

Deelrapport Werkgroep Deurne

Fosfaat- en kalibemesting hydrologisch gezien

J.H. Snijders

EEN NIEUWE ONTWIKKELING

Bij het landbouwkundig onderzoek heeft men de invloed van het milieu altijd bijzonder graag aan de opbrengst afgemeten. Hoezeer dit in een vroeger stadium voor de hand mag hebben gelegen, het moderne landbouwbedrijf ontleent zijn bestaansrecht aan zijn rentabiliteit, niet aan de omvang van zijn produktie. Dit dwingt ons, ook met het onderzoek een nieuwe koers te varen.

Met verbetering van de waterhuishouding van de Nederlandse landbouwgronden zijn grote bedragen gemoeid, het gaat veelal om projecten waarvan gehele gebieden moeten profiteren. Alleen bij volledige aanpassing van de bedrijven aan de nieuwe toestand van ontwatering mag men een maximaal effect verwachten. Door de hoge investeringen is snel verloop van dit proces vereist en moet men zich van te voren over het optimale bedrijfspatroon in het herziene milieu kunnen uitspreken.

Het optimale bedrijfspatroon is voor elke combinatie van milieubeschrijvingswaarden af te leiden uit de bestaande toestand van variatie binnen het bestudeerde gebied. Dit vormt het uitgangspunt van ieder onderzoek dat geen proefveldonderzoek is en heeft het voordeel, dat men niet gemakkelijk buiten de grenzen komt, die door de praktijk zelf aan een probleem worden gesteld. Maar men ontkomt daarbij niet aan de noodzaak van een analyse waarbij alle onderdelen van het bedrijf betrokken zijn.

Bij deze ontwikkeling van het hydrologisch onderzoek in de richting van een bedrijfsanalyse vertegenwoordigt verkenning van bemestingsvraagstukken een nieuwe fase. Hierbij is de fosfaat- en kalibemesting het eerst aan bod gekomen. Het bodemonderzoek, zoals dat inzicht kan geven in de bemestingstoestand op het bedrijf heeft immers vooral op deze elementen betrekking. Onderzoek naar de intensiteit van de stikstofbemesting bij uiteenlopende vochttoestanden, in het bijzonder op grasland, zal daarop moeten volgen. De gegevens daartoe worden thans nog bijeengebracht.

Als gebied van onderzoek is oostelijk Noord-Brabant genomen. Vanaf

de opkomst van de kunstmest is op de schrale brabantse zandgronden eigenlijk voortdurend sprake geweest van hoge mestgiften. Wegens de daardoor nu in hoofdzaak overtrokken bemestingstoestand in dit gebied zijn de traditionele fosfaat- en kaligiften bepaald te fors. Het moderne bemestingsadvies is dan ook in hoofdzaak gericht op vermindering van de hoeveelheid kunstmest. Ook in dit licht bezien lijkt speurwerk naar de betekenis van de hydrologische toestand op het bedrijf voor bemestingsgewoonten en bemestingstoestand zinvol.

ONTWATERINGSDIEPTE EN MESTGIFT

Hoe moet men zich nu voorstellen, dat de mestgift door de waterhuishouding wordt beïnvloed? Het bestaan van een d i r e c t e invloed ligt niet onmiddellijk voor de hand: wordt eenzelfde gewas op een nat perceel anders bemest dan op een droog? Uitkomsten van onderzoek in deze richting, waarbij de hydrologische toestand is gehanteerd als de gemiddelde ontwateringsdiepte in de zomer geven weinig houvast. Maar waar haver, gerst en mengteelt opvallend stabiel blijken te zijn, krijgt rogge gemiddeld duidelijk meer kali naarmate men de grond als droger beoordeeld. Omdat de frequentie van de roggebouw in dezelfde richting sterk toeneemt mag men verwachten, dat de totale gemiddelde kaligift van nat naar droog zal stijgen, terwijl de fosfaatgift praktisch constant zal blijven. We zullen dit bij het bouwplanonderzoek bevestigd zien.

Door niet per gewas te rekenen maar de over de gewassen gemiddelde mestgift te nemen komt het direct effect van het water er toch wel uit. Een vereenvoudiging betekent daarbij de mogelijkheid alle mest onder één noemer te brengen. Wel is waar bestaan van gewas tot gewas vrij grote verschillen in bemesting, maar de fosfor-kaliverhouding is voor ieder gewas ongeveer gelijk: $P_2O_5 = 50 + 0,24 K_2O$ in kg per ha (figuur 1).

In tabel 1 is de berekende gemiddelde mestgift in P_2O_5 - equivalenten voor een aantal klassen van ontwatering in de zomer opgenomen. Deze getallen zijn dus samengesteld uit de per klasse ipso facto gevonden gemiddelde fosfaatgift en de fosfaatgift die wordt geacht te behoren bij de per klasse gevonden gemiddelde kaligift.

Tabel 1

Gemiddelde mestgift in P_2O_5 - equivalent bij uiteenlopende ontwateringsdiepte in de zomer.

ontwateringsdiepte cm - mv	40-70	70-100	100-140	140-200	>200
	kg/ha				
P_2O_5 - equivalenten - equivalents	170	187	199	204	217
groundwater level cm. below soil surface	kilos per hectare				
	40-70	70-100	100-140	140-200	>200

Table 1

Mean fertilization in P_2O_5 - equivalents under various natural drainage conditions in summer.

Het zou voorbarig zijn in dit beloop reeds een aanwijzing te zien, dat de totale mestbehoefte afneemt wanneer een droog bedrijf onder gunstiger hydrologische omstandigheden komt te verkeren (figuur 2).

Bij bemestingsvraagstukken moet men er overigens altijd op bedacht zijn dat ook afstandskwesties een rol kunnen spelen. Maar de gedachten-gang "nat is ver, ver is weinig mest, dus nat is weinig mest" geldt niet voor oostelijk Noord-Brabant. De verafgelegen percelen zijn gemiddeld niet natter dan de andere. Ook de mestgift wordt, althans binnen een straal van 2 km, niet door afstand beïnvloed. Percelen verder dan 2 km worden iets onderbemest, maar deze groep omvat minder dan 10% van het totaal.

ONTWATERINGSDIEPTE, BOUWPLAN EN MESTGIFT

Langs welke o m w e g e n oefent de waterhuishouding invloed uit op de bemesting? De mestgift hangt duidelijk samen met de aard van het gewas: hakvruchten worden doorgaans zwaarder bemest dan granen en grasland. In tabel 2 is de gemiddelde mestgift per gewas opgegeven.

Tabel 2

Gemiddelde fosfaat- en kalimestgift per gewas

gewassen	aardapp.	voederbiet	haver/gerst	rogge	kunstwei	grasland
werkzaam bestandd.	kg fosforzuur en kali per ha					
P ₂ O ₅	123	139	90	82	95	78
K ₂ O	309	366	207	137	166	117
plant nutrients:	kilos phosphoric acid and potassium per hectare					
crops	potatoes	fodderbeets	oats/barley	rye	pastures in rotation	permanent pastures

Table 2

Mean application of phosphatic and potassic fertilizer in various crops.

Wijziging van de waterhuishoudkundige toestand op het bedrijf leidt steeds tot aanpassing van de gewassenkeus. Wordt het te droge bedrijf van water voorzien, dan treedt al gauw verschuiving in de richting van de veehouderij op. Het graslandareaal wordt vergroot en op het kleiner geworden bouwlandareaal nemen de hakvruchten toe ten koste van de granen. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat de hoeveelheden mest die in het bedrijf omgaan daardoor veranderen.

Als basis voor de berekening van de variaties in de bemesting zijn gewasfrequentie-verhoudingen gebruikt zoals die door middel van bouwplananalytisch onderzoek voor uiteenlopende toestanden van ontwatering kunnen worden afgeleid (figuur 3).

In tabel 3 zijn de frequenties van voorkomen van de gewassen opgenomen. Ze zijn uitgedrukt in procenten van het voorkomen van alle gewassen bij een bepaalde ontwateringstoestand.

Tabel 3

Invloed van de zomergrondwaterstand op het bouwplan

ontwaterings diepte in cm - mv.	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
<u>gewassen:</u>	frequentie-percentages per klasse van ontwatering									
blijvend grasland permanent pastures	62,8	57,3	49,0	39,0	31,0	22,4	15,7	10,4	6,7	4,0
Kunstweide pastures in the rotation	15,8	16,3	16,1	15,2	13,9	12,1	10,1	7,7	5,9	4,0
rogge rye	3,6	6,0	9,1	13,3	18,0	23,0	28,2	32,8	35,0	37,0
aardappelen potatoes	3,4	4,7	6,1	7,3	8,5	9,3	9,9	10,0	9,6	8,9
mengteelt oats and barley mix.	1,3	2,2	3,4	5,3	7,5	10,2	12,8	15,4	17,6	19,3
haver oats	2,3	3,5	5,1	6,9	8,7	10,6	11,9	13,0	13,5	13,4
voederbieten fodder beets	7,0	7,3	7,4	7,2	6,7	5,9	4,9	3,8	3,0	2,1
mais corn	0,1	0,2	0,4	0,6	0,1	1,4	2,1	2,7	3,2	3,9
erwten peas	-	-	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,1	1,6	2,1
diversen other crops	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4
<u>crops:</u>	percentages of crop frequencies at various mean depths of groundwater table									
groundwater level cm. below soil surface	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250

Table 3

Influence of mean groundwaterlevel in summer on the cropping pattern.

264/1161/10/5

Vermenigvuldigt men deze frequentiepercentages met de gemiddelde mestgift per gewas dan krijgt men na sommatie, de totale gemiddelde mestgift voor elke ontwateringsdiepte. In tabel 4 zijn de uitkomsten samengevat.

Tabel 4

Gemiddelde fosfaat- en kalimestgift bij uiteenlopende ontwateringsdiepten in de zomer

ontwateringsdiepte in cm - mv.	25	50	75	100	125	150	175	200
	kg fosforzuur en kali per ha							
werkzaam bestandd. P_2O_5	84,5	87,-	88,-	88,5	89,-	89,5	90,5	91,-
plant nutrients K_2O	149,5	157,-	163,-	167,-	173,5	177,8	182,-	184,-
	kilos phosphoric acid and potassium per hectare							
groundwater level cm. below soil surface	25	50	75	100	125	150	175	200

Table 4

Mean application of phosphatic and potassic fertilizer under various natural drainage conditions in summer

De eerste indruk is dat er - totaal gezien - bij wijziging van de hydrologische toestand eigenlijk minder in de bemestingshuishouding van het bedrijf verandert dan men zou veronderstellen (figuur 4).

De reden hiervan is, dat twee gewassen in het bouwplan van het gemengde bedrijf op zandgrond domineren: rogge en grasland. Bij verschuiving langs de schaal voor bodemvochtigheid of ontwateringsdiepte neemt het ene gewas geleidelijk de plaats in van het andere en beide zitten onderaan in de lijst van mestbehoefte van de gewassen. Het bemestingsniveau wordt daardoor, over de gehele schaal van droog naar nat, gedrukt.

Maar bijzonder belangrijk is natuurlijk de duidelijke aanwijzing dat de totale mestbehoefte van het droge bedrijf afneemt wanneer de waterhuishouding in orde wordt gemaakt.

BODEMVOCHTIGHEID, ZUURGRAAD EN MESTGIFT

Ook de zuurgraad is van invloed op de relatie waterhuishouding en mestgift. Droge percelen zijn gemiddeld veel zuurder dan vochtige en daarbij humusarm (figuren 5 en 6). Voor de beste percelen in dit gebied werd een gemiddelde zuurgraad berekend van $\text{pH}_{(\text{KCl})} = 5,2$.

Bij de keuze van aard en hoeveelheid mest wordt met de zuurgraad goed rekening gehouden. Dit blijkt uit de frequentie waarmee meststoffen met zuurbindende bestanddelen (z.b.b.) op percelen met uiteenlopende pH en bodemvochtigheid worden toegepast. In tabel 5 zijn een aantal uitkomsten van onderzoek in deze richting samengevat. Onderscheid is gemaakt tussen z.b.b.-leverantie met de fosfaatgift (Thomas slakkenmeel : 30% z.b.b.) en met bekalking (verschillende soorten kalk : 50-60% z.b.b.).

Tabel 5

Toepassing van meststoffen met zuurbindende bestanddelen op percelen met uiteenlopende bodemvochtigheid

klassen van verdroging (Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishou- ding Nederland)	regelmatig ver- drogend (RV)	droogte ge- voelig (DG)	voldoende vocht- houdend (VV)	aan de natte kant (NK)	water- over- last (WO)
aantal objecten number of plots	16	136	161	31	11
1. % objecten met slak bemest % of plots fertilized with basic slag	62½	62½	61½	55	45
2. gemidd. z.b.b.-leverantie via slak in kg/ha mean supply of pH-increasing components through applica- tion of basic slag kilos per hectare	160	151	145	164	179
3. % objecten bekalkt % of plots limed	6		5	3	0
4. gemidd. z.b.b.-leverantie via kalk in kg/ha mean supply of pH-increasing components through liming, kilos per hectare	645		375	240	-

klassen van verdroging (Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishou- ding Nederland)	regelmatig ver- drogend (RV)	droogte ge- voelig (DG)	voldoende vocht- houdend (VV)	aan de natte kant (NK)	water- over- last (WO)
gemiddeld over alle pro- jecten: average of all plots: z.b.b. via slak (1x2) pH-increasing components through basic slag z.b.b. via kalk (3x4)kg/ha pH-increasing components through liming	100 38,7	94,4 38,7	89,2 18,7	90,2 7,2	80,6 -
totaal z.b.b. in kg/ha total amount of pH-increasing components kilos per hectare	139	133	108	97	81
drought classes (Committee on Agro- hydrological Research)	frequently desiccating soils (FD)	drought- sensitive soils (DS)	soils with good water re- taining capacity (GC)	rather wet soils (RW)	soils occa- sion- ally flooded (OF)

Table 5

Application of fertilizers with pH-increasing properties on soils under various moisture conditions

Van droog naar nat neemt zowel het gebruik van meststoffen met zuurbindende bestanddelen af als ook de frequentie van het bekalken. Berekent men per klasse van bodemvochtigheid de totale hoeveelheid opgebrachte zuurbindende bestanddelen in kg per ha, dan blijkt sprake te zijn van een fraaie daling van droog naar nat (figuur 7).

DE BEMESTINGSTOESTAND

De bemestingstoestand - als P-citroenzuurcijfer en kaligetal in verband gebracht met bodemvochtigheid - vertoont een optimum beloop. De top ligt in de buurt van de gunstigste vochttoestand.

Tabel 6

Bemestingstoestand en vochttoestand

vochttoestand:	RV	DG	VV	NK	WO
bemestingstoestand					
phosphorus and potassium status					
P-citroenzuurcijfer	44	51	51	48	44
P soluble in 1% citric acid					
kaligetal	22	28	29	22	21
potassium number (indice for the potassium status of the soil)					
drought classes:	FD	DS	GC	RW	OF

Table 6

Phosphorus and potassium status of sandy soils under various moisture conditions

Het praktijkoordeel over de vochttoestand van de grond waarbij een indeling in goed en slecht wordt gehanteerd is blijkbaar nooit geheel vrij te maken van andere factoren die dit alternatief beheersen. Zou de afstand dit effect veroorzaken dan moet men de sterk verdrogende gronden zowel als de gronden met regelmatig wateroverlast aan de periferie van het gebied zoeken. Volgens de gedachtengang: ver van huis is minder mest, is secundair laag P-citroenzuurcijfer en kaligetal, mag men dan bij voldoende vochthoudende, dat wil zeggen "goede" percelen hoge waarden voor bemestingstoestand verwachten. Maar de afstandskwestie blijkt niet opportuun te zijn.

Bij de bemesting wordt niet duidelijk rekening gehouden met de bemestingstoestand in de zin van: hoe lager de waarden voor bemestingstoestand, hoe hoger de gift. Soms ziet men zelfs het omgekeerde: percelen met een veel te hoge waarde voor fosfaattoestand krijgen nogal eens de grootste fosforgift. In zulke gevallen zijn ab origine bijzonder schrale gronden in het geding, waar blijkbaar de van oudsher zeer hoge fosfaatgiften tot in de huidige tijd gehandhaafd bleven. De traditionele gebondenheid aan oude bemestingsnormen is evident in het Noord-Brabantse zandgebied.

BODEMVOCHTIGHEID, VEEBEZETTING EN MESTGIFT

Tot nu toe is geen onderscheid gemaakt tussen het aandeel van de kunstmest en de organische mest in de P_2O_5 -leveranties. Voor een inzicht van de totale omloop van meststoffen op het bedrijf is bestudering van perceelsgegevens onvoldoende. Maar het gehele bedrijf als object van onderzoek voldoet alleen aan de eisen wanneer beschikt kan worden over volledige gegevens inzake mestgift, bemestingstoestand en veebezetting. Want vochtiger ligging leidt tot meer grasland, waardoor -via een verschuiving in de richting van de veehouderij- meer organische mest ter beschikking komt. De vraag is nu maar wat de consequenties van méér organische mest voor de mesthuishouding op het bedrijf zijn.

Wil men volledigheidshalve weer analyseren langs welke wegen de invloed van de waterhuishouding, ditmaal op de omvang van de rundveestapel, zich voltrekt dan kan van een directe beïnvloeding slechts sprake zijn op 100%-graslandbedrijven, waarbij dus alleen de kwaliteit van het grasland in het geding is. Denkt men aan een indirect beloop dan lijkt vooral de oppervlakte grasland maatgevend voor het aantal dieren dat gehouden kan worden.

Zet men deze factoren tegen elkaar uit -dieren worden daarbij als melkkoeaequivalenten gehanteerd- dan is, ondanks een onverwacht grote spreiding van de waarnemingen, de trend "meer gras is meer dieren" duidelijk te herkennen. Dit is door middel van een op het oog zo goed mogelijk door de waarnemingen getrokken rechte, schematisch aangegeven (figuur 8).

Omdat het spreidingsdiagram niet als basis voor verder onderzoek dient, is berekening van de best passende regressielijn achterwege gebleven. Dat de op het oog getrokken rechte bij extrapolatie de ordinaat bij enkele dieren snijdt betekent, dat men op een bedrijf dat zelf niet over graslandpercelen beschikt nog wel een paar koeien zal kunnen houden; een conclusie die in overeenstemming is met hetgeen in de praktijk kan worden waargenomen.

De spreiding is hier minder het gevolg van onnauwkeurigheid van de waarnemingen van y dan van een natuurlijke variatie van deze grootheid. Wanneer niet met de waterhuishouding samenhangende bedrijfsonderdelen als varkens- en pluimveehouderij even buiten beschouwing worden gelaten, kan men op het kleine gemengde bedrijf twee kanten uit: akkerbouw of rundveehouderij. Waar het zwaartepunt ligt hangt af van de voorkeur van de boer.

Bij een bepaalde bedrijfsgrootte kan eenzelfde aantal dieren worden gehouden bij veel of weinig grasland, afhankelijk van het areaal voedergewassen en voederaankoop. Maar deze laatste, externe factor is van geringe betekenis. Het handhaven van een rundveestapel van bepaalde omvang is hier vooral een kwestie van de gewassenverhoudingen binnen het bouwplan. Wij hebben gezien dat deze door de hydrologische toestand op het bedrijf worden beheerst. Dit schept de mogelijkheid, via het bouwplan inzicht te krijgen in de wijze waarop de veebezetting door de waterhuishouding kan worden beïnvloed.

Zet men in een polyfactoranalyse het aantal stuks rundvee in melk-koeaequivalenten als afhankelijke variabele uit tegen de als grondvlakfactoren gehanteerde oppervlakten grasland en voedergewassen per bedrijf (figuren 9a en 9b), dan blijkt dat naarmate meer grasland aanwezig is (a), respectievelijk meer voedergewassen worden verbouwd (b), op het bedrijf meer koeien kunnen worden gehouden. In beide gevallen treden niveauper verschillen op wanneer respectievelijk naar verhouding een groot areaal voor voedergewassen is bestemd dan wel over een behoorlijke oppervlakte grasland wordt beschikt. De vorm van de lijnen suggereert dat boven een bepaalde oppervlakte grasland of voedergewassen het aantal dieren niet verder toeneemt.

Horizontale doorsneden door het relatievlak in één figuur verenigd leveren het zogenaamde isobovendiagram (figuur 10). De functie hiervan is, aan te geven dat bij het handhaven van een veestapel van bepaalde omvang, binnen redelijke grenzen sprake is van een wisselwerking tussen oppervlakte grasland en voedergewassen op het bedrijf.

Vermenigvuldigt men de frequentiepercentages van grasland en voedergewassen bij uiteenlopende vochttoestanden met de bedrijfsgrootte - de gemiddelde perceelsgrootte blijkt van nat naar droog constant te zijn - dan heeft men de gegevens waarmee in het isobovendiagram voor elke vochttoestand het aantal dieren kan worden afgelezen. In tabel 7 zijn de uitkomsten voor bedrijfsgrootten van 6 - 16 ha samengevat.

Tabel 7

Invloed vochttoestand op gemiddelde omvang rundveestapel

vochttoestanden	RV	DG	VV	NK	WO
bedrijfs-grootte	aantal melkkoe-aequivalenten per bedrijf				
6	2 - 3	5 - 6	8	11 - 12	10 - 11
8	2 - 3	6	10	14	14
10	3	6	12 - 13	17 - 18	17 - 18
12	3	7	14 - 15	19 - 20	21
14	3	7 - 8	17	20	22 - 23
16	3 - 4	8	18	20	23
farm acreage	number of cattle in milking cows per farm				
drought classes	FD	DS	GC	RW	OF

Table 7

Mean live-stock on farms under various moisture conditions

Binnen de klasse van regelmatige verdroging zijn er altijd weinig dieren. Men moet het hier nu eenmaal van de akkerbouw hebben. De bedrijfs-grootte is daarbij niet opportuun. Komt men bij vochtiger toestanden dan zijn de omstandigheden voor de veehouderij meteen veel gunstiger en houdt het aantal dieren gelijke tred met de bedrijfs-grootte. Maar liggen de bedrijven te nat dan wordt, met name op de kleine bedrijven, de ontwikkeling afgeremd. De intensiteit van de veehouderij (aantal dieren per ha) blijkt, ongeacht de hydrologische situatie van het bedrijf, bij toenemende bedrijfs-grootte af te nemen.

De jaarlijkse organische mestproduktie kan nu berekend worden door het aantal dieren te vermenigvuldigen met hetgeen per dier in de stal-periode van zegge 180 dagen wordt geproduceerd. Dit is gemiddeld 5 ton stalmest en 4500 ltr. gier, ofwel 13 kg P_2O_5 en 78 kg K_2O . Tabel 8 geeft een overzicht van de hoeveelheid fosfor en kali die via de organische mest bij uiteenlopende vochttoestanden ter beschikking komt.

Tabel 8

Invloed van de vochttoestand op de organische mestproduktie van het bedrijf in kg fosforzuur en kali per ha cultuurgrond

vochttoestanden:	RV		DG		VV		NK		WO	
werkzaam bestanddeel:	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg per ha									
bedrijfs grootte ha										
6	5,4	32,5	11,9	71,5	17,3	104,-	24,9	149,5	22,8	136,5
8	4,1	24,4	9,7	58,5	16,2	97,5	22,8	136,5	22,7	136,5
10	3,9	23,4	7,8	46,8	16,-	96,-	22,7	136,5	22,7	136,5
12	3,3	19,5	7,6	45,5	15,7	94,3	21,1	126,8	22,7	136,5
14	2,8	16,7	7,-	42,5	15,1	94,-	18,3	111,4	20,9	125,4
16	2,8	15,8	6,5	39,-	14,6	87,8	16,3	97,5	17,9	107,2
hectare farm acreage	kilos per hectare									
plant nutrients:	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
drought classes:	FD		DS		GC		RW		OF	

Table 8

Production of farmyard manure under various moisture conditions given as kilos phosphoric acid and potassium per ha under cultivation

Van droge naar natte bedrijfstoestanden ziet men de hoeveelheden P₂O₅ en K₂O die via de organische mest ter beschikking komen, toenemen. Door het bekende verschijnsel van extensivering voltrekt op grotere bedrijven de toename zich op wat lager niveau.

De mest die via de varkens- en kippenhouderij ter beschikking komt is niet in rekening gebracht. Deze takken van bedrijf staan typisch niet in verband met het grondgebruik in afhankelijkheid van de waterhuishouding.

WATERHUISHOUDING EN BEMESTING

Uit het onderzoek kwam naar voren, dat wanneer een droog bedrijf van water wordt voorzien de totale mestbehoefte afneemt. Maar de organische mestproduktie wordt groter. Stelt men deze twee tendenties tegenover elkaar dan komt men tot de vraag: Welk areaal grasland is groot genoeg om kunstmest-aankoop voor het bouwland overbodig te maken; wanneer moet stalmest verkocht worden wegens te klein bouwlandareaal? Maar een dergelijke extreme probleemstelling is niet reëel, omdat men daarbij buiten de grenzen komt door de praktijk zelf aan de problematiek gesteld. De hoeveelheid fosfaat, via de organische mest verkregen is onder alle omstandigheden van beschikbaar vocht en bij alle bedrijfsgrootten ontoereikend; aankoop van fosfaat-kunstmest blijft noodzakelijk. Ook de hoeveelheid kali moet met kunstmest-aankoop worden aangevuld, maar op de wat vochtig gelegen bedrijven hoeft deze aanvulling van geringe betekenis te zijn om in de kalibehoefte van deze voor driekwart of meer in gras liggende bedrijven te voorzien. Voorwaarde is dat de organische mest zoveel mogelijk over het hele bedrijf wordt verdeeld. In dat geval is verkoop van stalmest bij alle gevallen van ontwatering en graslandbouwlandverhouding af te wijzen. De kosten van transport zullen daarbij natuurlijk stijgen.

Maar juist in verband met rentabiliteitsberekening van waterbeheersing op het bedrijf is een zeer reële vraag: Leidt vergroting van de organische mestproduktie tot bezuiniging op kunstmest?

In tabel 9 is per gewas opgegeven in hoeveel procent van het aantal gevallen van verbouw behalve kunstmest ook organische mest wordt toegediend.

Tabel 9

Frequentie van de organische bemesting in procenten van het totaal aantal waarnemingen per gewas

gewassen:	aardappelen	voederbieten	haver/gerst	kunstweide	rogge	grasland
frequentie % org.bemesting	89	71	55	35	16	11
frequency % application farmyard manure						
crops:	potatoes	fodder beets	oats/barley	pastures in the rotation	rye	permanent pastures

Table 9

Application frequency of farmyard manure in per cent of total number of observations per crop

In tabel 10 is per gewas berekend hoeveel fosforzuur en kali gemiddeld wordt verstrekt wanneer behalve kunstmest ook stalmest en gier is toegediend en hoeveel wanneer het gewas het alleen met kunstmest heeft moeten doen. Het verschil is uitgedrukt in procenten van de kunstmestgift.

Tabel 10

Gemiddelde hoeveelheid P_2O_5 en K_2O in kg/ha wanneer zowel kunstmest als organische mest zijn toegediend (a) en bij uitsluitend kunstmest (b)

gewassen	P_2O_5 kg/ha			K_2O kg/ha		
	a.gift van kunstm.+org=totaal	b.alleen kunstmest	verschil in % van kunstmest	a.gift van kunstm.+org=totaal	b.alleen kunstmest	verschil in % van kunstmest
aardappelen potatoes	83+42 = 125	105	19	135+196=331	135	145
voederbieten fodderbeets	113+43 = 156	102	53	239+198=437	162	170
haver en mengt. oats and oats/ barley comb.	74+37 = 111	81	37	107+142=249	121	106
rogge rye	75+34 = 109	81	35	115+148=263	116	127
kunstweide pastures in rotation	86+18 = 104	90	16	106+150=256	120	113
grasland permanent pastures	83+25 = 108	83	30	93+140=233	103	126
crops	a. min+org.= total appl.	b. mineral fert. only	difference in % of min.fert.	a. min.+org.= total appl.	b. mineral fert. only	difference in % of min.fert.
	P_2O_5 kilos per hectare			K_2O kilos per hectare		

Table 10

Mean quantities of phosphoric acid and potassium, kilos per hectare, a.mineral fertilizer as well as farmyard manure has been applied, b.application of mineral fertilizer only

Hieruit komt naar voren dat, hoewel de hoeveelheid kunstmest voor vele gewassen iets wordt verminderd wanneer wordt bijgemest met organisch materiaal, toch de totale gecombineerde gift veel groter is dan de eenvoudige kunstmestgift. Afhankelijk van het gewas is sprake van 16-53% meer P_2O_5 en 106-170% meer K_2O .

Het is dus bepaald niet zo, dat bij verhoging van de produktie van organische mest op het bedrijf, zoals ten gevolge van een verbeterde watervoorziening verwacht mag worden, men automatisch het kunstmestverbruik naar evenredigheid zal zien dalen. Voor de vereiste aanpassing van het bedrijf, juist met betrekking tot de bemestingsgewoonten, kunnen de huidige nieuwe vormen van voorlichting wel eens van bijzondere betekenis blijken te zijn.

De uitkomsten van het bouwplan-onderzoek, aangevuld met gegevens over variatie in nodige arbeid, leveren in combinatie met opbrengstcijfers de getallen die in bedrijfsbegrotingen dienen te worden ingevuld om het economische effect van een verbetering van de waterhuishouding van de bedrijven te leren kennen en zo de baten van deze gecompliceerde ingreep in het bedrijf te kunnen berekenen. De hier verzamelde gegevens over bemestingsgewoonten en veebezetting onder uiteenlopende hydrologische omstandigheden kunnen een bijdrage vormen voor verdere differentiatie van dergelijke berekeningen.

Wageningen, november 1961.

Onderschriften figuren

Figuur 1 : Van gewas tot gewas bestaan vrij grote verschillen in bemestingsniveau maar de verhouding tussen de fosfor- en kaligift is voor alle gewassen ongeveer dezelfde.

Grl=blijvend grasland R=rogge A=aardappelen
Kw =kunstweide HG=haver en gerst Vbi=voeder-e.a.bieten

Figure 1 : In various crops quite different quantities of fertilizer are applied under comparable soil conditions. The phosphorus - potassium ratio, however, proves to be about constant.

Grl=permanent pastures R=rye A=potatoes
Kw =pastures in the rotation HG=mixed crop of
oats and barley Vbi=beets

Figuur 2 : Naarmate de grond dieper ontwaterd is worden de mestgiften groter. De relatie water en mest is hier bevrijd van de invloed van het bouwplan.

Figure 2 : Applied in deeply drained soils mean quantities of phosphatic and potassic fertilizer prove to be larger than is the case in more shallow drained soils. Plant nutrients are expressed here in phosphoric acid-equivalents. Influences of cropping pattern modifications have been eliminated.

Figuur 3 : De invloed van de ontwateringsdiepte op het bouwplan van de zandgronden in oostelijk Noord-Brabant: De verschuivingen in het bouwplan zijn duidelijk afhankelijk van de waterhuishoudkundige toestand.

Figure 3 : Mean groundwater level in summer and cropping pattern of the sandy soils of North-Brabant: Crop frequency ratios and hydrological situation are clearly interdependent.

Figuur 4 : De invloed van de ontwateringsdiepte op de hoeveelheid fosfor en kali die op het bedrijf omgaat, uitgedrukt in kg per ha. Bij vochtiger ligging van het bedrijf neemt vooral de toepassing van kali duidelijk af.

- Figure 4 : Relation between mean groundwater level in summer and overall application of phosphatic and potassic fertilizer given in kilos per hectare. Under humid farming conditions the potassium requirement clearly decreases.
- Figuur 5 : Relatie tussen de vochttoestand van de grond en de zuurgraad over 326 percelen. Hoe droger de grond hoe zuurder.
RV=regelmatig verdrogend DG=droogtegevoelig
VV=voldoende vochthoudend NK=te vochtig; WO=wateroverlast.
- Figure 5 : Relation between mean moisture condition and acidity of the light sandy soils of North-Brabant as computed for 326 plots: Desiccating soils and drought-sensitive soils are more acid than humid soils.
RV=frequently desiccating; DG=drought sensitive; VV=good water retaining capacity; NK=rather too wet; WO=occasionally flooded.
- Figuur 6 : Relatie tussen de vochttoestand van de grond en het humusgehalte over 326 percelen. De verdrogende gronden zijn humusarm.
- Figure 6 : Relation between mean moisture condition and humus content of the light sandy soils of North-Brabant as computed for 326 plots: Frequently desiccating soils and drought-sensitive soils are deficient in humus.
- Figuur 7 : Naarmate de bedrijven vochtiger liggen behoeft minder vaak bekalft te worden en neemt ook het gebruik van Thomas slakkenmeel af. Bij de gemiddelde niveaus per vochttoestand is de zuurgraad vermeld.
- Figure 7 : Under humid soil conditions the application of basic slag grows less frequent; the urgency of liming decreases. At the various moisture conditions the pH of the soil is given.
- Figuur 8 : Relatie tussen de omvang van de rundveestapel en de oppervlakte grasland per bedrijf. De grote spreiding wijst er op dat bij zijn keuze van het aantal koeien de boer slechts zeer ten dele gebonden is aan de beschikbare oppervlakte grasland.

Figure 8 : Relation between acreage of grassland and live-stock. The rather large deviation indicates the number of cattle is not strongly limited by the acreage of grassland per farm.

Figuur 9a-b : Polyfactoranalyse: In een ruimtelijke samenhang is het aantal stuks rundvee in koe-aequivalenten tegen zowel de oppervlakte grasland als de oppervlakte voedergewassen per bedrijf uitgezet.

In het eerste geval krijgt men dan de relatie rundvee x grasland bij drie verschillende waarden van oppervlakte voedergewassen, in het tweede rundvee x voedergewassen bij drie waarden van oppervlakte grasland. De pijlen geven de doorsnijdingen aan van de 2 x 3 loodrecht op het elkaar staande vlakken. De 6 curven vormen een rooster waardoor de ligging van het gebogen relatievlak is bepaald.

Figure 9a-b : Polyfactor analysis: In one spatial coherency the number of cattle per farm expressed in milking cows has been plotted against the available acreages of respectively grassland and fodder crops.

In the left-hand figure the relation between cattle and grassland is shown at three different values of acreage of fodder crops the right-hand figure shows the relation between cattle and fodder crops at three different values of grassland acreage. The intersections of the two mutually perpendicular systems, each consisting of three separate planes are indicated by means of arrows. The 6 curves are part of a frame work which modifies the definite position and shape of the vaulted relation face.

Figuur 10 : In het isobovendiagram zijn lijnen, van gelijk aantal dieren getekend bij variërende waarden van oppervlakte grasland en voedergewassen.

Figure 10 : Cross-sections through the curved face which represent the relation between acreage of grassland, acreage of fodder crops and number of cattle give us a diagram of "isoboves", generally a series of curves of constant number of cattle, in this case drawn within a system of axes for respectively acreage of grassland and fodder crops per farm.

SUMMARY

At the present day successful farming is a matter of productiveness rather than a matter of production.

In order to know the significance of watermanagement on farms an analysis has to be done in which any part of farming should be handled as a hydrological problem. Within this development, research into fertilization habits can hardly be missed. For this reason, data have been collected in several regions; those of the sandy soils of the province of North-Brabant will serve here as an example.

Hydrological influences are mostly of indirect nature. A direct relation between moisture condition of soils and fertilization, however, may be indicated. Though fertilization levels differ widely for various crops, phosphorus - potassium ratios appear to be about constant (figure 1). This suggests a simplification by handling all fertilizer in terms of phosphoric acid-equivalents. From deep to shallow drained soils the fertility requirement of crops proves to decrease (table 1; figure 2).

As one of the most conspicuous circuitous ways of influence one has to consider the cropping pattern, this being strongly adapted to the hydrological situation (figure 3). By multiplying crop-frequency percentages given for various groundwater levels in summer (table 3) by the mean quantities of phosphatic and potassic fertilizer per crop (table 2), for each separate depth of groundwater table fertilization levels have been calculated (table 4; figure 4).

Liming as well as application of fertilizers with pH-increasing properties are also related to the moisture condition of the soil. The desiccating sandy soils of North-Brabant are generally more acid and contain less humus than the humid soils (figures 5 and 6), so liming and application of basic slag are more frequent under dry soil conditions (table 5; figure 7). In practice of fertilization the phosphorus- and potassium-status of the relative soils is insufficiently taken into account. Here the applied quantities of phosphatic and potassic fertilizer have always been high as these soils are originally poor. Although there is no question of deficiency-symptoms any more, traditional quantities of mineral fertilizer are often maintained to this day. The highest values for

phosphorus- and potassium-status in North-Brabant occur in soils of good water-retaining capacity (table 6).

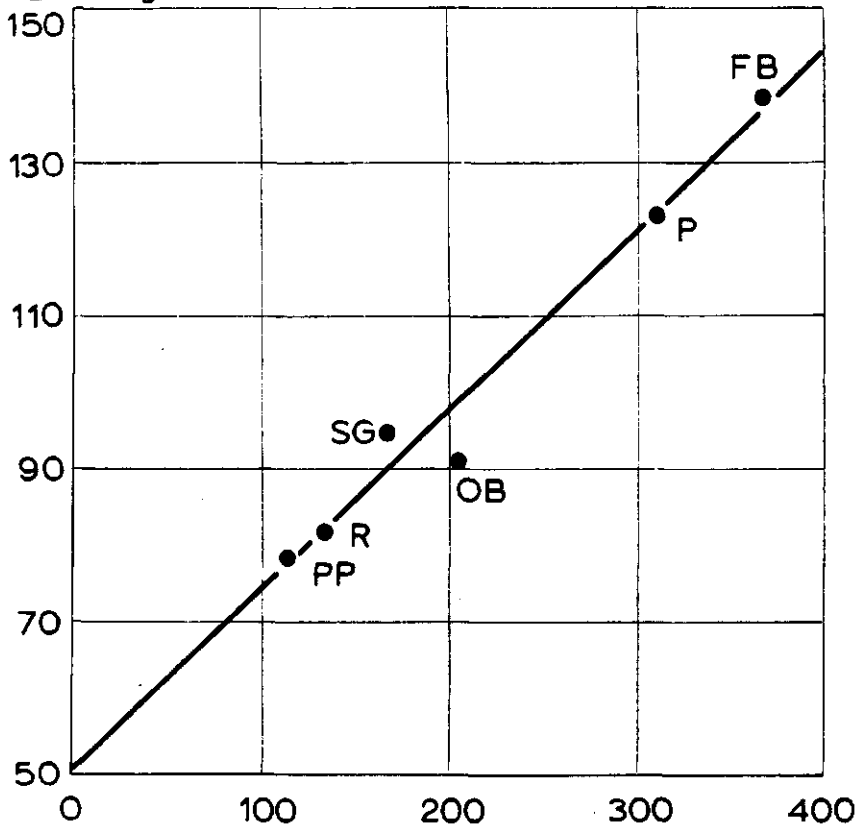
In handling fertilization problems, the share of organic manure may not be disregarded. The number of cattle being kept does not depend in such a way on the acreage of grassland at disposal as is often assumed (figure 8). The dispersion in the observations is partly caused by variation in acreage of fodder crops, for this factor is obviously as well responsible for the definite number of cattle kept in the circumstances.

By means of polyfactoranalysis these two influences may be disentangled (figures 9 and 10) and a diagram of isoboves constructed. From this at any combination of grassland and fodder crops per farm the mean number of cattle can be read (table 7). From this again, for various moisture conditions the quantities of solid and liquid manure produced during the stable-period can be calculated (table 8).

Application frequencies of animal manure differ for various crops (table 9). It is evident, however, that on an average in North-Brabant application of organic matter does not lead to an effective decrease of the excessive use of phosphatic and potassic mineral fertilizer (table 10).

Mean application of phosphatic fertilizer

P₂O₅ Kg/ha



Mean application of potassic fertilizer K₂O Kg/ha

R = rye

FB = fodder beets

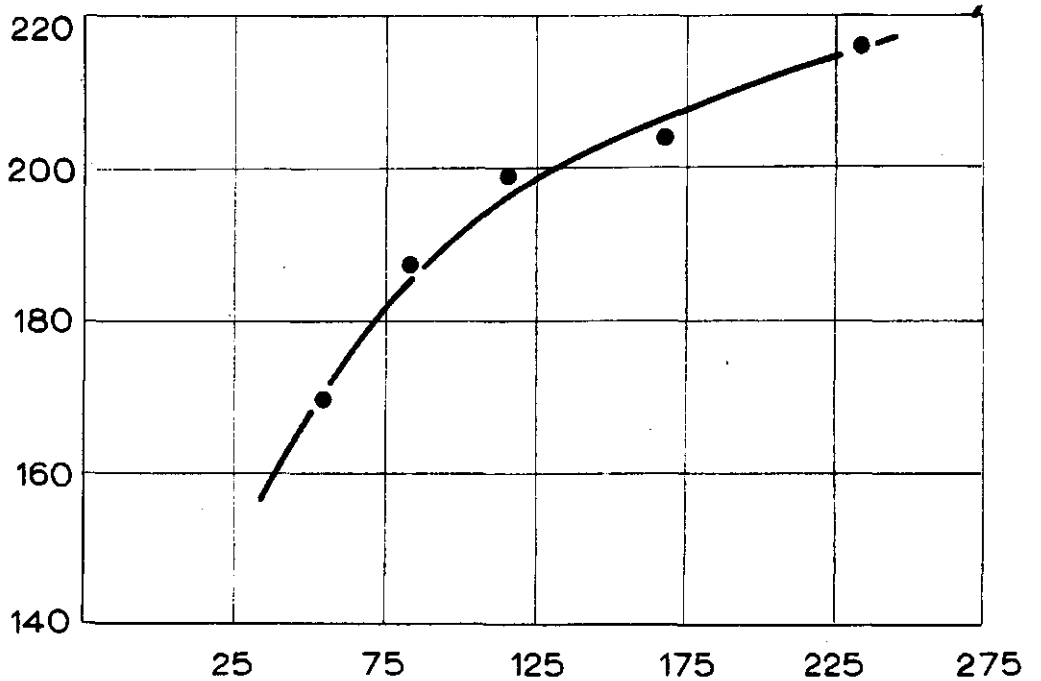
OB = oats and barley

PP = permanent pastures

P = potatoes

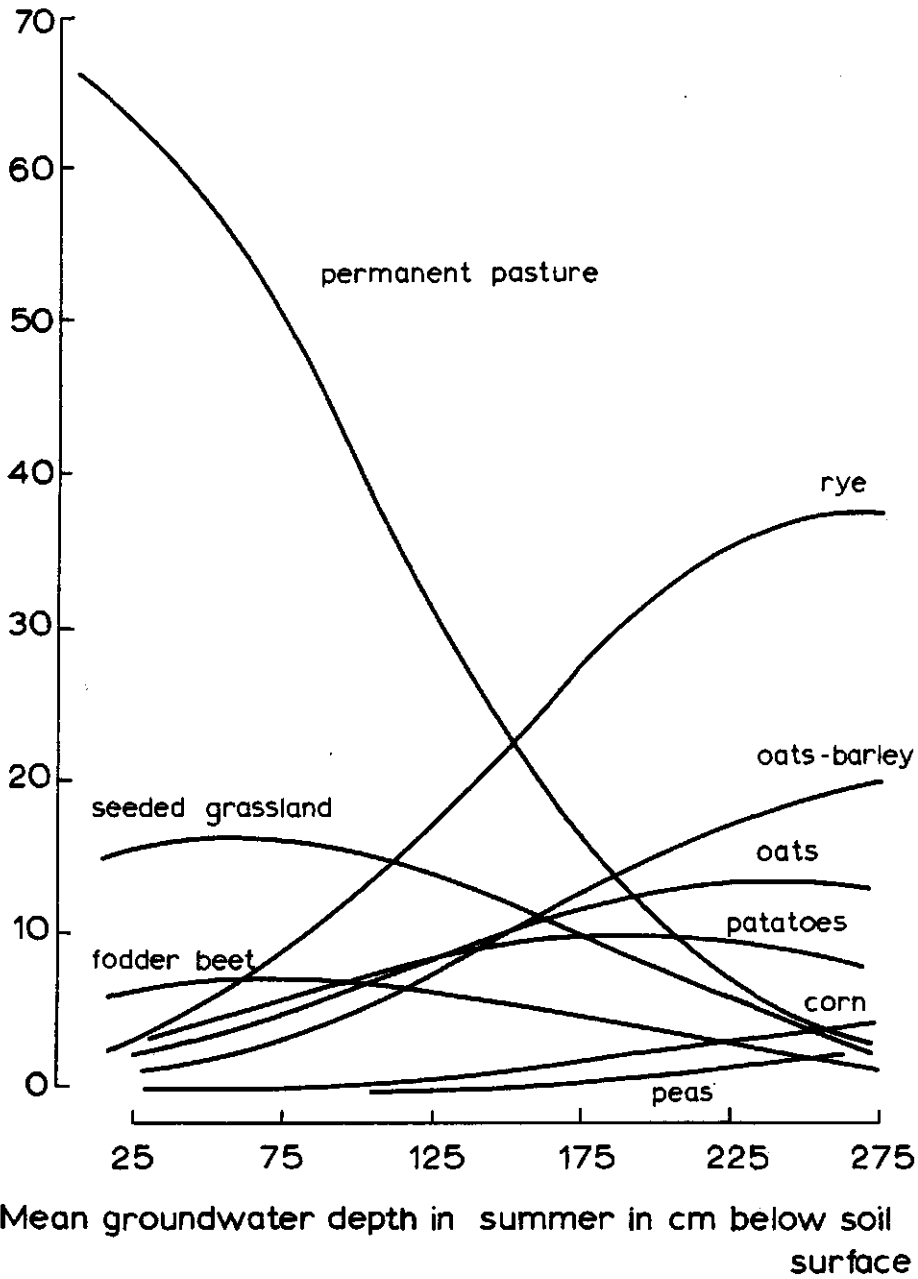
SG = seeded grassland

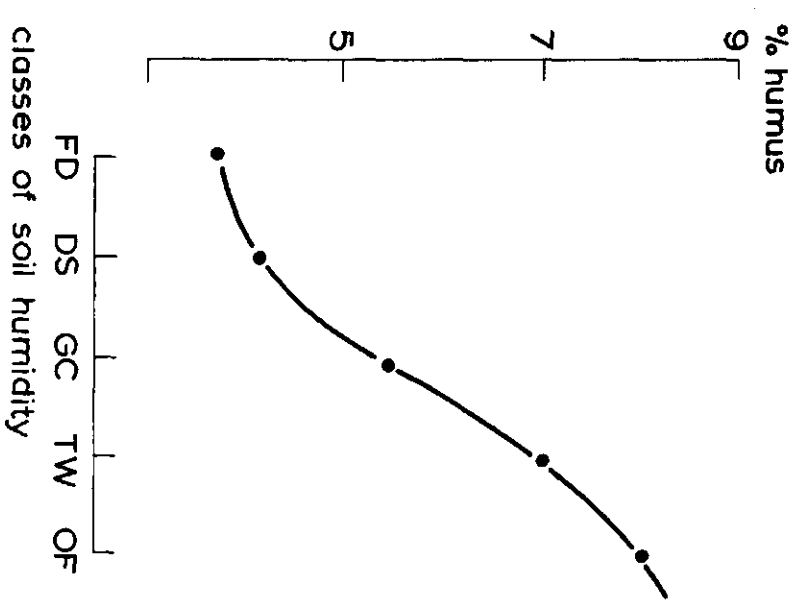
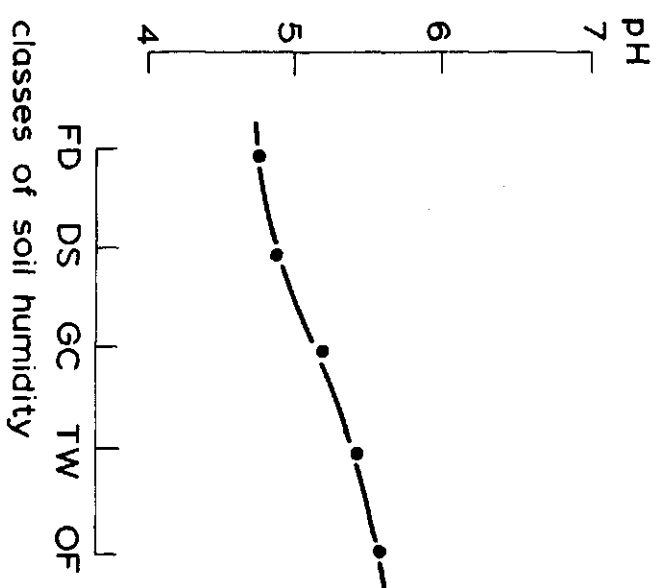
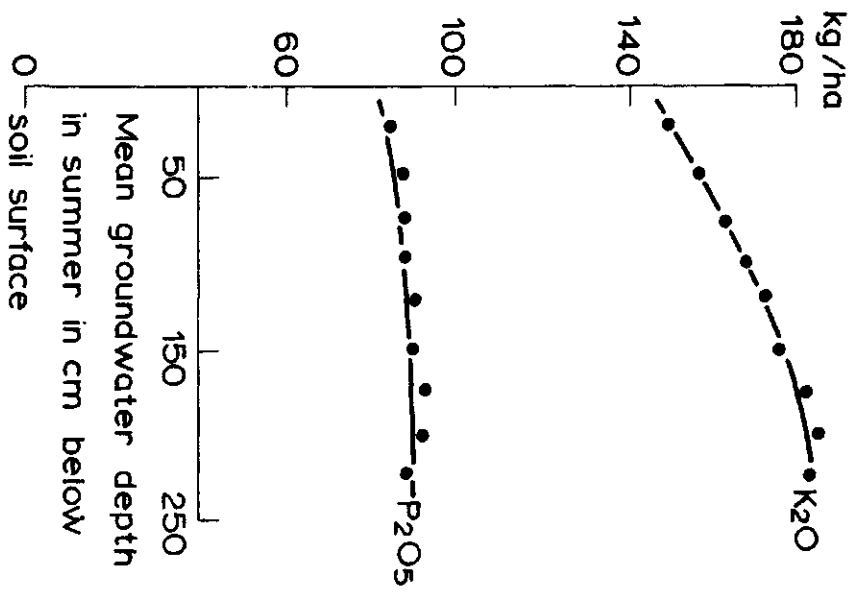
Mean application of fertilizer in P₂O₅ equivalents



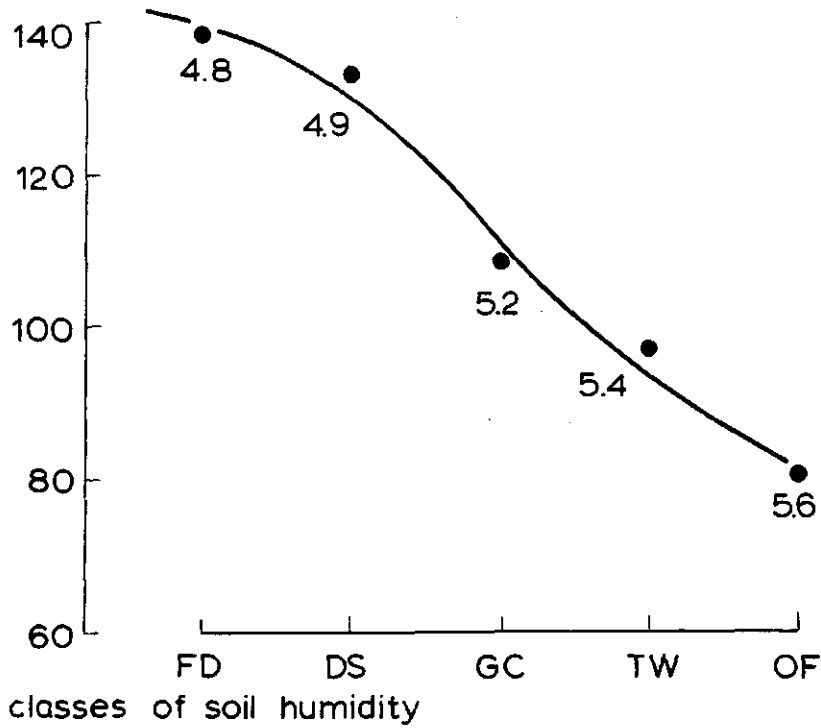
Mean groundwater depth in summer in cm below soil surface

Frequency of occurrence in %





application of pH-increasing components
through liming and basic slag in kg/ha



number of livestock units

