

## Resultaterne af Drænvandsundersøgelserne paa Rothamsted

ved C. F. A. Tuxen, Doцент ved den kgl. Vetr.- og Landbohøjskole.

Ved det rationelle Agerbrug tilføres der Jorden ikke ubetydelige Mængder af Gjødningsstoffer, og Maalet for den Mængde af Plantenæringsstoffer, der saaledes tilføres, synes at være naaet, naar den erstatter den Mængde af Plantenæringsstoffer, der bortføres i Afgrøderne; i saa Fald antager man, at man vedligeholder Jordens Frugtbarhed. Det er imidlertid en bekjendt Sag, at en saa fuldkommen Erstatning af de i Afgrøderne bortførte Plantenæringsstoffer meget sjælden finder Sted, og at den Mængde Plantenæringsstoffer, der i Sædsnittet tilføres Jorden, ikke staaer i passende Forhold til dem, der bortføres, hvilket man ved Analysetabeller let kan kontrollere. Der opstaaer imidlertid herved et andet Spørgsmaal nemlig: Gjenfinder man i Afgrøderne den i Gjødningen anvendte Mængde af Plantenæringsstoffer? Hertil maa a priori svares, Nej! thi foruden den Del af Gjødningsstofferne, der komme Kulturplanterne tilgode, saa bortføres der med Vandet, der siver igjennem Jorden, en ikke ubetydelig Mængde af disse, som altsaa gaaer tabt og ikke kan føres med i Regnskabet over Jordens Kulturtilstand. Det maa derfor have ikke ringe Interesse at kjende Tabet af den Mængde Plantenæringsstoffer, der bortføres ad den Vej, og den eneste Maade, hvorpaa man tilnærmelsesvis kan lære det at kjende, bliver ved at maale og analysere Drænvandet. Ved at sammen-

holde Mængden af Plantenæringsstofferne i Drænvandet og Afgrøderne med Mængden af Plantenæringsstofferne i den anvendte Gødning, faaer man Oplysning om dennes Nyttevirkning.

Ved stadig at maale og analysere Drænvandet fra et givet Areal faaer man ikke alene Kjendskab til Tabet af Plantenæringsstoffer, der ad denne Vej bortføres fra Jordbunden, men tillige til den Indflydelse, som Aarstiderne, Regnmængden, de forskellige Afgrøder og Gjødningsstoffer have paa dette Tab. Saadanne Undersøgelser ville derfor give Vejledning i at begrænse dette Tab af Plantenæringsstoffer og nyttige Vink i Valget af de forskellige Gjødningsstoffer og Tiden for disses Anvendelse. Med andre Ord: Planmæssige Undersøgelser af Drænvandet, hvorved der bestemmes den Mængde af Plantenæringsstoffer, der til forskellige Tider og under forskellige Forhold bortføres fra Jordbunden, ville kunne give vigtige Bidrag til den økonomiske Anvendelse af Gjødningsstofferne. Spredte Drænvandsanalyser, som undertiden foretages for Landmanden, ere uden Betydning; thi hvor man ikke kjender Drænvandets Mængde og det Areals Udstrækning, hvorfra det kommer, dér faaer man ikke noget at vide om Jordens absolute Tab. Drænvandets relative Sammensætning, d. v. s. Mængdeforholdet imellem de enkelte Plantenæringsstoffer, hvilket en Drænvandsanalyse udsiger, kjender man allerede paa Forhaand, naar man er fortrolig med Jordens Absorptionsevne for de forskellige Plantenæringsstoffer. Planmæssige Drænvandsundersøgelser høre til Sjældenhederne, thi de kræve saa meget Arbejde, Tid og Kapital, at Landmanden umulig ene kan ofre sig for Sagen, hvorfor det maa blive Forsøgsstationernes Opgave at anstille saadanne Undersøgelser. Maalningen af Drænvandet, det særegne Drænledningssystem og den ensartede Jordbund, der ere nødvendige ved disse Forsøg, samt de talrige kemiske Analyser træde hindrende i Vejen for disse Undersøgelsers Udførelse i Almindelighed. Der foreligger derfor kun meget faa paalidelige Undersøgelser over dette

Tab af Plantenæringsstoffer, Drænvandet bortfører fra Jorden, og iblandt disse indtager Lawes, Gilberts og Waringtons Undersøgelser paa Rothamsted en fremragende Plads. Resultaterne af disse Undersøgelser, der fornylig ere blevne offentliggjorte, og som omfatte et helt Bind af Rothamsteds Annaler, give særdeles vigtige Oplysninger herom. Endskjøndt man paa Forhaand kan sige, at Resultaterne ikke ere absolut nøjagtige, saa ere de dog tilnærmelsesvis rigtige og saa nøjagtige, som det er muligt at naa Virkeligheden ad Forsøgets Vej. De Fejl, der klæbe ved disse Forsøg, have hyppig ført til, at Jordens Tab af Plantenæringsstoffer i Regelen er blevet for højt, sjældent for lavt; men netop herved vinde Forsøgene ikke saa lidet. Trods disse uundgaaelige Fejl i Undersøgelsesmetoden, saa maa dog disse Undersøgelser stilles i første Række iblandt de agrikulturkemiske Forskninger. Pladsen tillader ikke her at gaa nøjere ind paa Rothamsted-Forsøgene i deres Helhed, her skal kun Grundtrækkene og Resultaterne meddeles.

For at bestemme Drænvandets Mængde, blev der paa Rothamsted konstrueret Drænvandsmaalere paa følgende Maade: Paa Forsøgsmarken blev der afstukket 3 firkantede Parceller, hver paa 4 □ Meters (6' og 7's") Fladeindhold; rundt om hver Parcel blev der gravet en dyb Grøft, i hvilken der blev opført vandtæt Murværk saaledes, at Parcellen helt var omgiven heraf; Murkanten ragede 3 Tommer frem over Jordens Overflade. Jorden i de tre Parceller blev, forinden den fjerde Murside blev opført, i henholdsvis 20, 40 og 60 Tommers Dybde undermineret og understøttet af gjennemhullede Jernplader, der igjen bleve støttede af tverløbende Jernbjælker. Ved denne Forsøgsordning opnaede man at faa et fuldstændig naturligt Jordvolumen, d. v. s. man kunde anstille Undersøgelserne med en Jordparcel i sin naturlige Tilstand eller Lejrning. Under Jernpladerne blev der stillet en stor Zinkbeholder, der opsamlede det igjennem Jordlaget gjennemsivede Vand.

Et Rør ledede dette Vand ned i Beholdere, hvor det maalttes. De tre murede Forsøgsbeholdere indeholdt altsaa et naturligt Jordlag af henholdsvis 20, 40 og 60 Tommers Mægtighed. Jordoverfladen i hver Beholder var  $\frac{1}{1000}$  Acre (1 Acre = omtr. 6 Skpr. Land). Jorden var af stærk leret Beskaffenhed; Overgrunden var 8 Tommer mægtig, de næste 10 Tommer vare stærkt lerede og under 18 Tommer var der stivt Ler.

Forsøgslederne udtale sig omtrent saaledes om Jordens og Drænvandets Beskaffenhed: »Det er en Vildfarelse, naar man betragter den almindelige Jordbund som en ensartet porøs Masse, der jævnt mætter sig med Vand, hvoraf en Del siver igjennem til de dybere Lag. Jorden er i Virkeligheden gjennemtrukken af en utallig Mængde smaa Kanaler, igjennem hvilke Vandet mere eller mindre hurtigt søger Undergrunden. Nogle Kanaler bestaa af Revner i Jorden, andre, der strække sig i Dybden, have en anden Oprindelse; de ere opstaaede enten ved Regnormenes Arbejde, det er Regnormerør, eller ved at Plante-rødderne ere trængte dybt ned i Jorden og dær borttraadnede og da have givet Anledning til Dannelsen af Kanaler. Ved Gravning indtil 60 Tommers Dybde fandt man endnu Kornsorternes Rødder, — og i Zinkbeholderne fandtes hyppig Regnorme.«

»Vandet, der har sivet igjennem Jorden, kan altsaa have passeret denne paa tvende Maader. Det kan være Regnvand, der uden væsentlig Forandring i Sammensætning har passeret Kanalerne, eller Regnvand, der har passeret selve den porøse Jordmasse, men som dog tillige hyppig i større eller mindre Udstrækning paa sin Vandring har passeret Kanalerne. I den lette Jord, der er letgjennemtrængelig for Vandet, spille Kanalerne en underordnet Rolle, thi Regnen optages overalt paa dennes Overflade, saaledes, at naar det øverste Jordlag er mættet, dette da let afgiver det overflødige Vand til den underliggende Jord. I lerede Jorder, hvor Optagelsen og Afgivningen af Vandet foregaaer langsomt, dær spiller Ka-

nalerne en stor Rolle, thi igjennem disse vil en Del af Regnvandet have fundet Afløb, længe forinden Jorden er fuldstændig mættet med Vand, og altsaa forinden der har fundet en Gjennemsivning Sted igjennem Jordlagene. Dette vil særlig finde Sted under heftige og vedvarende Regnskyl, hvorved den lerede Jords Overflade dækkes med et Vandlag. Først naar Regnen er ophørt, og Jorden er befriet for det ovenstaaende Vandlag, da vil den almindelige Vandafledning, ved Gjennemsivning, finde Sted.«

»Disse tvende Arter af Drænvand, Kanalvandet og Gjennemsivningsvandet, afvige meget fra hinanden i Sammensætning. Vandet, der passerer Kanalerne, indeholder langt mindre Mængder af opløselige Stoffer end det, der siver igjennem Porerne i Jorden; Jordens fysiske Beskaffenhed har derfor Indflydelse paa Mængden af de i Drænvandet opløste Stoffer.«

»Naar Regnen er ophørt, og der følger en tør Periode, saa vil Vandet begynde at fordampe fra Jordens Overflade, og denne vil da udtørres, naar der ikke, ved Jordens vandopsugende Evne, tilføres denne Vand fra det dybere, vandmættede Underlag. Jo finere Jordbestanddelene ere, desto mere leret Jorden er, jo stærkere vil denne Vandtilførsel være fra Undergrunden. Som Følge heraf vil der, i en leret Jordbund og i den varme Aarstid, fordampe en betydelig Mængde af Vandet fra Jordbunden, og Mængden af Drænvand vil som Følge heraf være stærkt formindsket. Tabet af Plantenæringsstoffer maa som Følge heraf være ringe.«

For at komme til Klarhed over den Mængde af Regnvandet, der fordamper fra den lerede Jord, har man paa Rothamsted, samtidig med at man har maalt Mængden af Drænvandet, tillige maalt Regnmængden. Forskjellen imellem denne og hin er Mængden af fordampet Regnvand. For nøjagtig at bestemme Mængden af det fordampede Vand ved den angivne Fremgangsmaade, bør Jordens Vandmængde være den samme før som efter Forsøgene; da imidlertid Forsøgene have strakt sig over et langt Tids-

rum, saa faaer dette Forhold kun ringe Indflydelse. Regnmængden blev maalt i en Regnmaaler af samme Form og Fladeindhold som Forsøgsarealerne; den var anbragt 2 Fod over Jorden.

Nedenstaaende Tabel viser Mængden af Regn-, Dræn- og Fordampningsvand for hver af Aarets Maaneder, Middeltallene af 10 Aars Forsøg, angivet i engelske Tommer\*).

	Regnmængden.	Drænvand			Fordampningsvand		
		fra 20" Dybde.	fra 40" Dybde.	fra 60" Dybde.	fra Jord- laget paa 20".	fra Jord- laget paa 40".	fra Jord- laget paa 60".
	Tommer	Tommer	Tommer	Tommer	Tommer	Tommer	Tommer
Januar . . . . .	2,802	2,006	2,294	2,030	0,796	0,508	0,772
Februar . . . . .	2,100	1,401	1,536	1,378	0,699	0,564	0,722
Marts . . . . .	1,595	0,540	0,675	0,585	1,055	0,920	1,010
April . . . . .	2,398	0,810	0,921	0,852	1,588	1,477	1,546
Maj . . . . .	2,224	0,422	0,501	0,433	1,802	1,723	1,791
Juni . . . . .	2,663	0,521	0,535	0,486	2,142	2,128	2,177
Juli . . . . .	3,280	0,890	0,918	0,804	2,390	2,362	2,476
August . . . . .	2,677	0,670	0,663	0,609	2,007	2,014	2,068
September . . . .	3,123	1,170	1,044	0,927	1,953	2,079	2,196
Oktober . . . . .	3,162	1,694	1,682	1,414	1,468	1,480	1,748
November . . . . .	3,094	2,158	2,241	1,996	0,936	0,853	1,095
December . . . . .	2,333	1,758	1,906	1,724	0,576	0,427	0,609
Aaret . . . . .	31,451	14,040	14,916	13,241	17,411	16,535	18,210

Af denne Tabel fremgaaer det tydelig, at Jorden afgiver den største Mængde Drænvand om Efteraaret og Vinteren, fra September til Februar; Maximum — Mængden af Drænvandet løb i November eller Januar. Om Foraaet og Sommeren, fra Marts til August, er Drænvandets Mængde mindst; Minimum — Mængden løb i Maj. Fordampningsvandets Mængde staaer i omvendt Forhold her til. Den fra Jorden fordampede Vandmængde var mindst fra November til Februar; herfra steg den til Juli, hvor den naaede sit Maximum; herfra faldt den jævnt til Oktober; herfra hurtig til December, hvor den naaede sit Minimum.

\*) 1 engelsk Tomme er = 0,97 dansk Tomme.

Af den aarlige Regnmængde, som falder paa Jorden, fordampes omtr. 56 pCt., men det maa bringes i Erindring, at disse Iagttagelser gjælde for ubevoxet Jord; andre Forskere have viist, at Jord, der er bevoxet med Planter, fordampes langt mere Vand end den ubevoxede Jord og leverer som Følge heraf mindre Drænvand.

I Tidsrummet fra April til September fordampede der af den faldne Regnmængde i Gjennemsnit 73 pCt. og fra Oktober til Marts i Gjennemsnit 38 pCt.

Naar Regnen falder paa Jorden, saa opløser den enkelte af dennes Bestanddele og fører disse bort i Drænvandet. De Forbindelser, der opløses af Regnen, kunne deles i to Klasser, nemlig de Forbindelser, der ikke absorberes, bindes, af Jorden, og de, der absorberes. Til den første Gruppe hører: Salpetersyre, Svovlsyre og Saltsyre samt Kalk, naar den er bunden til disse Syrer; til den anden Gruppe, hvorfra der kun findes meget smaa Mængder i Drænvandet, hører: Ammoniak, Kali og Fosforsyre. Heraf følger, hvilket ogsaa er stadfæstet ved Undersøgelser, at den første Gruppe af opløselige Stoffer i Jorden hurtig udvaskes, ligeledes, at en stærk og vedvarende Regn er langt farligere for disse opløselige Gjødningsstoffer end den samme Regnmængde fordelt over et længere Tidsrum. Blandt disse opløselige Forbindelser hører, som den vigtigste, Salpetersyren. Denne dannes i Jordens øverste Lag ofte i betydelig Mængde ved et organiseret Ferment\*) (en Bakterie) af Ammoniakken og de kvælstofholdige, organiske Stoffer; denne Proces foregaaer i alle frugtbare Jorder, hvor Fermentet finder passende Varme- og Fugtighedsforhold, og hvor Luften har Adgang. Ved en Temperatur af over 12° er Salpeterdannelsen livlig, hvorfra følger, at Salpetersyremængden stærkt forøges om Sommeren, hvis Jorden tillige er passende fugtig; — i tørre Somre standses Dannelsen. Da Salpetersyren

\*) Se dette Tidsskrift 1883, Pag. 201.

er den Form, under hvilken Jorden taber sit Kvælstof, saa har det stor Betydning, for at kontrollere dette Tab, at bestemme Mængden af Salpetersyren i Drænvandet; man har derfor paa Rothamsted havt Opmærksomheden henvendt herpaa. Forsøgsjorden i de murede Beholdere, der benyttedes hertil, havde ikke siden 1870 faaet Gjødning eller baaret Afrøder; samme Aar blev Jordens Kvælstofmængde bestemt i indtil 54 Tommers Dybde, og det viste sig, at den da indeholdt:

i 100 Dele tør Jord: Pd. pr. Acre\*)

i 1—9 Tommers Dybde	0.1463	3499
10—18 —	0.0781	2083
19—27 —	0.0757	1902
28—36 —	0.0757(?)	1825
37—45 —	0.0611	1668
46—54 —	0.0560	1359.

Hertil maa aarlig tilføjes omtr. 10 Pd. Kvælstofforbindelser, som Jorden faaer igjennem Regnen under Forsøgstiden.

Drænvandet, der kom fra de 3 Forsøgspareller, blev maalt, og Salpetersyremængden blev bestemt. Daglig blev der udtaget en Prøve, og samtlige Prøver for en Maaned bleve analyserede. De paalideligste Resultater foreligge fra Aarene 1877—80. I nedenstaaende Tabel er Tabet af Kvælstof i Form af Salpetersyre angivet i engl. Pd. pr. Acre. Aargangene ere ordnede efter Mængden af deres Drænvand.

Aaret	20 Tommers Dybde.		40 Tommers Dybde.		60 Tommers Dybde.	
	Drænvand i Tommer.	Pd. Kvælstof pr. Acre.	Drænvand i Tommer.	Pd. Kvælstof pr. Acre.	Drænvand i Tommer.	Pd. Kvælstof pr. Acre.
1879—80 . . . . .	9.743	39.78	10.326	27.44	9.354	28.11
1877—78 . . . . .	14.591	43.87	16.605	38.95	15.784	45.45
1878—79 . . . . .	26.772	62.27	26.907	48.29	25.186	63.29
Middeltal . . . . .	17.035	48.64	17.946	38.23	16.774	45.62

\*) 1 engelsk Pd. er omtr. 90 Kvint. — 1 Acre er omtr. 6 Skpr. Land.



Af et Blik paa Tabellen fremgaaer det, at Jordens Tab af Kvælstof stiger med Mængden af Drænvand.

Omregner man Middeltallet af de 3 Aars Iagttagelser i danske Pd. og pr. Td. Land, saa faaer man

for Jordlaget i 20" s Dybde et Kvælstoftab af 58,4 Pd. pr. Td. Land.

— 40" s — — 45,8 Pd.

— 60" s — — 54,7 Pd.

Det fremgaaer af Tabellen over de enkelte Maaneders Drænvandsmængde og dettes Indhold af Kvælstof, at Aars-tiderne have Indflydelse herpaa. Om Sommeren, naar Salpeterdannelsen er livligst, er Drænvandet rigest paa Salpetersyre, saaledes fra Juli til Oktober; fra April til Juni er det i Regelen fattigst. Dette er dog ikke altid Regel for Sommeren, men kun Tilfældet, naar Jorden er fugtig, og Luften har Adgang; er Jorden for fugtig, saaledes at Luften ikke kan faa Adgang, eller er den for tør, da er Salpeterdannelsen indskrænket, og med den Mængden af Salpetersyre i Drænvandet.

Den Mængde af Kvælstof, der aarlig bortføres fra en Brakjord under et fugtigt Klima, er omtrent lige saa stor som den Mængde Kvælstof, en Hvede eller Bygafgrøde optager.

Da Gjødningsforsøgene paa Rothamsted havde viist, at en betydelig Del af den Kvælstofmængde, der tilførtes Jorden i Gjødningen, ikke gjenfandtes i Afgrøderne, og da tillige Bestemmelserne af Jordens Kvælstofmængde, efter en længere Tids Anvendelse af kvælstofholdig Gjødning, viste, at kun en ringe Mængde af det savnede Kvælstof gjenfandtes i Jorden, saa laa det nær at antage, at dette, i Form af Salpetersyre, blev bortført med Drænvandet. Der blev i den Anledning anstillet en Række Undersøgelser af Drænvandet, som kom fra en Række Forsøgsparceller af ens Beskaffenhed, og som med forskellige Gjødningsstoffer i et langt Tidsrum havde baaret en ensartet Afgrøde, nemlig Hvede. Disse Forsøgsparceller dannede lange Agre, i hvis Midte der var nedlagt Drænled-

ninger i en Dybde af fra 2—2,5 Fod. Drænvandet fra hver enkelt Ledning, altsaa fra hver enkelt Parcel, blev analyseret. Hele Arealet var fra 1867—81 dyrket med Hvede, men de forskjellige Parceller havde faaet forskellig Gjødning, men dog saaledes, at hver Parcel i dette Tidsrum havde faaet samme Gjødning. De paalideligste Undersøgelser over Kvælstoftabet fra disse Parceller hidrøre fra 1879—81. Mængden af Drænvandet er beregnet efter de murede Drænvandsmaalere.

Omstaaende Tabel viser Tabet af Kvælstof igjennem Drænvandet (i Form af Salpetersyre) fra de forskjellige Parceller, angivet i engelske Pd. pr. Acre og i Tidsrummene fra Foraarssaatiden til Høst og herfra til Foraarssaaning.

(Se næste Side).

Med Hensyn til de anvendte Gjødninger skal bemærkes, at de 792 Pd. mineralsk Gjødning bestod af: 392 Pd. Benaskesuperfosfat, 200 Pd. svovlsur Kali, 100 Pd. svovlsurt Natron og 100 Pd. svovlsur Magnesia; Ammoniak-saltgjødningen af lige Dele svovlsur Ammoniak og Klorammonium. Den mineralske Gjødning blev anvendt om Efteraaret før Saaning; det samme var Tilfældet med Ammoniaksaltene for Aarene 1866—71. Kun paa Parcel 15 bleve Ammoniaksaltene udsaaede fra 1873—77 om Foraaret; efter den Tid har Parcel 15 faaet Ammoniaksalte om Efteraaret, de andre om Foraaret. Chilisalpeteret er stedse anvendt om Foraaret som Overgjødning.

Med Hensyn til Kvælstoftabet i den ovennævnte Tabel, da maa det bemærkes, at det har Vanskelighed at bestemme det absolute Tab, thi Mængden af Drænvandet fra de enkelte Parceller er ikke bleven maalt, men kun bestemt ved den Mængde Drænvand, der blev maalt paa samme Tid i den murede Drænvandsmaaler med et Jordlag af 60". Dette Jordlag var af samme Beskaffenhed som Jorden i Parcellerne, men det var ubevoxet, medens Parcellerne bare Hvede; dette maa have til Følge, at den maalte Drænvandsmængde er større end den Drænvands-

Parcel Nr.	Kvælstoftabet i engelsk Pd. pr. Acre.									
	1879—80		1880—81							
	fra Saatiden til Høsten.	fra Høsten til Saatiden.	fra Saatiden til Høsten.	fra Høsten til Saatiden.						
3—4	Ugjødet									
5	792 Pd. Mineralsk Gjødning	1,74	10,82	12,56	0,58	17,13	17,71	14,94		
6	—	1,56	13,32	14,88	0,74	17,73	18,47	16,68		
7	—	10,12	12,56	22,68	2,25	19,81	22,06	22,37		
8	—	18,31	12,63	30,94	4,29	21,38	25,67	28,31		
9	—	24,95	17,55	42,50	8,70	33,81	42,51	42,50		
9 a	—									
9 b	—									
10	550 Pd. Chillsalpeter	44,99	15,61	60,60	15,03	40,99	56,02	59,31		
11	400 Pd. Ammoniaksalte	42,87	14,35	57,22	7,38	35,24	42,62	49,92		
12	—	28,29	17,75	46,04	3,37	29,57	32,94	39,49		
13	—	21,25	17,54	38,77	3,32	27,17	30,49	34,63		
14	—	19,01	16,43	35,44	3,68	25,33	29,01	32,23		
15	—	25,99	16,85	42,84	4,25	25,94	30,19	36,51		
16	—	9,62	59,92	69,54	3,40	74,94	78,34	73,94		
	Ugjødet	1,61	12,63	14,24	0,76	17,86	18,62	16,43		
	Dyrøvandsmængden i Tommer	11,14	4,7	15,8	1,8	18,8	20,6	18,2		

Gjødning pr. Acre.

Parcel Nr.

Kvælstoftabet i engelsk Pd. pr. Acre.

1879—80

1880—81

fra Saatiden til Høsten.

fra Høsten til Saatiden.

Ialt hele Aaret.

fra Saatiden til Høsten.

fra Høsten til Saatiden.

Ialt hele Aaret.

Middeltabet af de to Aar.

mængde, der kom fra de bevoxede Parceller, da Planterne forbruge meget Vand, hvilket vil have en Formindskelse af Drænvandsmængden til Følge. Tallene i den foranævnte Tabel maa som Følge heraf være lidt for høje. De ovennævnte Forhold have dog ingen væsentlig Indflydelse paa det relative Forhold imellem Parcellernes Kvælstoftab.

Af Tallene i Tabellen fremgaaer det, at de ugjødede Parceller Nr. 3, 4 og 16 aarlig tabe i Gjennemsnit 15—16 Pd. Kvælstof pr. Acre (6 Skpr. Land) og Parcel 5, der har faaet mineralsk Gjødning, 17 Pd. Tabet af Kvælstof som Salpetersyre, stiger med Mængden af Ammoniakgjødning (Parcel 6, 7, 8), men det er størst, naar der ved Siden af gives en for ringe mineralsk Gjødning (Parcel 11, 12, 13 i Forhold til 7); større er dog Tabet, naar Ammoniaksaltene anvendes alene (Parcel 10). Naar Ammoniaksaltene anvendes om Efteraaret, er Tabet størst i Løbet af Vinteren (Parcel 15). Chilisalpetergjødningen (Parcel 9) gav et større Kvælstoftab end en Ammoniakgjødning, der indeholdt den samme Mængde Kvælstof (Parcel 10).

Ved at lægge Iagttagelser over Drænvandsmængden for 11 Aar fra den murede Drænvandsmaaler med 60" Jordlag til Grund, og for de øvrige paa Basis heraf at beregne Drænvandsmængden af Regnmængden, saa har man paa Rothamsted for 30 Aar beregnet Gjennemsnitstallet for Forholdet imellem den givne Kvælstofmængde i Gjødningen og den af Afgrøderne optagne Kvælstofmængde — samt Tabet ved Drænvandet.

Tabellen angiver Kvælstofmængden i engelske Pd. pr. Acre. Parcellernes Nummer svarer til den foranstaaende Tabels.

(Se næste Side).

Det fremgaaer heraf, at naar der anvendes Ammoniakgjødning i Forbindelse med fuld mineralsk Gjødning, der da findes den største Mængde Kvælstof i Afgrøden og den mindste i Drænvandet (6); ved Anvendelsen af den samme Mængde Ammoniakgjødning alene finder det om-

Parcellens Nr.	Kvælstof givet i Gjødningen.	Kvælstof fundet i Afgrøden.	Kvælstof i Drænvandet.	Kvælstof i Afgrøden og Drænvandet.	Kvælstof i Afgrøden + Drænvandet mere eller mindre end i den givne Gjødning.
3 og 4	0	12	15	27	+ 27
5	0	16	17	33	+ 33
6	44	27	22	49	+ 5
7	88	40	28	68	+ 20
8	132	49	43	92	+ 40
9	86	32	58	90	+ 4
10	88	14	50	64	+ 24
11	88	29	39	68	+ 20
12	88	32	35	67	+ 21
13	88	38	32	70	+ 18
14	88	37	37	74	+ 14
15	88	32	74	106	+ 18
16	0	14	16	30	+ 30

vendte Sted (10). Ammoniakgjødning med forskellige Mængder mineralsk Gjødning (11—15) viser, at jo større Kvælstofmængden stiger i Afgrøden, desto mere nærmer Summen af Kvælstof i Afgrøden og Drænvandet sig den i Gjødningen givne Kvælstofmængde. Ved Anvendelsen af Chilisalpeter er Kvælstofmængden større i Drænvandet end ved Anvendelsen af den tilsvarende Mængde Kvælstof i Form af Ammoniaksalte (7 og 9). Kvælstofmængden i begge Afgrøder er omtrent ens.

Kun ved Anvendelsen af den mindste Mængde Ammoniakgjødning (200 Pd.) i Forbindelse med mineralsk Gjødning fandtes der mere Kvælstof i Afgrøde + Drænvand end i den anvendte Gjødning (6); ved Anvendelsen af stigende Mængder Ammoniakgjødning viste der sig et stigende Tab af Kvælstof (7 og 8). I Almindelighed er der fundet mindre Kvælstof i Afgrøden + Drænvandet, end der oprindelig var givet Jorden i Gjødningen; dette Tab kan enten skyldes, at Kvælstofmængden i Drænvandet er beregnet for lavt, eller et Tab af Kvælstof ved det Vand, der synker ned i de dybere Jordlag.

Resultatet af de talrige Tabeller over Drænvandets Sammensætning skal her gjengives i Korthed. Efter en stærk og vedholdende Regn indeholdt Drænvandet relativt mindre Mængder af opløste Plantenæringsstoffer, fordi det da var blandet med Overfladevand, der havde fundet Vej igjennem de talrige, smaa Kanaler i Jorden; efter en jævn Regn indeholdt det derimod en større Mængde Plantenæringsstoffer. Mængden af Plantenæringsstoffer tiltog ogsaa i Drænvand henimod den Tid, da dette holdt op med at løbe. Plantevæxten formindsker ikke alene Drænvandsmængden ved at fordampe en stor Mængde Vand, men den formindsker ogsaa Tabet af Plantenæringsstoffer ved Drænvandet, idet Planterne optage disse. Staldgødningen formindsker ogsaa Drænvandets Mængde, idet den beriger Jorden med Humus, der forøger Jordens vandholdende Evne.

Med Hensyn til Mængdeforholdet af de i Drænvandet opløste Stoffer, saa skal disse anføres i Grupper.

Kalksaltene udgjøre Hovedbestanddelene af Drænvandets faste Bestanddele. Mængden af Kalksalte i Drænvandet voxer med Mængden af den anvendte Ammoniakgødning og bestaaer da væsentlig af salpetersur Kalk og Klorkalcium. Svovlsurt Kali og svovlsur Magnesia som Gødning forøger Drænvandets Mængde af Kalk, thi Kali og Magnesia bindes (absorberes) af Jorden, der herfor udvexler Kalk til Svovlsyren, hvorved der dannes svovlsur Kalk, Gibs, der opløses af Vandet. Chilisalpeter som Gødning forøger ikke væsentlig Drænvandets Kalkindhold. Kalk- og Magnesia-Tabet ved Drænvandet var i Regelen større end Tilførselen af disse Stoffer i Gødningen. Det Tab, som en ugjødnet Hvedemark aarlig lider af disse Stoffer igjennem Drænvandet, kan anslaaes til 223 engl. Pd. pr. Acre; gjødes Jorden med 400 Pd. Ammoniaksalte, da stiger Tabet til 389 Pd

Natron, Klorbrinte og Svovlsyre bindes ligeledes kun i ringe Mængde af Jorden og forekomme derfor i større Mængde i Drænvandet; særlig er Natronmæng-

den stor, naar Jorden gjødes med Chilisalpeter. Ved Anvendelsen af Staldgødning eller svovlsure Salte, da er Svovlsyremængden forholdsvis stor i Drænvandet.

Kvælstofmængden er ofte meget betydelig i Drænvandet, men den er paavirket af mange Forhold. Paaføres Kvælstoffet i Form af Ammoniaksalte, saa bindes vel denne strax af Jorden, ligesom f. Ex. Kaliet, men Ammoniakken omdannes i den fugtige Jordbund hurtig til Salpetersyre, der ikke bindes af Jorden, og som derfor bortføres af Drænvandet. Anvendes Ammoniakgødningen om For- eller Efteraaret, hvor Plantevæxten er ringe, eller Jorden er bar, saa indeholder Drænvandet ofte kort efter Gødningens Anvendelse sin største Mængde Salpetersyre. I den fugtige Jordbund begynder nemlig Ammoniakken strax at omdannes til Salpetersyre, og ofte er den efter faa Ugers Forløb fuldstændig omdannet hertil, særlig naar Vejret tillige har været varmt. Efter Anvendelsen af 400 Pd. Ammoniaksalte i Marts indeholdt Drænvandet i April i Gjennemsnit 26 Pd. Salpetersyre = 6,7 Pd. Kvælstof pr. Tomme Drænvand pr. Acre; ved Anvendelsen af en tilsvarende Mængde Chilisalpeter (der alt-saa indeholdt den samme Kvælstofmængde som de 400 Pd. Ammoniaksalte) paa et tilsvarende Jordstykke, i samme Tidsrum, indeholdt Drænvandet i April 45 Pd. Salpetersyre = 11,8 Pd. Kvælstof pr. Tomme Drænvand pr. Acre. Om Sommeren indeholdt Drænvandet fra den vegetationsbærende Jord, der var gjødet med fra 2—400 Pd. Ammoniaksalte, lidt eller ingen Salpetersyre, naar Jorden samtidig fik tilstrækkelig Kali og Fosforsyre; men ved Overskud af Ammoniaksalte, eller ved Mangel af Kali og Fosforsyre, saa blev den dannede Salpetersyre kun ufuldstændig optagen af Planterne, og en Del gik derfor over i Drænvandet. Anvendtes saaledes om Foraaret Ammoniakgødninger med 44, 88 og 132 Pd. Kvælstof, saa viste der sig et Tab af henholdsvis : 2, 28 og 42 Pd. Kvælstof om Aaret pr. Acre, men anvendtes der 88 Pd. Kvælstof uden Kali og Fosforsyre, saa steg Tabet fra 28 til

50 Pd. Kvælstof. Jo mindre Mængden er af Kali og Fosforsyre, der er tilgængelig for Planterne, desto større er Tabet af Kvælstof; thi for at Planten skal kunne optage Kvælstoffet, behøves der tilsvarende Mængder af hine Stoffer. Ved i fugtige Aar uafbrudt at undersøge de store Mængder af Drænvand, der kom fra Parceller, der bleve dyrkede med Hvede og uden Kvælstofgødning, viste det sig, at Drænvandet aarlig bortførte fra 15—17 Pd. Kvælstof pr. Acre. Det samme Tab havde en udyrket Jord, der bar en ringe Vegetation. Gjennemsnitsresultatet af 30 Aars Undersøgelser viste, at ikke fuldt  $\frac{1}{3}$  af det i Gjødningen anvendte Kvælstof var gjenfundet i Afgrøderne, selv under heldige Gjødnings- og Væxtforhold; endnu mindre Kvælstof fandtes i Afgrøderne, naar Jorden manglede Kali og Fosforsyre, da Afgrøderne som Følge heraf vare mindre.

Kvælstoffet i Urinstoffet i Urinen gaar ligesom Ammoniakken hurtig over til Salpetersyre, derimod omdannes Kvælstoffet i Staldgødning, i Rapskager, i Stubbene og Planterødderne meget langsomt til Salpetersyre —; deres fuldstændige Omdannelse kan ofte vare flere Aar. Jordens egne kvælstofholdige Bestanddele (Muld) omdannes ligeledes meget langsomt til Salpetersyre, men Jorden leverer hvert Aar heraf en bestemt Mængde.

Naar Staldgødningen anvendes i større Mængde, indtræder der undertiden et betydeligt Kvælstoftab, fremkaldt ved Forraadnelsen af de organiske kvælstofholdige Stoffer, hvorved der udvikles Kvælstofluft, der ikke bindes af Jorden. Er Jorden mættet med Vand, eller Luften paa anden Maade er udelukket, da kan Salpetersyren blive destrueret under Udvikling af frit Kvælstof; er Jorden derimod drænet, da maa Kvælstoftabet alene hidrøre fra Drænvandet.

Bestemmelsen af Jordens Kvælstofindhold i forskjellig Dybde og til forskjellige Tider viste, at Kvælstofmængden gik betydelig tilbage, naar der ikke anvendtes kvælstofholdig Gødning; hvor denne imidlertid



blev-given, der blev Jordens Kvælstofmængde næsten stationær, kun varierende lidet med Jordens Kultur og Plantevæxt. Mængden af Kvælstof i Jorden, i de Parceller, der fik Ammoniakgødning, og i de, der ingen fik, stod i nøje Forhold til Størrelsen af Parcellernes Afgrøder. Da de forskellige Kulturplanters Vegetationstid og Roddannelse er forskjellig, saa have de ogsaa højst ulige Evne til mere eller mindre fuldkomment at kunne optage Salpetersyren i Jorden. Jorden mister en forholdsvis stor Mængde Stoffer, naar den en lang Tid af Aaret er blottet eller kun bedækket med en ringe Vegetation, idet Salpetersyren da fuldstændig bortføres af Drænvandet, og dette turde muligvis være en af Grundene til, at Kornsorterne, hvis livlige Væxtperiode kun er af kort Varighed, forholdsvis tære stærkt paa Jordens Kræfter. Gjødes Jorden, som ved de almindelig anvendte Kulturmetoder, med megen Staldgødning og med mindre Mængder af Ammoniak- og Salpetergødning, veksler man med Kulturplanterne, og have disse en Væxtperiode, der strækker sig over en længere Tid af Aaret, saa bliver Kvælstoftabet igjennem Drænvandet mindre, end det er angivet ved de førnævnte Hvedeforsøgs-Parceller.

Fosforsyre og Kali findes kun i ringe Mængde i Drænvandet. Ligeledes Kalk, naar den er i Forbindelse med Fosforsyre.

Af Rothamsted Forsøgene fremgaaer det, at Jordens Tab af Kvælstof særlig er afhængigt af Gjødningens Beskaffenhed, d. v. s. af den Form, under hvilken Kvælstoffet tilføres Jorden, og af dennes Mængde — og Tiden for dens Anvendelse. Herefter spiller Vegetationen en vigtig Rolle, idet denne ved at optage de opløste Plantenæringsstoffer hindrer disse i at bortføres med Drænvandet; jo kraftigere Vegetationen er, og jo længere Tid den dækker Jorden, desto fuldstændigere hindrer den Tabet af Plantenæringsstofferne. Ja Undersøgelserne viste endog, at under Hvedens kraftigste Væxtperiode indeholdt Drænvandet ofte ikke Spor af Salpetersyre. Brakken forøger absolut

Jordens Tab af Plantenæringsstoffer, derfor har man foreslaaet, hvor det lader sig gjøre, at rense Brakmarken hurtig, og da tage Grønafgrøder, der nedpløjes til Efteraarssaningen. Tabet af Plantenæringsstoffer ved Drænvandet voxer med Regnmængden; i en vaad Sommer er Tabet derfor større end i en tør, ikke alene fordi Regnmængden bortfører større Mængder af Plantenæringsstoffer, men ogsaa fordi Planternes Rødder under saadanne Forhold holde sig nær Jordens Overflade i Stedet for at søge Dybden, hvorved Optagelsen af Salpetersyre for de dybere Jordlags Vedkommende bliver mindre fuldstændig. Da Regnmængden i England er betydelig større end hos os, og da Jordens Tab af Plantenæringsstoffer staaer i Forhold dertil, saa følger deraf, at vi ikke direkte kunne overføre de ved Rothamstedforsøgene vundne Talresultater paa danske Jorder af lignende Beskaffenhed; men selv om vi ikke kunne dette, saa have dog disse Undersøgelser givet værdifulde Vink om Plantenæringsstoffernes Bevægelse i Jorden og herved bragt Kundskaben om de kunstige Gjødningsstoffers økonomiske Anvendelse et betydeligt Skridt fremad.