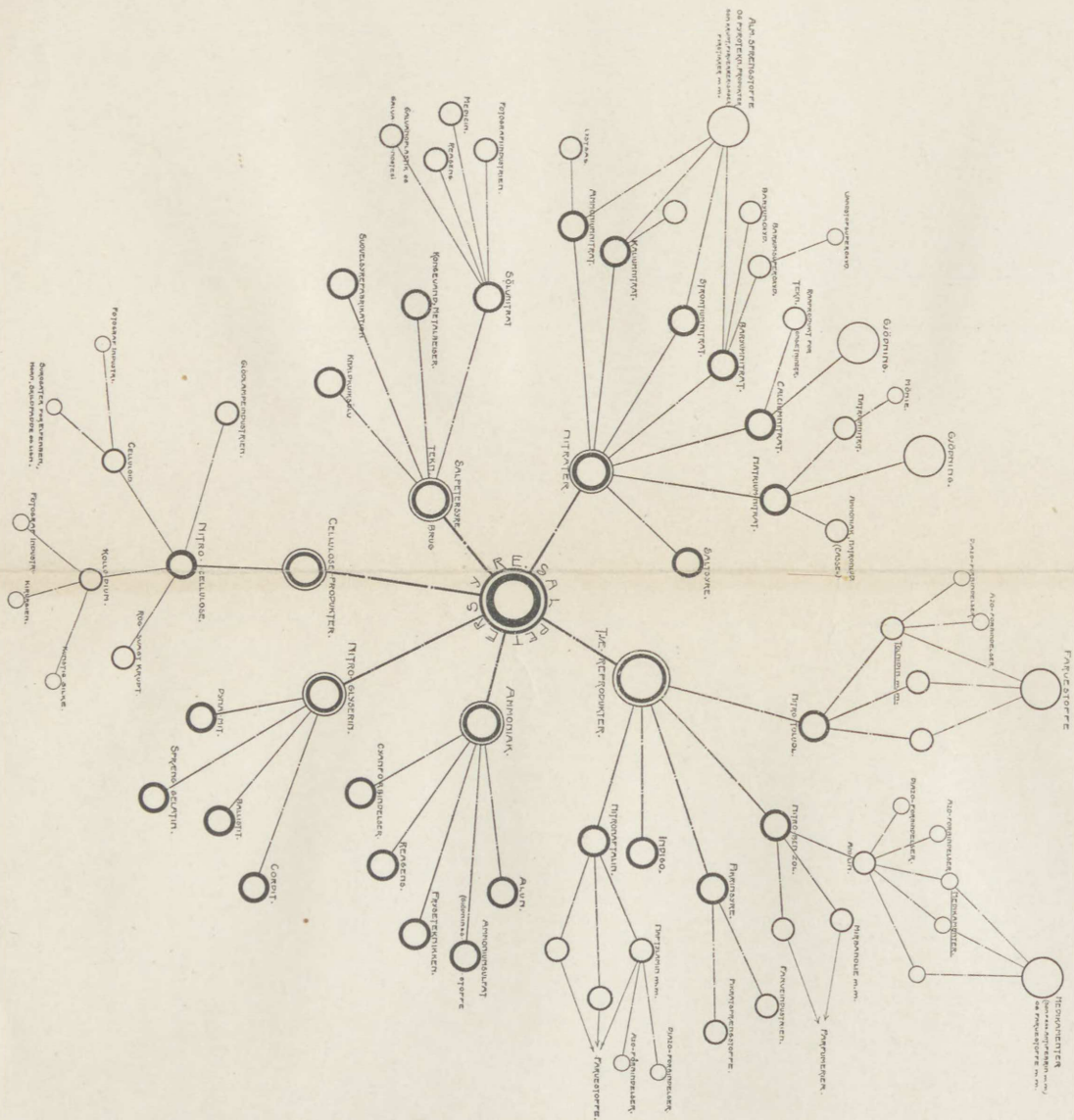


Fig. 3.

salpeter bare til gødningstoffer og til industrien.
(Fig. 2).

Vidensforbrug af Chilealpeter i Tiden 1830 ~ 1905.

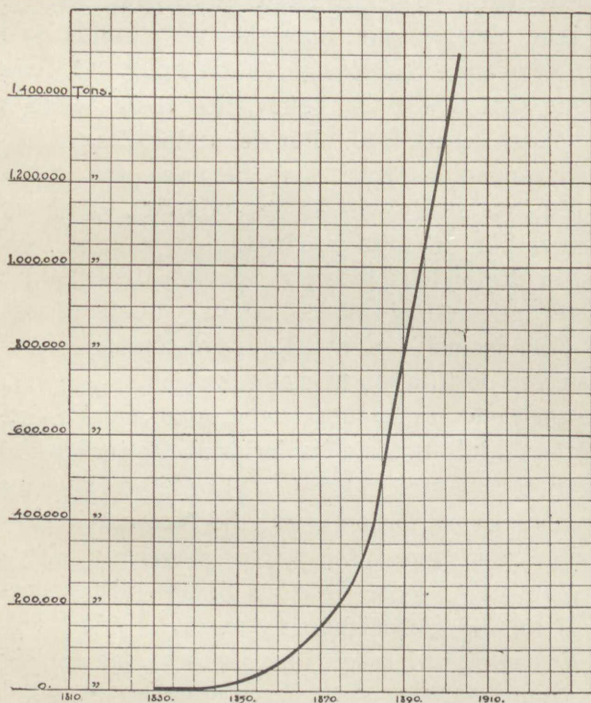


Fig. 2.

Billedet (Fig. 3), en saakaldt „stamtavle“, giver et overskueligt indtryk af, hvilken central stilling salpetersyre eller salpeter indtager i forhold til en mængde industriprodukter og gødningstofferne.

Man ser her, til hvilken uhyre masse ting salpeteren kan benyttes. Hvis man nu havde rigelig tilgang af denne salpeter, vilde det være et rent regnestykke, hvor meget der aarlig maatte udvindes for at tilfredsstille behovet. Forholdet er imidlertid lidt anderledes. For det første er salpeterlagene i Chili ikke ubegrænsede; man skal nogenlunde nøie kunne konstatere, hvorlænge de vil holde ud, hvis de alene skal dække alt behov, de vil da allerede være udtømt senest 1940. For det andet tiltager forbruget ganske enormt; der benyttes for tiden 1.500.000 tons aarlig; det er den udførsel, Chili for øieblikket har af dette produkt.

Det er derfor let forklarligt, at man i mange aar har søgt andre udveje til at skaffe sig bundet kvælstof. Man fremstiller saaledes store mængder ammoniak ved destillation af stenkul.

En methode var engang sterkt oppe, nemlig den at lade saakaldte kvælstofbakterier skaffe jorden det nødvendige kvælstof. Denne nitrifikation er en fermentativ oxydation, som altid foregaar i porøs jord eller vand, hvori der findes „nitrogene“ dyreller eller planteorganismer overladt til sig selv i nærvære af luft og af basiske substanser. Under gunstige omstændigheder kan denne proces gaa for sig i stor skala. I tidligere dage var processen benyttet i industrielle øiemed for at producere salpeter, men den er nu forladt som saadan.

I de senere aar har imidlertid muligheden af en fysikalsk-kemisk løsning af kvælstofproblemet stillet sig i forgrunden.

Videnskabens interesse for spørgsmaalet har *Sir William Crookes* fremkommet med i sin adresse ved

aabningen af British Associations møde i 1898. Han fremhævede, at det vil være umuligt i længden at skaffe jordens tiltagende befolkning brød, hvis man ikke snart ad kunstig vei formaar at give jorden den nødvendige kvælstofgødning. Han betegner kvælstofspørgsmaalet som et livs og døds spørgsmaal for de kommende generationer, idet han udregner, at det f. eks. ikke længere end til 1931 vil være muligt at skaffe den mængde hvede pr. individ, som ansees nødvendig.

Til slutning i sit foredrag peger Crookes mod den vei, hvor løsningen kan findes; han mener, at for at skaffe bundet kvælstof, maa elektrokemien tage i brug de enorme kræfter, som findes i jordens vandfald, og som endnu kun forholdsvis lidet har fundet anvendelse i menneskets tjeneste. „At binde luftens kvælstof er derfor en af de store opdagelser, som ventes paa at fuldbyrdes gennem kemikernes skarpsindighed.“

Nu har det allerede i mange aar været kjendt, at enhver elektrisk udladning i luft og sandsynligvis ogsaa enhver almindelig forbrænding foraarsager dannelsen af nogen salpetersyre i smaa mængder. Saadanne processer foregaar i atmosfæren, hvor den dannede salpetersyre forbinder sig med atmosfærisk ammoniak, og selv om kvantiteterne af dannet nitrat pr. kubikmeter i døgnet er saa at sige uendelig smaa, saa vil sikkert, paa grund af atmosfærens udstrækning, de dannede mængder i tidens løb spille en stor rolle i naturens husholdning.

Den første, som synes at have bundet luftens kvælstof ved elektriske gnister, er *Priestley* omkring

1770. Den første, som sikkert og maalbevidst har gjort det, er den store engelske fysiker *Cavendish*, der offentliggjorde resultatet i sin afhandling „Experiments in air“ aar 1785.

I 1804 holdt *Davy* i Royal Institution foredrag ogsaa over dette emne, og for ca. 14 dage siden meddelte professor *Sylvius Thompson* i samme selskab og i samme sal, at nu var disse 100 aars bestræbelser lykkedes.

Det gjaldt imidlertid ved disse forsøg kun et rent minimalt udbytte af salpeter.

Den første, som har vist, at man ved behandling af surstofberiget luft med elektriske lysbuer kunde komme henimod et økonomisk udbytte af salpeter i forhold til den anvendte elektriske energi, var Lord *Rayleigh* i 1897, den samme, som for 2 aar siden fik Nobelprisen for fysik. Hans apparater var imidlertid ikke anvendbare til teknisk brug; men baade *Rayleigh* og *Crookes* har rettet sine bestræbelser mod at finde den hensigtsmæssigste lysbueform for kvælstofreaktionen.

Efter *Rayleighs* forsøg kan man sige, at problemet at fremstille assimilerbart kvælstof som f. eks. salpeter af luft kom paa dagsordenen. Den atmosfæriske luft indeholder jo uudtømmelige mængder kvælstof; man kan let beregne, at der over hver kvadratkilometer af jorden hviler nok kvælstof til salpeter for mindst 25 aars verdensbehov. I fri tilstand er dette kvælstof intet værd, i bunden form som salpeter har det et værd af mindst 9 milliarder kroner.

Der har i den senere tid været forsøgt ad to hoved-veie elektrokemisk at fiksere luftens kvælstof.

Den ene vei har Firmaet *Siemens & Halske* i Berlin slaaet ind paa, idet det har gennemført en methode, opfundet af professor *Frank*, hvorved oprindelig calciumcarbid under ophedning blev behandlet med en strøm af kvælstofgas. Herunder dannedes det saakaldte calcium-cyanamid, der har vist sig som et godt gjødningssemne og har samme egenskaber som ammoniumsulfat.

Den anden vei er den samme, som prof. *Birke-land* og jeg har slaaet ind paa ved oxydation af luftens kvælstof ved luftens eget surstof. Den er forsøgt tidligere af flere, saaledes i England af *Crookes*, *Rayleigh*, *Mac Dougal* og *Howles* i aaret 1900, i Schweiz af *Kowalsky* og *Moszicki*, i Amerika af *Bradley & Lovejoi* i aaret 1902 samt i Tyskland af *Muthmann* og *Hofer* og i Frankrig af *Pirot* og *Gay* i 1903. Af de hidindtil offentliggjorte metoder har kun *Bradley & Lovejois* været forsøgt i nogen større skale, idet „*Atmospheric Product Company*“ har forsøgt systemet anvendt ved en liden prøvefabrik ved Niagara Falls. Metoden viste sig at give et ganske godt udbytte, regnet i kilogram salpetersyre pr. klw.-aar, men de anvendte apparater var meget komplicerede, og hvert aggregat optog kun forholdsvis smaa energimængder. Ved en eventuel større fabrik paa f. eks. flere tusen hestekræfter vilde derfor anlægget blive sterkt opstykket og meget kostbart i saavel opførelse som vedligehold. Metoden er derfor allerede opgivet siden sommeren 1904. Jeg skal faa lov kort at vise det system, de anvendte. (Fig. 4). Det bestaar hovedsagelig af en solid trommel eller cylinder med

et stort antal korte platinaspidser anbragt indvendig i radialretning. Inde i denne trommel er anbragt en anden mindre cylinder med platinaspidser udvendig. Naar den ydre eller indre trommel roterer, passerer de korresponderende indre og ydre platinaspidser tæt forbi hinanden. Tromlerne er forbundne med hver sin pol af en høispændt ligestrømskilde med

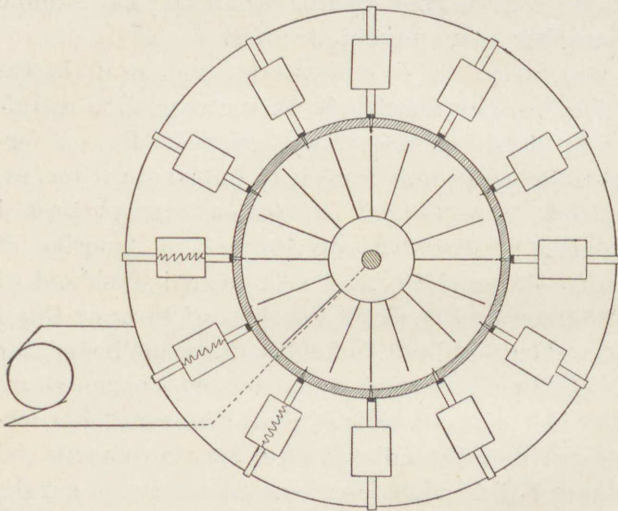


Fig. 4.

8 à 10 tusen volts spænding. Naar afstanden mellem korresponderende spidser er liden, indledes elektriske lysbuer mellem dem. Ved tromlens rotation trækkes disse lysbuer hurtig ud i længde, indtil de brydes. Gjennem rummet mellem de to tromler sendes en luftstrøm, som da delvis bliver omdannet til kvælstofoxyd ved berøring med lysbuerne. Den fundamentale ide ved denne opfindelse er at opnaa

elektriske lysbuer af størst mulig længde og mindst muligt tværsnit, for at det størst mulige volum luft kan bringes i kontakt med lysbuerens overflader.

For at kunne illustrere for mine herrer *Birke-lands og Eydes* methode har jeg troet det heldig her

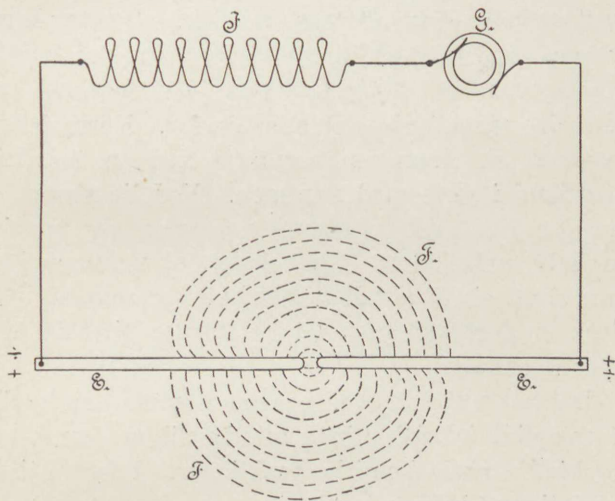


Fig. 5.

at vise herrerne flammen, der er kjernen i dette system, som paa en enkel og praktisk maade kan anvendes for en elektrisk ovn. Anvendelsen af denne flamme til kemisk forening af luftens surstof og kvælstof er en opfindelse, som vi hargjort i fællesskab. (Nærmere illustration af flammen).

Lysbuens dannelse kan let forklares. Ved elektrodernes nærstaaende spidser dannes først en lysbue, hvorved er etableret en letbevægelig og bøielig strømledning i et sterkt magnetisk felt. (Fig. 5).

Den dannede lysbue bevæger sig da lodret paa kraftlinjerne med enorm hastighed, og lysbuens fodpunkter rykker tilbage fra elektrospidserne. Mens lysbuens længde vokser, stiger dens elektriske modstand, og spændingen vokser, indtil den bliver stor nok til, at en ny lysbue startes ved elektroernes spidser. Denne korte lysbues modstand er meget liden, hvorfor spændingen synker pludselig paa elektroderne, og den ydre lange lysbue slukner derfor. Herunder er forudsat, at strømmen reguleres ved en induktiv modstand i serie med flammen. Ved ligestrøm løber alle disse lysbuer samme vei og danner for øiet en halv cirkelskive. Efter lyden af flammen kan man slutte sig til antallet af lysbuer pr. sekund, med sterk magnet kan man let komme op til 1000 lysbuer i sekundet.

Det har vist sig, at vi i denne flamme har fundet et mægtigt teknisk hjælpemiddel til at fremkalde forskelligartede kemiske reaktioner. I første linje oxydation af luftens kvælstof.

De dertil anvendte specialovnes konstruktion fremgaar med tydelighed af figurerne og af beskrivelsen i det følgende. Flammen i saadanne ovne som paa fig. 6 brænder med en stabilitet, der er rent forbausende. Ovnsvagterne passer ikke mere paa disse, end pigerne passer kakkellovne. Er der noget iveien med flammen, begynder den at pibe, og det saa eftertrykkeligt, at det ikke blot varslers ovnsvagterne, men ogsaa ingeniørerne, hvor de saa befinder sig i fabriken.

Paa et par tynde elektroder af 1,5 cm. tykke kobberør med vandkjøling kan man rolig op-

tage indtil 1000 hk.-flammer paa 1,8 m. i diameter. Og at saadanne flammer kan optages

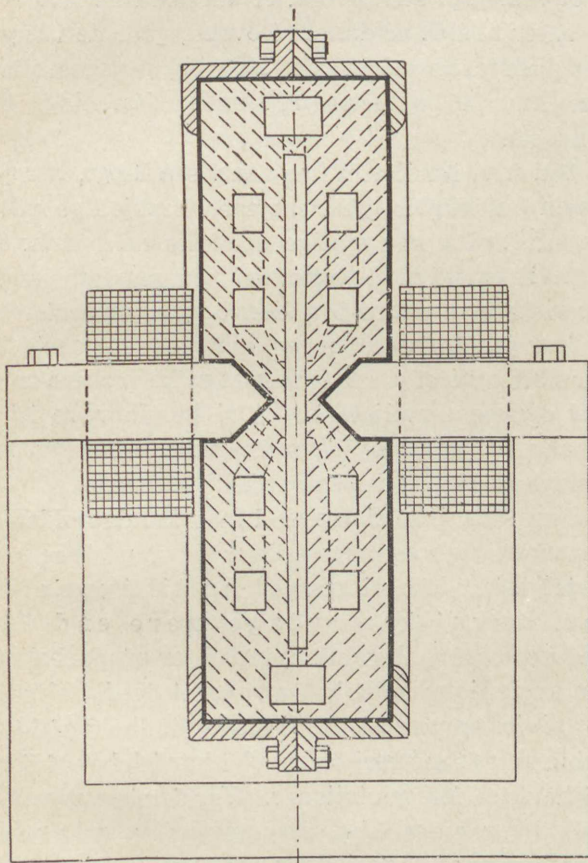


Fig. 6.

paa denne maade til stadighed uden skade i et skiveformigt ovnsrum af 8 cm. bredde og 2 m. tvermaal, er kanske allermest forbausende. Alt dette er

naturligvis momenter af den aller største økonomiske betydning, idet disse forhold tilsteder en apparatur, hvor anlægsprisen pr. hk. er enestaaende lav.

Efter at NO. er dannet i ovnen, gaar de i oxydationsbeholderen over til NO₂ og i absorbtions-taarnene til salpetersyre under forening med vand etc.

Inden vi imidlertid har naaet saa langt, har processen naturligvis gennemgaaet forskellige udviklingstrin. Det kan muligens interessere herrerne at se, hvilken udviklingsgang vi har maattet vandre, før vi kom til denne ovn her, og jeg vil derfor vise de forskellige faser, vor ovn har gennemgaaet. Det har stadig været vor bestræbelse at konstruere en saa stor ovn som muligt, for at vi kunde være istand til at nyttiggjøre os de store hestekræfter, vi er i besiddelse af, paa den mest effektive maade.

Fra ovne, ikke større, end man kunde holde dem i haanden, og som optog en energimængde paa nogle hestekræfter, er vi naaet op til typer, der som nævnt kan optage mere end 1000 heste, og fra absorbtionsapparater af glasballoner paa nogle liters indhold, er vi gaaet op til rækker af absorbtionstaarne af granit med et indhold af 40—50 kubikmeter for hvert taarn. Vi har i løbet af denne tid havt tre forsøgsstationer. Vor første ovn var for 3—4 klw. resp. ca. 5 hk. Der anvendtes ved denne en vekselstrøm af 50 perioder og 5000 volt. Disse forsøg udførtes ved Frognerkilens fabrik og paa-begyndtes i juni 1903.

Da vi ved Frognerkilens fabrik ikke kunde erholde større energimængde end 20 klw., overflyttedes forsøgsstationen i oktober maaned 1903 til egen byg-

ning paa Ankerløkken. Forsøgene paa Vasmøen paabegyndtes i september 1904.

Ovnens flammerum dannes af chamottesten, gennem hvis vægflader luften tilføres flammen, magnet-systemet er som jeg viste paa fig. 6. De i flammen dannede nitrose gase undviger derefter gennem en langs ovnens periferi anbragt afløbskanal, der, i lighed med flammerummet, er forsynet med ildfast udføring; denne ovn har vi nu havt i kontinuerlig drift paa forsøgsstationen i over et aar, og har med den opnaaet en saa stabil drift, at ovnen brænder i ugevis uden nævneværdig regulering og med en flamme paa ca. 300 klw. med variation paa kun nogle procent i energien.

Af videre interesse kan nævnes, at ovnens vedligehold og udbedring er i høi grad enkel, idet de mest udsatte dele, elektroderne, kun behøver at udskiftes hver tredje eller fjerde uge, og den ildfaste muring hver 4de—6te maaned.

Ovnens øvrige dele har den hele tid ikke trængt nogensomhelst udskiftning eller reparation og udviser en ligesaa stor stabilitet som et hvilket som helst andet elektroteknisk maskineri, som f. eks. en transformator el. l. Denne ovn forevistes sommeren 1905 en række franske, tyske, engelske og schweiziske videnskabsmænd og ingeniører.

Erfaringerne fra vore eksperimenter med disse nye elektriske flammeovne bringer os nærmest til at slutte os til de anskuelser om dannelsen af kvælstofoxyd i lysbuer, som er fremholdte af *Muthmann* og *Hofer* i 1903 og af *Nernst* i 1904. Vi har god grund til at tro, at temperaturen i vore flammer, naar de arbejder paa gunstigste maade, overstiger 2500°. Hvor-

meget de overstiger denne temperatur, ved vi ikke; den kan være 3000 eller kanske 3500° C.

Temperaturen af de udstrømmende gaser kan variere mellem 600—700° C. ved vanlig drift af vore ovne.

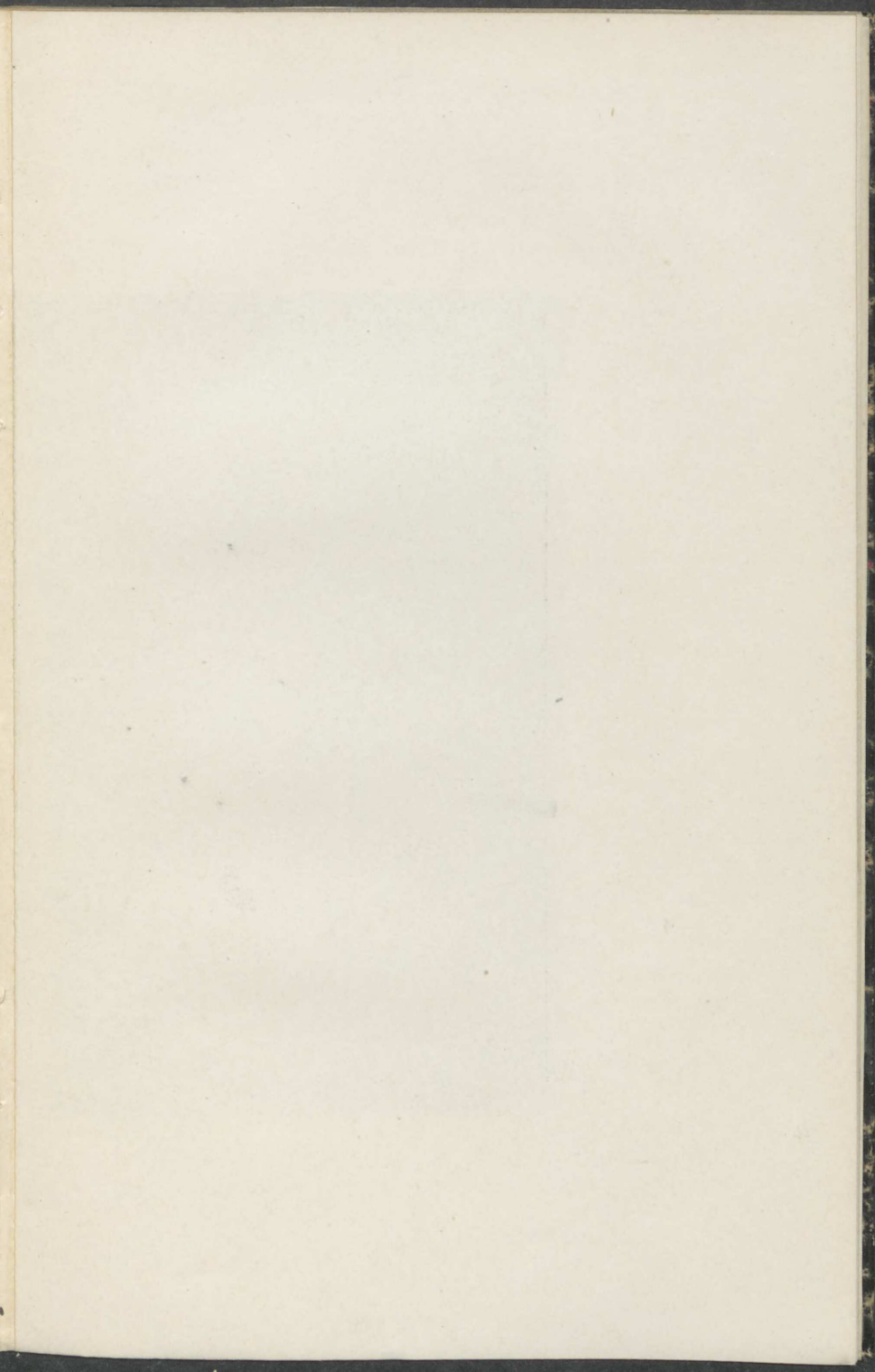
Efterat gaserne som kvælstofoxyd er gaaet ud fra ovnene, er det selvfølgelig en ligesaa vigtig faktor at kunne nyttiggjøre sig disse tynde gaser gennem først at absorbere dem og dernæst bringe dem over i faste stoffe.

Med hensyn til den udvikling, vort absorptions-system har gennemgaaet, vilde det føre for langt her at gaa i nogen detalj. Jeg kan kun i korthed sige, at ogsaa her har vi maattet hjælpe os selv i en ganske stor udstrækning; det viste sig saagar, at man selv fra autorativt hold i 1905 ikke har kjendskab til, at de saakaldte nitrøse gaser endnu praktisk kan anvendes i den fortyndede tilstand, hvori de befinder sig hos os.

For at kunne klargjøre, hvorledes absorptionen af vore gaser finder sted samt deres nyttiggjørelse i sin helhed, vil jeg straks gaa over til at beskrive

Notodden salpeterfabrik

og gennem at anskueliggjøre, hvordan absorptionen foregaar der, give Dem et billede af de resultater, hvortil vi hidtil er naaet. Det ser ganske enkelt ud, men da vi begyndte at konstruere de forskjellige apparater, var det ikke saa let. Vi var udelukkende henvist til os selv. Der var flere af de største tyske firmaer, som vi havde henvendt os til for at faa lavet vore apparater, som, naar det kom til stykket, ikke kunde paatage sig det, men gav os til svar: „Das



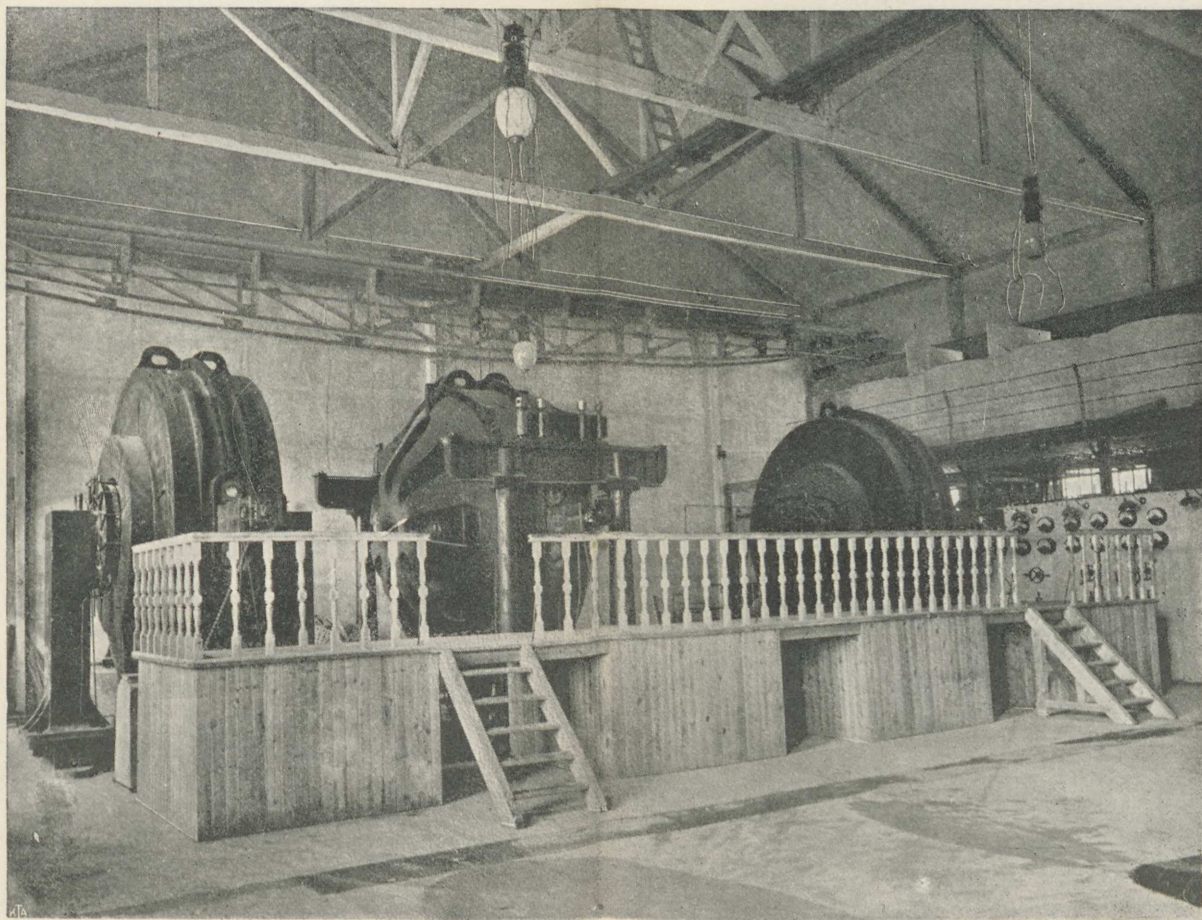


Fig. 7

wissen wir nicht, das müssen Sie selbst machen.“
Og det har vi gjort. Idag fungerer det hele system
udmærket.

Fabriken aabnedes den 2. mai 1905. Dens elektriske

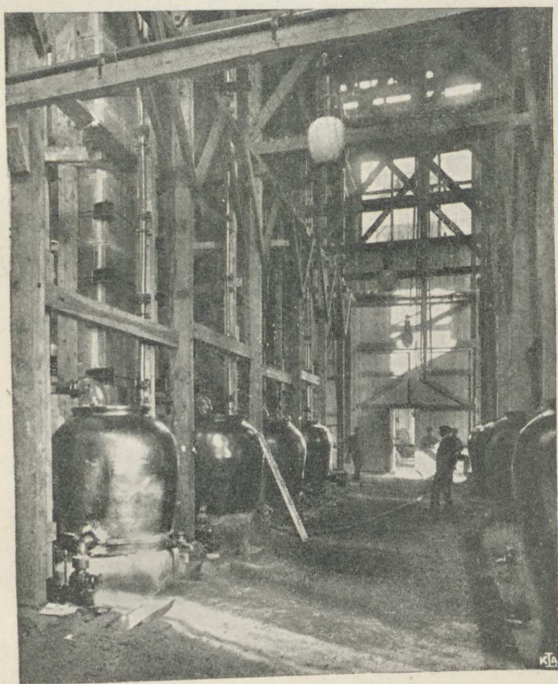


Fig 8.

udstyr bestaar af 3 ovne (Fig. 7) af lignende type som
den paa Vasmoen opstillede 300 klw. ovn. Energien
er imidlertid øget til 6—700 klw. respektive ca. 700
—1000 hk.; for kortere tidsrum har vi endogsaa op-
naaet at koncentrere en energi af indtil 1500 hk. paa
en enkelt af disse ovne. For kontinuerlig drift har

det derimod vist sig gunstigere at anvende mindre energimængder, ca. 500—600 klw. pr. ovn.

Disse ovne udviser ligesaa stor stabilitet og driftssikkerhed som den før beskrevne 300 klw. ovn paa Vasmoen.

Fra ovnene ledes de dannede nitrose gase til et fælles samlerør, hvorfra gaserne, der forlader ovnene med en temperatur af 6—700°, passerer en dampkjedel, hvis damp anvendes ved den videre fabrikation af det endelige produkt: calciumnitrat.

Efter udløbet af dampkjedlen er gasens temperatur reduceret til ca. 200°, hvorefter den ledes gennem et kjøleapparat for videre afkøling.

Gasen kommer derpaa ind i de to store oxydationsbeholdere, indvendig forsynede med syrefast udføring. Her foregaar oxydationen af den i ovnene dannede forbindelse: kvælstofoxyd til kvælstofperoxyd, hvilket ledes videre ind i et absorptions-system, hvor gasen overføres til salpetersyre.

Absorptionssystemet (Fig. 9) bestaar af 2 rækker stentaarne af en indre dimension $2 \times 2 \times 10$ m., hver række indeholdende 2 granittaarne og 2 sandstenstaarne, fyldt med kvarts og berisledet med vand respektive den dannede salpetersyre, medens det 5te taarn i hver række er fyldt med almindelig mursten og berislet med kalkmelk. Kalkmelken optager den sidste rest af de nitrose gase og overføres til en blanding af calciumnitrat og calciumnitrit.

Den i taarnsystemet dannede salpetersyre ledes, efter at have opnaaet en koncentration af 50 %, til en række aabne granitkar, hvor den foreløbig opmagasineres.

Skema

over

Abstraktionsskema paa Ankerlöken

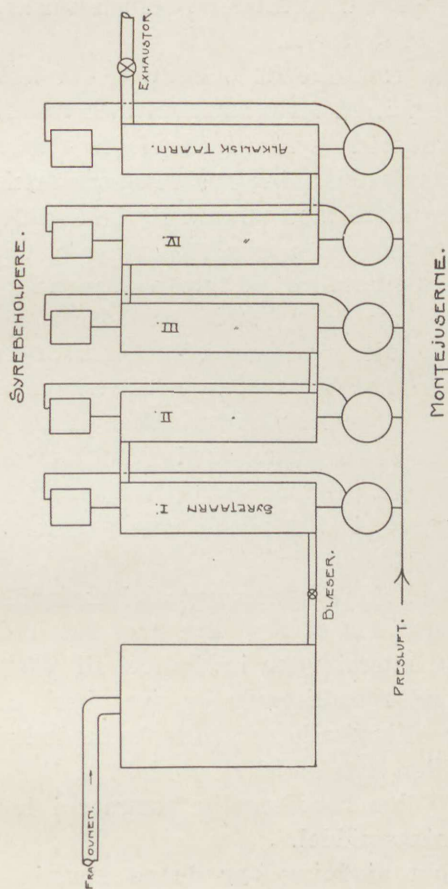


Fig 9.

Endel af denne syre anvendes til spaltning af den nitrat-nitritblandingen, vi faar ved absorptionen i kalkmelk. Ved tilsætning af salpetersyre uddrives den i nitriten indeholdte salpetersyring, der føres tilbage i systemet.

Den resulterende opløsning, der indeholder ren calciumnitrat, føres sammen med resten af den opmagasinerede syre til en videre række granitkar, hvor denne blanding af syre og sur calciumnitratlud ved reaktion med almindelig kalksten overføres til en opløsning af neutral calciumnitrat. Denne neutrale calciumnitratlud føres videre til inddampningskar af jern, hvor den delvis ved hjælp af damp fra dampkjedlen og delvis ved kul inddampes til et kogepunkt af 145° , svarende til en koncentration af 76—80 % calciumnitrat eller 13,5 % kvælstof. Stoffet støbes derefter i jernbliktromler af ca. 200 liter, hvor det størkner, og kommer saaledes i handelen som chemisk produkt. (Fig. 10).

Istedetfor at inddampe calciumnitratluden helt til et kogepunkt af 145° kan man lade den udkrystallisere, efterat være inddampet til 120° kogepunkt. Den udkrystalliserede calciumnitrat centrifugeres, hvorved krystallerne skilles fra moderluden, og man erholder som endeligt produkt et krystallisk stof, der hovedsagelig kommer i handelen som gjødningsmiddel.

Som gjødning har denne kunstig fremstillede kalksalpeter eller calciumnitrat praktisk samme egenskaber som det i naturen forekommende og hidtil som gjødningsstof og raamateriale saa vigtige chilisalpeter.

Det af os fremstillede stof, calciumnitrat, har tidligere ikke kommet i handelen. Det er som natriumnitraten et saltlignende, i vand let opløseligt stof, som undertiden findes i smaa mængder i naturen, hvor kvælstofholdige stoffer har undergaaet spaltning under tilstedeværelsen af kalk.

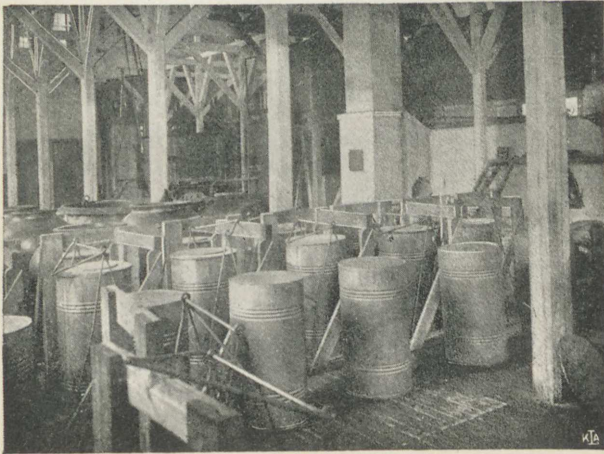


Fig. 10.

Det er et salt med hygroskopiske egenskaber, hvorfor vi ogsaa, for at faa det mere egnet som gjødningsstof, har fundet en methode, hvorved vi kan overføre det i et basisk salt, der holder sig tørt og, overført i en kornet form, kan saaes ud med saamaskinerne.

Med dette stof har vi faaet udført en række gjødningsforsøg, hvoraf eksempelvis nogle resultater af de ved Norges Landbrugshøiskole ved d'hr. overlærer *Sebelin* og *Bastian Larsen* foretagne kulturforsøg

foreligger. Af forsøgene fremgaar tydelig, at kalksalpeteren er fuldt jevngod med den naturlige salpeter (chilisalpeter) og paa sandholdig jord denne endog noget overlegen. Dette sidste maa tilskrives den indeholdte kalks betydning for planterne paa saadan kalkfattig jord.

Det har imidlertid ogsaa som nævnt en overordentlig udstrakt industriel anvendelse. Jeg behøver kun at nævne krudt. Alt krudt, næsten alle vore nu for tiden anvendte sprængstoffer, en række farvestoffer, er fremstillede ved hjælp af salpetersyre eller nitrater (se stamtaflen).

For at kunne anvendes i industrien bør dog salpetersyren have en noget højere koncentration, end vi i almindelighed opnaar direkte i vore absorptionsapparater. Det er imidlertid for tekniken en let sag at opkoncentrere den fortyndede syre.

Vi har tidligere nævnt natriumnitrit og omtalt den lette adgang, vi har til at fremstille dette værdifulde produkt af vore ovnsgaser. Dette produkt fremstilles ellers teknisk i stor maalestok ved smeltning af natriumnitrat med bly.

Efterat jeg saaledes nu har gennemgaaet Notodden Salpeterfabrik og vist, hvorledes vi gennem fremadskridende arbejder har naaet til de resultater, vi idag kan fremlægge, ønsker jeg at give en kort redegjørelse for, hvorledes vore foretagender er planlagt for at fremme denne sag. Notodden fabrik er jo for et produkt, som det her maa blive tale om, hvis det skal blive en forretning, altfor liden. Der udføres, som jeg nævnte, fra Chili aarlig ca. 1.500.000 ton, og disse stoffer har en værdi af ca. 300.000.000 kr.

Hvis nu Chilis produktion lidt efter lidt aftager, og der ad andre veie maa søges at skaffe kvælstof, saa er det jo klart, at naar det er lykkedes os at finde en methode at udvinde luftens kvælstof paa, vil der opvokse en ganske stor industri.

Med udviklingen af en norsk salpeterindustri for øie er vandfaldene Rjukan, Vamma, Svælgfos og tildels Bøilefos indkjøbt, hvilke tilsammen repræsenterer over 300.000 hk. Naar man betænker, at 1 hestekraft for tiden ikke er istand til at producere mere end 1 ton, saa vilde de 300.000 ton, vi eventuelt kunde producere, jo kun dække en forsvindende del af behovet. Imidlertid vil det aarlige behov stige, saaledes, at før det kan være tale om at faa disse 300.000 hk. udbygget, vil antagelig det aarlige behov være steget saa meget, at vore 300.000 hk. ikke vil være mere end til at dække merforbruget. Der er derfor et ubegrænset marked for vort stof, og man behøver ikke at være ængstelig for de store zifre, vore foretagender trænger, fordi stoffene har en saa uhyre anvendelse.

Til udbygning af vore erhvervede vandfald har vi foreløbig skaffet tilveie midler for udbygningen af Svælgfos med ca. 30.000 hk., hvilken inden 2 aar skulde være færdig og i drift. Fabrikationen ved Svælgfos vil hovedsagelig blive calciumnitrat.

Jeg vil her vise nogle billeder fra disse fosse, som hører til de største og absolut bedste i det sydlige Norge.

Udbygningen af de tidligere omtalte vandfald vil inklusive fabriker, under forudsætning af, at de tilsammen vil yde ca. 300.000 hk., andrage til ca. 60—80 millioner kroner. At dette ziffer i en storindustri

ikke er noget afskrækkende, bevises bedst ved, at alene et af de syndikater, hvoraf den tyske farveindustri bestaar, har en effektiv kapital, der for tiden arbejder med over 200 millioner kr., og en af Tysklands store farvefabriker har anvendt 20 mill. mark alene paa at udvikle anilinfarveindustrien.

Det store ved vor industri bestaar i, at saalænge man kan skaffe kraft, vil der altid være raastof nok at tage af.

Jeg vil ikke nærmere gaa ind paa disse fosse, men har kun villet give Dem et glimt ind i denne vor virksomhed. Det er ikke alene en fysisk og kemisk, men ogsaa en ganske stor hydraulisk virksomhed.

For at konstatere, hvad vore fosse og den planlagte industri var værd, sendte de bankinstitutioner, vi har henvendt os til, en international kommission herop isommer for at undersøge vore forsøgsstationer, fabriker og vandfald, og neppe har Norge været besøgt af en samling saa fremstaaende videnskabsmænd og teknikere, som netop denne sommer under den mest kritiske tid.

Desuden har geheimrat *Witt* som repræsentant for den tyske og professor *Sylvanus Thompson* for den engelske gruppe besøgt os. Alle disse mænd har været her i længere tid og studeret forholdene, og det var paa grund af disse mænds dom, at de finansinstitutioner, vi har faaet med, besluttede sig til at deltage.

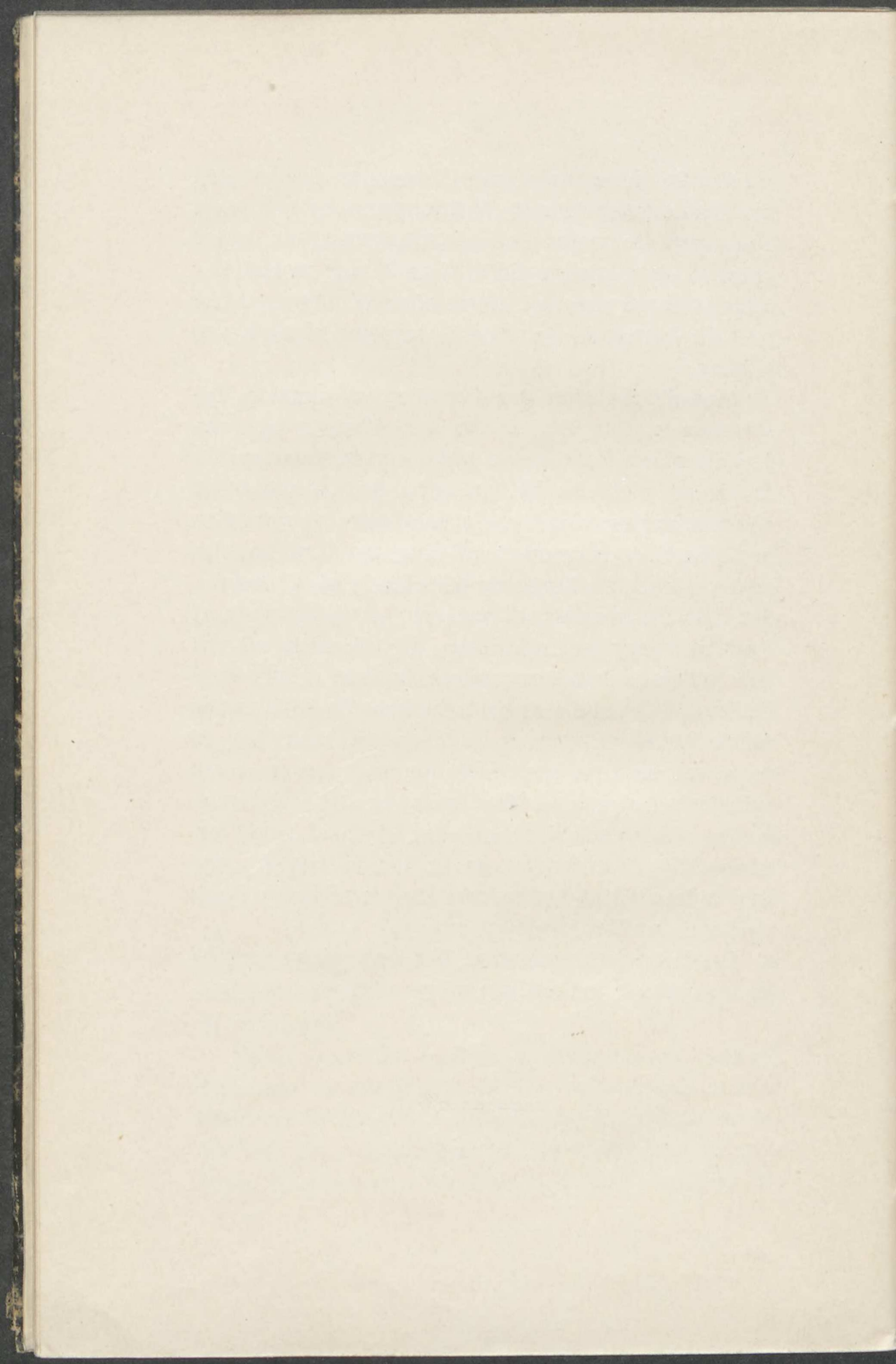
Fortjenesten af, at dette foretagende er kommet frem paa en saa hurtig og god maade, som her er skeet, er foruden den udmerkede finansielle støtte, der helt fra begyndelsen af har været ydet af hererne *Wallenberg* i Stockholm, i første linje at til-

skrive det gode samarbeide, som har fundet sted mellem de ingeniører og funktionærer, der har været ansat ved de ovennævnte foretagender, og som i længere eller kortere tid i disse 2½ aar trofast har staaet ved vor side og i større eller mindre grad har ydet sit bidrag til den norske salpeterindustris udvikling.

Med de faktorer, der for tiden er samlede, bestaaende i: Over 300.000 hk., der udbygget og overført til sjøen ikke koster mere end gennemsnitlig 15 kr. pr. elektrisk hk. pr. aar i drift, forrentning og amortisation af udbygningsomkostninger; med en methode til nyttiggjørelse af disse vandkræfter, der muliggjør en fabrikmæssig tilvirkning af et produkt, der har et ubegrænset marked; med en stab af dygtige, energiske ingeniører, der vil sætte alt ind paa at bringe denne sag videre, og ikke mindst med en finansiell støtte i ryggen, bestaaende af Europas første bankinstituter og finansmænd, tror jeg, at man kan sige, at et godt fundament for en norsk salpeterindustri er skaffet tilveie, og at derigjennem en ny næringsvei for Norge er opstaaet, som forhaabentlig, naar den vokser sig stor, vil yde sit mægtige bidrag til at bygge vort land og hjælpe ogsaa vort eget landbrug.

Det er en foretagsomhed, der kan bringe landet i en økonomisk god stilling, vi nu trænger i Norge.





Udkommet er:

- Ingeniør **W. Konow**: Fjernelse af Støv
og usund Luft fra Fabriks-, Værk-
steds- og Arbejdslokaler. København
1903..... Kr. 2.00
- Ingeniør **A. Bjerre**: Biologisk Rensning
af Kloakvand (Septic Tanks). Køben-
havn 1904..... » 0.75
- Etatsraad, Ingeniør **H. Hammerich**: Om
Københavns Banegaardsforhold. Kø-
benhavn 1904..... » 0.85
- Professor **Poul la Cour**: Vind-Elektrici-
tetsværker. København 1905..... » 0.75
- Artillerikaptajn **L. Ernst**: Lyn og Lyn-
afledere. København 1905..... » 1.50
- Cand. polit. **Aage Sørensen**: Ulykkes-
forsikringsloven af 7. Januar 1898.
Syv Aars Erfaringer. København 1906 » 0.75
- Ingeniør **S. Eyde**: Den norske Salpeter-
industri paa Grundlag af Birkeland-
Eydes elektrochemiske Methode. Kø-
benhavn 1906..... » 0.75

Vilhelm Priors Hofboghandel,
Købmagergade 52,
København K.

