

Fremtidsudsigterne for naturlige og kunstigt fremstillede Kvælstofforbindelser i Landbrugets Tjeneste.

Af *K. Rørdam*.

For Hovedparten af Jordarterne afhænger Agerbrugets Udbytte for en meget betydelig Del af Tilgangen paa Kvælstofforbindelser som Gødning. Kvælstof tilføres Planterne væsentlig ad fire forskellige Veje:

- 1) Ved selve Planteavl (Bakteriekvælstof).
- 2) Som dyriske Affaldsprodukter, delvis blandet med Plantedele (Staldgødning, Fækalier, Guano, Benmel etc.).
- 3) Som naturligt forekommende mineralske Kvælstofforbindelser.
- 4) Som Kvælstofforbindelser, udvundet ved tekniske Fremgangsmaader.

Jordbundens Berigelse ved at dyrke kvælstofsamlende Planter kan ikke forøges udover en vis Grænse, blandt andet paa Grund af det nødvendige Sædskifte, da kun visse Plantearter er kvælstofsamlende. Ligeledes er Tilgangen paa dyriske Affaldsprodukter stærkt begrænset og kan heller ikke forøges vilkaarligt ud over en vis Grad, selv om der endnu ogsaa for det danske Landbrugs Vedkommende er meget at lære med Hensyn til at opsamle Affaldsstofferne, at opbevare dem uden unødvendigt Kvælstoftab og at anvende dem paa rette Maade*). Disse Spørgsmaal er af stor og vidtrækkende Betydning i

*) Smlg. f. Eks.: *J. B. Krarup & S. C. A. Tuxen*: „Landbrugets Udvikling i Danmark“. V Bd. Kbhvn. 1904 p. 210 o. fig.

landøkonomisk Henseende, og man vil vide, at de staar paa Dagsordenen, saa at Opmærksomheden fra forskellig Side er henvendt paa at løse de derhen hørende Opgaver. Jeg skal ved denne Lejlighed ikke komme ind herpaa, men holde mig til de to andre Kilder til kvælstofholdige Gødningsemner, nemlig naturligt forekommende Kvælstofforbindelser og Kvælstofforbindelser, fremstillede ved tekniske Fremgangsmaader.

Anledningen hertil er nærmest, at man i Udlandet fra flere Sider raaber Vagt i Gevær overfor den for Landbruget maaske snart truende Mangel og den allerede indtraadte Dyretid paa Chilisalpeter. Dertil kommer, at man tillige er ivrigt beskæftiget med kunstig Fremstilling af Kvælstofforbindelser i Gødningsøjemed ad forskellige Veje. Begge Spørgsmaal har stor Betydning for Landbruget, og det vil formentlig være af Interesse at se lidt nærmere paa „Salpeterfaren“, og hvad der fra forskellige Sider er fremsat herom. Tillige skal jeg forsøge paa at give en Oversigt over Forsøgene paa Fremstilling af Kvælstofforbindelser ad ny Veje. Disse Forsøg er ganske vist endnu i et Begyndelsesstadium og er ikke overalt lykkedes lige godt, men lover dog overordentligt meget. Endnu er der ikke, i alt Fald paa vort hjemlige Marked, fremkommet Handelsvarer, fremstillede ad de nye Veje, men der er vist ikke langt igen, før vi vil se forskellige i Gødningsøjemed teknisk fremstillede Kvælstofforbindelser konkurrere med Chilisalpeter og den fra Gasværkerne stammende gammelkendte svovlsure Ammoniak.

Kvælstof er en nødvendig Bestanddel af alle Organismer. Den berømte tyske Kemiker *W. Ostwald* har ifjor i et Foredrag „Stickstoff eine Lebensfrage“ udtalt sig herom paa meget betegnende Maade*): „Blandt de Grundstoffer, af hvilke ethvert levende Væsen fra de laveste til de højeste er sammensat, spiller Kvælstof en ejendommelig aristokratisk Rolle. Medens de andre Grundstoffer (som findes i Organismerne): Ilt, Kulstof, Brint, Svovl, Jern m. fl. let indgaar kemiske Forbindelser, som igen lader sig omsætte i andre Forbindelser, danner Kvælstof kun vanskeligt Forbindelser og er meget tilbøjeligt til atter at udskille sig af dem. Et Udtryk for denne Egenskab er den Kendsgerning, at det fri Kvælstof udgør de $\frac{4}{5}$ af At-

*) *W. Ostwald*: „Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhaltes“. Leipzig 1904. „Stickstoff eine Lebensfrage“ p. 326—336.

mosfæren, men det bundne Kvælstof, der mest befinder sig i Jordskorpens flydende og faste Bestanddele, sandsynligvis ikke engang udgør en Milliontedel af Jordskorpen.“

I Naturen forekommer der kun faa uorganiske Kvælstof-forbindelser, og kun en eneste: Chilisalpeter har Betydning som Gødningsstof.

Dette Stof, salpetersurt Natron, udvindes i Chile i Sydamerika særlig i Provinserne Tarapaca og Antofagasta. Salpeterlejerne opdagedes omtrent 1825. De har en meget betydelig Udstrækning i Nord—Syd, omtrent 140 danske Mil, men i Øst—Vest kun $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Mil. Man finder Salpeter næsten overalt i et Bælte mellem 18° og 27° sydlig Bredde i Chile langs Kystbjergenes østlige Skraaning i en Højde af 3—5000' over Havet*). Egnen er de fleste Steder ganske øde og ørkenagtig, og der kan hengaa flere Aar, uden at der falder Regn i disse Egne. Paa Salpeterlejernes Overflade ser man paa Grund af Luftens Tørhed hyppig krystallinske Udblomstringer, der især bestaar af Glaubersalt (svovlsurt Natron). Disse snelignende Udvittringer benyttes af Salpetersøgerne netop som Kendetegn paa Lejernes Beliggenhed. Det øverste løse Lag af Jordbunden er gibsholdig Sand: Chuca, der kun er 15—20 Ctm. tykt. Under dette kommer der med vekslende Mægtighed et Konglomeratlag af Feldspathstykker og andre Sten: Costra, blandet med værdiløse svovlsure Salte. Mægtigheden af Costra varierer mellem $\frac{1}{3}$ og 6 Meter, men det er dog sjældent over 3 Meter tykt. Det er altsaa Rømjorden ovenpaa Salpeteret, der altid brydes i aabne Brud. Det nederste Lag af Costra er haardt sammenkittet af Salpeter og kaldes Congelo o: det sammenfrosne. Det salpeterførende Lag Caliche kan undertiden være 2 Meter tykt, men i Regelen kun 40—80 Ctm. Under Calichen kommer Ler- og Gruslag med forskellig Beskaffenhed de forskellige Steder. Caliche kan være ren hvid, men indeholder hyppig — ligesom Gibs, Stensalt, Flusspath og andre Mineralier — ganske smaa Mængder af organiske Forbindelser (Kul-

*) Hertil nærmest benyttet: *L. Darapsky*: „Das Departement Taltal“ (Chile). Berlin 1900. — *Bruno Simmersbach & Fritz Mayr*: „Die chilenische Salpeterindustrie“. Zeitschrift für praktische Geologie. August 1904, p. 273—277. Desuden for enkelte Punkter, hvor ingen andre Oplysningsmidler forelaa: *R. Brauns*: „Das Mineralreich“. Stuttgart 1903—04. Salpeter p. 377—379.

brinter), der foraarsager Farver, der sammen med smaa Mængder Jern- og Manganforbindelser varierer mellem violet, blaåt, gult, rødt og brunt. Indblanding af Sand og Lær gør Farven graa og uren. Caliche er aldrig rent Natronsalpeter. Den reneste hvide indholder 75 % Salpeter og 20 % Stensalt*), men hyppig indeholder den kun Halvdelen af sin Vægt eller endnu mindre af Salpeter, betydelige Mængder af Stensalte, svovlsure Salte og mekanisk indblandede Urenheder, hvoriblandt, hvad der er værd at mærke, smaa Guanolag**). I økonomisk Henseende er det af Vigtighed, at Calichen indeholder smaa Mængder af Mineralet Lautarit: jodsur Kalk og andre Jodforbindelser, der bliver tilbage i Moderluden, naar Salpeteret renses. Derforuden kan Calichen indeholde meget smaa Mængder klorure og særlig kloroversure Salte, der kan følge med det rensede Salpeter og menes at være til stor Skade for Plantevæksten, selv i minimale Mængder.

Spørger man om, hvorledes disse store Salpeterlejer er opkomne, kan Geologien endnu ikke give noget fyldestgørende Svar, skønt mange har beskæftiget sig dermed. Noget kommer dette dog nok af, at kun faa virkelige Geologer har været paa Stederne, hvor Salpeteret findes, hvorimod det hyppigst har været Kemikere og Ingeniører, der væsentlig har set Spørgsmaalene fra en kemisk Side og ikke nok taget Naturforholdene i Betragtning. Salpeter har været kendt fra Oldtiden. Alle-rede Ægypterne havde set, at naar forraadnende organiske Stoffer blandes med kalkholdig Jord, kan der ved passende Temperatur og Fugtighed i Jorden opstaa Salpeter (salpetersur Kalk), der med Potaske kan give Kalisalpeter. Man blev ogsaa efterhaanden klar paa, at Salpeterdannelsen i Jorden var af den største Betydning for Agerbruget, idet Gødningens kvælstofholdige Stoffer derved blev omdannet til salpetersure Salte. De franske Agrikulturkemikere *Schloessing* og *Müntz*, der i denne Retning var Pasteurs Disciple, viste 1877, at denne „Salpetergæring“ skyldtes Bakterier***). Det har dog næppe nogen Betydning umiddelbart for Tydningen af Chilisalpeterets Op-

*) *R. Brauns* l. c. p. 377.

**) *Zeitschrift für praktische Geologie*, 1904, p. 273.

***) *J. J. Schloessing & Ch. A. Müntz*: „Nitrifications par les ferments“ *Comptes rendus de l'Academie des sciences*. Tome 84, 86, 89. Paris 1877—79.

rindelse, da Jord i Almindelighed ikke indeholder synderlig mange Natronsalte, saa at der ved Dannelsen af Chilisalpeter maa have været andre Forhold til Stede end de, der foranlediger Salpeterdannelsen i Agerjorden. Tyskeren *C. Nöllner* fremsatte i 1867 en Teori om Chilisalpeterets Oprindelse*), som fik flere Tilhængere**). Han antager, at Jordbunden, hvor Salpeterlejerne er, som nu ligger 3—5000' over Havets Overflade, tidligere har været en Strandbred, paa hvilken der er blevet opskyllet Tangmasser, som ved Landets gradvise Hævning unddroges Bølgeslagets Virkning, og hvis kvælstofholdige Bestanddele ved Forraadelse i Forbindelse med Salt fra Sø vandet havde givet Salpeter. (Her kunde man altsaa nok antage, at Salpeterbakterierne ogsaa havde været virksomme). *Nöllner* støttede denne Anskuelse væsentlig paa, at Tang er jodholdig, og Calichen som omtalt ligeledes indeholder Jodforbindelser. Tillige ved man, ifølge *Humboldts* og *Darwins* Undersøgelser, at Chiles Kyst i Virkeligheden har undergaaet en betydelig Hævning, men det er dog ikke let at forstaa, hvorfra der skulde komme saa umaadelige Tangmasser, som der efter *Nöllners* Teori maa have været for at danne de mægtige Salpeterlag, naar man tager Hensyn til Tangens ringe Kvælstofindhold. Nu har Salpeterdannelsen ganske vist en eller anden Forbindelse med Havvand. Indholdet af Natronsalte er et sikkert Tegn herpaa, men hvorledes? Stensalt, dannet ved frivillig Inddampning af Havvand i et ved Hævning af Kysten afspærret Bassin eller Lagune, maa have været det første Trin. Dette Stensalt eller maaske snarere den natronholdige Moderlud, der blev tilbage, efter at den største Mængde Klornatrium var udkrystalliseret, maa være blevet omdannet til Soda, sandsynligvis ved Berøring med kulsur Kalk. Vi ser, at der saaledes dannes Soda mange Steder i Ørkenegne i Ægypten***), det indre Asien og Amerikas tørreste Egne. Til denne Soda-dannelse i Chile har maaske Kulsyreexhalationen fra de vulkanske Egne, i hvis Naboskab Salpeteret findes, hjulpet til.

*) *C. Nöllner*: „Ueber die Entstehung der Salpeter- und Boraxlager in Peru“. Journal für praktische Chemie 1867. Bd. 102, p. 459.

***) *J. Roth*: Allgemeine und chemische Geologie. Berlin 1879. Bd. I, p. 603.

****) *Seymour-Bryant*: Foredrag i „Society of chemical Industry“ Yorkshire Section. Referat i Zeitschrift für angewandte Chemie XVII Jahrg. 1904, p. 213.

At Sodadannelsen var den umiddelbare Forløber for Salpeterdannelsen maa anses for givet, men det nærmere om, hvorledes Soda blev omdannet til Salpeter, er man endnu ikke klar paa. Den tyske Kemiker *Ochsenius*, der i mange Aar har beskæftiget sig med de naturlige Saltdannelser paa forskellige Steder af Jorden, har fremsat den Teori*), at Salpeteret er opstaaet ved, at der fra Kysten er blæst Guanostøv ind i de den Gang tilstedeværende Natronsøer. Ved Guanoens Iltning i den alkaliske Opløsning opstod der salpetersurt Natron. Denne Anskuelse støttes tilsyneladende ved, at man, som omtalt, i Calichen finder smaa Guanolag hist og her.

Men en simpel Iltning af Guanoens Kvælstofforbindelser til Salpetersyre forslaaer ikke. Der maa have været mægtige iltende Kræfter til Stede under Calichens Dannelse, thi ikke alene ser vi Kvælstoffet optræde i sin højeste Iltningsgrad som Salpetersyre, men i Calichen findes ogsaa Jod iltet til Jodsyre, Klor til Klorsyre og Kloroversyre, yderligere, om end sjældnere, Bromsyre, Molybdænsyre og Chromsyre**), alle som Salte i Forbindelse med Natron og Kalk. Det er utvivlsomme Vidnesbyrd om stærkt iltende Virkninger paa Salpeterdannelsens Tid. Hvad det har været vides ikke. *W. Ostwald* formoder***), at der har været saa meget Ozon til Stede i Luften, at den har kunnet ilte Kvælstoffet og de andre Stoffer, og *Semper* †) tænker sig den dannet ved „elektrisk ladede Kysttaager“. *Darapsky*, som har givet en særdeles interessant Beskrivelse af Salpeteregnene, mener derimod, at Salpeterdannelsen paa en vis Maade hænger sammen med de mægtige vulkanske Fænomener i disse Egne, men at gengive hans lange og komplicerede Udvikling heraf vilde føre os for langt ††).

*) *C. Ochsenius*: „Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen“. Do.: „Briefliche Mitteilungen“ Zeitschrift f. praktische Geologie Juli 1904, p. 242.

**) *L. Darapsky*: l. c. p. 137 og p. 163 smlg.: *A. Osann*: Kristallographische Untersuchung einiger neurechilenischer Mineralien. Zeitschrift f. Kristallographie XXIII S. 584.

***) *Brauns*: l. c. p. 378. (*Ostwalds* egen Afh. derom har jeg ikke kunnet faa fat i.)

†) Referat i Zeitschrift f. praktische Geologie 1904, p. 243.

††) *L. Darapsky*: l. c. „Herkunft des Salpeters“. p. 152—165.

Udvindingen af Raaproduktet i Bruddene, de saakaldte Calicheras, foregik tidligere paa meget uregelmæssig Maade ved planløs Rovdrift, men nu er der, efterhaanden som engelske og tyske Ingeniører har taget Affære, kommet mere Orden ind i Forholdene, og Brydningen foregaar paa regelret Vis i aabne Brud. Rensningen foregaar ved Opløsning og Udkrystallisation. Da 100 Dele Vand opløser 80 Dele Salpeter i Kulden, men 200 Dele ved Koghede, medens Kogsalt omtrent opløses ligesaa let i koldt som i varmt Vand, kan man i Regelen let ved Opløsning skille Salpeteret fra Saltet i Calichen. Der kan dog ogsaa forekomme Blandinger af Salpeter, Klornatrium, Glaubersalt og Magnesiumsalte, som kan give de ved Officinaen ansatte Kemikere nok saa haarde Nødder at knække. Det udkrystalliserede Salpeter, der efter Afdrypning og nogen Tørring pakkes i Sække og forsendes som færdig Handelsvare, indeholder i Regelen: 95 % Natronsalpeter, 2 % Kogsalt, 0.6 % Sulfater, 0.1 % uopløselige Bestanddele og 2.3 % Fugtighed.

Den er altsaa et temmelig rent Produkt. Kemisk rent Natronsalpeter indeholder 16.47 % Kvælstof og Chilisalpeter, som det almindelig udbydes her hjemme, omtrent 15 %. Af Moderluden fra Udkrystallisationen af Salpeter vindes Jod ved Tilsætning af surt svovlsyrligt Natron, hvorved Joden udskilles som krystallinsk Slam, der bliver samlet og presset sammen i Osteform, og renses ved Sublimation i Lerkar. Det er ikke helt smaa Mængder, der udvindes i Chile, saaledes i 1902 efter Udførselslisterne 254284 Kilo til en Værdi af over 20 Kr. pr. Kilo. Nogle af Fabrikerne er af betydelig Størrelse. En Officina Rosario i Tarapaca angives daglig at forarbejde 17500 Ctr. Raastof og deraf at udvinde 7000 Ctr.-Salpeter. Fabriken „Jodhus“ kan daglig levere 5 Ctr. sublimeret Jod, altsaa for 5000 Kr. daglig blot af dette Stof. Fabriken beskæftiger 600 Mand og 300 Muldyr, og den daglige Produktion kræver et langt Jernbanetog til Transporten til Udskebningshavnen.

Man har brudt Salpeteret omtrent fra den første Opdagelse i 1825, men først siden 1870 er der kommet rigtig Gang i Udførslen. I Aaret 1830 blev der saaledes alt i alt fra Sydamerikas Vestkyst udskibet 850 Tons Chilisalpeter, i 1903 omtrent 1.5 Mill. Tons. Udførslen har været*):

* Zeitschrift f. praktische Geologie. Marts 1904, p. 111.

1840—44	73232 Tons.	1875—79	1365418 Tons.
1845—49	94806 —	1880—84	2220926 —
1850—54	149960 —	1885—89	3318520 —
1855—59	259394 —	1890—94	4813670 —
1860—64	327034 —	1895—99	6204636 —
1865—69	487324 —	1900—03	5537396 —
1870—74	1095628 —		

Alt i alt fra 1840—1903 25947944 Tons Chilisalpeter.

Omtrent $\frac{4}{5}$ af hele Udførslen foregaar fra Havnestæderne Iquique og Pisagua. Europas Forbrug af Chilisalpeter synes i de seneste Aar omtrent at være naaet et Maksimum. Saaledes udførtes:

	1900 Tons	1901 Tons	1902 Tons	1903 Tons
Til Europa	1139690	1162270	1018610	1139650
Til Nord-Amerika	180000	192000	221000	264000

Europas Forbrug af Chilisalpeter er altsaa omtrent det samme i disse Aar, medens de forenede Staters er stærkt stigende, efterhaanden som dets Landbrug gaar over fra at være Rovdrift til rationelt Agerbrug, og efterhaanden som den salpeterforbrugende kemiske Industri vokser.

Priserne paa Chilisalpeter har svinget temmelig stærkt, ikke saa meget paa Grund af Forandringer i Produktionskostninger som paa Grund af Handelsspekulationer. I de senere Aar er den dog stadig stigende, som det vil ses af nedenstaaende Sammenstilling fra det store engelske Firma *Bradbury & Hirsch**). Prisen er leveret Liverpool.

Middelpris pr. 100 æ (engelsk):

1898	7 sh. 6 $\frac{3}{4}$ d.	1902	9 sh. 4 d.
1899	7 — 11 $\frac{3}{4}$ -	1903	9 — 10 -
1900	8 — 5 $\frac{1}{2}$ -	1904	10 — 5 -
1901	8 — 11 $\frac{1}{2}$ -		

Det maa siges, at baade det chilenske Samfund som Enkeltpersoner (Aktieejere, som dog vist mest findes i London) og Staten Chile paa en ret glubende Maade forstaar at brand-

*) *Bradbury & Hirsch*: „Review of the Market for Sulphate Ammonia during 1902“, p. 43 (trykt som Manuskript).

skatte de nordeuropæiske Landmænd og pekuniært set fuldt ud lader dem bøde eller bløde for, at Chile sidder paa Salpeteret i sine Ørkener, og at Sukkerroerne og Sædemarkerne i Frankrig, Tyskland og Nordeuropa længes efter det. For os Danske, der er vant til et beskedent aarligt Udbytte af vore Aktieselskaber af i Almindelighed omkring 5 % og kun sjældent over 10 %, men ofte betænkelig nær 0 %, maatte det være „en skønne Ting“ en Gang pludselig at blive Aktionær i chilenske Salpeterværker. Der er Aktieselskaber, som aarlig har givet 60 % i Udbytte af den paa dem anvendte Kapital (der dækkes selvfølgelig herover ved imaginære Kapitaldublinger). Staten Chile tapper ogsaa Kilden ganske bravt. Den har fritaget sine Indbyggere omtrent fuldstændig for direkte Skatter, men lader Udlandet betale en mægtig Udførselstold paa de betydelige Mængder Metaller, Malme og Mineralprodukter, der udføres. Det maa dog siges, at Chile forsaavidt har god Ret dertil, da den vandt de Provinser, der giver det bedste Udbytte, ved et ærligt Røvertogt mod sine svagere Naboer Peru og Bolivia.

I 1903 udførtes der fra Chile ad Vestkysten 31683294 Quintals Salpeter, paa hvilken der hævedes en Udførselstold af 56 Centavos pr. Quintal (1 Quintal = 45.94 Kilo, 1 Sølvpeso = 100 Centavos = Kr. 3.60). Det bliver ialt 63 Mill. Kr., hvortil yderligere kommer Udførselstolden paa Jod og Borax, der ogsaa udvindes af Calichen og giver meget betydelige Beløb.

I Danmark blev der alene til Agerbruget indført Chilisalpeter til følgende Beløb*):

1894	268854 Kr.	1899	800000 Kr.
1895	303425 —	1900	924000 —
1896	303331 —	1901	1216000 —
1897	525000 —	1902	1195000 —
1898	801000 —	1903	1196000 —

I Tiaaret 1894—1903 er der altsaa indført til Agerbruget i Danmark for 7532610 Kr. Chilisalpeter. Da den chilenske Udførselstold omtrent er 2 Kr. pr. Ctr., og den danske Salgspris paa Chilisalpeter har varieret mellem 8 Kr. og 10 Kr. pr. Ctr. (i 1904 11 Kr.), udgør altsaa Afgiften til Chile mellem $\frac{1}{4}$

*) Statistisk Aarbog 1895—1904.

og $\frac{1}{5}$ af Salgsprisen. Man kan derfor regne, at det danske Landbrug i Aarene 1894—1903 har betalt til Staten Chile alene i Udførselstold mellem $1\frac{1}{2}$ og 2 Mill. Kr. I 1903 gik Beløbet op til over 200000 Kr. foruden den direkte Fortjeneste paa Varen, der gik i de chilenske Aktieejeres Lomme. Hvor stor denne Sum har været, er det ikke let at faa helt sikre Tal paa, men vi overvurderer den næppe, naar den sættes til mindst 300000 Kr. Danske Landmænd maa altsaa ud med omtrent $\frac{1}{2}$ Mill. Kr. aarligt til Chile og Chilenerne, foruden hvad der betaales for Varenes egentlige Værdi — derunder Brydningsomkostninger, Transportudgifter, Melleghandlerfortjeneste og rimelig Forrentning af de i Salpeterværkerne anbragte Kapitaler. — Der vil være al Udsigt til, at denne Sum vil vokse ganske betydeligt, eftersom Aarene gaar og Intensiteten i Jordbruget tager til, hvis der ikke indtræffer uventede Forhold. Det kunde derfor maaske nok være Umagen værd at betragte denne Side af Kvælstofspørgsmaalet lidt nærmere.

Vore „sydlige Naboer“ holder som bekendt ikke af at lade Pengene rulle, men vil vide, hvad de gaar til, og vil helst „have noget for noget“. Vi ser derfor ogsaa, at deres Agrikulturkemikere grundigt og forudseende tager Tyren ved Hornene og søger at løse Salpeterspørgsmaalet. Ogsaa i Norge har man Øje herfor; *John Sebelien* har henledt Opmærksomheden paa Betydningen af Kvælstofspørgsmaalet*), og der arbejdes ivrigt paa at løse det fra teknisk Side. I sin før omtalte Afhandling „Stickstoff eine Lebensfrage“ har *W. Ostwald* udtalt sig derom i en Række interessante Betragtninger, og i den videnskabelige tyske Landbrugslitteratur sværmer det ligefrem for Tiden med Kvælstofafhandlinger. Der er forsaavidt ogsaa Grund nok til det. I 1904 eksporteredes der efter de foreløbige Opgørelser $1\frac{1}{2}$ Mill. Tons Chilisalpeter til en Værdi af 300 Mill. Rmk., og heraf er 1200000 Tons benyttet i Landvæsnet's Tjeneste**). Tyskland har aftaget 500000 Tons til en Værdi af 100 Mill. Rmk. (foruden 170000 Tons svovlsur Ammoniak). Med dette store Forbrug, som stiger stærkt for Nord-

*) *John Sebelien*: „Vore Kvælstofkilder“ Landmandsposten 1904 Nr. 22, 24, 27, 30.

***) Prof. Dr. *Franck*: „Über Kalkstickstoff“. „Deutsche Landwirtschaftliche Presse“ 1905 18. Jan. Nr. 5.

Amerikas og de eksotiske Landes Vedkommende (især er Java forbrugende), har Salpeterlejerne i Chile al Udsigt til at være udtømte om en Snes Aar!

Nu ved man ganske vist, at der ogsaa andre Steder i Verden findes Salpeter. I Kalifornien og Nevada findes efter Sigende udstrakte salpeterførende Lag. De kaliforniske Lejer findes i Mohaveørkenen ved Bredderne af en udtørret Sø, som ligger i „The death Valley“. Raamaterialet skal indeholde 15—40 % Natronsalpeter, og Laget har en Tykkelse af 3—10 Fod*). Endnu synes der dog ikke at være kommet Gang i Driften derovre, der nævnes intet om det i Beretningerne fra U. S.s geologiske Undersøgelse, skønt der udførlig berettes om Mængden og Værdien af produceret Salt, Brom, Boraks m. m.**). Nordamerika faar vistnok ogsaa selv Brug nok for alt det Salpeter, det muligvis kan producere, da Staternes Forbrug er stærkt stigende. I Ægypten haves ogsaa Salpeterlejer i Lerlag, der skal indeholde 13—18 % Natronsalpeter. Det er i Nærheden af Maalla og Esneh i Øvreægypten. Forekomsten synes at være kendt og muligvis udnyttet i Oldtiden, men der bringes intet paa det nordeuropæiske Marked herfra. I Sydafrika blev der for nogle Aar siden grundet to store Aktieselskaber til Salpeterudvinding, det ene, „*The South African Salpêtre Fields Company* Lmtd.“, ved Oranjerfloden med en Aktiekapital af £ 750000, det andet, „*The African Salpêtre Company*“, i Griqualand med £ 300000, men det hele blev til ingen Ting, da der kun var ganske smaa Aflejringer af Kalisalpeter, opstaaede af Ekskrementerne af den kapske Klippegrævling***). Mere Tillid kunde man maaske fæste til de ved Merv og Geok-Tepe i Turkestan opdagede Salpeterlejer. Klimaet og Forholdene ligner Forholdene i Atacama, og *Damski* har vist, at der i Saltlagene findes Salpeterlag med et Indhold af 77 % salpetersurt Natron†), men skønt der nu er hengaaet en Del Aar siden Opdagelsen, er der dog ikke kommet Udvinding igang.

*) *Brauns*: l. c. p. 378.

**) „Report of the United States Geological Survey“. Washington 1901—1902.

***) *Darapsky*: l. c. p. 159.

†) Zeitschrift f. angewandte Chemie 1892, p. 279. — Referat i „Tidsskrift f. Fysik og Chemi“. Kbhvn. 1892, p. 348.

Det er altsaa Chilisalpeteret, der for Tiden alene udnyttes, og der er al Udsigt til, at det om ikke lang Tid vil slippe op. I alt Fald er det sandsynligt, at Prisen vil stige saa højt, at det ikke længere vil være muligt for Landbruget at betale den. Hertil kommer en anden Fare, som for Danmark ganske vist er af ringere Betydning. Alt Krudt, saavel det gamle sorte som de mest moderne røgsvage Sorter, overhovedet alle Sprængstoffer (Dynamit, Nitroglycerin, Skydebomuld, Melinit osv.) bliver direkte eller indirekte fabrikerede med Chilisalpeter som Udgangspunkt. Bliver dette Stof brugt op, eller blev Udførslen stoppet fra de to—tre Havne, hvorfra det hovedsagelig kommer, vilde en Krig med moderne Skydevaaben før eller senere — naar de forhandenværende Forraad var bleven brugte op — blive en Umulighed. Man kunde næppe nu som paa den franske Revolutions Tid faa tilstrækkelig meget Kalisalpeter frem af provisorisk opførte „Salpeterplantager“, og man vilde atter i Hovedsagen komme tilbage til de rare gamle Tider, hvor „Modet og den blanke Klinge“ gjorde Udslaget. Fra flere Synspunkter vilde dette maaske være ganske tiltalende, men man kan forstaa, at en Militærmagt, hvis Agerbrug tillige fordrer et uhyre aarligt Tilskud af Chilisalpeter, begynder at faa „uroelige Drømme“. Hele den civiliserede Verden over er der derfor Videnskabsmænd og Praktikere, der lægger Hovedet i Blød for at „lave Salpeter paa en anden Maade“.

Nu er det heldigvis saa, at Landbruget meget vel kan bruge andre Kvælstofforbindelser end Chilisalpeter. Planterne kan ganske vist kun bruge salpetersure Salte, men man kan dog anvende den anden af Kvælstoffets stabile Forbindelser: Ammoniak — d. v. s. Salte heraf — som Gødningsstof, da Salpeterbakterierne i Jorden ved Iltning omdanner Ammoniak til Salpetersyre, naar der er Ilt og Baser (Kalk) til Stede, og Temperatur og Fugtighedsforhold er gunstige. Tekniken kan derimod kun bruge Salpetersyre, ikke alene som nævnt til Sprængstofferne, men til mangfoldige andre Øjemed, i Særdeleshed i Anilinfarvefabrikation og med den indbyrdes Adskillelse af de ædle Metaller (Affinering). Hidtil har man ikke ad tek-

nisk Vej paa økonomisk Maade kunnet faa iltet Ammoniak til Salpetersyre.

Hvad Ammoniakforbindelserne angaar, har vi i den uorganiske Natur ingen væsentlige Kilder til disse Stoffer. Ved Vulkanerne har man iagttaget Udblomstringer og opsublimerede Smaapartier af Salmiak, og som meget store Sjældenheder finder man i enkelte Jordlag Mineralet Struvit, fosforsur Magnesia-Ammoniak, men baade Salmiak og Struvit skylder sikkert deres Kvælstofindhold dekomponerede organiske Stoffer, saa at man overhovedet ikke kan finde Ammoniakforbindelser, der ikke oprindeligt stammer fra Organismernes kvælstofholdige Stoffer. I praktisk Henseende er der kun et eneste Naturprodukt, nemlig Stenkul, der spiller nogen Rolle som Raastof ved Ammoniakproduktionen*), men denne Rolle er ogsaa meget betydningsfuld. Stenkul er nu langt fra den kvælstofrigeste Jordart, vi finder i Naturen, det indeholder i Almindelighed kun 2 % Kvælstof. Tørv og i Særdeleshed Dyndlag indeholder ikke ubetydelige Mængder og procentvis mere end Stenkul. En Prøve af Martørv fra Salgaardshøj i Nordsjælland indeholdt (naar Asken fraregnes) 3.23 % N og en Prøve af Dynd (Gytje) fra Kjeldsø Mose i Esbønderup Sogn (ogsaa det askefri Stof) endog 6.03 %**), men de Forsøg, der her hjemme er gjort paa at udvinde Ammoniak af saadanne Stoffer endog i ret stor Stil, f. Eks. ved Saltbæk Vig***), er ikke lykkedes i økonomisk Henseende†). Af Stenkul vinder man som bekendt Ammoniak som et Biprodukt, hvorfor det lader sig gøre. Det til Fremstilling af Ammoniak i Stenkullene værende Kvælstof varierer mellem 0.2—2 % af Kullenes Vægt. I andet Øjemed, til Fremstilling af Gas, til Fremstilling af Oljer (Brandskifer) eller til Fabrikation af Cinders til metallurgisk Brug, opvarmes Kullene i Retorter eller særegne Ovnne, og Kvælstoffet gaar over i det vandige Destillat: Gasvandet. Men kun $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{6}$ af Kvælstofmængden udvindes som Ammoniak, Resten gaar

*) En Del Skiferkul, saakaldet „Brandskifer“, der destilleres for deraf at vinde Tjære og Oljer, giver ogsaa Ammoniak, men dette falder i Principet sammen med Ammoniakudvinding af Stenkul.

**) K. Rørdam: „De geologiske Forhold i det nordostlige Sjælland“. Danmarks geologiske Undersøgelse. I R. Nr. 1. Kbhvn. 1893, p. 73, 81.

***) J. B. Krarup & S. C. A. Tuxen: l. c. p. 144.

†) C. Nyrop: „Fredens Mølle“. Kbhvn. 1905 p. 137 (trykt som Manuskript).

bort som frit Kvælstof, omdannes til Cyanforbindelser eller bliver i Cindersene. En Del heraf vindes dog igen, naar Cinders bruges i Højovnene til Jernudsmeltning, da man atter kan vinde Ammoniak af „Giktgassen“. Af Gasvand afdestilleres Ammoniak, der opsamles i Svovlsyre og vindes som et fast Salt: den svovlsure Ammoniak.

Det er meget betydelige Mængder af dette Salt, der aarlig fremstilles. For Tidsrummet 1900—03 stiller Forholdene sig som nedenfor angivet*):

Svovlsur Ammoniak i Tons:				
	1900	1901	1902	1903
Tyskland	130000	130000	135000	140000
England	220000	220000	222000	234000
Frankrig	37000	38000	40000	52000
Holland	33000	35000	38000	35000
Belgien				
Østrig, Rusland . . .	35000	40000	45000	45000
Spanien og andre Lande				
Forenede Stater . . .	60000	60000	65000	70000
Tons . . .	515000	523000	545000	576000

Verdensproduktionen er altsaa noget stigende og er fra 1900 til 1903 steget 12 %.

Storbritannien er den største Producent af svovlsur Ammoniak, og heraf er det egentlige England det mest producerende. Saaledes fremstilledes i 1902**):

I England . . .	145000	Tons	svovlsur	Ammoniak.
- Skotland . . .	74000	—	—	—
- Irland	2500	—	—	—

Den største Mængde heraf leverede Belysningsgasværkerne, dog vandtes ogsaa en Del af Kul og „Brandskifer“, der benyttedes i andet Øjemed. I hele England gav saaledes i 1902:

*) *E. Langenbeck*: „Die Herstellung des schwefelsauren Ammoniak“
Deutsche Landwirtschaftliche Presse 11. Febr. 1905 Nr. 12.

**) *Bradbury & Hirsch*: l. c. p. 29.

Gasværkerne	146000	Tons svovlsur Ammoniak.
Jernværkerne	17000	—
Brandskiferfabrikerne	38000	—
Cokesværkerne og	20500	—
Kraftgasværker		

221500 Tons svovlsur Ammoniak.

Det er ikke let ganske nøjagtig at sige, hvormeget af den i Verden producerede svovlsure Ammoniak, der kommer Landbruget i Nordeuropa tilgode. Men man kan dog danne sig en Forestilling derom, ved at se hen til Forholdene i England. Det meste svovls. Amm., England producerer, udføres til andre Lande. I 1902 produceredes der 221500 Tons, og der udførtes heraf 162754 Tons. Tyskland aftog 33136 Tons væsentlig til Brug i sine kemiske Fabriker, men Resten gik til de Vin, Tobak og Kaffe dyrkende Lande, der faar saa meget for deres Varer, at de har Raad til at betale de høje Priser paa dette Gødningsstof. Spanien, Italien og de kanariske Øer modtog i 1902 fra England 49406 Tons, og til de hollandske Sukker- og Tobakdyrkende Kolonier gik dels gennem Holland, men mest til og over Java: 22606 Tons.

Produktionen af svovlsur Ammoniak er, som vist Side 394, stigende og vil sikkert vedblive at stige noget, dels fordi Forbruget af Stenkul i og for sig stiger, dels fordi man efterhaanden opsamler mere af den ved Gasudvinning udviklede Ammoniak. Det er ogsaa sandsynligt, at Gaskraftmaskiner, der er blevne meget forbedrede i den aller sidste Tid, i Industricentrer vil afløse Dampmaskinerne ogsaa i den mellemstore Industri, og da Gassen til disse Maskiner bliver produceret paa et enkelt Sted, vil man kunne opsamle Ammoniak, medens den gik tabt ved Forbrændingen under de enkelte Dampkedelfyr. Men Prisen, der i tidligere Aar svingede noget frem og tilbage efter Handelsspekulationernes Gang*), er i de senere Aar paa Verdensmarkedet i stadig om end ikke ganske jævn Stigen. *Bradbury & Hirsch* angiver Middelprisen for 95 % svovlsur Ammoniak f. o. b. Hull at have været:

*) 1872 — 21 £. 1882 — 20 £. 1892 10 £.

1896	pr. Ton svovlsur Ammoniak	7	£	18	Sh.	0 ¹ / ₄	d.
1897	—	7	-	18	-	4 ³ / ₄	-
1898	—	9	-	9	-	7 ¹ / ₂	-
1899	—	11	-	5	-	9 ³ / ₄	-
1900	—	11	-	2	-	0	-
1901	—	10	-	11	-	4	-
1902	—	11	-	16	-	3	-
1903	—	12	-	9	-	2	-
1904	—	12	-	3	-	8	-

For Danmarks Vedkommende er der formentlig kun tre Byer, hvis Gasværker producerer svovlsur Ammoniak, nemlig København, Aarhus og Horsens. I Aaret 1900 fremstillede ifølge *Irminger**):

København 23680 Centner svovlsur Ammoniak.

Aarhus 1747 — —

Horsens 581 — —

Produktionen i København er noget stigende, men Prisen stiger ogsaa**):

1901	fremstill. i Kbh.	23510	Ctr.	—	Salgspris pr. Ctr.	Kr.	8.60.
1902	—	23544	-	—	—	—	9.27.
1903	—	26870	-	—	—	—	9.70.

Prisen er altsaa i Løbet af de 3 Aar 1901—1903 steget 12—13 %.

Der bliver intet svovlsur Ammoniak forbrugt i Danmark til Landvæsenet; Havebruget aftager lidt til Vinhuse, men den allerstørste Del eksporteres vistnok til Tyskland, og saaledes kommer selv de her i Danmark fremstillede Kvælstofforbindelser ikke til Nytte for det danske Landbrug. Af Chilisalpeter indføres derimod som omtalt en betydelig Mængde. I 1904 blev der saaledes forbrugt udelukkende til Landbruget for 1300000 Kr. Chilisalpeter. Forbruget er i stærk Stigning, men Prisen

*) *Irminger*: „Oversigt over Driften af Gasværkerne i Danmark i Aaret 1900“. „Ingeniøren“, Ugeblad, Kbhvn. 1901. 10. Aarg., p. 443.

***) Staden Københavns Regnskaber 1901—1902—1903. For 1903 er i Regnskabet anført Beløbet for 5 Kvartaler; jeg har heraf beregnet Udbyttet i 1903.

stiger ogsaa, og der er som sagt al Udsigt til, at den væsentligste Kvælstofkilde, Chilisalpeteret, snart udtømmes eller fordyres saaledes, at den ikke mere er økonomisk tilgængelig for Planteavlen!

Svovlsur Ammoniak indeholder i kemisk ren Tilstand 25·75 % Ammoniak (NH_3), altsaa 21·21 % Kvælstof. Handelsvaren indeholder i Gennemsnit af en Del Analyser 20·17 % Kvælstof.

100 Kilo Chilisalpetet indeholder altsaa 15·5 Kilo N.

100 — svovls. Ammoniak — 20·17 —

Rent teoretisk kan altsaa 75 Kilo svovlsur Ammoniak erstatte 100 Kilo Chilisalpetet. *Wagner* har dog ved en lang Række Forsøg vist, at dette Forhold ikke holder Stik i Praksis. Der gaar i Regelen en betydelig Del af Ammoniakkvælstoffet tabt under Omdannelsen i Jorden til Salpeterkvælstof, saa at Forholdet i Middeltal nærmest angives 90 Kilo svovlsur Ammoniak = 100 Kilo Chilisalpetet. Undertiden overgaar Virkningerne af en Vægtmængde Chilisalpetet endog en ligesaa stor Vægtmængde svovlsur Ammoniak. Spørgsmaalet er kompliceret og kan ikke besvares i Almindelighed. Den relative Virkning af disse to Stoffer afhænger af flere forskellige Faktorer Indgriben, saasom den til Forsøgene benyttede Planteart, Jordens Porøsitet, Fugtighedsforhold, Varmeforhold o. s. v., men i Særdeleshed er Salpeterdannelsen af Ammoniak betinget af Tilstedeværelsen af Baser (Karbonater), der kan binde Salpetersyren, efterhaanden som den, gennem Mellestadiet Salpetersyring, opstaar af Ammoniak. Det vil i Praksis sige: Jorden maa indeholde saameget kulsur Kalk, at Kalken kan binde den svovlsure Ammoniaks Svovlsyre og al den Salpetersyre, der opstaar ved Ammoniakens Forbrænding til Salpetersyre gennem Bakteriernes katalytiske Indvirkning; tillige maa Jorden indeholde Fosforsyre og Kali i tilgængelig Form til Glæde baade for Bakterierne og Plantevæksten, medens Chilisalpeteret som bekendt hjælper Plantevæksten i at angribe den mindre tilgængelige Mængde af disse Stoffer, der muligvis findes i Jordbunden. Om det egentlige Forholdstal mellem Salpeterkvælstof og Ammoniakkvælstof som udbyttegivende Stoffer har der været ført bitre Stridigheder, og *Wagners* Tal er blevet stærkt angrebne, navnlig af *F. Wohlt-*

mann ved det landbrugsvidenskabelige Institut i Bonn-Poppeldorff*). Han har fra 1895 til 1902 gjort Markforsøg med Chilisalpeter og svovlsur Ammoniaks Forhold overfor Kartofler, Sukkerroer, Rug, Hvede, Byg, Havre, Ærter, Majs, Raps og Rødkløver.

Paa Grund af Forsøgsresultaterne opstiller Wohltmann følgende Spørgsmaal: „Wie kommt es, dasz bei ein und derselben Frucht in einem Jahre Ammoniak, in einem andern der Salpeter vorteilhaftes wirkte, und wie kommt es ferner, dasz das regelmässige Ueberwiegen der Düngerwirkung vom Salpeter oder Ammoniak bei derselben Frucht in stets ungleichem Verhältniss vorliegt?“*) Han undersøger nu nærmere de meteorologiske Forhold gennem Forsøgstiden og kommer til den Overbevisning, „dasz warme Witterung, und wir können wohl hinzufügen somit auch warme Böden, der Ammoniakstickstoff stärker zur Wirkung bringen“*). I sin nyeste Meddelelse fra 1904 om Gødningsforsøg kommer *Wagner* igen udførlig ind paa Spørgsmaalet Ammoniakkvælstof eller Salpeterkvælstof. Han viser, at man for at faa den fulde Virkning af disse Stoffer ogsaa maa have Fosforsyre og Kali i passende Maal i Jordbunden, og at Salpeteret til visse Kornsorter (Byg) bedst gives i flere Omgange med noget Mellemrum, medens det hos Rug og Sukkerroer omtrent er ligegyldigt, om de faar hele Mængden paa en Gang eller partvis. Tilstedeværelsen af frisk Staldgødning i Jorden kan ødelægge Salpeteret paa Grund af Udviklingen af frit Kvælstof (salpeterædende Bakterier).

Spørgsmaalet Ammoniak- eller Salpeterkvælstof er imidlertid ikke alene et plantefysiologisk og et Jordbundsspørgsmaal, men ogsaa i høj Grad et økonomisk Spørgsmaal. Det beror paa Købeprisen af disse Stoffer. *Wagner* angiver, at for Aaret 1903 stillede Forholdene sig saaledes ved Forsøgsstationen i Darmstadt*): Naar man for 100 Rmk. opnaaede et vist Udbytte i Avlen med Chilisalpeter, maatte man for at faa samme Udbytte med svovlsur Ammoniak anvende til

*) *F. Wohltmann*: „Chilisalpeter oder Ammoniak“. 2te Aufl. Berlin 1903. Pris 1 Rmk.

**) l. c. p. 38.

***) l. c. p. 46.

†) *Paul Wagner*: „Düngungsfragen“. Heft VI. Berlin 1904, p. 19.

Roer	for 170 Rmk.	Ammoniakkvælstof,
Byg	- 158	- -
Rug	- 147	- -
Havre	- 139	- -
Kartofler	- 139	- -

idet 1 Kilo Salpeterkvælstof kostede 1.14 Rmk., 1 Kilo Ammoniakkvælstof derimod 1.26 Rmk.

Med de dagældende Priser for disse Stoffer og for de avlede Produkter vandt Wagner i 1903 et Merudbytte pr. Hektare*):

	Med Salpeter.	Med Ammoniak.
Byg	97 Rmk.	46 Rmk.
Havre	65 —	34 —
Rug	81 —	43 —
Kartofler	65 —	34 —
Sukkerroer	71 —	÷ 4 —
Foderroer	36 —	÷ 24 —

Ved Byg, Havre, Rug og Kartofler er Merudbyttet ved Anvendelsen af Kvælstofgødning altsaa omtrent dobbelt saa stort, naar man anvender Chilisalpeter, som naar man anvender en, med Hensyn til Kvælstofmængden, ækvivalent Mængde svovlsur Ammoniak. Dette Stof har for Foderroernes Vedkommende (og i ringere Grad ogsaa for Sukkerroerne) givet Tab, saa at Netto-Udbyttet er mindre, end hvis der slet ikke var anvendt kvælstofholdig Gødning. Som man ser, lægger Wagner ikke Skjul paa, at Chilisalpeter, naar alt andet er lige, absolut bør foretrækkes, og som det synes med fuld Ret. Det er let at anvende og kræver egentlig kun, for at gøre sin Virkning, at der ikke maa være frisk Staldgødning (eller Grøngødning) i Jorden. Fuldt Udbytte faas dog kun af Salpeterkvælstoffet, naar der tillige er Kali og Fosforsyre tilgængelig i passende Mængde og selvfølgelig de Planter, som skal bruge Salpeteret, til Rede. Thi Salpeter hører som bekendt til de Plantenæringsstoffer, der grumme let udvaskes af Jordbunden ved nedsivende Vand. Den svovlsure Ammoniak stiller derimod andre For-

*) l. c. p. 26.

dringer, den kræver, som nævnt, Kalk, men formeget kan igen gøre Skade, da den kulsure Ammoniak ved Vekselvirkninger mellem den kulsure Kalk og den svovlsure Ammoniak kan frigøres saa voldsomt, at den gaar bort i Luftform, naar der ikke er fugtig Humus nok til foreløbig at absorbere dette Stof. Under Nitritdannelsen kan der yderligere ske Kvælstoftab, ved at der udvikles frit Kvælstof, men iøvrigt kan Ammoniakkvælstof i adskillige Tilfælde meget vel anvendes, naar Prisen er billig nok; dog bør Salpeter i de fleste Tilfælde gives Fortrinnet.

Hidtil har man ikke praktisk været i Stand til at omdanne Ammoniak til Salpetersyre. Bakterierne kan som omtalt gøre det i Naturen, og 1789 viste *Isak Milner* i Cambridge, at man ad katalytisk Vej af Ammoniak og Luft ved at lede Luftblandingen over glødende Brunsten, kunde faa Salpetersyre, men først fornylig har *W. Ostwald* Æren — og Fordelen — af at have faaet denne Fremstillingsmaade sat i System. Han har nemlig taget Patent paa sin Fremgangsmaade. Det danske Patent er Nr. 5517 af 23. Marts 1903 og gaar ud paa en „Fremgangsmaade til Iltning af Ammoniak til Salpetersyre og andre af Kvælstoffets Ilter“. I Patentskriftet udsiges omtrent følgende: „Efter den foreliggende Opfindelse kan man nu næsten kvantitativt ilte Ammoniak til Salpetersyre, eventuelt andre Kvælstofilter, naar bestemte Betingelser overholdes. Ved Iltning af Ammoniak under Indfyldelse af Kontaktsubstanser finder to forskellige Reaktionen Sted, idet Ammoniak iltes til Salpetersyre, og den dannede Salpetersyre delvis ved Ammoniakens Indvirkning atter spaltes til frit Kvælstof og Vand. For at faa Maksimumudbytte af Salpetersyre maa man altsaa lede Iltningen saaledes, at den første Reaktion fuldstændig gaar for sig, den anden derimod ikke eller kun i forsvindende Grad“. Ostwalds Apparat bestaar af en ydre rørformet Beholder med et paa Siden anbragt Tilledningsrør. Ind i den ydre Beholder føres et Afledningsrør, i hvis inderste Ende er anbragt et Kontaktlegeteme, der bestaar af en Blanding af Platinblik og Platinsvamp, gennem hvilket Ammoniakken og Ilten passerer med stor Hastighed, saa at Luftblandingen kun er i Berøring med Katalysatoren i Løbet af $\frac{1}{100}$ Sekund og forbrænder der ved en Temperatur, der

naar „Rødgloedhede“. Forbrændingsprodukterne suges ud gennem Katalysatoren i Afledningsrøret og forvarmer derved i det ydre Rør den omgivende Ammoniak og Ilt, der staar i Begreb med at gaa ind i det indre. Fra Afledningsrøret ledes Forbrændingsprodukterne til et Svaleapparat. „Ved den foreliggende Fremgangsmaade lykkes det under Iagttagelse af forskellige nærmere angivne Betingelser direkte at fremstille stærkt koncentreret Salpetersyre“. Denne Metode vil sikkert faa stor Betydning i Praksis, naar den holder, hvad den lover, hvad dog Ostwalds berømte Navn formentlig borger for. Særlig Betydning tør man tillægge, at man nu er i Stand til paa Gasværkerne, hvor Ammoniakken fremstilledes af Gasvand, helt at undgaa Brugen af Svovlsyre til at neutralisere Ammoniakken for at faa Stoffet i transportabel fast Form. Man kan paa Stedet omdanne Halvdelen af den producerede Ammoniak til Salpetersyre og dermed mætte Resten og fremstille salpetersur Ammoniak. Ikke alene spares herved Svovlsyren, som udgør en betydelig Udgift og en unødvendig Ballast for Ammoniakken i Landbrugets Tjeneste, men tillige vinder man et værdifuldere Produkt. Medens svovlsur Ammoniak indeholder 25 % Kvælstof som Ammoniakkvælstof, indeholder salpetersur Ammoniak 35 % Kvælstof, og deraf endda Halvdelen — de $17\frac{1}{2}$ % — som Salpeterkvælstof.

Der spætes altsaa Udgifterne paa Indkøb af Svovlsyre, Fragt af Svovlsyren til Gasværkerne og Svovlsyrens Fragtandel i den svovlsure Ammoniaaks Transport til Forbrugerne, hvilket alt i alt kan blive et anseligt Beløb, men man ser vel, at nogen ny Kilde til Kvælstofforbindelser har man ikke faaet ved Ostwalds Fremgangsmaade. Det er stadig de i Stenkullene ophobede Kvælstofforbindelser, der maa holde for. Saalænge dette finder Sted, er Forbrugerne afhængige af Gasproducenterne og udsatte for, at disse, som altid let kan blive handelsmæssig bedre organiserede, tager sig en ublu Fortjeneste paa Landbrugernes Bekostning. Landbruget kommer ved Brug af svovlsur Ammoniak som Gødningsmiddel til at bære en ikke ringe Part af Udgifterne ved Byernes Gasforsyning, hvad der fra et økonomisk Synspunkt næppe vilde være tilfredsstillende for den betalende Part.

Nu kunde der vel, naar man tog Hensyn til Betydningen af en Kvælstofkilde til rimelig Pris for Landbruget, tænkes Midler, hvorved en vilkaarlig Prisstigning af den svovlsure Ammoniak fra Producentens Side blev umuliggjort, og Prisen blev fikseret til et vist Minimum, men selv i saa Tilfælde vilde den producerede Mængde være meget for lille til Landbrugets Behov.

Først naar man benytter en for alle lige let tilgængelig Kilde til Kvælstofforbindelser, bliver Spørgsmaalet løst paa tilfredsstillende Maade. Et saadant udtømmelig Forraad haves i den atmosfæriske Luft, hvoraf de 76.68 % (efter Vægt) er Kvælstof.

Den Kilde har været noget vanskelig tilgængelig. Bortset fra de ubetydelige Mængder Salpetersyre, der kan dannes i Luften ved Tordenvejr, har hidtil kun de kvælstofsamlende Planter været i Stand til at faa Luftens Kvælstof til at gaa i Forbindelse med andre Stoffer og saaledes blive tilgængelig for Organismerne. Men i de sidste Aar stiller Sagen sig anderledes. Man er nu i Stand til i Praksis ad flere helt forskellige Veje at faa Luftens Kvælstof ud af den *noti me tangere*-Tilstand, hvori det befinder sig.

Den ene Metode gaar ud paa Dannelsen af Stoffet *Calciumcyanamid* (CaCN_2) og er opfundet af Tyskerne *Franck* og *Caro*. Ved Ophedning af Kalk og Kul i den elektriske Ovn dannes en Kul-Calciumforbindelse (CaC) — *Calciumcarbid*. Det har været kendt i flere Aar og har udstrakt Anvendelse til Acetylenfremstilling. I Norge, Italien og flere Steder, hvor der findes billig Drivkraft i Form af Vandkraft, er oprettet Carbidfabriker. *Franck* og *Caro* har fundet, at naar Calciumcarbid ved højere Temperatur paavirkes af tørt Kvælstof, dannes Calciumcyanamid*). Dette Stof kan fremstilles fuldstændig fabriksmæssig og kan danne Udgangspunkt for en hel Del forskellige Forbindelser, hvoraf i Særdeleshed Ammoniak, Cyannatrium og Acetone synes at skulle faa Betydning, da

*) Zeitschrift f. angewandte Chemie. XVI Jahrg. 1903, p. 520, 533, 536.

der er stærkt Begær efter disse Stoffer. Franck og Caro har udtaget en hel Række Patenter paa den efterhaanden forbedrede Fremstillingsmaade for Calciumcyanamid*) og paa Grundlag heraf er der af *Siemens & Halske*, Berlin, og „*Deutsche Gold- & Silberscheideanstalt*“, Frankfurt a. M., dannet et stort „Cyanidgesellschaft“, idet Bestræbelserne, der synes fuldkommen at være lykkedes, nærmest endnu har gaaet ud paa af det fremstillede Calciumcyanamid at fremstille Cyannatrium, der har en enorm Anvendelse ved Guldekstraktionen, særlig i Sydafrika. Men Bestræbelserne for at fremstille Calciumcyanamid paa billigste Maade vil ogsaa komme Landbruget tilgode. Det har vist sig baade ved en Række Karforsøg og ved Markforsøg, at Calciumcyanamid, eller som det med et yderst uheldigt Navn kaldes Kalkkvælstof, er et fortrinligt Gødningsmiddel**), der i Jorden under Fugtighedens Tilstedeværelse let omsætter sig til kulsur Kalk og Ammoniak ($\text{CaCN}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_3$), der atter paa bekendt Maade med Ilten under Salpeterbakteriernes Indvirkning giver salpetersur Kalk, der kan optages af Planterne, saaledes at 1 Kilo Kvælstof i Amidet har omtrent samme Gødningsværdi for Planterne som 1 Kilo „Ammoniakkvælstof“ i svovlsur Ammoniak***).

Teknisk set synes der ingen Vanskelighed at være ved at fremstille Calciumcyanamid; hele Spørgsmaalet bliver, hvor billig den elektriske Kraft til Ovnene kan leveres. Stoffet er dog allerede nu fremstillet til en saadan Pris, at man rundt om har kunnet gøre Markforsøg med det. Fremstillingsmaaden er ikke vanskelig, og Stoffet kan produceres i ubegrænsede Mængder, Kalk og Kul kan ikke monopoliseres af nogen „Ring“. Man vil ogsaa af Calciumcyanamid med næsten kvantitativ Nøjagtighed, ved at lede Vanddamp over Stoffet, faa al Kvælstoffet frigjort som Ammoniak, der efter Ostwalds tidligere beskrevne Metode kan omdannes til salpetersur Ammoniak. Dette vil frembyde forskellige Fordele, i Særdeleshed naar man paa Grund af Vandkraftens Anvendelse vil anlægge de fremtidige Ammoniakfabriker paa Steder, der lig-

*) Tyske Rigspatenter: Nr. 88363, 92587, 95660, 108971, 116087, 116088.

**) Deutsche landwirtschaftliche Presse 1905. Nr. 1 og Nr. 5 (18. Jan.) smlg. Nr. 12 (11. Feb.).

***) Calciumcyanamid maa ved Gødningsforsøg bringes ned i Jorden, for at der ikke skal ske Ammoniaktab.

ger langt fra Forbrugsstedet for det vundne Produkt. Jeg haaber paa en anden Plads nærmere at kunne belyse dette Spørgsmaal. Calciumcyanamid indeholder netop den samme Kvælstofmængde som salpetersur Ammoniak, nemlig 35 %.

En for sin Tid meget fremragende engelsk Kemiker og Læge *Mayow* viste 1669, at Salpeter opstod ved, at der af Luft dannedes „en flygtig Syre“, der gik i Forbindelse med et Alkali i Jorden*). *Priestley* fandt noget over hundrede Aar senere, at Ilt og Kvælstof kunde forene sig ved Hjælp af elektriske Udladninger, men den egentlige Fortjeneste i saa Henseende tilkommer dog en anden berømt engelsk Kemiker (*Cavendish***). Han indesluttede Kvælstof, Ilt og noget Sæbelud i et bøjet Glasrør, der blev afspærret med Kvægsølv, og lod elektriske Gnister slaa igennem Luftblandingen, indtil Luftens Rumfang ikke mere formindskedes. Derved opstod en Syre, som optoges af Sæbeluden. Han inddampede Vædsken og fandt, at den indeholdt Salpeter.

Denne Iagttagelse har dog som saa mange andre ligget hen i Kemiens Materialkammer, indtil den i den nyeste Tid har faaet en uanet Betydning. Paa mange forskellige Steder søger man nu at udnytte *Cavendish*' Opdagelse i Praksis. Vi vil forbigaa de Forsøg, som *Berthelot* i Frankrig, *Crookes* og *Ragleigh* i England, Polakken *Losanitsch*, Italieneren *Salvadori* med større eller mindre Held har anstillet i det smaa, og vil holde os til dem, der hidtil har givet praktisk Udbytte. Her maa særlig nævnes:

Dr. Muthmann & Hofer i München.

Prof. *Birkeland* og Ingeniør *S. Eyde* i Christiania.

Bradley & Lovejoy: „Atmospheric Products Company“ ved Niagara.

*) *Mayow*: „De sal-nitro et spiritu nitri-aereo“. 1669. Jfr. *Kopp*: Geschichte der Chemie 1845. III Bd. p. 191, 230.

**) *Cavendish*: „Ueber die Zerlegung der phlogistischen Luft“. *Crell's Chem. Annalen*. I Bd. Leipzig 1786, p. 99. Skal ogsaa findes i „Philosophical Transactions“, 1784.

Dr. *F. v. Lepel*: Wieck bei Gützkow, Neuvorpommern.

Alle benytter elektriske Udladninger, frembragte af Dynamomaskiner, men Udladningsmaaden og derigennem Udbyttet af Salpetersyre og Bekostningen er forskellig.

Muthmann & Hofer anvendte en stor Glaskugle, der var forsynet med fire Aabninger. Gennem den ene Tubus blev Luften ledet ind, gennem den anden blev den dannede salpetersyreholdige Luft ledet bort, og gennem de to sidste Aabninger blev Elektroderne indførte*). Der blev benyttet en Vekselstrøm-Dynamomaskine, som med en Transformator leverede en Strøm af en Spænding paa 2—4000 Volt, men kun med en Strømstyrke af 0,05—0,15 Ampère. Transformatorens Poler blev forbundne med to Platinspidser, mellem hvilke der opstod en Flammebue. Den indstrømmende Luft skal efter Forf.s Angivelser være tør. Efter kort Tids Forløb mærkedes i den udstømmende Luft en intensiv Lugt af Kvælstofilte, som paa passende Maade opsamledes i Vand og gav Salpetersyre. Naar en Hestekrafttime regnes til 2 Pf., kan Salpetersyre, dannet paa denne Maade, iflg. *M. & H.* godt konkurrere i Pris med Salpetersyre, fremstillet paa sædvanlig Maade af Chilisalpeter og Svovlsyre. Derimod mener *M. & H.*, at den Kalksalpeter, de har fremstillet ved at mætte deres Syre med Kalk, dog ikke kan anvendes til Gødningsbrug, da den indeholder Nitrit (salpetersyrlig Kalk). Man ser ikke, hvorledes *M. & H.* er kommen til at nære denne mindre vel begrundede Anskuelse. Som tidligere omtalt, har man længe vidst, at Nitritstadiet i Agerjorden var et nødvendigt Gennemgangsled for Ammoniak paa Vandring til Nitrat, og man mener endog at have paavist, at visse Planter optager Nitriter, i hvert Fald er der liden Anledning til at tro, at Nitriter skulde være Plantegift. *F. v. Lepel* har desuden ved direkte Karkulturer med Tilskud af Nitriter vist, at de havde omtrent samme Virkning som Nitrater, i hvert Fald en ubetinget gunstig Virkning, saa at *M. & H.*s Indvending mod nitritholdig Kalknitrat falder bort. Prisberegning over Salpeter,

*) *W. Muthmann & H. Hofer*: „Ueber die Verbrennung des Stickstoffs zu Stickoxyd in der elektrischen Flamme“. Berichte d. deut. chem. Gesellschaft 36. Jahrg. 1903. I Bd., p. 438—453.

fremstillet efter *M. & H.s* Metode, skal blive fremsat i det følgende.

Birkeland & Eyde benytter et yderst sindrigt og nøje gennemtænkt Apparat. De anvender ogsaa meget høj Spænding, men meget svag Strømstyrke (0·001—0·01 Ampère). Finessen ligger navnlig i Elektroderne og deres Anbringelse. De anvender Elektroder af Platinstænger, paa hvis Ender er anbragt pilformede Platinspidser, som vender Spidsen helt op til hinanden med meget ringe Afstand (Brøkdeler af 1 Millimeter); Elektroderne er anbragte mellem Polerne af en meget stærk Elektromagnet. Paa Grund af Magnetismens Paa-virkning under Udladningen, spredes Lysbuen ud til en mægtig flad Lysskive, der kan være en hel Meter i Diameter. Ved en særegen Foranstaltning bringes Elektroderne til at vibrere automatisk, og Lysskiven tændes og slukkes afvekslende, hvorved man faar større Virkning. Det gælder, saa at sige, at faa det elektriske Lysfluidum til at sprede sig over saa stort et Rum, men i saa opspædt en Tilstand som mulig, for at faa saa udstrakt en Forbrænding af Kvælstoffet tom mulig, uden at de dannede Kvælstofilter atter spaltes ved for koncentreret elektrisk Paa-virkning. En hel Række (eller flere Rækker) er anbragt ved Siden af hinanden i en særlig Ovn, hvortil der kan ledes Luft under Tryk, og hvorfra Kvælstofilterne kan afledes til Opsamlingsapparater. Der er taget Patenter paa Metoden og fornylig dannet et Aktieselskab i Christiania med en Kapital af 400000 Kr. til Udnyttelse af Apparaterne. Det danske Patent Nr. 7112 er af 28. Nov. 1904.

Bradley & Lovejoy har overladt deres Opfindelse til et Aktieselskab „Atmospheric Products Company“ som blev dannet 1902 i Jersey City i New Yorks Nærhed med en Kapital af 1 Million Dollars. Opfindelsen er patentbeskyttet, blandt andet med amerikansk Patent 709687, engelsk Patent 8230 af 8. Juni 1901 og en hel Række danske Patenter nemlig Nr. 4571 ($\frac{8}{2}$ 1902), 6263 ($\frac{5}{1}$ 1904), 6337 ($\frac{5}{2}$ 1904), 6354 ($\frac{12}{2}$ 1904) og gaar ifølge disse ud paa følgende: Der bruges en Strømkilde, der giver en Strøm af 0·75 Ampère og 8000 Volt, men som kan gaa op til 15000 Volts Spænding. Apparatet bestod oprindeligt (engelsk Patent 8230) af en staaende Cylinder, men er senere forandret til en liggende cylindrisk Ovn (dansk Patent 6337). Gennem Cylinderens Endedæksler bliver i Rør

tilledet Luft og afledet Kvælstofilter. Gennem Cylinderens Sider er det ene Hold Elektroder indsat, der ender i Platintraade, der er bøjede til Siden. Gennem isolerede Stoppebøsninger i Cylinderens Endeplader gaar der en stærk Aksel, der bærer de andre Elektroder, som bestaar i radialet udstaaende Metalstænger, der ender i Platintraade. Aksen kan bevæges rundt med en Fart af 500 Omdrejninger i Minuttet, samtidig med at der mellem Platinspidserne paa Aksen og de faste Elektroder i Cylindervæggen gaar elektriske Flammebuer, som ved Aksens hastige Omdrejning trækkes ud til 10—15 Ctm.s Længde. Paa denne Maade tændes og slukkes der et meget stort Antal Lysbuer af uendelig kort Varighed. I det ved Anlægget ved Niagara benyttede Apparat var Antallet af Flammebuer pr. Sekund 6900, og Varigheden af hver enkelt beregnet til $\frac{1}{20000}$ Sekund. Det vil altsaa i Praksis sige, at Cylinderens Indre ustandselig fyldes med elektrisk Energi. Der tilføres ca. 300 Liter tør Luft i Minuttet, og Apparatets Indre er overtrukket med Asfaltfernis, saa at Metaldelene ikke angribes af Kvælstoftveiltten, der dannes ved Forbrændingen. Temperaturen gaar ikke op over 80 °C. Kvælstofiltet ledes til et Absorptionstaarn, der er fyldt med Kokes, over hvilke risler henholdsvis Vand eller Natronlud, eftersom man vil have Salpetersyre eller Salpeter, der dog bliver nitritholdig. Med dette Apparat opnaaedes et Udbytte af 65 Gram Salpetersyre pr. Hestkrafttime (elektrisk H. K.), altsaa 1 Kilo Salpetersyre i 15·5 H. K. Timer*).

F. v. Lepel i Neuvorpommern har fra 1896 gennem en hel Række Afhandlinger**) meddelt om sine Forsøg. I Begyn-

*) *Arthur Wiesler*: „Die Verwertung des freien Stickstoffs“. Zeitschrift für angewandte Chemie, 4. Nov. 1904, p. 1717.

***) *F. v. Lepel*: „Die Bindung des atmosphärischen Stickstoffes insbesondere durch elektrische Entladungen“. Greifswald 1903. „Die Oxydation des Stickstoffs durch elektrische Funken und Lichtbogen“. Berichte d. deut. chem. Gesellschaft 1897, p. 1027—1030. „Die Oxydation des Stickstoffs durch elektrische Funken und Lichtbogen“. Berichte I, Bd. 1903, p. 1251—1258. „Beziehungen z. Flammenbogen, Temperatur und Ausbeute an Stickoxyden aus Luft bei elekt. Entl.“. Berichte I Bd. 1904, p. 712—719. „Zur Oxydation des Stickstoffs etc.“. Berichte II Bd. 1904, p. 3470—3474. „Vegetationsversuche mit „N“-Dünger im Jahre 1904. Mitteil. d. deut. Landwirtschafts-Gesellschaft. Berlin 1905, 11. Feb.

delsen var det kun Laboratorieforsøg med en „Rhumkorfs Induktor“, men senere har han arbejdet i det større med en Ligestrømsmaskine drevet af en Vandmølle. Han har vekslet med Strømstyrke og Spænding, i Almindelighed 60 Volt og 12 Ampère.

Elektroderne er af forskellig Form og Materiale. Den ene „Kathoden“ er fastsiddende og har Tallerkenform; „Anoden“ bestaar derimod af en Slags Mølle med to eller tre Arme, der er forsynede med Spidser og kan drejes hurtigt rundt. Det hele er anbragt i en Beholder, hvortil der kan ledes fugtig Luft og de dannede Kvælstofilter kan opsamles i en særlig Beholder paa 40 Liters Rumfang. Det gælder om hurtigt at skaffe Luften bort fra Elektroderne, for at det dannede Produkt ikke skal dekomponeres igen. Hans Forsøg har især Betydning ved den grundige teoretiske Behandling, han giver Spørgsmaalet. *Lepel* har tillige Fortjenesten af ved Kulturforsøg i 1903 og 1904 at have vist, at der intet ligger til Grund for *Muthmann & Hofers* m. fl. udtalte Formodning om, at nitritholdig Nitrat skulde være skadelig for Plantevæksten. Under iøvrigt ens Betingelser er der ingen Forskel at spore paa Planter gødet med Chilisalpeter og med N-Gødning, som *Lepel* kalder det Salt, han faar ved at mætte sin elektrisk dannede salpetersyringholdige Salpetersyre. Egentlig burde Nitriter være virksommere end den samme Mængde Nitrat da f. Eks.:

Salpetersurt Natron	NaNO_3	indeholder	16.47 % N.
Salpetersyrligt Natron	NaNO_2	—	20.29 —

Om Priserne for den ad forskellig Vej fremstillede Salpetersyre kan ikke meddeles fuldstændige Oplysninger, da jeg ikke kender Anlagsudgifterne ved de forskellige Fabriker, der er eller vil blive anlagte til at fremstille Stoffet efter de anførte Fremgangsmaader; ligeledes kan man jo heller ikke nærmere angive hvad en Kilowatttime kan leveres for paa de forskellige Steder. Dog er det muligt at stille en Beregning op om Udbyttet af de forskellige Fremgangsmaader efter de forskellige af Opfinderne og andre meddelte Data og dermed faa et Skøn over Prisforholdene.

Efter *Muthmann & Hofer* skal 100 Kilo konc. Salpetersyre kunne fremstilles for ca. 22 Kr., og beregnet af *v. Lepel*.s

Data synes hans Syre at komme paa omtrent samme Pris. Forsøgene i det store giver langt billigere Pris.

Birkelands Patentskrift angiver, at 650 Kilo Salpetersyre kan fremstilles i et Kilowattaar, hvad der svarer til 1 Kilo Salpetersyre i 18 HkT (Hestekrafttime). For Niagarasyrens (*Bradley & Lovejoy*) Vedkommende angives, at 1 Kilo Salpetersyre kan fremstilles i 15·5 HkT. Regner man, at Elektricitet kan leveres for $\frac{1}{2}$ Øre pr. HkT. ved Anvendelse af Vandkraft (der angives flere Steder en Pris 0·45 Pf. pr. HkT. i Tyskland), faas følgende Tal:

Fremstillet af Chilisalpeter og Svovlsyre 100 Kilo Salpetersyre
ca Kr. 33 (alm. Handelspris).

Efter Muthmann & Hofers Metode 100 Kilo Salpetersyre Kr. 22.

— Birkeland & Eydes — — Kr. 9·10.

— Bradley & Lovejoys — — Kr. 7·70.

Der findes Angivelser, om endnu billigere Fremstillingspris helt ned til $5\frac{1}{2}$ Kr. pr. 100 Kilo Salpetersyre, men disse vil vi foreløbig lade staa hen til yderligere Bekræftelse foreligger. Antages en Middelpriis af 8 Kr. pr. 100 Kilo Salpetersyre, synes den elektriske Metode i høj Grad at have Fremtiden for sig, hvor det gælder om at benytte Salpetersyren som saadan. Nogen Vanskelighed er der dog endnu ved at faa Syren i tilstrækkelig koncentreret Tilstand, men Tekniken løser sikkert nok ogsaa dette Spørgsmaal.

Landbruget har ikke Anvendelse for Salpetersyren som Syre, men maa fordre et let haandterligt Salt. Tænker man sig Syren mættet med calcineret Soda faas salpetersurt Natron. Forholdstallene er følgende:

53 Kilo calc. Soda + 100 Kilo (63 %-holdig) Salpetersyre =	
85 Kilo Salpeter + Kulsyre og Vand.	
100 Kilo calc. Soda kan haves for c. 9 Kr., altsaa 53 Kilo =	4·50 Kr.
100 — konc. Salpetersyre (elektrisk).	8·00 —
85 — Natronsalpeter	12·50 —

100 Kilo Natronsalpeter kan altsaa faas for Kr. 14·70 eller Kr. 7·35 pr. 100 Pd. Da Chilisalpeter er i Priser mellem 10 og 11 Kr. pr. 100 Pd., vil altsaa det elektrisk fremstillede Salpeter dog kunne bære en Del Omkostninger udover Fremstillingsprisen,

som vil kunne blive endnu billigere, naar paagældende Fabriker selv fremstiller deres Soda (eller Natron) ad elektrolytisk Vej af Kogsalt. Hovedsagen er at faa billig Drivkraft. Pasningen af Anlægget vil kunne udføres med et Minimum af menneskelig Arbejdskraft. Her er sandsynligvis en Opgave for Vindkraften; de Ulemper, som dennes Ustædighed forårsager ved andre Anvendelser, vilde være uden Betydning for Salpetersyrefremstillingen. En Andelsmølle i hver Landsby til Salpetertilvirkning er maaske en ikke uigennemførlig Tanke.

April 1905.