

aan afslibbare delen van boven naar beneden daalt, er waren ook enkele proefvelden met een profiel, waarbij dit gehalte naar beneden toeneemt.

In alle gronden werden de gebruikelijke analyses verricht, terwijl op elk proefveld, door middel van een waterstandshuis, regelmatig de waterstand bepaald werd.

Het voorjaar was in 1947 laat, zodat de aardappelen pas eind April, begin Mei de grond inkwamen. Het jaar 1947 kenmerkte zich door een uitzonderlijk droge zomer; de waterstanden daalden tot eind September regelmatig.

2. OVERZICHT DER RESULTATEN

Evenals bij vele stikstofhoeveelhedenproefvelden, die reeds in ons land zijn aangelegd, met het doel de stikstofbehoefte van een bepaald gewas op een bepaalde grond te bepalen, bleek ook hier, dat de stikstofwerking zelfs op overeenkomstige gronden zeer verschillend kan zijn. Er waren proefvelden, die zeer sterk reageerden, en waarbij tot de hoogste N-giften een opbrengstvermeerdering te zien was; er waren ook proefvelden, die weinig of geen werking te zien gaven of zelfs een vermindering van de opbrengst. Tussen deze beide uitersten liggen allerlei overgangen. Een en ander is voor enkele proefvelden in fig. 1 in beeld gebracht door de opbrengst tegen de stikstofgift uit te zetten. Een overzicht van de belangrijkste gegevens en resultaten geeft tabel 1.

Tabel 1. Overzicht van enkele gegevens en resultaten van de serieproef Pr 933.

proefveld	% afslibbaar	% organische stof	grondwaterstand beneden maaiveld in cm		S structuureijfer	opbrengst knol in q per ha		aantal kg N per ha nodig voor de maximale opbrengst ¹⁾
			in Mei	gemiddeld		object zonder N	maximale ¹⁾	
1 gescheurd grasland	33.9	3.9	106	151	5	261	283	112 ¹ / ₃
2 id.	38.5	3.6	111	146	4	243	321	125
4 id.	28.0	4.9	128	154	6	220	313	62 ¹ / ₂
6 id.	27.4	5.7	151	169	6	268	319	50
7 id.	38.6	6.5	91	115	6	387	399	25
8 id.	38.5	6.3	93	121	8	303	343	12 ¹ / ₂
9 id.	41.7	6.5	73	101	6+	255	285	62 ¹ / ₂
20 id.	45.8	4.7	83	120	4-	284	308	112 ¹ / ₂
10 oud bouwland	20.5	2.8	109	127	3+	236	274	125
11 id.	18.6	2.0	155	172	2	106	216	125
12 id.	23.8	2.5	101	151	4	227	294	137 ¹ / ₂
13 id.	23.9	2.5	92	151	6+	219	319	112 ¹ / ₂
14 id.	33.5	2.8	124	150	5	196	247	87 ¹ / ₂
15 id.	24.1	3.3	124	152	5-	200	254	125
16 id.	42.6	2.8	83	111	6-	226	293	125
17 id.	39.2	3.5	106	135	7	258	338	75
18 id.	40.4	2.8	70	109	4	170	241	125
19 id.	47.6	3.2	108	138	6-	265	279	62 ¹ / ₂
21 id.	40.5	3.2	81	112	6 ¹ / ₂	234	310	112 ¹ / ₂
22 id.	41.8	3.4	109	136	4+	215	249	87 ¹ / ₂
23 id.	44.3	3.2	100	117	4 ¹ / ₂	217	266	75
24 id.	42.4	3.5	74	97	6	209	270	125
25 id.	38.4	3.5	72	106	4 ¹ / ₂	191	269	112 ¹ / ₂

¹⁾ Als maximale opbrengsten namen wij de werkelijk gevonden maximale opbrengsten, en niet het maximum van de opbrengstkrommen. Op enkele proefvelden werd de maximale opbrengst niet verkregen; als maximale opbrengst namen wij dan de laatste hoogste opbrengst.

3. BESPREKING DER RESULTATEN.

Wat is nu de oorzaak van al deze verschillen in reactie? Bij de bewerking van resultaten van bv. kali- en fosfaatproefvelden heeft men het grote voordeel, dat de reactie van het gewas met de rijkdom aan deze voedingsstoffen in de grond in verband gebracht kan worden, nl. met de analysecijfers van het grondonderzoek. Voor het stikstofleverend vermogen van de grond heeft men echter nog geen bruikbare maat. Dit is bij de bewerking van dit materiaal wel als een groot gemis ervaren. Naast bodemstructuur, grondwaterstand en gehalte aan afslibbare delen, welke grootheden, zoals uit het volgende zal blijken, veel invloed op de opbrengst en stikstofreactie uitoefenen, zou de kennis van de stikstoftoestand van de grond een beter inzicht in de bodemvruchtbaarheid hebben kunnen geven.

Fig. 1. Het verband tussen de grootte van de stikstofgift en de opbrengst bij enkele proefvelden van Pr 933.

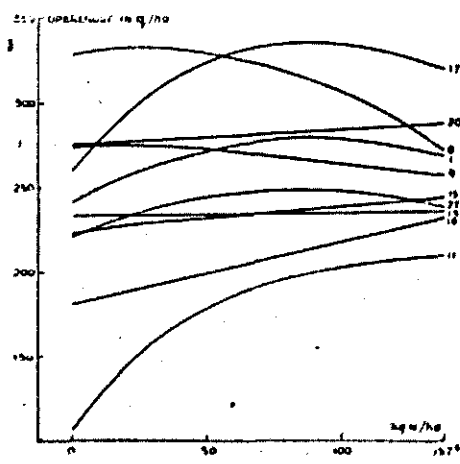


Fig. 1. The relation between the amount of manuring with nitrogen and the yield of potatoes.

De in fig. 1 getekende opbrengstkurven worden door drie grootheden min of meer gekarakteriseerd:

- de opbrengst, welke zonder stikstofbemesting wordt verkregen;
- de maximale opbrengst en
- het aantal kg N per ha, dat nodig is om deze maximale opbrengst te krijgen.

In het volgende zullen wij nagaan, waardoor deze karakteristieken worden beïnvloed.

a. De invloed van grasland als voorvrucht.

De proefvelden op voorheen gescheurd grasland vielen bij de bewerking steeds buiten de gevonden correlaties. Niet alleen bedroeg de gemiddelde opbrengst van de proefvelden op gescheurd grasland 16 % meer dan die op oud bouwland, maar ook werd het niveau der maximale opbrengsten op gescheurd grasland bijna nooit door die van de oude bouwlanden bereikt; gemiddeld bedroeg dit laatste verschil 17 %. Alhoewel de structuur bij de proefvelden op het voorheen gescheurde grasland gemiddeld iets beter was dan die op oud

bouwland, zal dit o.i. niet de voornaamste oorzaak van het verschil in opbrengst-niveau zijn. Wij krijgen sterk de indruk, dat andere factoren, specifiek voor gescheurd grasland, een grotere rol spelen. Het is immers opvallend, dat de structuur bij deze gescheurde percelen gemiddeld zo weinig beter is dan die op oud bouwland!

Daar de serie op gescheurd grasland slechts uit 8 proefvelden bestond, was dit aantal te gering om betrouwbare conclusies te trekken. In het volgende zullen daarom voornamelijk de resultaten, die op de oud-bouwland-serie verkregen werden, besproken worden.

b. De invloed van de structuur op de opbrengst.

Voor de bepaling van de structuur maakten wij van de visuele schattingsmethode gebruik, zoals deze door Ferwerda (1) aan het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. is uitgewerkt. Hierbij wordt de grond op porositeit, op binding der kluiten en kruimels en op de gemiddelde kluitengrootte beoordeeld. Tenslotte wordt met een structuurnummer S , lopende van 1 tot en met 10, het structuuraspect in zijn geheel gewaardeerd; hierbij stelt 10 de in bodemkundig opzicht meest ideale en 1 de slechtste structuur voor ¹⁾. (Uit proeven zal moeten blijken, hoe deze cijfers t.a.v. de groei der gewassen gewaardeerd moeten worden).

De samenhang van het gehalte aan afslibbare delen en het structuurnummer S in het onderzochte gebied is in fig. 2 weergegeven, waaruit blijkt, dat bij een gehalte aan afslibbare delen van 30 tot 40 % het gunstigste beeld voorkomt. Men moet dit zo opvatten, dat deze samenhang niet onverbreekelijk is; ook bij lichte en zware gronden is door een goede voorziening met organische stof, grondbewerking enz. een goede structuur te verkrijgen, zoals uit onze ervaring blijkt, alleen zal dit met meer moeite gepaard gaan.

Een invloed van het gehalte aan organische stof op de bodemstructuur kunnen wij bij de percelen op oud bouwland niet constateren. Dit is wel het geval bij de gescheurde graslanden (fig. 2); bij deze hogere gehalten aan organische stof wordt echter gemiddeld geen hoger S -cijfer gevonden.

Fig. 2. De invloed van de zwaarte van de grond op de structuur, na correctie voor het humusgehalte op de gescheurde graslanden.



Fig. 2. The influence of the clay content on the structure, after introduction of a correction for the influence of humus content on broken grasslands.

Fig. 3. Het verband tussen humusgehalte van de grond en de structuur, na correctie voor de invloed van het percentage afslibbaar.

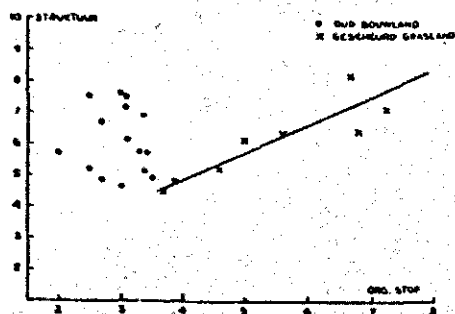


Fig. 3. The relation between humus content of the soil and the structure, after introduction of a correction for the influence of the clay content.

¹⁾ De schattingen werden door de assistent R. Harders uitgevoerd.

Aan de hand van op het laboratorium bepaalde structuurncijfers wordt hieromtrent nog een nader onderzoek ingesteld.

Andere factoren, waarvan bekend is, dat ze invloed op de structuur kunnen uitoefenen, konden niet worden onderscheiden. Het is wel opmerkelijk, dat er hier geen samenhang tussen de waterstand en de bodemstructuur wordt gevonden. Hoo ghoudt (3) constateerde deze onlangs nog op zijn grondwaterstand-proefveld in Nieuw-Beerta.

De invloed van de structuur op de grootte van de opbrengst, die zonder stikstofbemesting verkregen wordt, is in fig. 4 afgebeeld; naarmate de structuur beter is, wordt een hogere opbrengst gevonden. Een veldje met een matig goede structuur geeft al gauw een meer-opbrengst van 20%.

Er is een aanwijzing, dat de invloed van de structuur nog groter is, wanneer optimaal met stikstof wordt bemest. De gemiddelde lijn van fig. 5 loopt n.l. iets steiler dan die van fig. 4.

Fig. 4. Het verband tussen structuur en opbrengst o-object, na correctie voor de invloed van de grondwaterstand in Mei. Oud bouwland.

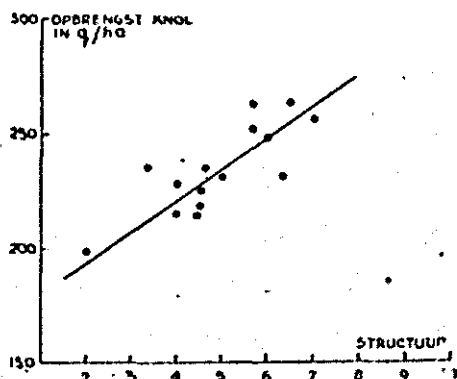


Fig. 1. The relation between the structure and the yield of potatoes on plots not manured with nitrogen, after introduction of a correction for the influence of the soil water-level in May. Old arable land.

Fig. 5. Het verband tussen structuur en de maximale opbrengst, na correctie voor de invloed van de grondwaterstand in Mei. Oud bouwland.

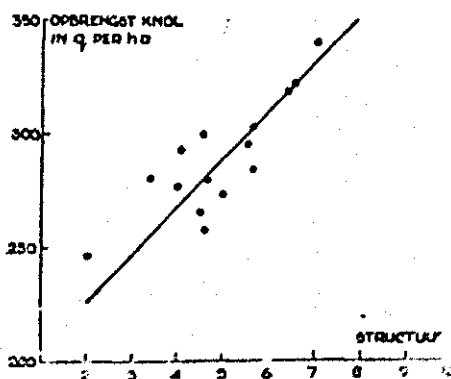


Fig. 5. The relation between the structure and the maximal yield, after introduction of a correction for the influence of the soil water-level. Old arable land.

Bij vergelijking van de figuren 4 en 5 blijkt, dat een stikstofbemesting de opbrengstverschillen tussen gronden met een goede en met een slechte structuur niet opheft, maar mogelijk nog iets groter maakt. Het gaat dus zeker niet altijd op, dat een stikstofbemesting het nadeel van een slechte structuur kan opheffen.

c. De invloed van de grondwaterstand op de opbrengst.

Het blijkt, dat de opbrengsten niet alleen met de structuur, maar ook met de diepte van het grondwater beneden maaiveld verband houden.

Nu is het werken met grondwaterstanden niet zo eenvoudig, aangezien deze in de loop van het groeiseizoen aan wisselingen onderhevig zijn. Neemt men alleen de grondwaterstand in een bepaalde periode, b.v. in Mei, dan wordt de invloed van de waterstand in latere perioden uitgeschakeld, en deze laatste

kan evenzeer van betekenis zijn. Bovendien kan, zoals V i s s e r (7) aantoonde, de snelheid, waarmee de grondwaterstand verandert, van invloed op de opbrengst zijn.

Bij ons materiaal geeft de gemiddelde grondwaterstand praktisch dezelfde samenhang met de opbrengst te zien als de waterstand in Mei.

Fig. 6 geeft de invloed van de gemiddelde grondwaterstand op de opbrengst, die zonder stikstof verkregen werd, weer. Er blijkt een optimum te zijn, en wel bij ongeveer 1.30 m beneden het maaiveld. Uiteraard ligt de optimale grondwaterstand in Mei in dit droge jaar hoger n.l. bij 1.10 m.

Fig. 6. Het verband tussen de gemiddelde grondwaterstand en de opbrengst van de veldjes zonder stikstofbemesting, na correctie voor de invloed van de structuur. Oud bouwland.

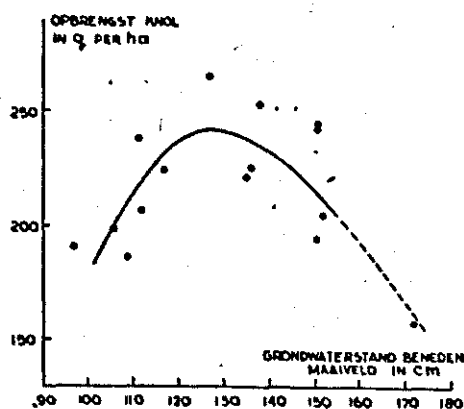


Fig.6. The relation between the average water-level and the yield on plots not manured with nitrogen, after introduction of a correction for the influence of the structure. Old arable land.

Niet alleen een te hoge, maar ook een te lage waterstand speelt een grote rol in de opbrengst; een verschil van 0.30 m met de optimale grondwaterstand geeft al gauw een opbrengstvermindering van 25 %.

Het is opmerkelijk, dat er veel minder duidelijk een invloed van de grondwaterstand op de opbrengsten, welke maximaal door bemesting met stikstof verkregen worden, wordt gevonden; de lijn, die het verband tussen de grondwaterstand en deze opbrengsten aangeeft, blijkt bovendien veel vlakker te zijn. Landbouwkundig wil dit dus zeggen, dat binnen bepaalde grenzen de nadelige invloed van een te hoge of te lage waterstand grotendeels door een hoge stikstof-gift op te vangen is. Dit is dus anders dan wij hiervoor t.a.v. de structuur vermeldde, waarbij immers bleek, dat de nadelige invloed van een slechte toestand geenszins door een hogere stikstofgift kon worden opgeheven.

Het is vanzelfsprekend niet mogelijk om uit de resultaten van één serie proeven in één proefjaar tot de meest gewenste waterstand te besluiten. Immers elk gewas stelt zijn eigen eisen, terwijl de weersomstandigheden ook van grote invloed kunnen zijn. Het is mogelijk dat in een nat jaar een diepe ontwatering gunstig is, maar dat deze in een droog jaar juist ongunstig is.

Het valt op, dat in dit uitzonderlijk droge jaar een gemiddelde grondwaterstand boven de 1.30 m nog schadelijk voor de opbrengst is.

De grote opbrengstverschillen, welke in afhankelijkheid van de waterstand worden gevonden, wijzen op het belang van een nader onderzoek inzake de waterhuishoudkundige toestand van het gebied.

d. De invloed van structuur, grondwaterstand en gehalte aan afslibbaar op de stikstofbehoefte van de grond.

Uit fig. 1 en de tabel blijkt, dat er tussen de proefvelden grote verschillen bestaan in de hoeveelheden N, die nodig zijn om de maximale opbrengst te krijgen. Ook aan de praktijk is dit verschijnsel bekend; zij kent vaak gronden, die duidelijk minder stikstofbehoefte zijn dan andere overeenkomstige gronden.

Wij hebben getracht met behulp van deze proefveldgegevens de oorzaak te vinden, waarom het ene proefveld minder stikstof nodig heeft om de maximale opbrengst te krijgen, dan het andere.

In fig. 7 wordt de invloed van de structuur op de benodigde hoeveelheid stikstof gedemonstreerd; des te beter de structuur, des te minder stikstofbehoefte is de grond.

De proefvelden op gescheurd grasland vallen grotendeels buiten het verband. Op deze gronden, tenminste als het niet te lang geleden is, dat zij gescheurd zijn, komt stikstof bij de ontleding van de organische stof vrij. De proefvelden, die geen extra N-werking te zien geven, zijn in 1916/1917

Fig. 7. Het verband tussen de structuur en de hoeveelheid stikstof, die gegeven moet worden om de maximale opbrengst te verkrijgen, na correctie voor de invloed van de grondwaterstand in Mei en het percentage afslibbaar.

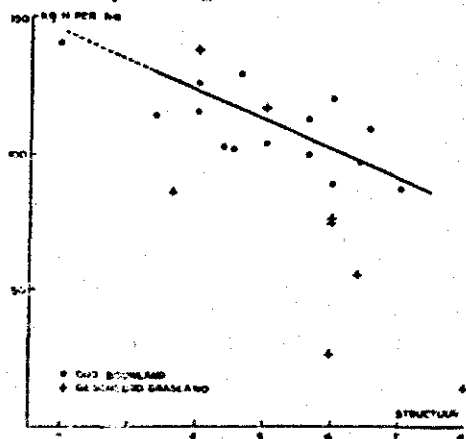


Fig. 7. The relation between the structure and the quantity of nitrogen, which is necessary to obtain maximal yields; after introduction of a correction for the influence of the water-level in May and the clay content.

Fig. 8. Het verband tussen de grondwaterstand in Mei en de hoeveelheid stikstof, die gegeven moet worden om de maximale opbrengst te verkrijgen; na correctie voor de invloed van de structuur en het gehalte afslibbaar.

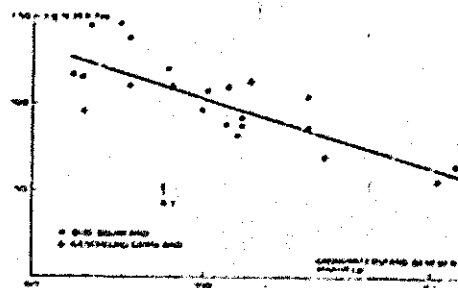


Fig. 8. The relation between the water-level in May and the quantity of nitrogen, which is necessary to obtain maximal yields; after introduction of a correction for the influence of the structure and the clay content.

gescheurd, de andere tussen 1938 en 1941; zelfs na 8 jaar is er dus een duidelijke N-levering door de organische stof van het grasland.

Ook de grondwaterstand blijkt een invloed te hebben. Fig. 8 laat duidelijk zien, dat een grond met een hoge grondwaterstand meer stikstof vraagt dan een grond met een lage waterstand.

In deze afbeelding wordt de invloed van een vlinderbloemige voorvrucht aardig gedemonstreerd. Proefveld 7 blijkt naar verhouding veel minder stikstof nodig te hebben, maar het is het enige proefveld, dat een vlinderbloemig gewas, n.l. erwten als voorvrucht gehad heeft. Het geeft wel de indruk, dat de stikstofnawerking van een erwtengegewas groter is dan door de praktijk over het algemeen aangenomen wordt.

Tenslotte geeft fig. 9 de invloed van de zwaarte van de grond weer; de grond blijkt des te meer stikstofbehoefte te zijn, naarmate hij lichter is.

Fig. 9. Het verband tussen het percentage afslibbaar en de hoeveelheid stikstof per ha, die gegeven moet worden om de maximale opbrengst te verkrijgen; na correctie voor de invloed van de grondwaterstand in Mei en de structuur. Oud bouwland.

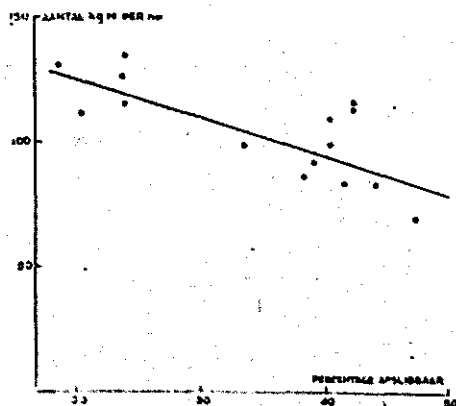


Fig. 9. The relation between the clay content and the quantity of nitrogen, which is necessary to obtain maximal yields; after introduction of a correction for the influence of the water-level in May and the structure. Old arable land.

Men vraagt zich af, wat toch de uiteindelijke verklaring is van het verschijnsel, dat de zwaarte van de grond, de structuur en de grondwaterstand de stikstofbehoefte van de grond beïnvloeden. Wij zijn tot enkele beschouwingen gekomen, uiteraard veronderstellingen, waarvan de juistheid nog bewezen moet worden.

De oorzaak, dat een zwaardere grond minder stikstof vraagt, is niet erg duidelijk. Misschien moet de verklaring gezocht worden in het feit, dat een grond met een hoger gehalte aan afslibbaar ook een hoger gehalte aan organische stof heeft. Er bestaat een correlatie tussen beide grootheden; bij een stijging van 10% van het gehalte aan afslibbaar neemt het gehalte aan organische stof met $\frac{1}{2}\%$ toe.

Omtrent de oorzaak van het verschijnsel, dat de structuur en de grondwaterstand op de benodigde hoeveelheid stikstof invloed uitoefenen, kunnen een paar veronderstellingen gemaakt worden.

In de eerste plaats kan aan een beter rendement van de gegeven stikstof gedacht worden; een betere structuur en een lagere grondwaterstand kunnen het gevolg hebben, dat door een betere doorworteling de gegeven stikstof beter opgenomen kan worden. Dit is dus een rendementskwestie. L e h r (5) geeft deze verklaring voor het feit, dat de gronden in de Waard- en Groetpolder, die een zeer goede structuur hebben, veel minder stikstof vragen dan overeenkomstige gronden in Friesland.

Een andere veronderstelling is, dat de stikstofbinding uit de lucht door de bodemorganismen bij een betere structuur en lagere grondwaterstand groter wordt. Het blijkt n.l. dat de hoeveelheid stikstof, welke bij een grond met een structuurfijfer 7 gegeven moet worden om een maximale opbrengst te krijgen, belangrijk lager is dan de onttrekking door het gewas. Deze laatste bedraagt n.l. ongeveer 140 kg zuivere stikstof per ha tegenover 75 kg als stikstofgift. Neemt men met Gerretsen (2) aan, dat de stoppel van een graangewas ongeveer 20 kg stikstof per ha bevat, dan moet er nog 45 kg stikstof op andere wijze geleverd worden. Tenzij men zou aannemen, dat deze hoeveelheid door daling van het stikstofniveau van de grond vrij zou komen, moet men er wel toe komen, dat genoemde hoeveelheid stikstof uit de lucht gebonden wordt. Bij deze berekening is dan met de drainwater-verliezen en met het rendement van de gegeven hoeveelheid geen rekening gehouden. M a s c h h a u p t (6) vindt bij zijn lysimeter-onderzoekingen voor een koolzure kalkhoudende zavelgrond een gemiddelde jaarlijkse stikstofbinding uit de lucht van ongeveer 60 kg.

LITERATUUR.

1. Ferwerda, J., Over de werking van stalmest op bouwland II (in manuscript gereed).
2. Gerretsen, F. C., Bodembacteriologie in dienst van Land- en Tuinbouw, Dir. v. d. Landbouw (1939).
3. Hooghoudt, S. B., Derde mededeling omtrent het grondwatertoestandsproefveld te Nieuw-Beerta, *Maandbl. Landbouvoord.* 5—10 (1948) 467—472.
4. Koornneef, H., De bodemgesteldheid van Niervaart, Zwaluwen en omstreken, *Versl. Landbouwk. Onderz.* 51—11 (1945) 239—466.
5. L e h r, J. J., Chilisalpeter (Inlichtingenbureau voor Chilisalpeter te Den Haag, 1947).
6. Maschhaupt, Lysimeter-onderzoekingen aan het Rijkslandbouwproefstation te Groningen en elders, *Versl. Landbouwk. Onderz.* 47—4 (1941) 165—528.
7. Visser, W. C., De eisen van aardbeien ten aanzien van de diepte van het grondwater, *Meded. Dir. Tuinbouw* 11—5 (1948) 351—355.

SUMMARY: NITROGEN MANURING AND SOIL FACTORS.

This is a discussion about the results of 23 experimental fields with different nitrogen levels with potatoes (Eigenheimer) on young marine clay soils, containing calcium carbonate. This series consisted of 8 experimental fields on grassland, broken up formerly, and of 15 experimental fields on old arable land. They were laid out to get an idea of the system of soil-factors, which determine the different need of nitrogen. The nitrogen was given in 12 quantities, ranging from 0 to 122.5 lbs an acre.

The reaction of the nitrogen was very different (fig. 1). The crop yields of the plots, to which no nitrogen was given ranged from 9455 to 34520 lbs an acre, the maximal yields from 19267 to 35691 lbs an acre (table).

The influence of the broken grassland was a big one, the level of the maximal crop yields on the broken pasture was hardly ever equalled by that on the old arable land; the average difference was 17 %.

The crop yields on the plots manured without nitrogen (fig. 4) and the maximal yields on the plots, which were manured with nitrogen (fig. 5) depend on the structure of the soil. This structure, which was determined visually on the field, goes with the clay content (fig. 2) and depends in case of a broken grassland furthermore on the organic matter content (fig. 3).

The yields of the plots without nitrogen-manuring depend furthermore on the depth of the average water-level (fig. 6), whereas the water-level has only a small influence on the maximal yields of the plots which are nitrogen-manured. Therefore it is possible to take off the injurious influence of a water-level which is too low or too high by manuring with nitrogen, whereas this manuring has no results in case of a bad structure (fig. 4 and 5).

The quantity of nitrogen, which is necessary to obtain maximal yields depends on the structure (fig. 7), water-level (fig. 8) and the clay content (fig. 9).

The quantity of nitrogen given on a soil with good structure was not sufficient to account for the quantity of nitrogen which the crop withdrew from the soil; from somewhere the plants must have got a supply of 40 lbs an acre. Some possibilities such as atmospheric nitrogen-fixation have been discussed.

Groningen, Januari 1949.