

Theorierne om de kunstige Gjødningsstoffers Anvendelse.

Foredrag holdt i det kgl. Landhusholdningsselskab d. 25. Marts 1885.

Af C. F. A. Tuxen,

Docent ved den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Ved Anvendelsen af de kunstige Gjødningsstoffer maa man ikke alene have Henblik paa at tilføre Kulturplanterne Næringsstoffer, men tillige søge at udnytte disse paa den mest økonomiske Maade. Anvendelsen har altsaa tvende Opgaver, nemlig: for det første at tilføre Planterne Næringsstofferne i saadanne Forbindelser, at Planterne strax kunne udnytte disse; og for det andet, at anvende disse Gjødningsstoffer paa en saadan Maade, at Jorden saa længe som muligt kan bevare dem for Planterne, altsaa saaledes, at saa lidt som muligt i Tidernes Løb bortføres ved Udvaskning. Man maa altsaa have Øje for Gjødningsstoffernes Forhold til Planterne og Gjødningsstoffernes Forhold til Jordbunden; thi kun ved et samtidigt Kjendskab til disse tvende Forhold opnaaer man at kunne drage den største Nytte af Gjødningsstofferne.

Ved Gjødningsstoffernes Forhold til Jordbunden er det særlig Tiden, naar disse skulle anvendes, Dybden, hvortil de skulle nedbringes, og de Omdannelser, de kunne lide, og hvorved de kunne danne nye Former for Plantenæring, som man maa erhverve sig Kjendskab til.

Ved Kjendskabet til Gjødningsstofferne Omdannelse i Jorden vil man tillige for en Del faa Oplysning om, naar og hvor længe det maa antages, at visse Gjødningsstoffer ville kunne yde Virkning.

Kjendskabet til disse ovennævnte Forhold er særlig hentet ved Forsøg, anstillede ad agrikulturkemisk Vej, og man kan sige om disse, at man ved dem har naaet en temmelig sikker Vejledning ved Gjødningsstofferne økonomiske Anvendelse med Hensyn til Jordbunden. Med Hensyn til Gjødningsstofferne direkte Virkning paa Planterne og deres Anvendelse i den Retning kan man paa ingen Maade nu opstille en lignende paalidelig Vejledning.

Der er vel i Aarenes Løb anstillet en stor Mængde Gjødningsforsøg til forskjellige Kulturplanter og paa forskjellige Jorder, men de vundne Resultater have ikke sjældent staaet i Modstrid med hinanden, vel særlig fordi Forholdene ikke have tilladt at gjentage disse Forsøg i et længere Tidsrum.

Landmandens Opgave »at frembringe den største Afgrøde i Forhold til Jordbund og Klima ved et Tilskud af en passende Gjødning«, der ved første Blik synes saa let, er i Virkeligheden noget af det vanskeligste. Det, at vælge de nødvendige Gjødningsstoffer, at anvende disse i de rette Forbindelser og det passende Mængdeforhold, maa endnu vedvarende staa som Opgave i Landbruget. Ved at betragte Indførselen af kunstige Gjødninger i de senere Aar, viser der sig af nedenstaaende Tabel i en vis Periode en betydelig Nedgang siden 1876—77:

1876—77	42 ₁	Mill. Pd.)*
77—78	28 ₁	—
78—79	19 ₁	—
79—80	8 ₅	—
80—81	16 ₁	—
81—82	28 ₂	—
82—83	18 ₀	—
83—84	25 ₀	—

*) Se Tidsskrift for Landøkonomi. Kapt. la Cours Aarsoversigt.

Denne Nedgang i Aarenes Løb kan ikke andet end antyde en Mistillid hos Landmændene med Hensyn til den kunstige Gjødnings Rentabilitet og en Indskrænkning af en Udgift, som de ikke anse for fuldt lønnende under Landbrugets nuværende trykkede Forhold. Denne Mistillid til de kunstige Gjødningsstoffers Virkning hidrører mere fra, at man ikke endnu forstaaer at anvende dem paa den rigtige Maade end i Gjødningsstofferne selv; thi benyttede paa rette Maade og under gunstige Vejrforhold, have de kunstige Gjødningsstoffer viist en langt kraftigere Virkning end Staldgjødning. Men det er sikkert, at de sidste 30 Aar ikke have ført Erfaringen om Gjødningsstoffernes direkte Virkning paa Kulturplanterne ret meget frem, og at der endnu er meget tilbage, forinden vi kunne kalde Anvendelsen »økonomisk«. Skal der vindes noget mere i Fremtiden paa dette Omraade, saa synes det kun at kunne ske ved at gribe Sagen an paa anden Maade end den tidligere.

Det er atter ad den agrikulturkemiske Vej, ad hvilken man maa søge Vejledningen; det er Plantefysiologien, der maa vejlede os; thi ligesom denne i sin Tid skaffede os Kjendskabet til, hvilke Stoffer Planterne behøvede til deres Ernæring, ligesaa maa denne Videnskab nu skaffe os Kjendskab til, i hvilke Forbindelser Planterne optage disse. De Skridt, som der er gjort i den Retning, og de Resultater, der ere vundne i den nyeste Tid ad denne Vej, skulle senere i al Korthed meddeles i denne Afhandling; forinden skal der først meddeles de Resultater, der ere vundne ad agrikulturkemisk Vej med Hensyn til Gjødningsstoffernes Forhold til Jordbunden. Det bliver altsaa Opgaven her i al Korthed at give en Oversigt over de Theorier, paa hvilke den rationelle Anvendelse af de kunstige Gjødningsstoffer hviler eller mulig kommer til at hvile, og saa vidt muligt søge at overføre disse Theorier i Praxis.

Vi betragte først Gjødningsstoffernes Forhold til Jordbunden.

Naar Gjødningsstofferne paaføres Jordbunden, da er

der tvende Veje, ad hvilke disse igjen kunne forlade denne, nemlig igjennem Afgrøderne og med Regnvandet. Et virkelig økonomisk Tab finder kun Sted ved Regnvandet, der fører de heri opløselige Gjødningsstoffer ned i Undergrunden. Man skulde tro, at Regnvandet i Tidernes Løb mere eller mindre hurtig vilde bortføre, udvaske alle de opløselige Gjødningsstoffer, som paaførtes Jorden, saaledes: Ammoniak-Kali- og Superfosfatgjødninger, og at man altsaa ad den Vej led store Tab af disse Stoffer; dette er imidlertid ikke Tilfældet for dem alle. Jorden besidder en Evne, Absorptionsevnen, til at tilbageholde visse af disse Plantenæringsstoffer paa en saadan Maade, at Regnvandet kun er i Stand til i Tidernes Løb at bortføre yderst lidt af dem, medens paa den anden Side Planterne ere i Stand til at tilegne sig disse bundne Plantenæringsstoffer. Kjendskabet til denne Evne ligeoverfor de forskjellige Gjødningsstoffer er af den største Betydning med Hensyn til Tiden og Dybden, til hvilken Gjødningsstofferne skulle anvendes.

Et simpelt Experiment lærer os Gjødningsstoffernes forskjellige Forhold ligeoverfor Jordbundens Absorption. Naar man tager et vidt Glasrør, som forneden er ombundet med en Klud, og fylder Røret med Agerjord og lader herigjennem sive Opløsninger af de forskjellige Gjødningsstoffer og da atter undersøge Mængdeforholdet i disse Opløsninger, naar de ere sivede igjennem Jorden, saa faaer man Oplysning om, hvilke Gjødningsstoffer Jorden har tilbageholdt, og hvilke der i uforandret Mængde ere sivede ned igjennem denne. Naar vi nu tage de vigtigste Plantenæringsstoffer eller altsaa Gjødningsstoffer i Betragtning, saa ville vi se, at Ammoniak, Kali og Fosforsyre bindes, tilbageholdes fuldstændig af Jorden saaledes, at de ikke let udvaskes af Regnen. Salpetersyren (Chilialpeter) tilbageholdes derimod ikke. Disse simple Forsøg, der forøvrigt nøje ere studerede i deres Enkeltheder, give os altsaa vigtige Vink med Hensyn til den Dybde hvori og det Tidspunkt, hvorpaa Gjødningsstofferne skulle anvendes. Naar der anføres, at Ammoniak bindes af Jorden, saa er dog hermed

ikke sagt, at den bestandig bevares i denne Form i Jorden. Ammoniakken i Jorden omdannes under gunstige Forhold forholdsvis let til Salpetersyre, der, som nævnt, ikke bindes af Jorden, men let udvaskes. Da det altsaa kun er saa længe, som Kvælstoffet er tilstede i Form af Ammoniak, at det kan tilbageholdes af Jorden, saa ligger det vanskelige Punkt i, under Ammoniakkens hurtige Omdannelse at forebygge Tabet af Kvælstof. Kaliet og Fosforsyren lide ingen Omdannelser i Jorden, ved hvilke de gaa over i opløselige Forbindelser; de bindes af Jorden paa en saadan Maade, at Planterne længe kunne drage Nytte af dem. Som et Exempel skal her anføres et Forsøg, der er anstillet med opløselig Fosforsyre, Superfosfat. Man har dels strøet Superfosfat dels uopløselig Fosforsyrejødning paa Overfladen af Sand- og Lerjord og undersøgt, hvor dybt Fosforsyren trængte ned i Jorden i Løbet af en Sommer. Sandjorden var meget kalkfattig, den indeholdt kun 0,05 %, Lerjorden derimod 0,5 % Kalk. Fosfaterne bleve udsaaede i Maj, og Jordens Indhold af Fosforsyre blev atter bestemt i September i 4 Dybder. Det viste sig da, efter at man havde fradraget Jordens egen Fosforsyremængde, at Mængden af den Fosforsyre, der var trængt ned i Jorden ved Hjælp af Regnvandet, var følgende:

	Forsøg Nr. 1.	Nr. 2.
I Sandjorden	Superfosfat.	uopl. Fosfat.
i Overfladen	0,36 %	0,28 %
i 2 Tommers Dybde	0,08 -	0,04 -
i 4 do. do.	0,00 -	0,00 -
I Lerjorden		
i Overfladen	0,30 -	0,10 -
i 2 Tommers Dybde	0,00 -	0,03 -
i 4 do. do.	0,00 -	0,02 -

I Løbet af Sommeren havde, selv paa den kalkfattige Sandjord, den opløselige Fosforsyre ikke bevæget sig mere end 2 Tommer ned i Jordbunden, og paa Lerjorden var

den fuldstændig bunden i Overfladen. Det fældede uopløselige Fosfat traf man vel i Sandjorden til 2 og paa Lerjorden til 4 Tommers Dybde, men det var ikke her Vandets opløsende Virkning, der var Aarsagen hertil, thi Fosfatet var uopløseligt; det var derimod en Nedslemning ved Vandet, der havde ført Fosfatet saa dybt ned.

Da vi kunne vente, at Kalisaltene ville forholde sig paa samme Maade, saa tør man sige, at Fosforsyre- og Kaligjødning skal nedbringes i Jorden til den Dybde, hvor Planterødderne naa deres kraftigste Udvikling, for at disse dør kunne optage den »bundne« Kali og Fosforsyre.

Gjødningstofferne's Omdannelse i Jorden.

Som nævnt finder der i Jordbunden en Omdannelse Sted af Ammoniakken til Salpetersyre; denne Proces kaldes Salpeterdannelsen, og Kjendskabet til denne er af stor Betydning ved den økonomiske Anvendelse af flere kvælstofholdige Gjødninger, da Produktet, Salpetersyre, synes at være den heldigste Form, under hvilken man kan byde Planterne Kvælstof.

Salpeterdannelsen*) er en Art Gjæring, hvorved der dannes Salpetersyre i Lighed med Dannelsen af Spiritus ved Sukkerets Gjæring i Øl-Urten. Ligesom en levende Organisme, Gjæringsvampen, formerer sig i Ølurten under Dannelsen af Spiritus og Kulsyre, ligesaa formerer Salpetersvampen sig i Jorden og omdanner Ammoniakken til Salpetersyre. Ligesom en vis Surhedsgrad og en vis Temperatur er nødvendig for Gjærsvampens Virkning, ligesaa kræver Salpetersvampen visse Betingelser for at producere Salpetersyre. At kjende disse Betingelser, hvorved et saa vigtigt Plantenæringsstof fremstilles, er nødvendigt for Forstaaelsen af Gjødningstofferne's Virkning.

X *) Se dette Tidsskrift 1883. C. F. A. Tuxen, Salpeterdannelsen i Jordbunden.

Salpeterdannelsen foregaaer i al Agerjord; den er livligst i Sommertiden, særlig ved en Varme af 20—30° C., altsaa naar Jorden bærer Afgrøder; under 5° C., altsaa om Vinteren, ophører den. Det er meget vigtigt for Bevarelsen af Jordens Kvælstofmængde, at Salpeterdannelsen standser i denne Periode, hvor der ikke findes en Vegetation, der kan optage Salpetersyre. I milde Vintre, hvor Jordens Temperatur ikke synker ned under 5° C., har man kunnet paavise større Mængder af Salpetersyre i det Vand, som er sivet gennem Jorden. Jorden maa ikke være for vaad, ej heller sur, og Luften maa have Adgang; thi kun ved en rigelig Lufttilførsel og en passende Fugtighed fremmes Salpeterdannelsen. Da det altsaa maa være Opgaven at fremme Salpeterdannelsen af vore kvælstofholdige Gjødningsstoffer i Vegetationstiden, saa er det nødvendigt at kjende de Midler, som skulle anvendes hertil ved Plante-kulturen.

Paa de kolde, sure Jorder fremmer Dræningen Salpeterdannelsen, thi ved at bortskaffe det skadelige Vand, aabnes der Luften Adgang til Jorden, og Jordens Temperatur forhøjes.

Vel bortfører Drænvandet Salpetersyre, men man maa erindre, at Salpeterdannelsen selv er forholdsvis ringe i den Periode, Drænvandet løber stærkest, medens dette om Sommeren, naar Salpeterdannelsen er stærkest, løber svagest.

Mærglingen fremmer paa kalkfattige Jorder Salpeterdannelsen, thi den dannede Salpetersyre skal forbinde sig med Mærgelens Kalk. Kalken mætter tillige den fri Syre i visse Jorder, der ellers vil hæmme Salpeterdannelsen. Mærgelen omdanner tillige de kvælstofholdige, tørveagtige Muldstoffer saaledes, at disses Kvælstof let omdannes til Salpetersyre. Den samme Virkning udøver Mærgelen indblandet i Komposten.

Jordens Bearbejdning fremmer Salpeterdannelsen; thi herved gjøres Jorden porøs, hvorved Luften faaer Adgang. Drives Bearbejdningen for vidt, saaledes at Jorden udtørres, saa skader den.

Vi se heraf, at de Midler, som vi anvende for at fremme Jordens Kultur og herved Planteproduktionen, tillige fremme Dannelsen af et af de vigtigste Plantenæringsstoffer, nemlig Salpetersyren.

Ammoniaksaltene bindes kun i Jorden saa længe, som der i denne ikke finder en livlig Salpeterdannelse Sted, altsaa om For- og Efteraaret og om Vinteren. I den varme Periode, og særlig naar Jorden indeholder rigelig Kalk, omdannes Ammoniakken meget hurtigt til Salpetersyre, og bærer Jorden i denne Periode ikke en rigelig Vegetation, der kan optage Salpetersyren, taber Jorden store Mængder heraf ved Regnvandet. Hermed er altsaa Tiden og Dybden til Anvendelsen af Kvælstofgødningen given.

Chilisalpeter skal da anvendes som Overgjødskning, da Jorden ikke kan tilbageholde det, og Regnen let kan føre det ned til Planterødderne. Økonomisk vilde det være at anvende det lidt efter lidt under Vegetationstiden, for at Planterne fuldstændigere kunde udnytte det.

Ammoniakgødningen bør i de fleste Tilfælde nedbringes i Jorden, thi ved at udstroes paa dennes Overflade bindes den her, og naar da Jorden udtørres, omdannes den ikke til Salpetersyre, og kan derfor ikke trænge ned til Planterødderne. Nedbringes Ammoniakgødningen til en passende Dybde, saa vil den dér træffe en vedvarende, passende Fugtighed, ved hvilken den snart omdannes til Salpetersyre. Denne Omdannelse vil ikke være for hurtig paa Grund af den begrænsede Adgang af Luften.

Det fremgaaer heraf, at saavel Chilisalpeter som Ammoniakgødning anvendes mest økonomisk om Foraaret.

Salpetersyre og Ammoniak ere ikke de eneste Forbindelser, under hvilke man, ved de kunstige Gjødningsstoffer, tilfører Kulturplanterne Kvælstof. Dette Stof paaføres ofte Jorden i organiske Forbindelser; men i saadanne er det ikke i Stand til at optages af Planterne saaledes som Salpetersyren og Ammoniakken. De organiske, kvæl-

stoffholdige Forbindelser maa først omdannes i Jorden til Ammoniak og Salpetersyre, for at de kunne tjene Planterne til Ernæring. Man kan f. Expl. se hen til Staldgjødnin- gen, denne indeholder omtr. $\frac{1}{2}$ Procent Kvælstof; dette kan ikke optages af Planterne, førend det er gjæret til Ammoniak eller Salpetersyre ligesom Kvælstoffet i selve Jordbunden. I vore Møddinger og Stalde gjære Stald- gjødnings Kvælstof for en ringe Del til Ammoniak; denne Ammoniakdannelse skrider videre frem, naar Gjødnin- gen bringes i Jorden, og her omdannes tillige Ammoniakken videre til Salpetersyre. I vore Komposthobe, hvori der er indblandet rigelig Kalk, og som flittig omstikkes, hvorved Luften kommer til, foregaaer den samme Proces som i Jorden — de kvælstofholdige, organiske Forbindelser om- dannes til Salpetersyre, — og vi bringe altsaa ved Kom- posten det færdige Plantenæringsstof ud paa Jorden. Det vil altsaa være indlysende, at vi ved Kompostens Tilbered- ning selv kunne lede denne Proces, som ellers skulde foregaa i Jorden, og herved vinde, at vi kunne anvende saadanne Gjødningsstoffer paa Jorder, hvor man ikke er sikker paa Salpeterdannelsen, saaledes f. Expl. paa lette Jorder, hvor Mangelen paa Fugtighed ofte hæmmer denne Proces.

Der gives nu kunstige Gjødningsstoffer, der som nævnt indeholde Kvælstof i en for Planterne uoptagelig Form, altsaa i organisk Form; saaledes har man Fiskeguano med omtr. 8 Procent og Benmel med 3—4 Procent Kvælstof. Man har altsaa en Vej, ad hvilken man kan lede Omdan- nelsen af disse Gjødningsstoffers Kvælstof til Plantenæring, naar man ikke tør betro Jorden denne Proces, og det er at indblande disse Gjødningsstoffer i Komposten; at ind- blande dem i selve Møddingen vil ikke føre til selve Dan- nelsen af Salpetersyre, da denne Proces ikke kan foregaa dér, eftersom der kun finder en delvis Ammoniakdannelse Sted i Møddingen. For at komme til Klarhed over, hvor hurtig under gunstige Forhold, Fiskeguanoens og Benmelets Kvælstof kan omdannes i Jorden til Plantenæring, er der anstillet

Forsøg*). Disse have nu viist, at 1 Maaned efter Udsaaingen af Gjødningen var over 50 % af deres Kvælstof omdannet til Salpetersyre og Ammoniak. Det har altsaa viist sig, at under gunstige Forhold, en passende Fugtighed og Varme, er disse Gjødningers Kvælstof meget hurtigt virkende. Sammenligner man dem med Staldgjødningen, viser det sig, at dennes Kvælstof kræver langt mere Tid til at omdannes end hines. Nedenstaaende Tabel viser, hvor mange Procent af Fiskeguanoens, Benmelets og Staldgjødningens (Hestegjødning) Kvælstof, der omdannedes i Jorden til Plantenæring (Salpetersyre og Ammoniak) fra 1. Juni til 1. September.

	Benmel.	Fiskeguano.	Staldgjødning.
1. Juli (1 Maaned efter Udsaaingen).	.. 54 %	56 %	8 %
1. September..	72 %	58 %	11 %

Denne Tabel viser tydelig, hvor megen Forskjel der er paa den Lethed, hvormed Fiskeguanoens og Benmelets Kvælstof omdannes til Plantenæring i Forhold til Staldgjødningens.

Med andre Ord, 100 Pd. Fiskeguano danne i samme Tid ved Gjæringen i Jorden ligesaa megen Kvælstofnæring som 7 Læs Hestegjødning.

Ved Anvendelsen af Benmelet og Fiskeguano maa de samme Regler gjælde som ved Anvendelsen af Ammoniakgjødningen, nemlig, at de nedbringes i Jorden til en saadan Dybde, at de selv i tørre Perioder finde Fugtighed nok for Salpeterdannelsen, — men paa den anden Side, at de ikke nedbringes for dybt, saaledes at Luftens Adgang udelukkes og Salpeterdannelsen paa denne Maade hæmmes.

Med Hensyn til Dybden og Tiden for de kunstige Gjødningstoffers Anvendelser ere de hidindtil fremsatte

X *) Se dette Tidsskrift 1884. C. F. A. Tuxen: De kvælstofholdige Gjødningstoffers Omdannelse i Jordbunden.

Theorier hentede fra Resultater fra Laboratorieforsøg. Man kunde derfor ønske at faa Bekræftelsen paa disse Resultaters Anvendelse i det Store, ved direkte Iagttagelser hentede fra selve Jordbunden. Det er saa heldigt, at der netop foreligger saadanne Undersøgelser fra selve Marken, der ikke alene bekræfte Rigtigheden af de ovennævnte Forsøg, men tillige belyse andre Sider af Spørgsmaalet om Gjødningsstofferne Forhold til Jorden og give Vink med Hensyn til disses økonomiske Anvendelse.

Det er systematisk udførte Drænvandsundersøgelser hentede fra forskellige gjødede Forsøgsarealer, der give os disse nyttige Vink. Jeg har tidligere udførlig meddelt disse Undersøgelser*) og skal derfor kun her fremdrage faa oplysende Bemærkninger. Drænvandsundersøgelserne ere anstillede paa Forsøgsgaarden Rothamstead nær London. De Resultater, der ere vundne ved disse planmæssige Drænvandsanalyser, maa regnes for de smukkeste og betydningsfuldeste paa dette Omraade — tilmed da de ere udførte paa Drænvand fra Parceller, hvorpaa der er anstillet ensartede Gjødningsforsøg i en lang Aarrække. Disse Undersøgelser oplyse os ikke alene om, hvilke Tab Jorden aarlig lider af Plantenæringsstoffer under forskellige Forhold, men tillige, hvorledes man kan begrænse dette Tab.

Hvad man paa Forhaand har kunnet sige om Tabet af Plantenæringsstofferne eller Gjødningsstofferne, i Henhold til Resultaterne af Absorptionsforsøgene, har bekræftet sig ved Drænvandsanalyserne. De Gjødningsstoffer, der bindes eller absorberes af Jorden, findes i ringe Mængde, de, der ikke absorberes, findes i størst Mængde i Drænvandet. Her skal blot anføres nogle Resultater, der bekræfte, hvad der tidligere er anført.

Naar vi paaføre Jorden Ammoniakgødning, saa bindes vel Ammoniakken af Jorden, men alt eftersom denne er

*) Se dette Tidsskrift 1883. C. F. A. Tuxen, Drænvandsundersøgelserne paa Rothamstead.

mere eller mindre gunstig for Salpeterdannelsen, saa omdannes mere eller mindre hurtig Ammoniakken til Salpetersyre. Under gunstige Forhold varer det ofte kun faa Uger, forinden en stor Mængde af Ammoniakken er omdannet til Salpetersyre; er Jorden i saa Tilfælde ikke bevoxet med Planter, der strax kunne optage den dannede Salpetersyre, saa gaaer denne hurtig over i Drænvandet.

Anvendtes Ammoniakgjødningen i et mildt For- eller Efteraar, saa bortførte Drænvandet kort Tid derefter store Mængder af Salpetersyre. Ved Anvendelsen i Marts af 500 Pd. Ammoniaksalt pr. Td. Land = 120 Pd. Kvælstof, indeholdt Drænvandet herfra i April allerede 35 Pd. Salpetersyre = 9 Pd. Kvælstof. Anvendtes derimod den samme Mængde Ammoniaksalt om Sommeren, naar Salpeterdannelsen tilmed var livligst, og naar Jorden bar Afgrøder, fandt man næsten ingen Salpetersyre i Drænvandet, i Særdeleshed naar Jorden indeholdt rigelig Kali og Fosforsyre; thi Planterne behøve for at optage Kvælstoffet passende Mængder af de tvende Forbindelser. Manglede den bevoxede Jord derimod Kali og Fosforsyre, saa viste der sig strax en større Mængde Salpetersyre i Drænvandet. Anvendte man saaledes om Foraaret 120 Pd. Kvælstof i Form af Ammoniak sammen med rigelig Kali og Fosforsyregjødning, saa udviste Drænvandet et aarligt Tab af 40 Pd. Kvælstof; anvendte man ikke Kali og Fosforsyre, saa beløb det aarlige Tab sig til 70 Pd. Kvælstof pr. Td. Land. Naar man paafører Kvælstoffet som Chilisalpeter, saa er det som nævnt i en Form, hvori det ikke kan bindes af Jorden, men hvori det altsaa strax kan udvaskes. Ved Anvendelsen i Marts af Chilisalpeter, der indeholdt 120 Pd. Kvælstof pr. Td. Land, indeholdt Drænvandet herfra i April 60 Pd. Salpetersyre = 16 Pd. Kvælstof, medens den tilsvarende Ammoniaksaltmængde, som nævnt, kun gav 35 Pd. Salpetersyre = 9 Pd. Kvælstof. Denne Forskjel viser, med hvilken Forsigtighed Chilisalpeteret maa anvendes i Forhold til Ammoniakgjødningen for at undgaa Tab.

Naar man ikke tilfører Jorden nogen Kvælstofgødning, har det aarlige Tab viist sig at være — naar Jorden ikke bærer Afgrøder — omtr. 50 Pd. Kvælstof pr. Td. Land; men bærer Jorden f. Expl. Hvede, saa synker Tabet ned til omtr. 20 Pd. Disse Tab hidrøre altsaa fra Jordens eget, Forraad af kvælstofholdige Forbindelser. Det har viist sig ved Anvendelsen af Ammoniaksalte og Chilisalpeter, som Gjennemsnit af 30 Aars Forsøg, at ikke fuldt $\frac{1}{3}$ af det anvendte Kvælstof har været gjenfundet i Afgrøderne, selv under heldige Gjødnings- og Væxtforhold.

Med Hensyn til, hvor længe man kan vente Virkning af en Ammoniak- eller Salpetergødning, have Forsøgene viist, at disse næppe strække sig længere end ud over én Afgrøde; medens Staldgødningens Kvælstof ikke alene strækker til flere, men tillige forøger Jordens Kvælstofindhold.

Vi se altsaa af de ovennævnte Forsøg, at ved de kvælstofholdige Gjødningsstoffers økonomiske Anvendelse med Hensyn til Jordbunden spiller Tiden en vigtig Rolle, og at den kraftige Plantevæxt, fremkaldt ved Tilstedeværelsen af rigelig Mængde af de andre Gjødningsstoffer, er et af de vigtigste Midler til at forebygge Tab af Kvælstof.

Fosforsyre og Kali findes kun i yderst ringe Mængde i Drænvandet, af hvilken Aarsag der ikke er meget at iagttage med Hensyn til disses Anvendelse. Af Kalk og Magnesia findes derimod betydelige Mængder. Det aarlige Tab af disse udgjorde fra en ugjødte Hvedemark 300 Pd. pr. Td. Land; anvendte man Ammoniakgødning, steg Tabet til 520 Pd.

Idet vi nu have søgt i korte Træk at gjøre Rede for Gjødningsstoffernes Forhold til Jordbunden og deraf søgt at udlede praktiske Resultater, skulle vi ligeledes søge at gjøre Forsøg paa at belyse:

Gjødningsstoffernes Forhold til Planterne, men vi maa her forudskikke den Bemærkning, at man

langt fra her kan gaa ud fra en saa sikker Basis som ved det første Forhold, endskjøndt der er udført en stor Mængde Forsøg. Det er væsentlig endnu Fremtiden, der skal skaffe Klarhed i dette vigtige Spørgsmaal.

Der er givet et særdeles godt Indblik i de Theorier, hvorpaa Planteernæringen hviler og muligvis i Fremtiden vil komme til at hvile, af Prof. Drechsler i Göttingen*), og vi skulle derfor meddele de Hovedtræk af hans Afhandling, der belyse disse Forhold.

Den almindelige Anskuelse af Gjødningens Nødvendighed og Virkning er støttet paa Liebigs Theori: »at de Plantenæringsstoffer, som berøves Jorden ved Afgrøderne, skulle erstattes denne. Enhver Mark indeholder et Maximum af et eller flere og et Minimum af et eller flere Plantenæringsstoffer, og Afgrødens Størrelse staaer i Forhold til dette Minimum. Minimumet af et eller flere Næringsstoffer bestemmer Størrelsen og Varigheden af Afgrøderne. (Liebigs Minimums Lov).« Altsaa at gjøde en Mark, som indeholder et Overskud af Plantenæringsstoffer, strider imod en forstandig Drift.

Disse Sætninger danne det væsentlige Grundlag for den nuværende Gjødningstheori. Men den Fordring, at erstatte de bortførte Næringsstoffer, maa ikke forstaaes saaledes, at Gjødningsstoffernes Mængde i hvert Tilfælde skal maales efter den Mængde af Næringsstoffer, som de tidligere Afgrøder have berøvet Jorden, men maa derimod betragtes som et Princip for Landbruget i det Hele taget. Regelen for den praktiske Gjødskning, for Gjødskningen af den enkelte Mark, er given, bortset fra Gjødningens fysiske og indirekte Virkning, af følgende Sætning af Minimums Loven: »Gjødskningen skal rette sig efter det Behov af Plantenæringsstoffer, som de Afgrøder have, der skulle dyrkes efter Gjødskningen, dog saaledes, at der tages Hensyn til Jordens disponible Næringsstofindhold.« Venter man f. Ex. at høste 400 Centner Sukkerroer pr. Td.

*) Journal für Landwirthschaft, Heft 2. 1884.

Land, saa behøver denne Afgrøde, bortset fra de andre Plantenæringsstoffer, 90 Pd. Kvælstof, 150 Pd. Kali og 36 Pd. Fosforsyre. Disse Mængder maa altsaa i det mindste være tilstede i Jorden i en for Planterne optagelig Form; er dette ikke Tilfældet, maa man komplettere Jordens Forraad ved Gjødningsstoffer. Var Kali tilstede i Overskud i Jorden i Forhold til Kvælstof og Fosforsyre, maatte man altsaa tilføje de tvende sidste ved Gjødskning. Men for at følge denne Regel, maa man for det første kjende de Mængder af Plantenæringsstoffer, som Afgrøderne bortføre fra Jorden, og for det andet de Mængder af disponible Plantenæringsstoffer, der findes i Jorden. De første er det let at komme paa det rene med, da man ved Hjælp af Analysetabeller over Afgrødernes S sammensætning let kan beregne disses Indhold af de forskellige Plantenæringsstoffer; men det andet Spørgsmaal, hvor meget Jorden indeholder af disponibel Plantenæring, er det paa Videnskabens nuværende Standpunkt umuligt at bestemme. I Praxis beroer af den Grund den Dag i Dag Gjødskningen paa den praktiske Erfaring. Naar Anvendelsen af et enkelt Gjødningsstof paa Jorden har en Forøgelse af Afgrøden til Følge, saa antager man, at Jorden har indeholdt et for ringe Indhold af dette Plante-næringsstof i disponibel Form. Bliver derimod det anvendte Gjødningsstof uden Virkning, f. Expl. Kali til Roer, saa antager man, at der er et Overskud tilstede i Jorden af dette Stof.

Saadanne Slutninger, der ere grundede paa Liebig's Theori, have hidintil dog nærmest været Formodninger; thi selv de talrige anstillede Gjødningsforsøg have ikke kunnet give nogen Forklaring herover. Med den ovennævnte Gjødningstheori staaer imidlertid en Række Kjendsgjerninger i Modstrid. Disse Kjendsgjerninger ere vundne ad Erfaringens Vej, dels gjennem den udstrakte Anvendelse af kunstig Gjødning, dels ved videnskabelige Forskninger, og ved disse kan man ikke undertrykke en vis

Tvivl mod Rigtigheden af den ovennævnte Theori. Her skal nævnes et Par Exempler.

Gjødskningen til Sukkerroer bestaaer i Praxis (hvor man ikke anvender Staldgjødning) af Kvælstof og Fosforsyre — den sidste i størst Mængde; Ingen benytter Kali i større Mængde, fordi det hyppig har viist sig uden Virkning, endskjøndt en god Sukkerroe Afgrøde kun bortfører 36 Pd. Fosforsyre imod 150 Pd. Kali. Kan man nu antage, at i alle Tilfælde, ogsaa dér hvor Jordens Kalimængde i mange Aar er bleven betydelig formindsket, medens Kvælstof- og Fosforsyremængden er bleven forøget, at Kali dér skulde findes i Overskud og Kvælstof og Fosforsyre i Undermaal (Minimum)? Denne Anskuelse vilde tillige modsige de Erfaringer, at paa den samme Jord, paa hvilken en Kaligjødning er uden Virkning til Roer, vil samme Kaligjødning derimod forøge Udbyttet af andre Afgrøder.

Dyrker man paa samme Jordbund Havre ved Siden af Lupiner — og gjøder begge ens med Fosforsyre og Kvælstof, saa bevirke disse Gjødninger (med faa Undtagelser paa visse Jordbunds- og under visse Vejrforhold) en regelmæssig Forøgelse af Havreafgrøden, men de blive uden Virkning paa Lupinafgrøden. Vil man nu forklare disse Gjødningstoffers Virkning paa Havren derved, at disse Stoffer have været tilstede i Minimum i Jorden, saa kan man ikke forstaa, hvorfor den samme Gjødning ikke har forøget Lupinafgrøden, da denne tilmed behøver mere Kvælstof end Havren. Gjøder man Kornsorterne eller Kartofler alene med Fosforsyre, viser denue liden eller ingen Virkning; giver man derimod et Tilskud af Kvælstof, hidfører dette næsten uden Undtagelse en Forøgelse af Afgrøden; dette er ogsaa Tilfældet, naar vedkommende Jordbund beviselig er rig paa Kvælstof. Man kan altsaa ikke slutte, at fordi en Jordbund er rig paa Kvælstof, er en Anvendelse af Kvælstofgjødning overflødig!

Den kemiske Analyse har viist, at der i alle dyrkede Jorder findes betydelige Mængder af Plantenæring; saa-

ledes er Mængden af Plantenæring forbausende stor i rige Lerjorder, men selv fattige Sandjorder indeholde i ringe Dybde flere Tusinde Pund Kali, Kvælstof og Fosforsyre. Disse Stofmængder, som Analysen har paavist, ere vel opløselige i fortyndede Syrer, men man kan heraf dog ikke slutte, hvor meget der er tilgængeligt for Planterne. Naar man imidlertid betænker, hvorledes Kulturplanternes Rødder gennemvoxe Jordbunden og ved at udnytte dennes Mineralbestanddele udvise et stort Maal af Kraft og en stor Optageevne, og hvorledes de fine Rødder til betydelig Dybde gennemtrænge Jordbunden og klæbe sig til Jordbestanddelene, kan man ikke undlade at antage, at Planterne maa være i Stand til at optage større Mængder af Næringsstoffer af Jordens Forraad. I Forhold til dette Næringsstofindhold er det Kvantum af Næringsstoffer, som tilføres Jorden i Gjødningen, meget ubetydeligt. Naar vi nu tilfoje f. Expl. 50 Pd. Fosforsyre pr. Td. Land til en Jordbund, som sandsynligvis indeholder flere Tusinde Pund, der ere tilgængelige for Planterne, og alligevel se en Virkning heraf paa Afgrøden, kan man da antage, at dette er Tilfældet, fordi Jorden indeholder mindre Fosforsyre end Kali og Kvælstof, trods det, at Jorden indeholder saa megen Fosforsyre, som vilde være tilstrækkeligt for en hel Række af Afgrøder? Kunne de 50 Pd. Fosforsyre, som man føjer til de Tusinde eller to Tusinde Pund i Jorden, bevirke, at man nu faaer en normal Afgrøde, medens dette ikke vilde være Tilfældet ved Jordens Forraad alene?

Man har søgt at forklare de anførte Kjendsgjæringer, der staa i Modstrid med den ovennævnte Gjødningstheori, ved f. Expl., at Kvælstofgjødningen ikke virker til Lupiner, fordi det maatte antages, at Lupinbladene skulde være i Stand til at kunne optage Kvælstof af Luften, og at Fosforsyregjødningen ikke virkede til Lupinerne, fordi disses Rødder kun kunde optage Fosforsyren af en fortyndet Opløsning. Disse og flere lignende Forklaringer bero dog paa ikke beviste Antagelser, eller de ere gjorte tvivlsomme ved andre Iagttagelser eller staa i Modstrid med selve

Liebigs Gjødnings teori, efter hvilken alle Planters Rødder skulle have ens Evne til at optage Næringsstoffer. Aarsagen maa søges i det modsatte Forhold, og dette er: at de forskellige Kulturplanter have ulige Evne til at optage Næringsstofferne af Jorden. Hvorledes man forestiller sig den ulige Evne hos de forskellige Planter til at optage Næringsstofferne af Jordbunden, derpaa giver Prof. Drechsler følgende Expl. En leret Sandjord indeholder en rigelig Mængde af alle Næringsstoffer undtagen Fosforsyre. Den halve Mark bliver gjødet med 50 Pd. Fosforsyre, den anden Halvdel forbliver ugjødet. I den ene Halvdel af den gjødede Mark bliver der saet Havre, i den anden Lupiner; det samme er Tilfældet med den ugjødede Del. Fosforsyregjødningen virker paa Havren, ikke paa Lupinerne. At Fosforsyren ikke virker paa Lupinerne, synes let forklarligt, naar man betænker den ringe Forøgelse i Jordens Forforsyreforraad, som Gjødningstilskudet giver. Da de tilførte 50 Pd. Fosforsyre ikke ere ligelig fordelte igjennem hele det øverste Jordlag, men særlig fordelte i Overfladen, saa ligger det nær at tænke sig, at Lupinen ikke kan tilegne sig den bundne eller koncentrerede Fosforsyregjødning, men tager den andetsteds fra. — I alt Fald maa man antage, at Lupinerne ikke optage Fosforsyren fra Gjødningen, men fra Jordens Forraad; men dette forudsætter tillige, at Havren med Fordel har optaget Fosforsyren af Gjødningen, muligvis fordi Havren allerede i sin første Udviklingsperiode optager i Jordens Overflade den koncentrerede Fosforsyre og som Følge heraf, ved tillige at optage andre Næringsstoffer, opnaaer en yppig Væxt, der ikke alene skaber et stærkt Rodnæt i det gjødskede, men ogsaa i de dybere Jordlag.

Man kommer herved til den Slutning, at den ene Plante væsentlig optager sine Næringsstoffer af Jordens Forraad, den anden væsentlig af Gjødningsstofferne. At konstatere saadanne Forskeligheder i Planternes Ernæringsproces kan kun ske ved plante-fysiologiske Forsøg, men disse ere allerede anstillede af Prof.

Wagner i Darmstadt. Efter hans Forsøg maa Kulturplanterne i første Linie gjødes med de Næringsstoffer, som de paa Grund af deres Ejendommeligheder relativt vanskeligst kunne tilegne sig. Wagner fandt f. Expl., at Ærter vanskelig kunne optage Kvælstof af Gjødningen, men at de maa hente det fra Jordens eget Kvælstofforraad. En Gjødskning med Kvælstofforbindelser til Ærter vil altsaa vise sig virkningsløs, endskjøndt Ærter ere en meget kvælstofrig Plante. Byg derimod har viist den Egenskab at kunne dække sit Kvælstofbehov igjennem Gjødning, saaledes at Jordens Forraad heraf først kommer i Betragtning i anden Linie. Planterne skulde som Følge heraf have Evne til at optage enkelte af deres Næringsstoffer fortrinsvis fra selve Gjødningsstofferne og andre fortrinsvis fra selve Jordens Forraad.

Forraadsnæringsstofferne i Jorden blive som Følge heraf, paa Grund af deres særegne Forbindelser, Opløselighed, Fordeling en særegen Gruppe af Næringsstoffer, der kommer til at spille en anden Rolle over for Planternes Ernæring end selve Gjødningsstofferne. Man faaer derfor sondre imellem disse tvende og kalde den ene Forraadsnæringsstofferne og den anden Gjødningsnæringsstofferne. Man faaer paa Grund deraf tvende Opgaver at løse ved Gjødskningen, nemlig at forøge Forraadsnæringsstofferne — altsaa direkte at gjøde Jorden — og forøge Gjødningsnæringsstofferne altsaa at gjøde Planterne. Gjødskningen af Jorden, hvorved man søger at forøge Forraadsstofferne, vil da særlig ske ved Mærgling, Kompost og Staldgjødning og overhovedet ved enhver Tilførsel af Gjødningsstoffer, naar der gives disse den fornødne Tid til at kunne undergaa de Forandringer i Jorden, hvorved de blive omdannede til samme Forbindelsesform som Jordens egne Forraadsstoffer. Gjødskningen af Planterne derimod har ikke den Hovedopgave at forøge Jordens Frugtbarhed — dens Forraadsstoffer — men at forøge selve Afgrøden —, det vil altsaa sige, direkte at tilføre Planterne visse Næringsstoffer. — den maa altsaa rette sig efter Planternes Evne til at kunne

optage Næringsstofferne uden Hensyn til Jordens Forraad. Hertil vil den kunstige Gjødning særlig finde Anvendelse.

Gjødningens direkte Virkning er altsaa ikke afhængig af Jordens Mangel paa disse Stoffer, da alle dyrkede Jorder jo maa antages at indeholde store Mængder af Plante-næringsstoffer, (paavist ved Analysen), men begrundes i, at Planterne lettere kunne tilegne sig Næringsstofferne af Gjødningen end af Jordens Forraadsstoffer. Naar altsaa Kvælstof- og Fosforsyregjødningen virker paa en Rodfrugts-afgrøde, saa har dette ikke sin Grund i, at Jordens Forraad af Fosforsyre og Kvælstof herved kvantitativt forøges, men i, at Roerne direkte kunne udnytte Gjødningsstofferne. En Forøgelse i Roeafgrøden vilde i dette Tilfælde finde Sted, hvad enten Jordens Forraad var stort eller lille af de nævnte tvende Stoffer. Endskjøndt Roerne ere kalirige, saa kan man ikke ved Anvendelsen af Kaligjødning naa en større Afgrøde, naar Jordens eget Forraad af Kali er ringe, fordi Roerne ikke optage deres Kali direkte af Gjødningen, men af Jordens eget Kaliforraad. Heraf følger, at man ikke kan slutte, at Jorden skulde indeholde et Overskud af Kali, fordi man ikke sporede Virkningen af en Kaligjødning til Roer. Kaligjødningen maa først, ved en Række kemiske Omdannelser i Tidernes Løb, gaa over til at antage samme Karakter som de disponible Kaliforbindelser i Jordens Forraad, forinden den kan optages af Roerne. Men heraf fremgaaer det, at det vedblivende er nødvendigt at anvende Kaligjødning til Afgrøder, der berøve Jorden Kali, for at Jordens eget Forraad af Kali ikke skal blive for stærkt formindsket, og at det skal anvendes nogen Tid i Forvejen, da det kræver Tid, forinden Kalien kan omdannes til Jordens Forraadsstoffer.

Til Slutningen kommer altsaa den nye Gjødnings-theori til at lyde saaledes:

Forraadsnæringsstofferne (i Jorden) og Gjødnings-næringsstofferne ere to forskellige Stofgrupper; de ere forskellige baade med Hensyn til Forbindelsesform, Opløselig-

hed, Fordeling i Jorden og deres Virkning paa Planterne og maa af den Grund holdes ude fra hinanden.

Planternes Evne til at optage de Næringsstoffer, som de behøve af Gjødningen, er forskjellig for hver Planteart og kan formodentlig før et enkelt Næringsstofs Vedkommende vexle for samme Planteart, alt efter Gjødningens Form og Jordens Beskaffenhed.

Gjødskningens Opgave er altsaa en dobbelt.

A. At søge at ophæve ethvert absolut eller relativt Næringsstofminimum i Jorden ved at tilføje en rigelig Mængde af det manglende Næringsstof. Man kalder denne Gjødskning Forraadsgjødskningen, fordi man søger at forøge Jordens Forraad af Plantenæring; det er altsaa en Gjødskning af Jorden.

B. At søge direkte at tilføre Planterne visse Næringsstoffer ved at tilføre dem disse i en saadan Form, at Planterne kunne optage dem. Dette skeer ved en løbende Gjødning, hvilken i første Linie er en Gjødskning af Planterne.

Med denne Theori træde Gjødningens forsøgene ind i et nyt Stadium. Det er ikke som før et Spørgsmaal til Jorden, men nærmest et Spørgsmaal til Planterne. Man maa derfor først søge at komme til Kundskab om, for hver enkelt Plantearts Vedkommende, hvilke Næringsstoffer og i hvilken Forbindelse de ere i Stand til at optage dem af Gjødningen. Naar dette Spørgsmaal er besvaret, saa slutter der sig hertil som et andet Spørgsmaal: Hvilken Indflydelse har Jordbunden og Vejrliget paa denne Ejendommelighed hos Planten? og derefter som et tredje Spørgsmaal: Hvilke Gjødningensstoffer og Gjødningensmængder anvendes fordelagtigst paa de forskjellige Jorder?

Det første Spørgsmaal kan kun besvares ad plante-fysiologisk Vej, ved Kulturforsøg, som maa anstilles med videnskabelig Nøjagtighed, de tvende sidste maa tilligemed de plantefysiologiske Kulturforsøg prøves ved Gjødningensforsøg i Marken.

Det er tidligere nævnt, at Prof. Wagner i Darmstadt har anstillet Undersøgelser over de forskjellige Kulturplanters Evne til at optage Næringstofferne og saaledes søgt at kaste Lys over det første af de ovennævnte Spørgsmaal. Da disse Undersøgelser ere af stor Betydning og supplere Drechslers Theori, og da tilmed Wagner og Drechsler arbejde sammen for at klare disse Spørgsmaal, saa skulle vi her i Korthed meddele Resultaterne af de vigtigste Undersøgelser, som Wagner til Dato har bragt frem.

Wagners agrikulturkemiske Gjødningsforsøg gaa ud paa at anstille Gjødningsforsøg med videnskabelig Nøjagtighed. Han stiller sig den Opgave at beherske alle de Faktorer, der have Indflydelse paa Planteproduktionen, og herved stille alle sine Forsøg under ens Forhold. Dette kan kun ske ved Forsøg i det Smaa, men de Resultater, han opnaaer, og som altsaa synes at være rent videnskabelige, blive da Grundlaget for andre Forsøg, anstillede i det Større. At de Resultater, der vindes ad denne Vej, maa faa Betydning, vil være indlysende; thi man faaer her at vide Gjødningsstoffernes sande Virkning paa Kulturplanterne, da alle de forstyrrende Indflydelser ere udelukkede, medens de Resultater, der vindes i det Store, i de alm. rationelle Gjødningsforsøg i Marken, ere paavirkede af mange forstyrrende Forhold, som Forsøgslederen ikke kan beherske eller fjerne, og hvis Indflydelse han knap kan overskue. Man kunde indvende, at saadanne smaa Forsøg, hvor Planterne voxe paa et Areal af faa Kvadratalen eller mindre, ikke kunne have Betydning for Landbruget i Almindelighed, hvor alt skeer i det Store, men man maa da bringe i Erindring den store Betydning, som de smaa plantefysiologiske Forsøg, der bestemte, hvilke Stoffer der vare Plantenæringsstoffer, havde paa hele Landbruget; ligesaa maa det nu blive saadanne Forsøg, der sige os, hvilke Forbindelser af Plantenæringsstofferne der ere de heldigste ved Kulturplanternes Ernæring. Det ligger her nær at anvende selve Jordbunden ved Forsøget i Stedet for Vandkulturer, da Forsøgene herved saa at sige føres

et Skridt videre frem mod deres Maal — Udførelsen i Praxis.

Wagners Princip ved sine Forsøg er:

1) At alle de Faktorer, der udøve Indflydelse paa Planternes Udvikling, saaledes: Jordbundens Beskaffenhed, Indhold af Næringsstoffer, Fugtighed, Gjødningens Forde-ling, Saakornets Størrelse, Planternes Afstand o. m. a., ved alle Forsøg maa være ens. Uregelmæssigheder i Forholdene imellem de enkelte Faktorer udjævnes ved et passende Antal Parallelforsøg.

2) At samtlige Produktionsfaktorer med Undtagelse af den, hvis Værdi skal prøves, maa fra Forsøgenes Begyndelse og under hele Forsøgstiden være tilstede i relativt Overskud.

Det er særlig Reguleringen af Jordens Vandmængde, der er af den største Vigtighed, thi uden at regulere denne er det umuligt at faa Svar paa Virkningerne af de forskellige Gjødningsstoffer i de forskellige Former, hvorunder de anvendes, og overhovedet paa dens Virkning i Almindelighed. Det vilde saaledes være umuligt under Forsøgene at sige, hvilke af de tvende Faktorer: Vandet eller Gjødningsstoffet der er den egentlige virkende; thi under Planternes første Udvikling, ved passende Vandmængde i Jorden, vil Gjødningen vise en heldig Virkning, men senere, ved Planternes stærkere Udvikling og deraf følgende større Vandforbrug, vil Vandmængden i Jorden — saafremt denne ikke fornyes — formindskes og som Følge heraf ophæve Gjødningens Virkning. Om det er Vandmængden eller Gjødningen, der i saa Tilfælde betinger Afgrødens Størrelse, vil altsaa ikke kunne bestemmes ved saadanne Forsøg, og det er væsentlig én af Grundene, hvorfor de praktiske Gjødningsforsøg i Marken give saa modstridende Resultater.

Wagner anfører et Exempel: Han fandt ved sine agrikulturkemiske Gjødningsforsøg, ved hvilke Jordens Fugtighed blev reguleret, at med en stigende Anvendelse af Fosforsyre fandt der en tilsvarende konstant Stigning Sted

i Afgrøden. Drechsler, der fører Wagners Resultater ud i Praxis ved at anstille exakte Gjødningsforsøg i Marken (ved hvilke altsaa Fugtigheden ikke bliver reguleret), fandt ved sine Forsøg herover vel, at Afgrødens Merudbytte steg med den forøgede Fosforsyregjødning, men i et aftagende Forhold. Disse tvende uoverensstemmende Resultater bleve nu nøje prøvede af begge i Forening, og de fandt, at naar Jordens Vandmængde bestandig er tilstede i relativt Overskud, stiger Afgrøden i ligeligt Forhold med Mængden af den anvendte Fosforsyregjødning; men synker Jordens Vandmængde under Vegetationstiden ned under det Normale, saa tiltager Merudbyttet i aftagende Forhold med den anvendte Gjødningsmængde.

Herved er Uoverensstemmelsen imellem det agrikulturkjemiske og landøkonomiske Forsøg hævet.

Landmandens praktiske Gjødningsforsøg have kun den Opgave at undersøge, med Hensyn til Jordbunden og til Klimaet, den kunstige Gjødnings Rentabilitet. Den exakte Forsknings Opgave er ikke at bestemme dette, men derimod Gjødningens plantefysiologiske Virkning paa en bestemt Maade og under visse bestemte Forhold, for, naar dette er gjort, da at overlade til Landmanden, der af den praktiske Erfaring kjender sin Jordbund, at udnytte de vundne Resultater. Foruden dette Grundlag, foruden Kjendskaben til Gjødningsstoffernes sande, plantefysiologiske Virkninger, vil selve Anvendelsen af Gjødningsstofferne blive famlende, ligesom i sin Tid Valget af Plantenæringsstofferne var det, forinden Plantefysiologien udpegede disse.

Vi skulle i det Efterfølgende i Korthed anføre de vigtigste Resultater, Wagner er kommen til ved sine Forsøg, men Fremstillingen vil paa Grund af hans Afhandlings store Omfang blive noget fragmentarisk.

Virkningen af Kvælstof- og Kaligjødning paa Kartoffler.

En Kaligjødning svarende til 120 Pd. Kali pr. Td. Land viste sig at være virkningsløs saavel paa hele Udbyttet som

paa Stivelseindholdet af Kartofler, endskjøndt Jorden var en let Sandjord, der kun indeholdt lidt Kali ($0,08$ pCt.); og trods det, at Jorden havde faaet 90 Pd. opl. Fosforsyre og 20 Pd. opl. Kvælstof pr. Td. Land. Selv efter at Jorden i to Aar havde givet en god Kartoffelhøst med et større Tilskud af Fosforsyre og Kvælstof, saa virkede i det tredie Aar en Gjødning af 100 Pd. Kali, som blev given sammen med 30 Pd. Kvælstof og 85 Pd. Fosforsyre, ikke til at forøge Kartoffeludbyttet eller dettes Stivsemængde. Ammoniaksalte udøve en uheldig Virkning paa Kartofler, de fremkalde en sygelig gulgrøn Farve af Bladene og hæmme Vegetationen. Under Forhold, under hvilke Ammoniakkens Omdannelse til Salpetersyre i Jorden var hæmmet, gav et Tilskud af 40 Pd. Kvælstof i Form af Ammoniaksalte intet Merudbytte, medens et Tilskud af Chilisalpeter (Salpetersyre) under samme Forhold gav 28% Merudbytte (i Forhold til ugjødet Jord).

Fosforsyregjødningens Indflydelse paa Afgroderne.

Den Tilstandsform, Forbindelsesform, hvori Fosforsyregjødningen gives, har ingen Indflydelse paa Afgrodens Procentindhold af Fosforsyre.

Naar Afgroden høstes i Blomstringsperioden, saa indeholder den en Fosforsyremængde, der staaer i Forhold til Mængden af den anvendte Fosforsyregjødning.

Med en stigende Mængde af Fosforsyregjødning formindskes Kornets Indhold, men Straaets Indhold af Fosforsyre (og Æggevide) forøges.

Udelukkende Anvendelse af Chilisalpeter og Kaligjødning bevirker det relativt højeste Fosforsyreindhold i Ærter og det relativt mindste i Halmen. Et Tilskud af Fosforsyre formindsker Kornenes Indhold af Fosforsyre, men forøger Straaets. Chilisalpeter og Kaligjødning alene bevirke vel en betydelig større Fosforsyreoptagning hos Planterne, men den Fosforsyremængde, der bliver tilført Planterne paa Grund af disse Gjødningssaltes Tilstedeværelse,

bevirker intet eller kun et meget lille Merudbytte i Sammenligning med den Fosforsyremængde, der optages af en opløselig Forforsyregjødning.

Forforsyregjødningen sætter Planterne i Stand til, under deres første Udvikling, at optage en rigelig Mængde Fosforsyre; den yder Planterne Fosforsyre i rette Tid, medens de Planter, der ikke faa Fosforsyregjødning, allerede fra deres første Udvikling, lide Mangel herpaa. Naar det lykkes ved Chilispeter og Kaligjødning at opløseliggjøre Fosforsyren for Planterne af selve Jordens Forraad og frigjøre saa meget, som Planterne behøve, saa nytter denne Fosforsyre dog ikke saaledes som den, der tilføres ved Gjødningen og i rette Tid. Dette lærer, at det er af den største Vigtighed at yde Plantenæringsstofferne i rigelig Mængde og i deres første Udviklingsperiode. Vi saa jo, at Plantemassen, høstet i sin Blomstringsperiode, indeholdt en Fosfyremængde, der stod i Forhold til Mængden af den anvendte Fosforsyregjødning. Heraf fremgaaer det, at Chilispeterets og Kaliets opløsende Virkning paa Næringsstofferne i Jorden ikke have den Betydning for Planternes Ernæring, som man tidligere har troet.

Chilispeter og Kaligjødning kunne faa Planterne til at optage mere Fosforsyre uden dog at give et større Merudbytte (i Forhold til en ugjødet Jord); dette har ikke været Tilfældet, naar der er givet Fosforsyregjødning ved Siden af; thi saa forøges Afrøden, den giver et langt større Merudbytte. De ovennævnte Gjødningssalte alene opløse under hele Vegetationstiden Forforsyre af Jorden og tilføre Planterne den, lige til at disse have naaet deres Maximalvæxt. De med Fosforsyre gjødede Planter have allerede i deres første Vegetationsperiode optaget saa megen Fosforsyre, at de ere blevne rige herpaa, og de optage som Følge heraf, da de egentlig allerede have optaget den Fosforsyre, de behøve, næsten ingen eller meget lidt Fosforsyre i den øvrige Vegetationsperiode, endskjøndt der staaer en rigelig Mængde til deres Raadighed. Men det er tillige værd at bemærke, at de Planter, der ere gjødede med Fosforsyre, Kali og Kvælstof, ikke indeholde mere Fosfor-

syre end de Planter, som kun ere gjødede med Kali og Kvælstof alene. De første have givet et Merudbytte af 37 pCt. (i Forhold til ugjødet Jord), de sidste 13 pCt. Det er indlysende, at de sidste maa have optaget en Del Fosfyre, som ikke har spillet nogen Rolle ved Dannelsen af Plantemassen, altsaa som Luxus. Altsaa naar man gjøder med Salpeter, faaer man Planterne til at optage Forfosyremængder, som ikke forøge deres Masse og Væxt, og man berøver herved altsaa Jorden paa en unyttig Maade Fosforsyre.

Paa Sandjorder og i meget tørre Sommere viste udelukkende Fosforsyregjødning en skadelig Virkning paa Kartofler og Havre, men en samtidig Anvendelse af Chilisalpeter ophævede denne. Overvejende Fosforsyregjødning fremmer ikke Planternes Vegetationsproces, den synes snarere at bevirke en langsommere Bevægelse af Plante-næringsstofferne i Planterne; ligeledes har den større Fosforsyregjødning særlig Indflydelse paa Frugtdannelsen. Overalt, hvor den normale Frugtdannelse ikke kan finde Sted af Mangel paa Fosforsyre, og hvor altsaa Straadannelsen har faaet Overvægten, der vil vel en Fosforsyregjødning ensidig forøge Korndannelsen, men kun saa vidt, til det normale Forhold imellem Korn og Straa er tilvejebragt.

Her skal anføres en Tabel over Wagners Forsøg over Ærter og Bygs Evne til at udnytte Gjødningstoffer i Perioden indtil deres Blomstring.

Gjødning pr. Td. Land	Udbyttet fra ugjødet Jord sat = 100.	
	Ærter	Byg
1. Ugjødet.....	100.	100.
2. 40 Pd. Kvælstof.....	104.	113.
3. 80 Pd. Kali.....	100.	107.
4. 100 Pd. Fosforsyre.....	126.	113.
5. { 40 Pd. Kvælstof..... } { 100 Pd. Fosforsyre..... }	132.	146.
6. { 40 Pd. Kvælstof..... } { 80 Pd. Kali..... }	102.	121.
7. { 80 Pd. Kali..... } { 100 Pd. Fosforsyre..... }	147.	126.
8. { 80 Pd. Kali..... } { 100 Pd. Fosforsyre..... } { 40 Pd. Kvælstof..... }	151.	181.

Heraf fremgaaer det:

- 1) At Kvælstofgødning ikke har nogen videre Virkning paa Ærter, men derimod paa Byg.
- 2) At Kali alene eller i Forbindelse med Kvælstof heller ikke har nogen Virkning paa Ærter, men at dette derimod er Tilfældet med Kali og Fosforsyre i Forening.
- 3) Fosforsyre alene har virket heldig til Ærter, men endnu heldigere, naar der er givet Kali ved Siden af. Til Byg har det samme været Tilfældet, men Virkningen er endnu bleven større, naar der tillige er givet Kvælstof.

Heraf fremgaaer det, at ikke alle Planter kunne optage Næringsstofferne af de kunstige Gjødningsstoffer, men at de tillige maa optage visse af Jordens eget Forraad. En Kvælstofgødning er uden Virkning til Ærter, men viser derimod en heldig Virkning paa Byg, trods det, at Ærterne optage 3 Gange saa meget Kvælstof af Jorden som Byg. Men Ærter have selv Evne til i større Udstrækning at tilægne sig Kvælstoffet af Jordens eget Kvælstofforraad end Bygget. Dette sees tydeligst af Forsøg 7, hvor der kun blev gjødet med Kali og Fosforsyre, og hvor Merudbyttet af Ærter steg til 47 %.

Et Tilskud af Kvælstof (Forsøg 8) gav intet videre Merudbytte.

Heraf fremgaaer det, at Ærter hente deres Kvælstof fra Jordens eget Forraad, og at en Anvendelse af Kvælstofgødning (Ammoniaksalte eller Chilisalpetær) ikke har nogen Indflydelse.

Aarsagen til, at Ærter optage 3 Gange saa meget Kvælstof af den samme Jordbund som Byg, maa for det Første søges i, at Ærter efter deres Natur have en større Kvælstofmængde behov, og for det Andet, at de have en større Evne til at kunne tilegne sig dette. Men Behovet alene er ikke tilstrækkeligt. Byg, der var gjødet med Kali og Fosforsyre, fik et betydelig forøget Behov for Kvælstof, men dette alene nyttede det ikke meget; det var ikke nok

til for Planterødderne at optage den tilsvarende Kvælstofmængde af Jorden; først ved et Tilskud af Chilisalpeter, der koncentrerede Jordens Opløsning af Kvælstofnæring, bleve Planterødderne i Stand til at optage den Kvælstofmængde, som Planterne havde behov paa Grund af den forøgede Kali- og Fosforsyregjødning. Vi finde heri en Bekræftelse af, hvad der blev fremsat ved Resultaterne af Drænvandsundersøgelserne, hvoraf det fremgik, at det var nødvendigt for at hindre et Tab af Salpetersyre i Jorden, da at give rigeligt Kali og Fosforsyre, da Planterne, for at optage en større Mængde Kvælstof, behøvede de tvende ovennævnte Stoffer i rigelig Mængde.

Af Wagners smukke Forsøg fremgaa følgende Resultater:

I første Linie maa Kulturplanterne gjødes med de Næringsstoffer, som de paa Grund af deres Ejendommelighed relativt vanskelig kunne tilegne sig af Jordens Forraad.

(For Ærter og Vikker og maaske de fleste Bælgplanter ere f. Ex. Kali og Fosforsyre saadanne Stoffer, som maa tilføres.)

Naar det nu er fastslaaet, at Kulturplanterne have forskjellig Evne til at optage de forskjellige Næringsstoffer af Jorden, saa ligger det nær at antage, at Planterne have Evne til lettest at tilegne sig de Næringsstoffer af Jorden, som de indeholde mest af. Vi se jo overalt i Naturen, at et relativt større Behov altid er forenet med en større Evne til at tilfredsstille dette Behov.

Kløver, Ærter og Vikker have efter dette den største Evne til at tilegne sig Kvælstof fra Jordens Forraad, Kartofler og Roer derimod Kali. Heraf følger, at de førstnævnte ikke i første Linie bør gjødes med Kvælstof, men fortrinsvis med Kali og Fosforsyre; Kartofler og Roer langt sjældnere med Kali, men derimod i første Linie med Kvælstof, i anden Linie maaske med Fosforsyre. Dette er vel en Hypothese, men den kan dog maaske tjene til at betegne den Retning, i hvilken Forskningerne med Fordel kunne føres hen.

Denne Theori er altsaa ganske modsat den, som almindelig har hersket, og ved hvilken man antog, at man skulde gjøde med de Stoffer, Afgrøderne indeholdt relativt mest af. Det fremgaaer derfor af Wagners Theori, støttet paa hans talrige og omhyggelige plantefysiologiske Forsøg, at ved den almindelige løbende Gjødning, særlig altsaa den kunstige Gjødning, skulle vi tilføre Planterne i første Linie de Stoffer, de indeholde relativt mindst af, da disse Stoffer vanskelig tilegnes af Jordens eget Forraad; men hermed er det dog ikke sagt, at vi aldeles skulle undlade at tilføre Jorden de Stoffer, som Planterne indeholde mest af, og som de altsaa optage af Jordens eget Forraad. Nej, vi blive nødsagede til, som det er nævnt i Drechslers nye Gjødningstheori, at søge fra Tid til anden at vedligeholde Jordens Forraad af Plantenæringsstoffer og altsaa foruden at at gjøde direkte til Planterne tillige at gjøde til Jordbunden.

Idet her nu er meddelt de nye Theorier for Anvendelse af de kunstige Gjødningsstoffer, og idet vi have seet, at disse Theorier ere hentede dels fra omhyggelig udførte Gjødningforsøg i Marken og dels fra plantefysiologiske Forsøg, saa ligger det nær at undersøge, hvorvidt Resultater hentede fra andre planmæssige Gjødningforsøg stemme overens med de nye Theorier.

Der har i en lang Aarrække været anstillet Gjødningforsøg med forskjellig Slags Gjødning til forskjellige Afgrøder paa Landbohøjskolen; disse Forsøg have været anstillede med stor Omhyggelighed. Hvis der overhovedet kan udtrages Resultater af Gjødningforsøg, anstillede i en lang Periode, saa maa disse kunne give saadanne. Kun maa vi ved disse Forsøg bemærke, at den store Mængde disponibel Plantenæring, Jordbunden fra Forsøgenes Begyndelse har indeholdt, under visse Forhold har virket forstyrrende ved Iagttagelsen af de kunstige Gjødningsstoffers Virkning. Paa Grund heraf har jeg valgt Gjennemsnitstallet af de sidste 12 Aar som Grundlag for mine Sammenligninger, i

Stedet for at tage den hele Forsøgsrække, der omfatter 20 Aar. Men dette har ogsaa andre Grunde, idet nemlig den svovlsure Ammoniak, som blev anvendt de første fire Aar, indeholdt meget Svovleyan, der kan virke som en Gift for Planterne, og Aaret 1868 paa Grund af sin Tørke aldeles ophævede de kunstige Gjødningsstoffers Virkninger. De bedste og nøjagtigste Resultater ere derfor fra de sidste 12 Aar. Det træffer sig saa heldigt, at Gjødningsforsøgene netop ere anstillede til et Vexelbrug, der indeholder Byg, Bønner og Roer, og paa hvilke vi altsaa direkte kunne undersøge de nye Theories Værdi, da disse netop støtte sig til disse Kulturplanter.

Vi maa dog, forinden vi fremdrage Hovedresultaterne, bemærke, at der er anvendt Ammoniakgjødning og ikke Chilialpeter, men at man maa antage, at Omdannelsen af Ammoniakken til Salpetersyre let har fundet Sted i den fugtige Lerjord. Det er ogsaa værd at erindre, at Ammoniakgjødningen ikke maa antages at kunne gaa over og danne Jordens Forraadsstoffer, da den let omdannes til Salpetersyre og som saadan let udvaskes. Derimod maa det antages som sikkert, at Staldgjødningens Kvælstof med Tiden gaaer over i de Forbindelser, der danne Jordens Forraadsstoffer, der da i Tiden berige Jorden med Kvælstof.

Resultaterne ere uddragne af Professor Jørgensens Beretning om Landbohøjskolens Forsøgsmark.

Bygforsøgene.

Resultatet viser, at de Parceller, der fik fosforsur Kalk alene eller Alkalier alene eller begge i Forening, ikke gave synderlig større Udbytte end den ugjødede Parcel, men at de, der fik Ammoniak — og særlig Ammoniak og Fosforsyre, gave et stort Udbytte. Alkalier i Forbindelse med disse forøgede ikke Virkningen. Bygget er altsaa ikke i Stand til at tilfredsstille det forøgede Kvælstofbehov, som skabes ved et Tilskud af Fosforsyre og Kali, af selve Jordbunden (a og b i Forhold til f og g). Det fremgaaer

Bygforsøgene.

Anvendt Gjødning:	Tdr. pr. Td. Land Gjennemsnit af de sidste 12 Aar	
a fosforsur Kalk.....	13 ₁	} 104 % = 100 %
b — Alkalier	13 ₁	
c Alkalier	12 ₆	
d ugjødet.....	12 ₆	
e svovlsurt Ammoniak	16 ₀	126 %
f — fosforsur Kalk	17 ₆	140 %
g — — Alkalier	17 ₃	
h Staldgjødning	17 ₈	

af denne Forsøgsrække, at Byg særlig er i Stand til at optage Kvælstof af Ammoniakgjødning fremfor af Jordens Forraad, endskjøndt dette, som Tilfældet er paa Landbohøjskolens Mark, er rigt paa Kvælstof, og endskjøndt Fosforsyregjødningen fremkalder et større Kvælstofbehov hos Bygget. Resultaterne staa i fuld Samklang med Theorien.

Bønner.

Anvendt Gjødning:	Tdr. pr. Td. Land Gjennemsnit af de sidste 12 Aar	
a fosforsur Kalk	7 ₂	} 141 % 13 ₄ = 100 %
b — Alkalier	12 ₃	
c Alkalier	11 ₇	
d ugjødet.....	8 ₇	
e svovlsur Ammoniak	7 ₄	} 149 %
f — fosforsur Kalk	6 ₁	
g — — Alkalier	12 ₈	
h Staldgjødning	13 ₅	

Ogsaa i dette Tilfælde stemme Resultaterne med Theorien, som lyder, at Bælgplanter ikke optage deres

Kvælstof af de kvælstofholdige Gjødningsalte, men af Jordens Forraad, og at man i første Linie skal gjøde med Kali og Fosforsyre. Fosforsyre alene (a) giver ikke større Udbytte end ugjødnet, derimod vise Alkalier og særlig Alkalier og Fosforsyre i Forening en stor Virkning, Ammoniakgjødning alene (e) eller i Forbindelse med Fosforsyre viser ingen Virkning; derimod stiger Udbyttet meget højt, naar man tilføjer Alkalier (g), hvilket viser, at Ammoniak ingen Indflydelse har ved at gives til Bønner. — Staldgjødningen, der i en lang Aarrække har forøget Jordens Forraad med Kvælstof, som derfor kan benyttes af Bønnerne, viser derfor en stor Virkning. Det forøgede Kvælstofbehov, som er fremkaldt hos Bønnerne ved et Tilskud af Kali og Fosforsyre, kunne disse tilfredsstille af Jordens Forraad.

Roer.

Pd. Roer pr. Td. Land:

Anvendt Gjødning	Gjennemsnit af de sidste 12 Aar 1871—82	Gjennemsnit fra 1863—66	Gjennemsnit fra 1867—70
a fosforsur Kalk	34,513	41,332	27,438
b — Alkalier..	38,481	43,456	30,764
c Alkalier.....	41,488	46,110	33,598
d ugjødnet	39,447 = 100	47,950 = 100	36,632 = 100
e svovlsur Ammoniak	41,034	45,056	33,994
f do. fosforsur Kalk...	43,396. 110%	46,234	35,778
g do. do. Alkalier.	55,573. 140%	48,420. 101%	40,780. 111%
h Staldgjødning	62,771	47,530	39,954

Vi se af Gjennemsnittsudbyttet af de sidste 12 Aar, at Kali, anvendt sammen med Ammoniak og Fosforsyre, har givet et Merudbytte i Forhold til ugjødnet Jord af 40 % (g i Forhold til d), medens Ammoniak og Fosforsyre kun have givet et Merudbytte af 10 % (f i Forhold til d). Forskjellen imellem Kalimængden i Roefgrøderne fra »f« og »g« er omtr. 48 Pd.; denne Mængde har alt-

saa Afgrøden fra Parcel »g« optaget af Kaligjødningen, og ved dette Kalitilskud er der altsaa blevet optaget mere Ammoniak og Fosforsyre af Roerne, hvorved disse have naaet et Merudbytte af 30 % i Forhold til Afgrøden fra den Parcel, der kun fik Ammoniak og Fosforsyre »f«. Jordens disponible Kaliforraad var altsaa blevet for ringe i denne Periode i Forhold til den anvendte Ammoniak og Fosforsyregjødning.

Kali virker altsaa til Roer, men denne Virkning af Kali har man ikke sporet fra Gjødningens-Forsøgenes Begyndelse, hvilket sees af Forsøgsperioden 1863—66, hvor Udbyttet af »d« ugjødnet, og »g« er ens; først i den efterfølgende Periode 1867—70 begyndte Kaligjødningen at virke, thi denne viser nu 11 % Merudbytte i Forening med Ammoniak og Fosforsyre. I de efterfølgende Perioder (de tre Perioder fra 1871—82, hvoraf Gjennemsnitsudbyttet ovenfor er anført) træder Kaligjødningens Virkning endnu stærkere frem, anvendt sammen med Ammoniak og Fosforsyre. Vi have saaledes i de 3 fireaars Perioder henholdsvis et Merudbytte af 41, 34 og 51 % af Parcel »g« i Forhold til ugjødnet Jord, medens Parcel »f«, der kun fik Ammoniak og Fosforsyre, henholdsvis gav 9, 7 og 16 % Merudbytte.

At Kaligjødningens Virkning først viser sig tydeligst længere henne i Forsøget, maa, som nævnt, søges i, at Kaligjødningen skal have Tid til at antage Karakter af Jordens Forraadsstoffer. Medens Kali strax virker til Bønner, skal den derimod have Tid, forinden den kan virke til Roer. Med andre Ord: Den Kaligjødning, der virker sammen med den anvendte Ammoniak og Fosforsyre iaar, er ikke den, som vi have bragt sammen med disse paa Jorden, men derimod den Kaligjødning, som vi for flere Aar siden tilførte Jorden.

Vi se heraf, at de Resultater, der ere indvundne ved disse Gjødningforsøg, ikke staa i Modstrid med de nye Theorier for Gjødningstofferne Virkning, men at de snarere bestyrke dem. Vi ville tillige indse, at disse nye

Theorier forklare os mangt og meget, som var os uforklarligt, saalænge vi alene støttede os til Liebig's Theorier. Men endnu er der meget Arbejde at udføre, forinden vi kunne føre Resultaterne fuldt ud i Praxis. Mange Spørgsmaal af Vigtighed maa først besvares. Der maa undersøges, om den forskjellige Evne til at optage Næringsstofferne er fælles for en hel Plantefamilie, eller om hver Art eller Gruppe har sine Ejendommeligheder. Man maa vide, hvilken Indflydelse Jordbundens Beskaffenhed og Vejrliget have paa denne Optagelsesevne, og tilsidst, hvilke Gjødningsmængder det vil være nødvendigt at anvende for at tilfredsstille Planternes Behov og erholde en lønnende Afgrøde. At besvare disse Spørgsmaal paa en tilfredsstillende Maade vil ikke alene kræve meget videnskabeligt Arbejde, men tillige mange systematiske praktiske Gjødningsforsøg; men de Resultater, som ville vindes herved, og det vil vel ikke vare mange Aar, forinden de foreligge, naar man seer hen til den Ihærdighed, hvormed der arbejdes i den Retning i Tyskland, ville da føre Anvendelsen af de kunstige Gjødningsstoffer ind i et sikkert Spor.

Hertil knyttedes følgende Diskussion:

Professor Jørgensen. Det er altid interessant at se to Forsøgsrækker, der ere foretagne paa saa forskjellig Maade som de af de Herrer Wagner og Drechsler foretagne og Landbohøjskolens, give samstemmende Resultater. Men der er intet Overraskende deri. Ere Forsøg rigtig udførte, maa de komme til samme Resultat, om det end skeer ad forskjellige Veje.

Det viser sig, at den rette Anvendelse af koncentreret Gjødning er en vanskelig Sag for Alle, men navnlig for de Landmænd, der savne kemiske Kundskaber. Det maa altid anbefales for Sammenlignings Skyld at lade et Par Agre midt paa Marken undvære koncentreret Gjødning, ikke alene første Gang den benyttes, men ogsaa senere, da man ikke kan vente,

at den samme Gødning, og navnlig fosforsure Forbindelser, anvendt hyppigere vil virke paa samme Maade.

Ved Forsøgene med Kulturplanter vil man som Regel kunne forudsige Udviklingsgangen med nogenlunde Sikkerhed, men det hænder dog ogsaa, at der kommer uventede Resultater. Ved Gjødningsforsøgene paa Landbohøjskolen overraskede det nemlig at se Alkaliens store Virkning paa Bønner ved Siden af den ringe eller vel endog forringende Virkning, som Ammoniakgødning viste paa denne saa kvælstofrige Planter Udbytte. Ogsaa var det paafaldende, at den koncentrerede Gødning, som havde en saa bestemt Indflydelse paa Byg, har viist en saa usikker Virkning paa Hvede. Det er imidlertid at haabe, at Forsøgenes Fortsættelse efter samme Plan vil bidrage til at skaffe nøjere Oplysning.

Der er gjort den Indvending mod Forsøgene paa Landbohøjskolen, at Jorden har været for frugtbar, og det er ganske vist, at Resultaterne baade af Gjødnings- og Sædskifteforsøgene vilde have viist sig tidligere paa mindre frugtbar Jord. Men til Gjengæld have Forsøgene givet et Bevis paa Betydningen af gammel Kraft i Jorden, som maaske ikke tidligere saa tydelig er paavist. Flere af de Forsøgsstykker, hvor Vexelbrug har været anvendt, have efter 20 Aars Dyrkning uden Gødning endnu kunnet give respektable Afgrøder. Men herved læres, hvor mange Gjødningsstoffer Jorden kan binde, og at ved Overtagelsen af en Gaard med udpinte Jorder, selv om disse ere af oprindelig god Beskaffenhed, maa man i Begyndelsen være forberedt paa, at den anvendte Gødning kun for en mindre Del kommer de Afgrøder til Nytte, hvortil den er bestemt, da en stor Del af Plantenæringsmidlerne absorberes af Jorden til Fremtiden. Taleren sluttede med at takke Foredragsholderen for den korrekte Maade, hvorpaa han havde benyttet Forsøgene.

Grosserer Hiort vilde advare mod at stole ubetinget paa de statistiske Oplysninger angaaende de indførte Mængder af den Vare, her omhandlede, nemlig kunstig Gødning. Han troede ikke, de vare rigtige. Efter det Kjendskab, han havde til det statistiske Bureau, vidste han vel, at hvad der udgik

derfra var fuldkommen rigtigt, men det havde kun Toldvæsenets Opgivelser at holde sig til, og saa man f. Ex. hen til Toldvæsenet i Kjøbenhavn, da havde det jo saa uhyre meget at bestille, at det ikke kunde skjænke alt lige megen Opmærksomhed, hvorfor det selvfølgelig først og fremmest saa hen til det Toldpligtige; med det Toldfri maatte det da gaa, som det kunde.

Capitajn la Cour. At der kunde ske Opgivelser fra Toldvæsenet, som ikke vare korrekte, var naturligt, dog havde han ikke troet, at denne Ukorrekthed kunde finde Sted i saa stort Omfang, at den kunde udøve betydelig Indflydelse paa de Talstørrelser, her var Tale om, omendskjønt han vel havde hørt, at der til Gjødningsfabrikanterne indførtes Raastoffer, som faktisk vare Gjødningsstoffer, men som indførtes under andre Benævnelser. Men hvorledes det nu end forholdt sig hermed, saa troede Taleren bestemt at turde paastaa, at der havde fundet en betydelig Svingning Sted i Forbruget af kunstig Gjødning. Da »Tidsskrift for Landøkonomi« begyndte at meddele statistiske Data om Forbruget her i Landet af kunstig Gjødning, holdt det sig ikke til det statistiske Bureau's Meddelelser, som heller ikke dengang forelaa, men henvendte sig direkte til de herværende Gjødningsfabrikker og Forhandlere med Forespørgsel om, hvor stort et Kvantum Gjødning de havde realiseret, og de Oplysninger, som indkom fra dem, og som meddeltes konfidentielt, viste en betydelig Svingning, som iøvrigt var let forklarlig. Naar man vidste, hvorledes Landmanden efter 1876—77 tog Reb i Sejlene og søgte at indskrænke Forbruget af kunstig Gjødning, naar han troede at turde tillade sig det, og da dertil desuden kom, at man mangfoldige Steder ikke havde seet Virkning af den kunstige Gjødning, man havde anvendt, forekom det ikke Taleren saa underligt, at Forbruget af kunstig Gjødning fra 1875—76, i hvilket Aar Maximumforbruget var naaet, sank stærkt de følgende Aar.

Der er vistnok ingen Forsøg, der ere vanskeligere at udføre end Gjødningsforsøg, eftersom Forholdene her i alle Retninger ere mere variable end ved andre Forsøg, og det er derfor indlysende, at Gjødningsforsøg maa foretages gennem

en lang Aarrække, naar de skulle give Antydninger, der kunne have nogen Holdbarhed, men paa den anden Side er det ogsaa vist, at enhver Række af saadanne systematisk gennemførte Forsøg har sin overordentlig store Værdi og Betydning, idet der derved dannes et Grundlag for Afhjæmningen af de Theorier, der fremkomme, og det er aldeles korrekt, naar den ærede Foredragsholder i saa Henseende søger at gjøre Brug af de Forsøgsresultater, der foreligge; men naar denne Undersøgelse efter hans Mening fører til, at vi skulle foretage en Vending med Hensyn til, hvad der hidtil har været antaget angaaende Gjødningsstoffernes Virkning, saa nærer Taleren Tvivl om denne Slutnings Rigtighed. Efter at have indledet sit Foredrag begyndte den ærede Foredragsholder med at underkjende Gyldigheden af Liebigs Theori og vilde sætte Drechslers og Wagners Theori i Stedet, og ihvorvel Taleren nu kunde være enig med den ærede Foredragsholder i, at hvor smuk Liebigs Minimumstheori end var, holdbar havde den aldrig været i det praktiske Liv — den Landmand, der havde villet søge at drage sig den til Nytte, havde været paa Vildveje — formaaede han dog ikke at se, at den Theori, der var fremsat her, og som jo var fremkommen i de senere Aar — ogsaa i den landøkonomiske Presse herbjemme — i Grunden var funderet saaledes, at man med Tryghed kunde bygge paa den. Ganske vist var det en lys Forjættelse, den ærede Foredragsholder kom med, nemlig at han ventede, at de store Arbejder, der foretoges i Tyskland, snart skulde klare os mange vanskelige Spørgsmaal angaaende den kunstige Gjødnings Anvendelse, men Taleren kunde ikke se Sagen i saa lyst et Skær; han troede, at den Tid vilde ligge temmelig fjern, da disse Spørgsmaal bleve klarede saaledes, at man vidste fuld Besked. — Delingen af Gjødnings- eller Næringsstofferne i Jorden i to Klasser: Forraadsnæringsstof og Gjødningsnæringsstof havde Taleren vanskeligt ved at gaa ind paa, saaledes som den her var fremsat. Alle respektere den gamle Kraft, der ligger i Jorden som en Reservenæring, som en Hovedkilde, hvoraf Afgrøder kunne øses, eller med andre Ord Theorien om, at en Del af den Gjødning, der tilføres Jorden, er direkte virkende, altsaa

strax disponibel, medens en anden Del gaaer over i en Form, som først efter længere Tids Forløb kommer til at virke; men at den da, naar den først bliver opløst og disponibel, kun skulde være tilgængelig for nogle Planter, ikke for andre, det er denne nye, overraskende og uforklarede Paastand, som den nye Lære opstiller, idet den deler den tilstedeværende Frugtbarhed i en Forraads-Næring og en Gjødning-Næring og sætter en saa bestemt Skilning mellem disse to Næringskilders Virksomhed, at man endog siger, at medens en Planteart kun tager et eller andet Stof af Forraadsnæringen, kan derimod en anden Planteart kun tage det samme Stof af den tilførte Gjødning. Man spørger da naturlig: hvorfor skulde f. Ex. Roen, som den ærede Foredragsholder nævnte, kun tage sit Kvælstof af Gjødningens næringsstoffet, men ikke af det frigjorte Forraadsnæringsstof? Taleren forstod det ikke, og Wagner havde heller ikke, saavidt han vidste, givet nogen Forklaring deraf. Noget lignende gjaldt med Hensyn til Kali. Den ærede Foredragsholder sagde, at Roer kunde ikke optage Kali strax, naar det var tilført Jorden, men først naar det havde antaget Karakter af Jordens Forraadsnæringsstof, og han syntes at ville benytte Landbohøjskolens Forsøgsresultater til Stadfæstelse af denne Paastand, idet han gjorde opmærksom paa, at Kali, der var anvendt til Roer fra 1863—66, ikke havde viist nogen synderlig Virkning, men at det var først i den sidste Periode, fra 1867—70, at man egentlig saa, at Kali havde udøvet nogen Virkning. Man kunde nu rigtignok se paa Tallene med forskellige Øjne, thi det forekom Taleren, at man ogsaa kunde læse det Modsatte ud af dem; det kom jo alt an paa, i hvilken Retning Sammenligningen skulde anstilles. Saa man f. Ex. hen til, hvorledes kaligjødnet Jord stillede sig til ugjødnet Jord i de 2 Perioder 1863—66 og 1867—70, forekom det Taleren, at det netop var i den første Periode, at Kali havde viist Virkning. Den ærede Foredragsholder fremhævede, at Wagners Forsøg vare udførte med en saadan Omhu og Exakthed, at der ikke kunde rejses Tvivl om deres Resultaters Rigtighed, og det kunde naturligvis heller ikke falde Taleren ind at gjøre det, men han vilde dog bemærke, at naar

der fremdroges Exempler paa, at man i to Aar havde gjødet med kvælstofholdig Gjødning og fosforsur Gjødning uden at se Virkning deraf, og i det tredie Aar ved at give Kali havde seet Virkning, maatte der, naar der skulde drages nogen Slutning deraf, tillige gives Oplysning, om Forholdene og særlig Vejrforholdene før og under Vegetationsperioden havde været ensartede i alle tre Aar, da ellers det Resultat, man uddrager af Forsøget, næppe er holdbart. Kaliens Virkning paa Bønner var, som Prof. Jørgensen havde bemærket, overraskende og interessant, men iøvrigt forekom det Taleren, at der til Forklaring af de meddelte Forsøgsresultater ikke behøvedes nye Theorier, thi naar man sagde: Kvælstof virker ikke paa Bælgplanter, men paa Byg, og Fosforsyre virker ikke paa Byg, men derimod paa Bælgplanter, er dette allerede for mange Aar siden paavist og forklaret af Boussingault, og Taleren seer ingen Grund til at forlade hans Theorier og gaa over til nye, der ikke ere mere afgjørende eller uomtvistelige. De af Tabellerne fremgaaede Forsøgsresultater kunne altsaa egentlig ikke tjene til at stadfæste Wagners Theori; de belyse ligesaa godt Rigtigheden af Boussingaults Theori. I Grunden savnede man for de fleste Stoffers Vedkommeude Nøglen til Forstaaelsen af deres Virkning. En særlig Grund til de enkelte Stoffers ulige Virkning paa de forskjellige Planter var rimeligvis den Indflydelse, som de kunde udøve paa Planten i dens første Væxtperiode ved at udruste den med kraftige Ernæringsorganer (Rødder og Blade) og sætte dem i Stand til med Kraft at kunne benytte de i Jorden forhaandenværende Stoffer; Enhver kjender jo den Virkning, som Chilisalpeter udøver paa en trykket Vintersædmark. Den Landmand, der energisk vil benytte sin Jords Gjødningskraft, maa derfor forsyne Planten i dens unge Alder med kraftige Ernæringsorganer. I det Hele taget var det et meget vigtigt Spørgsmaal, om der skulde adopteres en ny Theori for Gjødningens Ernæringsvilkaar, og det var derfor, Taleren havde fremsat sine Bemærkninger. — Taleren kunde fuldstændig slutte sig til den almindelige Opfattelse af, at det var Staldgjødningen, der var og maatte være Vedligeholderen af Landets Grundfrugtbarhed. Vel kunde man ved

kunstig Gjødning ikke blot i de første Aar, men i en længere Aarrække faa et meget større Udbytte af Jorden end ved Staldgjødning, hvad Lawes og Gilberts Forsøg viste, idet de endog i 40 Aar havde havt et større Udbytte ved Ammoniak og Fosforsyre end ved Staldgjødning, men det vilde næppe være praktisk at komme ind paa en slig Fremgangsmaade, thi hverken de forelagte nye Forsøg eller tidligere Forsøg havde besvaret, hvad Grundkraft der da var tilbage i Jorden. Var der saa det tilbage, som vi kalde gammel Kraft? Var der ikke saa tæret saa stærkt paa den, at man maatte sige, at Resultatet var dyrt kjøbt? Som Hovedgjødning vilde utvivlsomt den kunstige Gjødning aldrig kunne komme til at konkurrere med Staldgjødningen, men det udelukkede naturligvis ikke, at den kunstige Gjødning paa sine Steder kunde finde en udmærket og heldig Anvendelse.

Docent Tuxen havde glemt, da han omtalte Kaliens Virkning paa Bønner ved Forsøgene paa Landbohøjskolen, at tilføje, da han anførte Resultatet af de sidste 12 Aars Forsøg, at Kali ikke alene havde udøvet en stærk Virkning i denne Periode, men at dette ogsaa havde været Tilfældet lige fra Forsøgenes Begyndelse, allerede i det første Aar, medens Kali ikke viste Virkning paa Roer førend længere henne i Forsøgsperioden. Hvad Gjødningsforsøgene paa Landbohøjskolen til Hvede angik, saa kunde Taleren ikke se anden Grund til, at den kunstige Gjødning ikke virkede, end den, at Ammoniak-saltene bleve udsaaede om Efteraaret. I de milde Perioder i Efteraar, Vinter og Foraar, som netop havde været hyppige i de senere Aar, maatte en stor Del af Ammoniakken blive omdannet til Salpetersyre og blive bortført af Drænvandet. Naar da Hveden om Foraaret naaede sin livligste Væxtperiode, var allerede den største Del af Ammoniakgjødningen bortført. Hvad Forskjellen imellem Kvælstoffet i den kunstige Gjødning og Staldgjødningen angik, saa havde Forsøg paa Rothamstead viist, at særlig Ammoniakgjødningen hurtig gik over til Salpetersyre, og at Jordbunden ikke ved denne blev beriget med Kvælstof, medens Salpeterdannelse gik meget langsomt for sig ved Staldgjødningens Kvælstof samtidig med, at noget af

Kvælstoffet blev ophobet i Jorden, hvorved dennes Kvælstofmængde blev forøget. Med Hensyn til Capt. la Cours Udtalelse skulde Taleren bemærke, at han havde ikke sagt, at Roer ikke kunde optage Kali af Jordbunden, men kun, at de under almindelige Forhold optog heraf en begrænset Mængde, — svarende til Mængden af Jordens disponible Indhold af Fosforsyre og Ammoniak, — saaledes, at de kun vegeterede. Men naar man vilde »fede« Planterne (Roerne), vilde have det største Udbytte, saa kom de kunstige Gjødningsstoffer til at spille en Rolle ved Suppleringen af Plantenæringsstofferne i Jorden. Taleren havde gjort opmærksom paa, at i de sidste 12 Aar havde de Roer, der fik Ammoniak, Fosforsyre og Kali, aarlig optaget 48 Pd. Kali mere pr. Td. Land, hvilket havde havt den Indflydelse, at Roefgrøden havde givet 40 % mere end den fra den ugjødede Parcel. Den Parcel, der kun havde faaet Ammoniak og Fosforsyre alene, havde kun givet 10 % større Udbytte end den ugjødede; Kalitilskudet til de ovennævnte tvende Gjødningsstoffer havde altsaa givet 30 % Merudbytte; et meget talende Bevis for Kaliens Virkning til Roer. Som Grund for disse Beregninger kan kun lægges Udbyttet af den ugjødede Jord, og med dette som Grundlag kan Taleren ikke af Tallene udlede andre Resultater. I Perioden fra 1863—66 viste Tilførselen af Ammoniak, Fosforsyre og Kali ingen Virkning, hvilket maa søges i, at Jorden i denne Periode — ved Forsøgenes Begyndelse — var rig paa disponibel Plantenæring; senere, da denne formindskedes, traadte Virkningen af de kunstige Gjødningsstoffer tydeligere frem, saaledes i Perioden 1867—70, hvor de 3 Gjødningsstoffer i Forening, paa samme Maade som ovenfor, i Gjennemsnit have givet 11 % Merudbytte. Jordens eget disponible Kaliindhold er altsaa nu ikke tilstrækkeligt til, at Roerne i fuldeste Maal kunne benytte Fosforsyren og Ammoniakken; først ved Kalitilskudet faaer man fuld Nytte af Gjødningsblandingen. Man kan ganske vist se forskjellig paa Tal*), men Taleren kan ikke se andet, end naar man gaaer

*) Min Bemærkning herom henviste til en Sammenligning mellem den Parcel, der var ugjødet, og den, der kun havde faaet Alkalier

ud fra Afgrøderne fra ugjødnet Jord — som Grundlag —, kan man ikke her faa andet Resultat end det forelagte, nemlig: »at Kali virker til Roer«. Selv om nu Forsøgene paa Landbohøjskolen ikke have bekræftet andet, end hvad Boussingault tidligere har viist, saa maa dog Taleren gjøre opmærksom paa den store Værdi, det har, at Forsøgene gjentages paa forskellige Steder, thi herved stilles disse under forskellige Forhold.

Capitajn la Cour kunde naturligvis ikke andet end glæde sig over de fremkomne Oplysninger, og naar han havde tilladt sig at fremkomme med sine Bemærkninger, var det nærmest, fordi han gjerne ønskede at fremkalde Udtalelser af tilstedeværende Specialister, der muligvis kunde forklare ham det, der var ham uforstaaeligt; thi uforstaaeligt for ham var det, at Planterne skulde tage Næring til sig af Gjødningsnæringen, men ikke af Forraadsnæringen, selv om denne i samme Øjeblik leverede Plantenæringen disponibel, og det er jo denne, som han synes hidtil uforklarede Paastand, der danner Grundlaget for den nye af Wagner og Drechsler opstillede Theori.

Docent Tuxen anførte med Hensyn til Wagners Forsøg med Kartofler, at endskjøndt Jorden fik rigelig Fosforsyre- og Ammoniakgødning, og efter at den to Gange havde givet en god Kartoffelhøst, saa viste et Tilskud af Kali endda ingen Virkning paa den følgende Kartoffelafgrøde. Med Hensyn til Drechslers og Wagners Theori kunde Taleren ikke finde andet, end at denne forklarede mangt og meget ved de kunstige Gjødningsstoffers Virkning, som var uforklarligt ved Liebigs Theori,

(altsaa mellem d og e). At den af Hr. Tuxen fremsførte Talsammenligning, der gjaldt Parcellerne d, f og g, maa føre til de af ham dragne Slutninger, vil jeg ikke undlade her baade at indrømme og udtrykkelig at fremhæve, eftersom min Indrømmelse heraf under Hr. Tuxens Replik vel blev hørt af ham, men ikke i nærværende Referat er gengiven af Stenografen og muligvis ogsaa er overhørt af Andre. Havde jeg fra først af været klar paa, at kun den af Hr. Tuxen dragne Talsammenligning her kunde komme i Betragtning, havde der ikke i denne Forbindelse været nogen Grund for mig til at bemærke, at »Tal kunne læses paa ulige Maade«.

J. C. la Cour.