I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D

RAPPORT 4-74

FOSFAATBEMESTING VAN IJZERHOUDENDE GRASLANDEN

with a summary :

Phosphate fertilization of iron-rich grasslands

door

J. PRUMMEL

1974

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

INHOUD

Inleiding	3
Methode van onderzoek	4
Resultaten van het grondonderzoek	6
Invloed van de fosfaatbemesting op het verloop van het fosfaatgehalte van de grond	14
Invloed van de fosfaatbemesting op de opbrengst en de botanische samenstelling	23
Resultaten van het chemisch gewasonderzoek	28
Beschouwingen	32
Samenvatting en conclusies	34
Summary	36
Literatuur	38
Bijlagen	39

INLEIDING

In twee eerder verschenen publikaties zijn de resultaten vermeld van enkele proeven op gronden, die het fosfaat sterk vastleggen (Prummel, 1957, 1961). Dit onderzoek had betrekking op graslanden op beekeerdgronden (leemhoudende beekbezinkingsgronden) en een veengrond, zgn. madelanden. Deze gronden worden gekenmerkt door een hoog gehalte aan ijzer, een laag gehalte aan voor de planten beschikbaar fosfaat - ook als zij ruim worden bemest - en een sterke achteruitgang van de beschikbare fosfaathoeveelheid na voorraadbemesting.

Het onderzoek is later voortgezet door de aanleg van enkele nieuwe proeven op ijzerhoudende graslanden in Groningen, Drenthe en Overijssel. Het doel van dit onderzoek was om inzicht te krijgen in de fosfaathuishouding van deze gronden en hoe zij mogelijk chemisch zijn te onderscheiden in de mate van fixatie. Behalve voor direct landbouwkundige doeleinden (waardering van P-AL voor de beoordeling van de fosfaatvoorziening van het grasland en de betekenis van een voorraadbemesting) kunnen de gegevens ook gebruikt worden voor studies over het ijzer-fosfaatprobleem in ruimer verband. Van deze proeven zijn daarom de grondmonsters bewaard. Belanghebbenden kunnen hiervan zonodig gebruik maken.

METHODE VAN ONDERZOEK

In 1958 zijn op beekeerdgronden in Groningen en Overijssel en op veen- en moerige gronden in Groningen en Drenthe in totaal 12 proeven aangelegd. Hierbij sloot aan een reeds eerder begonnen proef op veengrond in het Groninger Westerkwartier (Pr 1435), die in 1958 is voortgezet. De resultaten van de eerste vier jaar van de laatstgenoemde proef zijn eerder gepubliceerd (Prummel, 1957). Voor de keuze van de percelen is indertijd overleg gepleegd met de Stichting voor Bodemkartering. De percelen zijn daarbij uitgezocht op het voorkomen van ijzer. De proeven zijn tot en met 1963 of 1964 voortgezet (proefduur 6 of 7 jaar, één van de proeven op veengrond 12 jaar). Eén proef op een beekeerdgrond (IB 274) is voortijdig beëindigd (3 proefjaren), wegens het scheuren van het grasland.

De meeste proeven waren eenvoudig van opzet. Vergeleken werd geen fosfaat met een jaarlijkse bemesting naar 100 kg P_2O_5 per ha (in één geval 120 kg P_2O_5) en met een voorraadbemesting in het jaar van aanleg naar 600 kg P_2O_5 per ha (in één geval 400 kg P_2O_5). In volgende jaren lag het object met voorraadbemesting op nawerking. Op één van de proeven op beekeerdgrond in Overijssel en op drie proeven op veen- en moerige gronden werden bovendien jaarlijkse giften toegepast van 25, 50 (in één geval 60) en 200 kg P_2O_5 per ha. In deze gevallen was tevens een object opgenomen, waarop na de toediening van een voorraadbemesting een hernieuwde jaarlijkse bemesting werd gegeven. Op één van de proeven op veengrond lagen enkele objecten zowel met als zonder een jaarlijkse bemesting met stalmest naar 25 ton per ha. Tijdens de duur van de proeven werd op de overige proeven geen stalmest toegediend. De fosfaatbemesting (dubbelsuperfosfaat) werd steeds in het voorjaar gegeven. De objecten lagen in twee- of in drievoud.

Jaarlijks is van de eerste snede de opbrengst aan droge stof en het fosfaatgehalte van het gras bepaald. De eerste snede, die in het voorjaar bemest is naar 60 à 70 kg N per ha en 100 à 160 kg K_2O per ha, is meestal in het hooistadium gemaaid (veelal juni, soms in mei), ongeveer gelijktijdig met het maaien van de rest van het perceel. De behandeling van het grasland na de eerste snede is aan de gebruiker van het perceel overgelaten (meestal geweid), behalve in één geval op veengrond, waar jaarlijks twee tot drie maal is gemaaid. Na de eerste snede is niet opnieuw met fosfaat bemest.

Elk jaar zijn in de herfst grondmonsters genomen van de laag 0-5 cm voor onderzoek op P-getal en P-Al en bij de objecten zonder fosfaat en met voorraadbemesting bovendien op P-totaal. Bij de aanleg en in het laatste proefjaar is op een aantal proeven bovendien de laag van 5-10 cm bemonsterd voor onderzoek op fosfaat. Van een aantal objecten is de botanische samenstelling van het grasland nagegaan volgens de vereenvoudigde frequentie-rangordemethode.

Achtereenvolgens zullen de resultaten worden besproken van het grondonderzoek, de opbrengstbepaling en het fosfaatgehalte van het gras.

RESULTATEN VAN HET GRONDONDERZOEK

In tabel I zijn de bodemkundige eigenschappen bij de aanleg van de proeven vermeld. De proeven zijn gegroepeerd naar de textuur van de bovengrond, nl. leem, klei en veen, en binnen de bodemgroepen gerangschikt naar opklimmend ijzergehalte. In de tabel zijn tevens vermeld de verhouding % humus/% Fe_2O_3 en de relatieve oplosbaarheden van P-AL en P-getal ten opzichte van P-totaal en van P-getal ten opzichte van P-AL (voor de omschrijving van de relatieve oplosbaarheden zie blz. 11).

Onder de beekeerdgronden zijn samengevat sterk lemige zandgronden in Groningen (Westerkwartier) en Overijssel met een humeuze bovengrond van tenminste 15 cm dikte†. Onder deze humeuze bovengrond, de eerdlaag, komt een humusarme overgangslaag voor van sterk wisselende samenstelling tussen grof zand (IB 264) en zandige leem (IB 273). Op 80 à 90 cm is de bovengrond meestal permanent met water verzadigd.

Onder de veengronden met een lutumrijke bovengrond zijn de gronden bijeengebracht met een zeggeveenpakket van meer dan 40 cm dikte met in de bovengrond een meer of minder sterke bijmenging met zeeklei (mariene opslibbing). IB 443 en Pr 1435 hebben een lutumrijke eerdlaag van 15 cm, waarin de klei en de organische stof homogeen zijn gemengd.
IB 266 en 265 hebben een venige kleibovengrond van meer dan 15 cm dikte. Bij IB 265 begint zich hierin een zeer dunne veraarde laag af te tekenen.

†Voor een uitvoerige profielbeschrijving van deze en de overige gronden wordt verwezen naar bijlage VI. De profielbeschrijvingen zijn afkomstig van ir. B. van Heuveln en dr.ir. M. Knibbe, die tevens de gronden indeelden naar de bodemtypen in het classieficatiesysteem van de Stichting voor Bodemkartering. Voor hun medewerking betuigen wij gaarne onze dank.

TABEL I. Bodemkundige eigenschappen van de proeven, laag 0-5 cm

Proef	Afslibbare delen, %	Organische stof, %	Fe_2O_3 (10% HCL), %	Org. stof/Fe_2O_3	pH-KCl	P-totaal (mg P_2O_5 per 100 g)	P-AL (mg P_2O_5 per 100 g)	P-getal (mg P_2O_5 per 100 g)	P-AL t.o.v. P-tot. †	P-getal t.o.v. P-tot. †	P-getal t.o.v. P-AL †
Beekeerdgronden ("Beek"earth soils)											
IB 264 Marum	7	15	2,0	7,5	5,4	130	11	1,2	30	2,6	9,1
IB 273 Hoonhorst	16	8	6,2	1,3	5,2	300	19	0,9	33	1,6	4,9
IB 275 Nieuw Leusen	10	22	20,4	1,1	5,3	505	18	2,4	11	1,3	11,4
IB 274 Bathmen	24	14	35,2	0,4	5,3	710	5	1,0	10	1,7	16,7
Veengronden (Peat soils)											
lutumrijke bovengrond (clayey topsoil)											
IB 443 Peize	29	59	3,2	18,3	4,1	390	13	4,0	14	4,0	30,3
IB 266 Peize	34	54	3,6	14,9	4,3	345	13	4,2	8	5,0	27,8
Pr 1435 Marum	26	50	8,0	6,3	5,4	540	7	1,0	4	0,5	13,2
IB 265 Boerakker	34	45	16,7	2,7	5,1	470	7	0,7	4	0,4	9,1
Veen- en moerige gronden (Peat soils and earthy peat soils)											
lutumarme eerdlaag (low-clay topsoil)											
IB 272 Beilen ††	3	5	0,6	8,3	5,8	130	33	1,0	80	3,8	3,4
†††	8	53	9,4	5,6	5,1	155	12	0,6			
IB 270 Exlo	6	79	3,9	20,2	4,6	415	13	7,3	16	8,0	50,0
IB 267 Borger	5	66	10,9	6,1	5,1	540	10	2,0	10	1,7	16,7
IB 268 Amen	7	55	22,6	2,4	5,6	710	7	0,8	2	0,2	10,0
IB 269 Beilen	11	47	33,0	1,4	5,2	1450	13	1,5	3	0,3	11,8

Exp. field	Particles <16 µm, %	Organic matter %	Fe_2O_3 (10% HCl), %	Organ. matter/Fe_2O_3	pH-KCl	P-total (mg P_2O_5 per 100 g)	P-AL (mg P_2O_5 per 100 g)	P-value (mg P_2O_5 per 100 g)	P-AL relative to P-total †	P-value relative to P-total †	P-value relative to P-total †

† Relatieve oplosbaarheden, afgeleid uit jaarlijks grondonderzoek voor de verschillende fosfaatgiften (Relative solubilities, derived from annual soil analysis for the different phosphate treatments).

†† Bezandingslaag 5 cm (Sand cover 5 cm).

††† Oorspronkelijke veenbovengrond (Original peat topsoil).

TABLE I. Relevant properties of the test soils, layer 0-5 cm

Als veengronden en moerige gronden met een lutumarme eerdlaag zijn aangegeven zeggeveenpakketten met dikten wisselend tussen 30 cm (IB 270 en 267) en meer dan 120 cm (IB 272 en 268), waarvan de bovengrond over meer dan 15 cm is gehomogeniseerd zonder een bijmenging van klei van enige betekenis.

Het humusgehalte van de veengronden is in alle gevallen hoog tot zeer hoog (45 tot bijna 80% humus). Van de thans zo belangrijke bezande veengronden komt in de onderzochte reeks slechts één vertegenwoordiger voor (IB 272; bezandingsdek ongeveer 5 cm).

De beekeerdgronden in Overijssel en de veen- en moerige gronden bevatten vaak bijzonder veel ijzer (3 tot 3,5 % Fe_2O_3, oplosbaar in 10% HCl). Het ijzer bevindt zich in de beekeerdgronden veelal in kleine concreties van enkele mm grootte. In de ijzerrijke veengronden (8% Fe_2O_3 en meer: Pr 1435, IB 265, 267, 268 en 269) komt het ijzer voor in harde concreties van aanzienlijke grootte. In deze gevallen is de laag onder de zode op wisselende diepte soms zo rijk aan ijzer, dat ter plaatse ijzeroer is gewonnen. IB 269 in Beilen op nat grasland bevat onder de zode vivianiet, een van nature gevormde ijzerfosfaatverbinding en moeraskalk (koolzure kalk).

Volgens Knibbe en Van den Akker (1966) bedraagt het ijzergehalte van gronden waar geen accumulatie of uitspoeling heeft plaatsgehad, gemiddeld iets meer dan 10% van het lutumgehalte. Het gehalte is op de Overijsselse beekeerdgronden en op vijf van de acht veengronden (Pr 1435, IB 265, 267, 268 en 269) belangrijk hoger dan op grond van het slibgehalte verwacht kan worden. In deze gevallen zou dus duidelijk sprake zijn van een ijzeraccumulatie, waarschijnlijk met het grondwater uit de omringende hogere gronden. Niet of althans in veel mindere mate is dit het geval op de beekeerdgrond IB 264 te Marum en de veen- en moerige gronden te Peize en Exlo (IB 443, 266 en 270), waar het ijzergehalte minder dan 4% is.

De granulaire samenstelling kan voor een deel samenhangen met het voorkomen van ijzerverbindingen in de grond, afhankelijk van de verhouding in deeltjesgrootte van deze verbindingen. Volgens onderzoek van de Stichting voor Bodemkartering daalde bij een aantal grondmonsters uit Groningen en Drenthe (o.a. van beekeerd- en veengronden) het lutumgehalte gemiddeld van 10 tot 4% en het gehalte aan afslibbare delen gemiddeld van 16 tot 9% na ontijzering van de monsters met overmaat 10% HCl (A.H. Booy, Stiboka, pers. meded.). Dit zou voor een deel het geval kunnen zijn van het in oplossing gaan van zeer fijn verdeelde ijzerverbindingen. Op sommige ijzerhoudende gronden (waarschijnlijk ook op die gronden, waarop ons onderzoek betrekking had) zou de slibfractie althans voor een deel uit deze zeer fijn verdeelde ijzerverbindingen kunnen bestaan, waardoor deze gronden als meer of minder slibhoudend worden gekenmerkt. Verder onderzoek, dat echter buiten ons terrein valt, zal nodig zijn om hierover zekerheid te krijgen.

De kalktoestand van de percelen is goed tot vrij hoog (pH-KCl 5,1 tot 5,8), met uitzondering van de veenpercelen te Peize en Exlo met een lage tot zeer lage pH (pH-KCL 4,1 tot 4,6). Deze zure gronden worden bovendien gekenmerkt door een hoog humusgehalte gekombineerd met een betrekkelijk laag ijzergehalte (hoge humus/ijzer-verhouding).

Het fosfaatgehalte van de grond is volgens drie verschillende methoden bepaald. Het totaalgehalte aan fosfaat hangt samen met het ijzergehalte (fig. 1). Naarmate dit laatste stijgt, neemt P-totaal op beekeerdgronden en veengronden toe. Bij gelijk ijzergehalte is P-totaal op veengronden iets hoger dan op beekeerdgronden.

Het deel van het fosfaat oplosbaar in ammonium lactaat-azijnzuur is op het bezande veenperceel IB 272 in de zodelaag betrekkelijk hoog (P-AL 33), in de overige gevallen is het laag (P-AL 19 of lager). Het gehalte is zwak negatief gecorreleerd met het ijzergehalte (fig. 2).

De oplosbaarheid in (warm) water (P-getal) is meestal zeer laag. Vrij hoge waarden van 4 en 7 worden aangetroffen op zure veengronden met een ruime humus/ijzerverhouding (IB 443, 266 en 270). Bij pH-KCl 5,1 en hoger is het P-getal gemiddeld slechts 1,2. Voor de samenhang van P-getal met de pH wordt verwezen naar fig. 3 en voor de samenhang met de humus/ijzerverhouding naar fig. 4. Het P-getal is evenals P-Al zwak negatief gecorreleerd met het ijzergehalte.

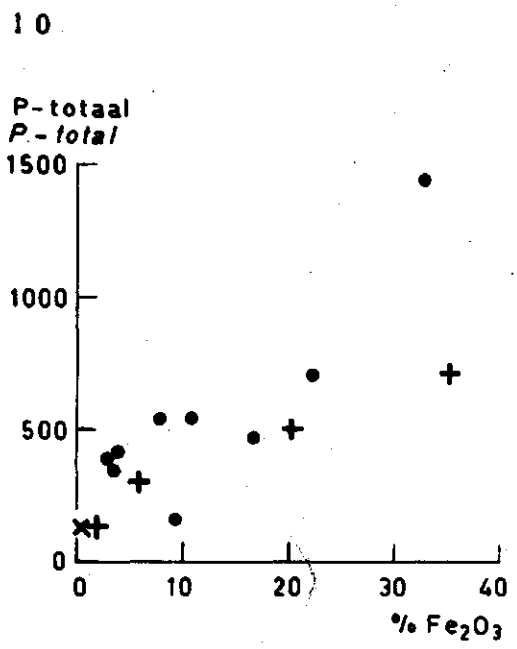


Fig. 1. Samenhang tussen P-totaal en het ijzergehalte van de grond
+ Beekeerdgrond ("Beek"earth soil)
• Veengrond (Peat soil)
x Bezande veengrond (Peat soil with sand cover)
Relation between total P-content and iron content of the soil.

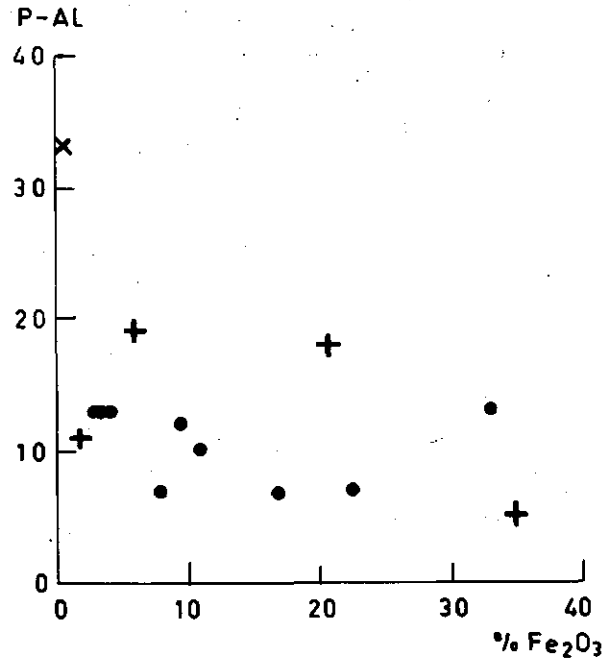


Fig. 2. Samenhang tussen P-AL en het ijzergehalte van de grond. Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.
Relation between P-AL (P-lactic acid) and iron content of the soil. For symbols see fig. 1.

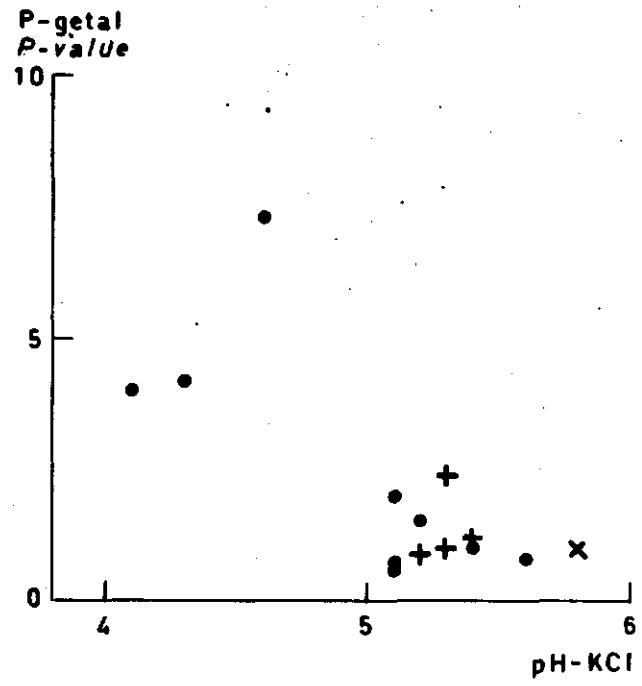


Fig. 3. Samenhang tussen P-getal en pH-KCl van de grond. Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.
Relation between P-value (P-water) and pH-KCl of the soil. For symbols see fig. 1.

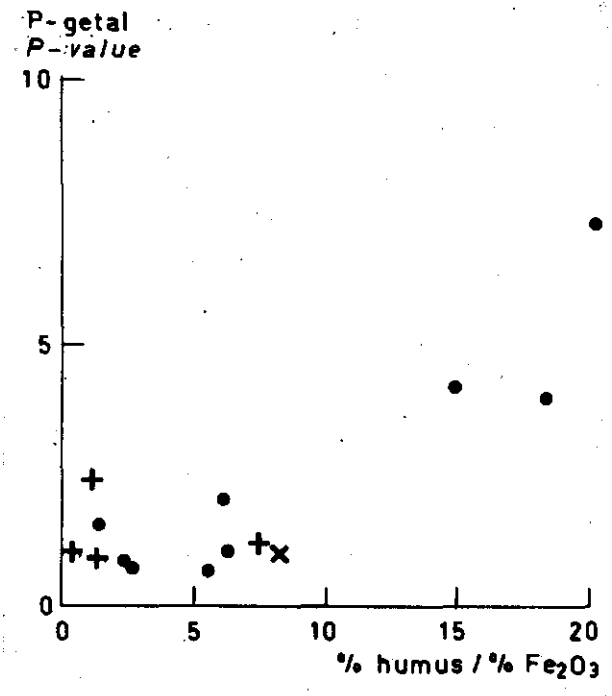


Fig. 4. Samenhang tussen P-getal en de organische stof/ijzerverhouding van de grond. Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.
Relation between P-value and organic matter/iron ratio of the soil. For symbols see fig. 1.

Om de onderlinge samenhang tussen P-totaal, P-AL en P-getal per proef vast te stellen, is gebruik gemaakt van de resultaten van de jaarlijkse bemonsteringen. Als voorbeeld worden in fig. 5 de resultaten vermeld van twee proeven op beekeerdgronden en van twee proeven op veengronden. Het verband tussen de uitkomsten van de drie bepalingsmethoden is met de getrokken lijnen weergegeven. Het rechtlijnige verband tussen P-AL en P-totaal en tussen P-getal en P-totaal snijdt bij verlenging de P-totaalas. In werkelijkheid zullen deze lijnen in het onderste deel waarschijnlijk gebogen zijn, waarbij zij het nulpunt zullen naderen. De lijnen voor het verband tussen P-getal en P-AL komen praktisch wel in het nulpunt samen. De helling van het rechte deel van de lijnen geeft per definitie de relatieve oplosbaarheid aan. De op deze wijze afgeleide relatieve oplosbaarheden zijn per proef vermeld in tabel 1. Hierbij kunnen drie typen gronden worden onderscheiden.

(a) Op drie zure veengronden met een ruime humus/ijzerverhouding (IB 443, 266 en 270) is de relatieve oplosbaarheid van het fosfaat in water vrij hoog, nl. gemiddeld 36% ten opzichte van P-AL en bijna 6% ten opzichte van P-totaal. De relatieve oplosbaarheid in AL-oplossing is betrekkelijk laag (gemiddeld 13%).

In de overige gevallen is het fosfaat veel minder goed in water oplosbaar. De relatieve oplosbaarheid in water is voor deze gronden gemiddeld slechts 11% ten opzichte van P-AL en minder dan 4% ten opzichte van P-totaal. Bij deze gronden kunnen nog weer twee groepen worden onderscheiden, nl:

(b) De beekeerdgrond uit Marum (IB 264) en de bezande veengrond IB 272 hebben evenals één van de beekeerdgronden in Overijssel (IB 273) bij een slechte oplosbaarheid van het fosfaat in water een hoge oplosbaarheid in AL-oplossing (relatieve oplosbaarheid in AL-oplossing 30 tot 80%).

(c) Van de beide andere beekeerdgronden in Overijssel

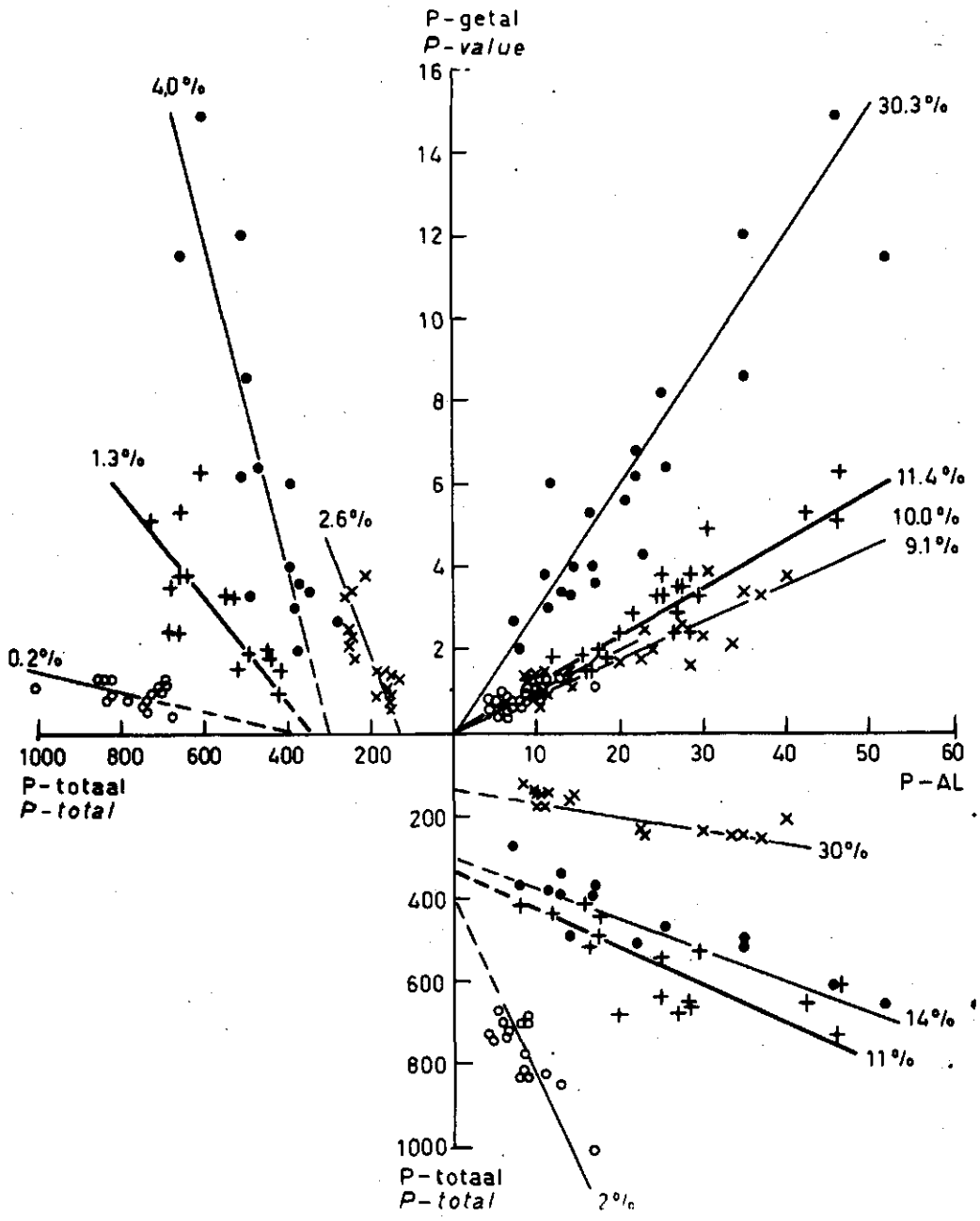


Fig. 5. Verband tussen P-totaal, P-AL en P-getal. Vermeld zijnde bij de betrokken lijnen behorende relatieve oplosbaarheden.
x Beekeerdgrond IB 264 ("Beek"earth soil)
+ Beekeerdgrond IB 275 ("Beek"earth soil)
• Veengrond IB 443 (Peat soil)
o Veengrond IB 268 (Peat soil)
Relation between P-total, P-AL and P-value. The relative solubilities are given for the different lines.

(IB 275 en 274), vier veengronden (Pr 1435, IB 265, 268 en 269) en een moerige grond (IB 267) met een hoge pH en een hoog ijzergehalte is de oplosbaarheid van het fosfaat in water zowel als in AL-oplossing laag tot zeer laag. De relatieve oplosbaarheid in AL-oplossing bedraagt hier 11% en minder.

Te denken valt hierbij aan verschillen in bindingsvormen van het fosfaat tussen de verschillende grondsoorten. De goede oplosbaarheid van het fosfaat in water op de drie zure veengronden duidt misschien op de aanwezigheid van organisch gebonden fosfaat of op verschillen in aktiviteit (fijnheid) van het aanwezige ijzerhoudende materiaal. Verder chemisch onderzoek zou hierover uitsluitsel moeten geven.

INVLOED VAN DE FOSFAATBEMESTING OP HET VERLOOP VAN HET FOSFAATGEHALTE VAN DE GROND

De resultaten van het grondonderzoek zijn voor de afzonderlijke jaren per proef vermeld in bijlage I, II en III, resp. voor P-totaal, P-AL en P-getal. Als voorbeeld wordt in fig. 6 voor een zure veengrond (IB 266) het verloop van P-AL bij geen fosfaat, jaarlijks 100 kg P_2O_5 per ha en een voorraadbemesting gegeven. Uit het verloop van de cijfers voor de verschillende proeven kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

(1) *Bij weglaten van de bemesting* daalt P-totaal meestal niet of slechts in geringe mate. In enkele gevallen treedt een niet verwachte, geringe stijging op. De veranderingen in P-totaal zijn bij geen fosfaatbemesting waarschijnlijk niet groot genoeg, om dit met de tamelijk onnauwkeurige bepalingsmethode aan te tonen. Tussen de jaren treden dan ook vrij grote schommelingen op. Uit de onttrekking (zonder fosfaatbemesting voor de eerste snede gemiddeld ruim 20 kg P_2O_5 per ha en per jaar) is met behulp van het volumegewicht van de grond berekend, dat dit voor de zodelaag van 5 cm overeenkomt met een daling van gemiddeld 45 P-totaal-eenheden in een periode van 6 jaar. In werkelijkheid is een geringe daling gevonden. Gemiddeld voor alle proeven bedraagt deze 26 eenheden, met een vrij grote spreiding tussen de afzonderlijke proeven. Vooral afwijkend is de sterke daling bij IB 269 op zeer ijzerrijke veengrond (daling na 6 jaar met ruim 200 eenheden), waarvoor geen verklaring kan worden gegeven.

Op het niet met fosfaat bemeste object treedt bij een tamelijk hoge uitgangstoestand in de loop van de jaren een vrij duidelijke daling op van P-getal en P-AL. Dit is voor het P-getal het geval bij IB 443, 266 op zure veengrond en bij IB 270 op zure moerige grond en voor P-AL bij IB 273 en

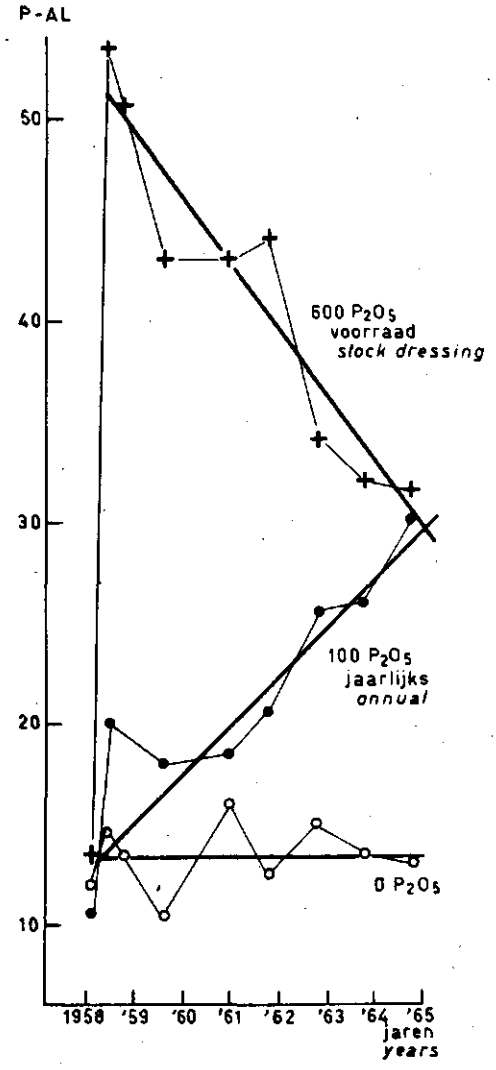


Fig. 6. Verloop van P-AL bij geen fosfaat (o), 100 kg P_2O_5 per ha jaarlijks (•) en 600 kg P_2O_5 per ha voorraadbemesting (+) op veengrond (IB 266).

Course of P-AL without phosphate (o), 100 kg P_2O_5 per há annually (•), and 600 kg P_2O_5 per ha stockdressing (+) on peat soil (IB 266).

275 op beekeerdgrond en bij IB 443 op zure veengrond. In de overige gevallen blijven beide bij lage waarden gedurende een periode van 6 à 7 jaar zonder fosfaatbemesting praktisch constant.

(2) De fosfaattoestand van de grond is kort na de *voorraadbemesting* belangrijk gestegen. Deze sterke verhoging berust op het feit dat op grasland slechts de laag 0-5 cm (waarin

het meeste fosfaat blijft opgehoopt) wordt bemonsterd en is op de humusrijke veengronden bovendien een gevolg van het lage volumegewicht van de grond (gemiddeld 0,44; op de beekeerdgronden en de bezande veengrond gemiddeld 1,14), zodat het fosfaatgehalte per gewichtseenheid grond belangrijk stijgt. Uit de P-totaaleenheid (d.i. de hoeveelheid fosfaat in kg P_2O_5 per ha, die nodig is om P-totaal van de zodelaag (5cm) met een eenheid te verhogen) kan worden afgeleid, dat de stijging met voorraadbemesting in de herfst van het eerste jaar op beekeerdgronden en de bezande veengrond gemiddeld ongeveer 100 eenheden en op de veen- en moerige gronden gemiddeld 250 eenheden bedraagt. Dit stemt overeen met de gevonden waarden. Hierbij is rekening gehouden met de onttrekking door het gras (met de eerste snede in het eerste jaar bij voorraadbemesting gemiddeld 35 kg P_2O_5 per ha).

P-AL stijgt in het eerste jaar na voorraadbemesting vooral duidelijk op de beekeerdgrond IB 264, de bezande veengrond IB 272 en de zure veengronden IB 443, 266 en 270, die weinig of slechts matig ijzerhoudend zijn (stijging gemiddeld 40 P-AL-eenheden). Op de beekeerdgronden IB 273 en 275 en op de moerige gronden IB 267 bedraagt de stijging gemiddeld ongeveer 25 eenheden, op de beekeerdgrond IB 274 en de veengronden Pr 1435, IB 265, 268 en 269 gemiddeld ongeveer slechts 10 eenheden. Deze gronden bevatten alle veel tot zeer veel ijzer (6% Fe_2O_3 en meer). Het P-getal is alleen duidelijk gestegen op de zure veengronden (stijging door voorraadbemesting met 8 à 13 eenheden, bij IB 270 zelfs met 32 eenheden).

Na een voorraadbemesting daalt P-totaal weer bij het achterwege laten van de bemesting. Deze daling, die op rekening gesteld moet worden van de onttrekking en mogelijk van een verplaatsing naar diepere lagen, bedraagt na 6 jaar op de beekeerdgronden en de bezande veengrond gemiddeld 25 eenheden en op de veen- en moerige gronden gemiddeld 155 eenheden. Uit de onttrekking door het gewas (gemiddeld per

jaar met de eerste snede ruim 30 kg P_2O_5 per ha) en de verplaatsing naar de laag van 5-10 cm onder het maaiveld (zie verderop) is een daling berekend van resp. 45 en 120 P-totaaleenheden. De gevonden waarden stemmen minder goed met de berekende waarden overeen als bij de stijging in het eerste jaar is gevonden.

Zes jaar na toediening van de voorraadbemesting bedraagt P-totaal op de beekeerdgronden en de bezande veengrond gemiddeld 93% en op de veen- en moerige gronden gemiddeld 82% van de waarde in de herfst van het eerste jaar.

P-AL en P-getal dalen in de jaren na een voorraadbemesting meer dan P-totaal. Dit wijst duidelijk op vastlegging. Zes jaar na de toediening bedraagt P-AL bij IB 264 op beekeerdgrond te Marum en op de bezande veengrond IB 272, met 2% Fe_2O_3 of minder, gemiddeld 70% en op de overige beekeerd-, veen- en moerige gronden met hogere ijzergehalten gemiddeld slechts 50% van de waarde in de herfst van het eerste jaar. Het oorspronkelijke niveau wordt op de Overijsselse beekeerdgronden ongeveer 7 jaar na de toediening weer bereikt (bij IB 275 waarschijnlijk iets later), op de veen- en moerige gronden met 8% Fe_2O_3 en meer soms reeds na 3 à 4 jaar, uitgezonderd IB 267, waar dit waarschijnlijk iets langer duurt. Het verloop van het P-getal na voorraadbemesting is ongeveer gelijk aan dat van P-AL, zodat een afzonderlijke bespreking achterwege kan blijven.

(3) De stijging van P-AL en P-getal door een *jaarlijkse bemesting* met 100 kg P_2O_5 per ha verloopt in de periode, waarin deze is toegepast (6 à 7 jaar), vrijwel lineair met de tijd. Dit is zelfs het geval bij Pr 1435 op veengrond, die gedurende 12 jaar is voortgezet (fosfaatgift 120 kg P_2O_5 per ha). Van een geleidelijke afbuiging, zoals bij andere onderzoekingen is waargenomen, waarbij de aanvoer door bemesting en de afvoer door onttrekking en verplaatsing naar diepere lagen en vastlegging, elkaar op den duur in evenwicht houden, is meestal nog geen sprake. Een uitzondering vormt IB 273 op beekeerdgrond, waar de stijging van P-AL na enkele

jaren begint af te nemen en op den duur een evenwichtswaarde lijkt op te treden.

De stijging van P-AL door bemesting wordt evenals P-AL zelf vrij sterk bepaald door het ijzergehalte van de grond (fig. 7). Naarmate de grond meer ijzer bevat, is P-AL lager en is de stijging van P-AL door bemesting geringer. De stijging bedraagt bij bemesting met jaarlijks 100 kg P_2O_5 per ha na 6 jaar op de beekeerdgrond IB 264 en de bezande veengrond IB 272 met 2% Fe_2O_3 en minder gemiddeld ongeveer 20 eenheden, op zure veen- en moerige grond IB 443, 266 en 270 met pH-KCl 4,6 en lager en3 à 4% Fe_2O_3 gemiddeld ongeveer 12 eenheden en op de Overijsselse beekeerdgronden IB 273 en 275 en de ijzerhoudende veen- en moerige gronden Pr 1435 en IB 267 gemiddeld ongeveer 7 eenheden. Op de drie zeer ijzerrijke veengronden IB 265, 268 en 269 en de zeer ijzerrijke beekeerdgrond IB 274 met 17% Fe_2O_3 en meer bedraagt de stijging gemiddeld slechts 3 eenheden. Op zeer ijzerrijke gronden is de stijging dus ongeveer een kwart van die op de zure en matig ijzerhoudende veen- en moerige gronden.

Uit de stijging van P-AL kan worden berekend, dat de hoeveelheid fosfaat die nodig is om P-AL van de zodelaag (5 cm) met een eenheid te verhogen, op de beekeerdgrond IB 264 te Marum en de bezande veengrond IB 272 gemiddeld ongeveer 20 kg P_2O_5 per ha bedraagt, op de zure veengronden ruim 30 kg P_2O_5 en op de Overijsselse beekeerdgronden IB 273 en 275 en de ijzerhoudende veen- en moerige gronden Pr 1435 en IB 267 ongeveer 50 kg P_2O_5. Op de zeer ijzerrijke beekeerdgrond IB 274 met 35% Fe_2O_3 is hiervoor ongeveer 95 kg P_2O_5 nodig per ha, op de overige ijzerrijke veengronden IB 265, 268 en 269 (17% Fe_2O_3 en meer) resp. ongeveer 275, 145 en 125 (gemiddeld 180) kg P_2O_5 per ha. Voor de sterk afwijkende grond van IB 265 kon geen verklaring worden gegeven. In de laatstgenoemde gevallen op zeer ijzerrijke gronden is dus in vergelijking met de beekeerdgrond IB 264 te Marum en de bezande veengrond IB 272 zeer veel tot buitensporig veel fosfaat nodig om de

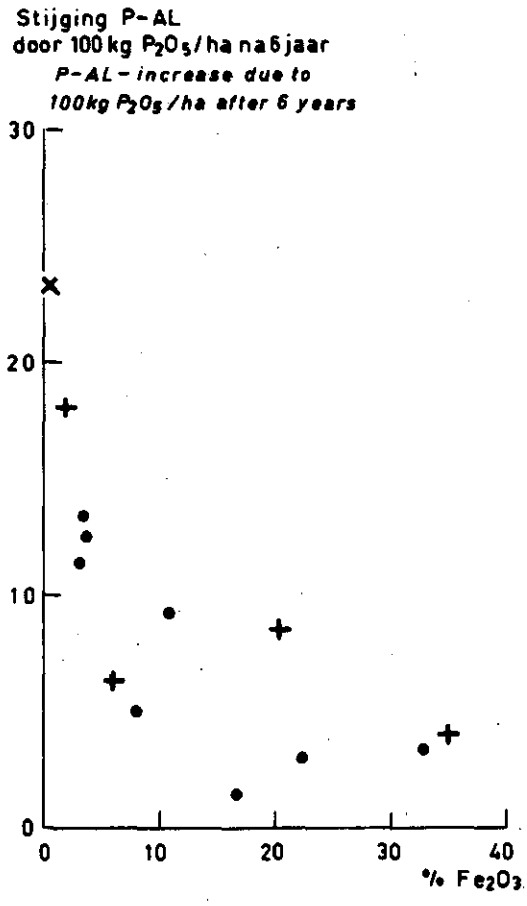


Fig. 7. Samenhang tussen de stijging van P-AL door 100 kg P_2O_5 per ha na 6 jaar en het ijzergehalte van de grond. Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.
Relation between the increase of P-AL due to 100 kg P_2O_5 per ha after 6 years and the ironcontent of the soil. For symbols see fig. 1.

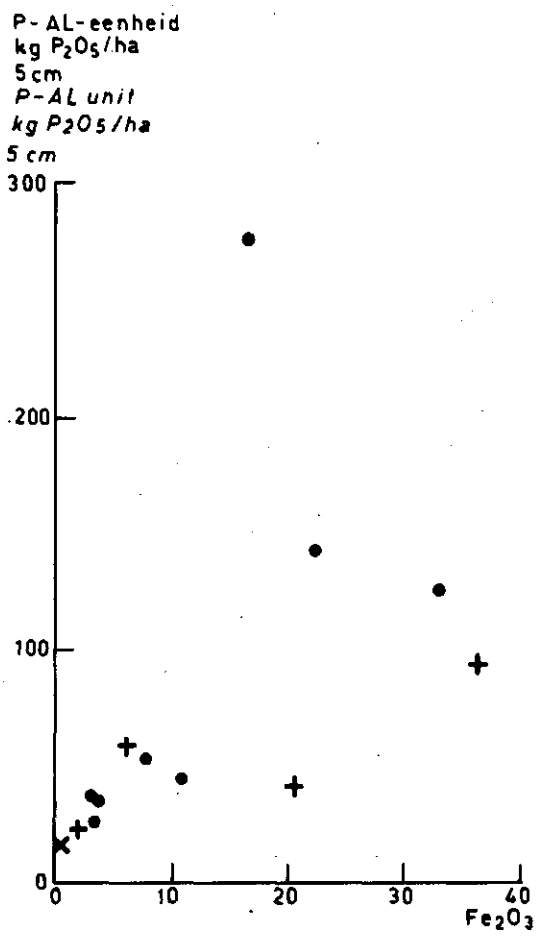


Fig. 8. Samenhang tussen de P-AL-eenheid (kg P_2O_5 per ha per 5 cm om P-AL met een eenheid te verhogen) en het ijzergehalte van de grond. Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.
Relation between P-AL-unit (kg P_2O_5 per ha per 5 cm needed to increase P-AL by one unit) and iron content of the soil. For symbols see fig. 1.

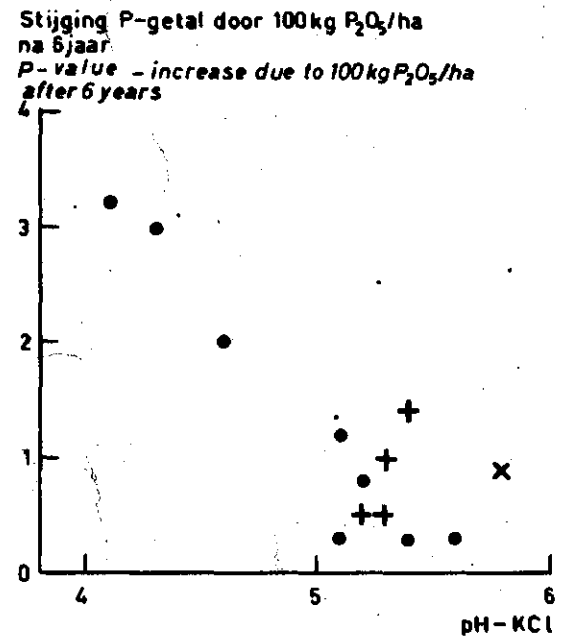


Fig. 9. Samenhang tussen de stijging van P-getal door 100 kg P_2O_5 per ha na 6 jaar en pH-KCl van de grond. Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.
Relation between the increase of P-value due to 100 kg P_2O_5 per ha after 6 years and pH-KCl of the soil. For symbols see fig. 1.

fosfaattoestand van de grond te verhogen. De samenhang tussen de P-AL-eenheid en het ijzergehalte van de grond wordt gegeven in fig. 8.

De stijging van het P-getal door bemesting is evenals het P-getal zelf negatief gecorreleerd met de pH van de grond. Het P-getal is bij lage pH hoger (fig. 3) en meemt bij lage pH ook meer toe door bemesting dan bij hoge pH (fig. 9). De stijging door 100 kg P_2O_5 per ha per jaar bedraagt na 6 jaar op zure veen- en moerige grond met pH-KCl 4,6 en lager 2 à 3 eenheden, in de overige gevallen met pH-KCl 5,1 en hoger gemiddeld slechts 0,8 eenheid.

Gemiddeld over alle proeven zijn P-AL en P-getal na 6 jaar bij een jaarlijkse bemesting van 100 kg P_2O_5 per ha vrijwel op het zelfde peil gekomen als bereikt wordt met een voorraadbemesting van 600 kg P_2O_5 per ha. In beide gevallen is evenveel fosfaat gegeven.

P-AL en P-getal vertonen met voorraadbemesting gecombineerd met een jaarlijkse bemesting (60, 100 of 120 kg P_2O_5 per ha) na de sterke stijging in het begin door de voorraadbemesting in de volgende paar jaar weer een daling. Enkele jaren later nemen beide weer toe onder invloed van de bemesting. De toename is ongeveer even groot als bij jaarlijkse fosfaatbemesting zonder voorraad. Bij IB 267 en 269 ligt het niveau van P-AL en P-getal met 600 kg P_2O_5 als voorraad duidelijk hoger dan zonder voorraadbemesting.

De stijging van P-AL en P-getal door een jaarlijkse gift van 200 kg P_2O_5 per ha verloopt evenals voor 100 kg P_2O_5 nagenoeg rechtlijnig. De verhoging van P-AL bedraagt na 6 jaar op veen- en moerige grond met 8 à 11% Fe_2O_3 (Pr 1435 en IB 267) 30 à 40 eenheden, op veengrond met 33% Fe_2O_3 (IB 269) ongeveer 20 eenheden. Het P-getal is in deze gevallen door de jaarlijkse toediening van 200 kg P_2O_5 na 6 jaar met resp. ongeveer 6 en ruim 2 eenheden gestegen.

Voor de proeven met meer dan twee fosfaatgiften (Pr 1435, IB 267 en 269 op veen- en moerige gronden) is afgeleid, dat de uitgangstoestand ongeveer op peil blijft

door gemiddeld jaarlijks 40 kg P_2O_5 per ha te geven. Bemesting en onttrekking zullen hier dus ongeveer even hoog zijn.

Op Pr 1435 op veengrond is in 11 van de 12 jaar 25 ton stalmest per ha toegediend, met als doel na te gaan of er met stalmest meer fosfaat voor het gewas beschikbaar komt door versnelde microbiologische omzettingen en minder sterke vastlegging. Met de stalmest is per jaar gemiddeld ongeveer 80 kg P_2O_5 per ha gegeven. Na 12 jaar is P-AL op dit object evenveel gestegen als met jaarlijks 60 kg P_2O_5 per ha als kunstmest, nl. met 2 eenheden. Op het object 60 kg P_2O_5 per ha als kunstmest gecombineerd met 25 ton stalmest (totaal 140 kg P_2O_5) is P-AL in dezelfde periode verhoogd met 13 eenheden en op het object met 120 kg P_2O_5 per ha als kunstmest met 12 eenheden. Jaarlijks 120 kg P_2O_5 als kunstmest met stalmest (totaal 200 kg P_2O_5) geeft een iets geringere verhoging van P-AL dan door 200 kg P_2O_5 als kunstmest. De verhoging van P-getal door stalmest is evenals bij P-AL ongeveer gelijk of iets minder dan met de toegediende hoeveelheid fosfaat als kunstmest overeenkomt.

Het met de bemesting gegeven fosfaat kan behalve door onttrekking verdwijnen door verplaatsing uit de bovenste 5 cm zodelaag naar diepere lagen. Op 10 van de 13 proeven is de laag van 5 tot 10 cm onder het maaiveld zowel bij het begin als bij de afsluiting van het onderzoek na 6 à 7 jaar bemonsterd. Bij 100 kg P_2O_5 jaarlijks en bij 600 kg P_2O_5 als voorraadbemesting bedraagt de stijging van P-AL in de laag van 5-10 cm gemiddeld resp. 0,6 en 2,3 eenheden en van P-getal resp. 0,3 en 0,1 eenheden. In negen van de tien gevallen stijgt met voorraadbemesting ook het P-totaalgehalte in deze laag, nl. op beekeerdgrond en bezande veengrond met gemiddeld 17 eenheden, op veengrond met gemiddeld 40 eenheden. Tegenover deze geringe verhogingen staat in één geval op beekeerdgrond (IB 275) een niet te verklaren daling met 145 eenheden in de laag van 5-10 cm. Dit maakt het resultaat

onzeker. Het is bovendien niet uitgesloten, dat een eventuele verplaatsing naar diepere lagen op veen- en moerige gronden toegeschreven moet worden aan het intrappen door het vee, waardoor de rijkere zodegrond met de ondergrond wordt gemengd. Uit deze gegevens blijkt in elk geval geen belangrijke verplaatsing van het fosfaat naar diepere lagen te zijn opgetreden. De sterke vastlegging maakt dit ook onwaarschijnlijk.

INVLOED VAN DE FOSFAATBEMESTING OP DE OPBRENGST EN DE BOTANISCHE SAMENSTELLING

De opbrengst van de eerste snede heeft bij vijf van de acht proeven op veengrond bij laag P-AL zeer sterk op de fosfaatbemesting gereageerd (bijlage IV). De drogestofproduktie is bij deze proeven zonder fosfaatbemesting laag (als hooigras meestal 30 kg droge stof per are en minder). Hiertoe behoren behalve Pr 1435, IB 265 en 268 ook IB 443 en 270 met een lage pH en met een vrij hoog P-getal. Ondanks de vrij hoge relatieve oplosbaarheid van het fosfaat in water is er ook op beide laatstgenoemde proeven sprake van een absoluut tekort, gezien de geringe voorraad van in zwak zuur oplosbaar fosfaat.

Behoudens schommelingen neemt de werking van de fosfaatbemesting op de opbrengst in de loop van de jaren vaak toe bij voortgezette toepassing van de bemesting. De sterkste reactie is gevonden bij IB 443, dan volgen IB 270, 268 en Pr 1435, en ten slotte IB 265 (gemiddelde opbrengststijging door 100 of 120 kg P_2O_5 per ha resp. 87, 56, 55, 53 en 32%). De opbrengst is in sommige jaren op deze proeven verdubbeld of meer dan verdubbeld.

In de overige gevallen op veengrond, bezande veengrond en beekeerdgrond is de fosfaatwerking op de opbrengst slechts gering geweest (gemiddelde opbrengststijging 12% of minder), ondanks het feit, dat de fosfaattoestand van de grond ook in deze gevallen meestal laag tot zeer laag is (P-AL 19 en lager, in één geval op bezand veen 33). Deze gronden reageren in opbrengst alsof de fosfaattoestand voldoende is. Opvallend is het uitblijven van een duidelijke reactie op de beekeerdgronden met laag P-AL. Er bestaat dan ook geen samenhang tussen de fosfaatreactie bij de opbrengst van het gras en de fosfaattoestand van de grond (fig. 10). Gedeeltelijk moet dit worden toegeschreven aan het betrekkelijk korte P-AL-traject van 5 tot 33. Een lage fosfaattoestand van de grond gaat

volgens dit onderzoek dus niet altijd gepaard met sterk fosfaatgebrek.

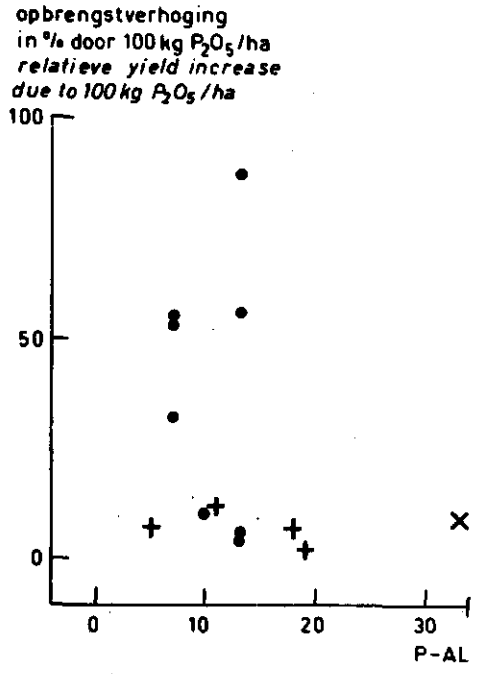


Fig. 10. Samenhang tussen de opbrengstverhoging in procenten door 100 kg P_2O_5 per ha (veeljarig gemiddelde) en P-AL van de grond. Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.

Relation between the relative yield increase due to 100 kg P_2O_5 per ha (average of several years) and P-AL of the soil. For symbols see fig. 1.

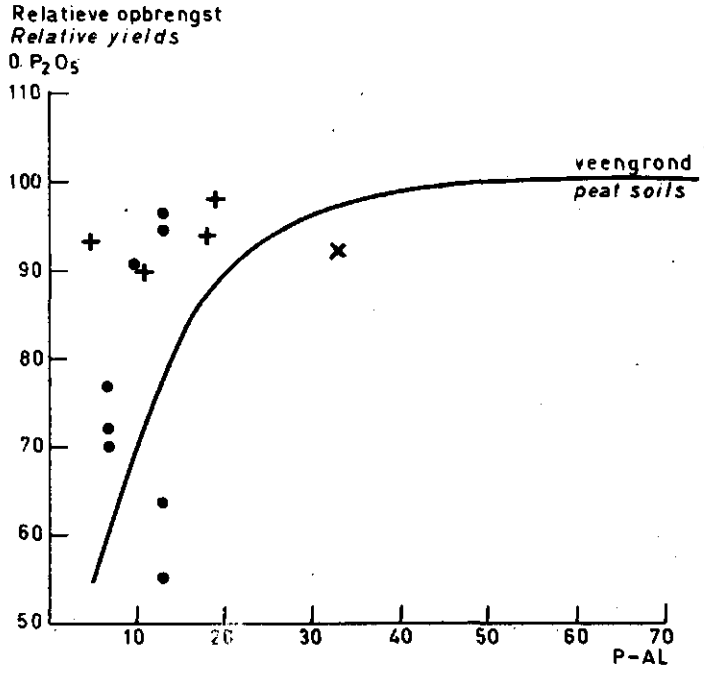


Fig. 11. Verband tussen P-AL en de relatieve opbrengst zonder fosfaatbemesting vergeleken met uitkomsten van vroeger onderzoek op veengronden. Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.

Relation between P-AL and relative yields without phosphate dressing compared with earlier results on peat soils. For symbols see fig. 1.

Er is nog nagegaan of de resultaten van dit onderzoek in overeenstemming zijn met de uitkomsten van vroeger onderzoek. Volgens fig. 11 komt de mate van fosfaatgebrek (opbrengst zonder fosfaatbemesting in procenten van de opbrengst met 100 kg P_2O_5 per ha, veeljarig gemiddelde) voor de vijf sterk op fosfaat reagerende proeven op veengrond goed overeen met de

resultaten van vroeger onderzoek met eenjarige proeven op veengrond. In de overige gevallen op veengrond en op de beekeerdgronden is de opbrengstdepressie door fosfaattekort kleiner dan het gemiddelde verband voor veengrond volgens de eenjarige proeven aangeeft. De fosfaattoestand van deze gronden is dus gunstiger dan P-AL aangeeft.

Het ligt voor de hand hierbij te denken aan verschillen in botanische samenstelling van het grasbestand tussen de proefpercelen. Een geringe fosfaatreactie zou kunnen worden toegeschreven aan de aanwezigheid van minderwaardige grassen, die niet of slechts weinig op een fosfaatbemesting reageren. Een samenhang tussen de reactie en de botanische samenstelling is echter niet gevonden. Op de weinig op fosfaat reagerende proeven is de hoedanigheidsgraad bijna voldoende tot vrij hoog (5,9 tot 8,2), op drie van de vijf sterk reagerende proeven op veengrond daarentegen vrij matig (4,6 tot 6,1). Het uitblijven van een sterke reactie in sommige gevallen bij lage fosfaattoestand van de grond kan daarom niet overwegend worden toegeschreven aan de hoedanigheid van het grasbestand.

Een verhoging van de gift tot 200 kg P_2O_5 per ha heeft nauwelijks een extra opbrengstvermeerdering gegeven. De voorraadbemesting heeft de opbrengst vooral op de eerder genoemde sterk reagerende proeven IB 443, 270, Pr 1435, IB 265 en 268 verhoogd. De nawerking heeft minstens 6 à 7 jaar stand gehouden. De nawerking blijft op den duur echter meestal achter bij het effect van een geregelde jaarlijkse bemesting, vooral op de ijzerhoudende veen- en moerige gronden, zoals op grond van de sterke daling van P-AL is te verwachten. Een hernieuwde bemesting naar 100 kg P_2O_5 per ha na de eerder toegediende voorraadbemesting heeft de opbrengst vrijwel in dezelfde mate verhoogd als de jaarlijkse bemesting zonder voorraadbemesting. Een voorraadbemesting heeft in dit opzicht dus geen voordeel opgeleverd.

De op Pr 1435 in 11 van de 12 jaren toegepaste stalmestbemesting naar 25 ton per ha (jaarlijks ongeveer 80 kg P_2O_5)

heeft de opbrengst belangrijk verhoogd. Fosfaatbemesting in de vorm van kunstmest heeft echter ook met stalmest nog een gunstige invloed gehad. De fosfaatreactie is met stalmest weliswaar geringer dan zonder stalmest, maar een fosfaatbemesting blijft daarnaast noodzakelijk (tabel II). De waarde van fosfaat uit stalmest blijkt volgens deze gegevens zeker niet groter te zijn dan van fosfaat uit kunstmest.

TABEL II. Invloed van de fosfaatbemesting met en zonder stalmestbemesting op de opbrengst van de eerste snede in kg per are droge stof. Proef 1435, 7- jarig gemiddelde.

	kg P_2O_5 per ha			
	0	60	120	200
Zonder stalmest (without manure)	31,9	43,3	44,0	43,8
Met stalmest (with manure)	49,0	53,0	53,0	51,4

TABLE II. Effect of phosphate dressing with and without manure on dry-matter yield of grass (first cut) in kg per are. Exp. 1435, average of 7 years.

Volledigheidshalve vermelden wij nog dat een bemesting in meer keren gedurende het groeiseizoen (telkens voor elke snede), zoals op de sterk op fosfaat reagerende proef Pr 1435 in de eerste vier proefjaren is beproefd, (Prummel, 1957) geen voordeel heeft opgeleverd vergeleken met een volledige gift in het voorjaar. Verdeling van de fosfaatbemesting over enkele giften gedurende het groeiseizoen gaf op deze vastliggende grond dus geen verbetering.

Fosfaatbemesting heeft de kwaliteit van het bestand gunstig beïnvloed. Op de proeven met een matig bestand is de hoedanigheidsgraad volgens een beoordeling in het zesde

of zevende proefjaar door bemesting toegenomen met 1 à 2 punten. De verbetering heeft vooral bestaan in een toename van veldbeemdgras, ruw beemdgras, beemdlangbloem- en timotheegras als waardevolle soorten. Volgens De Vries en Kruyne (1943) zijn de eerstgenoemde drie grassen sterk fosfaatminnend, het laatste gras is matig fosfaatmijdend. Matige en minderwaardige soorten zijn door de bemesting teruggedrongen, zoals fioriengras, gewoon struisgras en reukgras (matig tot sterk fosfaatmijdend), geknikte vossestaart (fosfaatonverschillig), witbol en roodzwenkgras (zwak tot matig fosfaatminnend), mannagras en verder nog veldzuring, hoornbloem en kruipboterbloem. Hoewel er enkele uitzonderingen zijn, heeft de fosfaatbemesting dus in het algemeen de fosfaatminnende soorten bevorderd en de fosfaatmijdende soorten teruggedrongen. Boskma (1957) vond eveneens een kwaliteitsverbetering van het bestand door een betere fosfaatvoorziening.

RESULTATEN VAN HET CHEMISCH GEWASONDERZOEK

Bij de beoordeling van het fosfaatgehalte van het gras en de invloed van de bemesting hierop moet rekening worden gehouden met het groeistadium, waarin het gras is geoogst. Uit ander onderzoek is bekend, dat met het ouder worden van het gras het fosfaatgehalte daalt parallel met de daling van het stikstofgehalte. In tabel III wordt voor een groot aantal monsters de gemiddelde samenhang gegeven tussen het gehalte aan ruw eiwit (berekend uit het stikstofgehalte door vermenigvuldiging met 6,25) en het fosfaatgehalte (Prummel, 1973). Jong eiwitrijk gras heeft gemiddeld een hoog fosfaatgehalte, oud, eiwitarm gras een laag fosfaatgehalte. Hooi is dan ook duidelijk fosfaatarmer dan weidegras. Het effect van de bemesting op het gehalte hangt eveneens af van de ouderdom van het gras. De stijging is groter als het gras jonger en eiwitrijker is.

TABEL III. Gemiddelde samenhang tussen het ruw-eiwitgehalte en het fosfaatgehalte van gras in de droge stof (Prummel, 1973)

% re (crude proteïn)	5	10	15	20	25	30
% P	0,18	0,28	0,36	0,43	0,48	0,51

TABLE III. Relation between crude protein and phosphorus content of grass (DM).

Zoals reeds vermeld, is het gras van de eerste snede op de proeven meestal in het hooistadium gemaaid. Het ruw-eiwitgehalte ligt in de meeste gevallen tussen 10 en 13%. Volgens tabel III komt dit overeen met ongeveer 0,33% P in de droge stof. In onze proeven is het gehalte zonder fosfaatbemesting meestal lager, soms zelfs beduidend lager (bijlage V). Dit lage gehalte is in overeenstemming met de lage fosfaattoestand

van de grond. Lage gehalten zijn vooral aangetroffen bij de proeven op veen- en moerige gronden, waarbij de opbrengst sterk op de fosfaatbemesting heeft gereageerd (IB 443, 270, Pr 1435, IB 265 en 268), zoals blijkt uit fig. 12. Een sterke reactie in opbrengst gaat gemiddeld dus samen met een laag fosfaatgehalte van het gras en omgekeerd een geringe reactie met een betrekkelijk hoog gehalte.

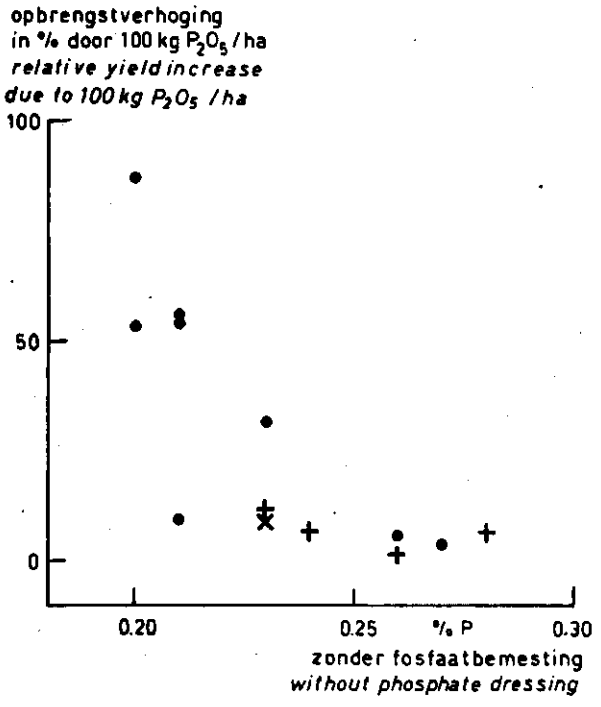


Fig. 12. Samenhang tussen de opbrengstverhoging van gras in procenten door 100 kg P_2O_5 per ha en het fosfaatgehalte van de droge stof zonder fosfaatbemesting (veeljarige gemiddelden). Voor de betekenis van de tekens zie fig. 1.

Relation between the relative yield increase due to 100 kg P_2O_5 per ha and the phosphate content of grass (DM) without phosphate dressing (averages of several years). For symbols see fig. 1.

Een fosfaatbemesting naar 100 kg P_2O_5 per ha heeft het fosfaatgehalte van het gras op de beekeerdgrond IB 264 te Marum, de bezande veengrond en de veen- en moerige gronden verhoogd met gemiddeld 0,09% P. De verhoging is op de Overijsselse beekeerdgronden veel geringer, nl. gemiddels slechts 0,04% P.

De sterkste verhoging werd gevonden bij IB 264 op beekeerdgrond en bij IB 443, 270 en Pr 1435 op veen- en moerige grond (stijging gemiddeld 0,12% P). Het effect neemt niet of nauwelijks toe bij geregelde toepassing van de bemesting in volgende jaren. Bij een bemesting naar 100 kg P_2O_5 per ha wordt meestal een gehalte bereikt, dat afhankelijk van het gehalte aan ruw eiwit overeenkomt met de in tabel III vermelde waarden. Een verhoging tot 200 kg P_2O_5 per ha geeft nog een geringe stijging van gemiddeld 0,02% P.

De voorraadbemesting heeft het fosfaatgehalte van de eerste snede in het eerste jaar verdubbeld of minstens met de helft verhoogd, behalve op de Overijsselse beekeerdgronden, waar een geringe stijging is gevonden. In de volgende jaren wordt het verschil bij de nawerking echter belangrijk kleiner. Na het derde of vierde jaar is het gehalte meestal slechts weinig hoger dan van het onbemeste object. Een hernieuwde bemesting naar 100 kg P_2O_5 per ha na de eerder toegediende voorraadbemesting heeft het gehalte ongeveer in dezelfde mate verhoogd als de jaarlijkse bemesting zonder voorraadbemesting. De nawerking blijft dus op den duur achter bij het effect van een jaarlijkse bemesting. Een voorraadbemesting heeft daarom evenmin als bij de opbrengst een blijvend voordeel opgeleverd.

Stalmestbemesting naar 25 ton per ha heeft het gehalte bij Pr 1435 op veengrond verhoogd met gemiddeld 0,08% P, maar de fosfaatbemesting heeft ook met stalmest een gunstig effect gehad op het gehalte (stijging bij 60, 120 en 200 kg P_2O_5 per ha met stalmest gemiddeld resp. 0,06, 0,06 en 0,11% P). De stijging van het gehalte door stalmest is ongeveer even hoog als met eenzelfde hoeveelheid fosfaat in de vorm van kunstmest. Een fosfaatbemesting in de zomer gaf op dit proefveld in de eerste 4 proefjaren bij de tweede en derde snede meestal iets hogere gehalten dan bij een volledige bemesting in het voorjaar (Prummel, 1957).

Op verschillende proefvelden werd in sommige jaren een iets sterkere toename van het gehalte waargenomen als het gras in een iets jonger stadium is geoogst (hoger ruw-eiwit-gehalte). Dit is in overeenstemming met wat anderen vonden (Knauer, 1965). Zeer waarschijnlijk zou het gehalte door bemesting dan ook meer gestegen zijn, indien het gras in eerder stadium (weidestadium) zou zijn geoogst.

BESCHOUWINGEN

De resultaten van dit onderzoek op grasland wijzen er duidelijk op, dat de ijzerhoudende beekeerdgronden in Overijssel en de eveneens ijzerhoudende veen- en moerige gronden in Groningen en Drenthe het fosfaat sterk vastleggen. De geringe verhoging van P-AL door bemesting en de sterke daling na voorraadbemesting na verloop van tijd tonen dit aan. De nawerking van de voorraadbemesting bij de opbrengst en het fosfaatgehalte van het gras blijft op den duur dan ook duidelijk achter bij het effect van een geregelde jaarlijkse bemesting. Dit bevestigt de uitkomsten van eerder verricht onderzoek (Prummel 1957, 1961).

De mate van vastlegging, zoals dit tot uiting komt in de P-AL-bepaling, wordt voor een belangrijk deel bepaald door het ijzergehalte (vergelijk fig. 2, 7 en 8). Dit is in overeenstemming met wat Van der Paauw (1955) vond in monsters van praktijkpercelen. De fixatie begint vooral op te treden bij ca. 4% Fe_2O_3 en neemt gemiddeld toe met hogere waarden. Mogelijk speelt ook de vorm, waarin het ijzer voorkomt nog een rol. Hiernaar is echter geen onderzoek ingesteld.

De sterkste vastlegging treedt op bij zeer ijzerrijke veengronden (16% Fe_2O_3 en meer, oplosbaar in 10% HCl) en bij een zeer ijzerrijke beekeerdgrond met 35% Fe_2O_3. Beekeerdgronden met 6 tot 20% Fe_2O_3 en veengronden met 8 à 11% Fe_2O_3 leggen het fosfaat eveneens vast, hoewel zij in dit opzicht niet zo'n extreme positie innemen als de eerder genoemde gronden. Minder sterk, maar toch nog duidelijk vastleggend zijn enkele zure, matig ijzerhoudende veen- en moerige gronden met pH-KCl 4,6 en lager en 3 à 4% Fe_2O_3. Opvallend is de vrij sterke toename van het reeds vrij hoge P-getal door bemesting op deze zure gronden (fig. 9).

Vanwege hun sterk vastleggend vermogen zouden bovengenoemde gronden in aanmerking kunnen komen voor de verwerking

van mestoverschotten, waardoor het gevaar voor verrijking van het grond- en oppervlaktewater met fosfaatbestanddelen tot een minimum wordt beperkt.

Een verhoging van de oplosbaarheid van het fosfaat in de grond door stalmest kon met behulp van een extractie met water (P-getal) en met een oplossing van ammonia-lactaat-azijnzuur (P-AL) niet worden aangetoond. Stalmest heeft dus in tegenstelling met de verwachting geen duidelijke vermindering van de fixatie gegeven.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Vele beekeerdgronden en veen- en moerige gronden in madelanden worden gekenmerkt door een hoog gehalte aan ijzer en een laag gehalte aan voor de planten beschikbaar fosfaat. Het onderzoek met behulp van veeljarige proefvelden heeft aangetoond, dat deze gronden het met de bemesting toegediende fosfaat sterk vastleggen. De mate van vastlegging hangt voor een belangrijk deel samen met het ijzergehalte. Naarmate dit gehalte hoger is, neemt de vastlegging toe. Een verplaatsing van het toegediende fosfaat naar diepere lagen is niet of nauwelijks aantoonbaar.

De verbetering van de fosfaattoestand van de grond door geregelde bemesting is in vergelijking met andere gronden dan ook gering. Om de lage fosfaattoestand te verhogen is veelal bijzonder veel fosfaat nodig. Na voorraadbemesting loopt de fosfaattoestand weer sterk terug. De nawerking van een voorraadbemesting blijft op den duur dan ook beneden het effect van een geregelde jaarlijkse bemesting. Het heeft daarom geen zin de fosfaattoestand van deze gronden door het geven van een zware voorraadbemesting te verbeteren. De nadruk moet worden gelegd op een geregelde toediening van fosfaat om in de fosfaatbehoefte te voorzien.

Een sterke fosfaatreactie bij de opbrengst gaat samen met een laag fosfaatgehalte van het gras zonder fosfaatbemesting. Binnen het nauwe P-AL-traject van dit onderzoek is er geen duidelijke samenhang met de fosfaattoestand van de grond, zodat het grondonderzoek bij dit onderzoek geen aanwijzing heeft gegeven over de fosfaatbehoefte. Sommige veengronden met een geringe voorraad van gemakkelijk in zwak zuur oplosbaar fosfaat reageren zeer sterk op de fosfaatbemesting, ook al is de oplosbaarheid van het bodemfosfaat in water soms vrij hoog. Op andere ijzerhoudende veengronden en op de lemige, eveneens ijzerhoudende beekeerdgronden in Overijssel gaat

een lage fosfaattoestand van de grond evenwel niet gepaard met sterk fosfaatgebrek. Onafhankelijk van de grootte van de reactie is een bemesting naar ongeveer 60 à 120 kg P_2O_5 per ha op deze fosfaatarme gronden meestal voldoende voor het verkrijgen van de hoogste opbrengst, voor het fosfaatgehalte van het gras moet de gift iets ruimer zijn. Ook bij sterk fosfaatgebrek is het dus niet nodig deze vastleggende gronden extra ruim met fosfaat te bemesten.

Een geregelde bemesting met stalmest geeft geen vermindering van de vastlegging. De waarde van het fosfaat uit stalmest komt in werking ongeveer overeen met die van het fosfaat uit kunstmest.

Fosfaatbemesting verbetert de hoedanigheidsgraad van het grasland door een toename van de betere grassoorten en een achteruitgang van de minderwaardige soorten in het bestand.

SUMMARY

Many "beek"earth soils, peat soils and earthy peat soils in the provinces of Groningen, Drenthe and Overijssel (The Netherlands) are characterized by a high iron content and a low amount of available soil phosphate. Investigations on long-term experiments on grassland have shown that these soils fix applied phosphate strongly. The degree of fixation depends largely upon the iron content of the soil. Fixation increases with increasing iron content. Movement of applied phosphate to the subsoil is so small that it may be neglected.

The improvement of the phosphate status of the soil through annual phosphate dressing is therefore small compared with other soils low in iron. Usually very much phosphate is needed to increase the phosphate status of the soil. After stockdressing, the phosphate content of the soil decreases strongly. For this reason the residual effect from a stock-dressing in the long run falls behind the effect of an annual phosphate dressing. Therefore there is no sense in improving the phosphate status of these soils by stockdressing. Regular application of phosphate should be emphasized to raise the phosphate supply.

A high yield response to phosphate coinsides with a low phosphate content of the grass without phosphate dressing. Within the narrow P-AL-range tested there is no clear correlation with the phosphate status of the soil; hence in this investigation soiltesting has not been indicative of the phosphate requirement. Some peat soils with a low supply of phosphate that is easily soluble in weak acid respond very strongly to phosphate dressing, even though the solubility of soil phosphate in water is sometimes rather high. On other iron-rich peat soils and on loamy, iron-rich "beek"earth soils in the province of Overijssel a low phosphate status of the soil is not coupled with heavy phosphate deficiency. Indepen-

dent of the extent of the yield response to phosphate, a dressing of about 60 to 120 kg P_2O_5 per ha is usually sufficient on low-phosphate soils to obtain the highest yield; for a reasonable phosphate content of the grass the rate of application should be somewhat higher. Even in the case of heavy phosphate deficiency it is not necessary to apply excessive amounts of fertilizers to these phosphate-fixing soils.

An annual dressing with farmyard manure does not decrease fixation. Phosphate in farmyard manure is about as effective as phosphate in artificial fertilizers.

Phosphate dressing improves the botanical composition of the grassland by favouring the better grass species and discouraging the inferior species in the turf.

LITERATUUR

Boskma, K., 1957. Invloed van de zuurgraad en de fosfaattoestand op de botanische samenstelling van een veengrasland. Landbouwvoorlichting 14: 446-449.

Knauer, N., 1965. Zusammenhang zwischen Düngung und P-Gehalt der Grünlandpflanzen. Phosphorsäure 24: 1-11.

Knibbe, M. en Van den Akker, A.M., 1966. Het ijzergehalte van enkele gronden in Overijssel, in het bijzonder van de zogenaamde rodoorns. Boor Spade 15: 110-127.

Paauw, F. van der, 1955. Een chemische analyse van fosfaatfixerende gronden. Centr. Inst. Landbouwk. Onderz., Gestencilde Versl. Interprov. Proeven 50.

Prummel, J., 1957. Fosfaatbemesting van fosfaatfixerend laagveengrasland. Landbouwvoorlichting 14: 607-611.

Prummel, J., 1961. Verslag van een serie fosfaatproeven op ijzerhoudende gronden. Proefstn. Akker- Weidebouw, Gestencilde Versl. Interprov. Proeven 82.

Prummel, J., 1973. Factoren van invloed op het calcium- en fosforgehalte van gras. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 3-1973.

Vries, D.M. de en Kruyne, A.A., 1943. Over de voorkeur van graslandplanten voor bepaalde plantenvoedende stoffen. Landbouwk. Tijdschr. 55: 83-92.

Proef (Exp.field)	P_2O_5 kg/ha	Jaar (Year) 0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
267	0	2,0	1,1	1,1	1,5	1,6	2,4	2,3	2,7				
	100j		1,0	1,9	1,6	2,5	3,3	2,9	3,6				
	200j		1,9	3,0	2,9	5,4	8,6	7,4	11,6				
	600v		4,9	3,0	2,6	3,0	4,5	3,4	3,9				
	600v+ 100j		5,1	3,5	3,0	4,3	6,9	4,4	7,3				
268	0	0,8	1,0	0,4	1,1	0,8	0,9	0,6	1,3				
	100j		0,4	0,8	1,0	0,8	1,3	1,0	0,8				
	600v		1,1	1,3	1,3	0,9	1,3	0,8	0,8				
269	0	1,5	1,0	2,8	1,6	1,0	2,3	1,3	1,8				
	100j		1,0	2,5	1,5	1,1	2,8	1,4	3,3				
	200j		1,8	3,1	1,8	1,3	4,8	2,6	5,3				
	600v		2,3	3,3	2,0	1,0	2,1	1,1	2,2				
	600v+ 100j		2,7	3,8	1,8	1,5	4,6	1,9	4,3				

v = voorraadbemesting (stock dressing)
j = jaarlijkse bemesting (annual dressing)
† Vanaf het zesde jaar 120 kg P_2O_5 per ha (Since the 6th year 120 kg P_2O_5 per ha)

BIJLAGE IV. Invloed van de fosfaatbemesting op de opbrengst van de eerste snede†
APPENDIX IV. Effect of phosphate dressing on yield (first cut)†

Proef (Exp.field)	P_2O_5 kg/ha	Jaar (Year) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
264	0		14,7	45,1	57,2	43,7	28,9	46,1					
	100j		114	111	102	111	115	122					
	600v		111	114	105	111	108	110					
273	0	52,5	38,9	79,8	68,1	63,4	44,0	52,3					
	100j	100	90	104	93	105	109	112					
	600v	111	100	106	97	105	106	113					
275	0	49,1	36,5	69,4	57,5	61,6	53,5	54,4					
	100j	115	105	97	95	112	118	109					
	600v	119	114	104	97	105	111	122					
274	0	60,4	45,1	49,7									
	100j	106	101	114									
	200j	102	103	120									
	600v	108	102	115									
	600v+100j		103	114									
443	0	23,5	20,3	18,4	16,5	33,0	29,8						
	100j	110	211	188	265	159	191						
	600v	149	221	184	246	154	177						
IB266	0					54,9	57,6	51,2					
	100j					97	108	107					
	600v					102	105	105					
Pr 1435	0	20,0	24,4	29,5	14,8	39,4	20,0	31,3	39,0	46,4	32,9	37,5	16,4
zonder stm.	60j	119	135	169	186	124	148	140	136	105	126	135	220
(without	120j	129	150	180	235	126	174	141	143	105	114	131	203
manure)	200j						156	140	155	104	114	133	218
	400v	119	148	164	201	109	135	120	110	100	111	113	152
	400v+60j††		151	167	218	115	159	142	143	93	109	133	204

Proef (Exp.field)	P_2O_5 kg/ha	Jaar (Year) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pr1435	0	21,2	36,1	49,7	31,7	50,7	33,3	44,2	51,0	66,0	50,8	58,6	39,1
met stm.	60j	107	127	116	111	110	120	119	118	95	101	103	112
(with	120j	102	132	119	120	114	123	127	122	93	95	103	109
manure)	200j						120	122	116	87	90	103	112
265	0		19,2	52,5	42,2	27,6	43,7	26,8					
	100j		97	113	119	169	130	166					
	600v		109	118	122	168	116	136					
272	0		60,8		52,9	41,0	43,6						
	100j		106		105	113	113						
	600v		112		104	122	111						
270	0		7,6		31,0	23,4	22,7	30,4					
	100j		136		131	173	179	163					
	600v		209		120	146	150	162					
267	0		47,6	47,7	50,0	53,1	44,7	40,6					
	100j		121	113	99	114	106	108					
	200j		123	113	107	108	106	112					
	600v		131	109	100	103	102	104					
	600v+100j		124	112	99	107	105	110					
268	0	23,0	17,8	58,0	43,8	30,5	23,2	21,8					
	100j	123	211	118	121	155	161	193					
	600v	130	205	108	120	143	141	164					
269	0	24,3	40,8	53,4	36,3	43,9	31,5	36,4					
	100j	103	104	113	108	103	98	110					
	200j	110	107	105	109	101	107	118					
	600v	109	108	104	103	98	99	109					
	600v+100j		104	102	111	100	101	111					

v = voorraadbemesting (stock dressing)
j = jaarlijkse bemesting (annual dressing)
† Zonder fosfaat in kg/are droge stof, met fosfaat in procenten van de opbrengst zonder fosfaat (Without phosphate in kg/are dry matter, with phosphate as the relative yields)
†† Vanaf het zesde jaar 120 kg P_2O_5 per ha (Since the 6th year 120 kg P_2O_5 per ha)

BIJLAGE V. Invloed van de fosfaatbemesting op het fosfaatgehalte van gras (eerste snede) in % van de droge stof. †

APPENDIX V. Effect of phosphate dressing on phosphate content of grass (spring cut) in %P of dry matter †

Proef (Exp.field)	P_2O_5 kg/ha	Jaar (Year) 1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
264	0	0,24	0,21	0,29	0,24	0,18	0,25	0,18				
	100j	0,39	0,26	0,41	0,34	0,26	0,40	0,23				
	600v	0,55	0,29	0,35	0,29	0,21	0,32	0,23				
		(14,9)	(13,8)	(16,5)	(10,2)	(12,4)	(17,3)	(10,5)				
273	0	0,31	0,26	0,31	0,23	0,24	0,26	0,25				
	100j	0,31	0,29	0,31	0,26	0,28	0,31	0,29				
	600v	0,37	0,28	0,34	0,26	0,25	0,28	0,26				
		(11,3)	(12,7)	(12,0)	(7,6)	(10,1)	(12,1)	(11,5)				
275	0	0,32	0,26	0,27	0,33	0,21	0,24	0,26				
	100j	0,34	0,33	0,31	0,40	0,25	0,31	0,31				
	600v	0,39	0,31	0,31	0,36	0,25	0,28	0,28				
		(11,1)	(12,7)	(10,9)	(11,9)	(9,7)	(12,1)	(12,4)				
274	0	0,26	0,24	0,21								
	100j	0,30	0,30	0,28								
	200j	0,31	0,31	0,31								
	600v	0,33	0,29	0,26								
	600v+100j		0,31	0,28								
		(9,4)	(11,3)	(10,4)								
443	0	0,21	0,17	0,25	0,18	0,21	0,17					
	100j	0,26	0,31	0,41	0,27	0,34	0,28					
	600v	0,40	0,29	0,37	0,22	0,28	0,20					
		(15,1)	(15,7)	(17,3)	(13,0)	(13,0)	(12,6)					
266	0	0,38				0,21	0,27	0,22				
	100j	0,47				0,26	0,38	0,26				
	600v	0,55				0,28	0,33	0,24				
		(21,7)				(11,8)	(12,9)	(11,4)				
Pr1435	0	0,24	0,21	0,19	0,24	0,12	0,18	0,18	0,21	0,20	0,20	0,20
zonder stm.	60j	0,33	0,23	0,26	0,33	0,20	0,29	0,25	0,25	0,27	0,31	0,30
(without	120j	0,37	0,27	0,30	0,36	0,23	0,39	0,29	0,31	0,33	0,37	0,35
manure)	200j						0,41	0,32	0,31	0,32	0,38	0,38
	400v	0,46	0,24	0,23	0,29	0,16	0,23	0,18	0,21	0,20	0,22	0,23
	400v+60j ††		0,25	0,24	0,31	0,17	0,35	0,28	0,25	0,31	0,40	0,36
		(15,3)	(11,1)	(12,5)	(16,9)	(8,8)	(14,8)	(10,7)	(17,2)	(12,3)	(12,4)	(13,0)
met stm	0	0,34	0,27	0,28	0,32	0,17	0,26	0,25	0,21	0,30	0,31	0,33
(with	60j	0,49	0,28	0,31	0,35	0,24	0,38	0,31	0,28	0,33	0,35	0,35
manure)	120j	0,40	0,31	0,33	0,36	0,25	0,44	0,31	0,31	0,32	0,36	0,36
	200j						0,45	0,35	0,36	0,36	0,42	0,38
		(15,9)	(11,4)	(12,0)	(15,6)	(9,6)	(15,1)	(11,1)	(15,9)	(11,9)	(12,0)	(13,1)
265	0	0,32	0,27	0,21	0,21	0,21	0,18	0,24				
	100j	0,41	0,32	0,27	0,34	0,25	0,27	0,33				
	600v	0,26(?)	0,34	0,24	0,30	0,23	0,21	0,24				
		(12,2)	(14,2)	(10,1)	(11,6)	(13,8)	(10,8)	(16,1)				

Proef (Exp.field)	P_2O_5 kg/ha	Jaar (Year) 1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
272	0		0,22		0,27	0,21	0,23					
	100 j		0,27		0,38	0,26	0,31					
	600 v		0,27		0,36	0,24	0,27					
			(11,9)		(13,3)	(10,7)	(11,1)					
270	0		0,18		0,26	0,15	0,26	0,19				
	100 j		0,24		0,40	0,21	0,39	0,31				
	600 v		0,25		0,36	0,20	0,34	0,26				
			(13,2)		(15,9)	(12,9)	(18,1)	(15,4)				
267	0		0,17	0,24	0,24	0,17	0,23	0,22				
	100 j		0,21	0,26	0,37	0,23	0,31	0,28				
	200 j		0,24	0,30	0,40	0,24	0,34	0,31				
	600 v		0,24	0,26	0,35	0,19	0,27	0,25				
	600 v+100 j		0,25	0,27	0,37	0,24	0,30	0,30				
			(12,2)	(16,6)	(13,6)	(11,8)	(15,6)	(14,9)				
268	0	0,24	0,18	0,24	0,19	0,18	0,19	0,21				
	100 j	0,33	0,22	0,29	0,32	0,20	0,27	0,28				
	600 v	0,45	0,22	0,27	0,25	0,19	0,22	0,24				
		(14,1)	(11,1)	(13,5)	(11,3)	(9,6)	(11,9)	(11,9)				
269	0	0,33	0,27	0,28	0,24	0,22	0,24	0,24				
	100 j	0,38	0,31	0,30	0,35	0,27	0,30	0,33				
	200 j	0,41	0,35	0,32	0,38	0,31	0,29	0,36				
	600 v	0,49	0,32	0,30	0,31	0,27	0,28	0,28				
	600 v+100 j		0,34	0,31	0,36	0,29	0,33	0,34				
		(14,3)	(11,2)	(14,8)	(13,6)	(11,1)	(10,7)	(10,6)				

v = voorraadbemesting (stock dressing)

j = jaarlijkse bemesting (annual dressing)

† Tussen haakjes % ruw eiwit (in brackets % crude proteine)

†† Vanaf het zesde jaar 120 kg P_2O_5 per ha (Since the 6th year 120 kg P_2O_5 per ha)

BIJLAGE VI. Profielbeschrijving van de proeven (Stichting voor Bodemkartering)
APPENDIX VI. Profile descriptions of the experimental fields (Soil Survey Institute)

1. IB264 Marum

B o d e m e e n h e i d :
bruine beekeerdgrond in sterk lemig zand (bp Zg 23).
B e s c h r i j v i n g :

0-8cm A11 grijsbruin, sterk lemige, sterk humeuze rulle bovengrond met wortelroest en afgeloogde zandkorrels.
8-20cm A12 heterogeen roodbruin roestig en wit kleiïg zand met roestconcentraties.
compacte afgerond blokkige structuurelementen.
20-24cm AC1 grijsgeel, vrij grof los dekzand en kleizand.
24-35cm AC2 grauwgrijze, sterk lemige meerbodemachtige platerige overgangslaag.
35-70cm CG grijs, compact keizand, keileem en mogelijk potkleiresten.

O p m e r k i n g :
In de laag van 8-20cm zoekt de beworteling de structuurwanden en de zandige delen.

2. IB273, Hoonhorst

B o d e m e e n h e i d :
ijzerhoudende bruine beekeerdgrond in sterk lemig zand (fbp Zg23)
B e s c h r i j v i n g :

0-20cm A1g roodbruin, zwak humeus, sterk lemig zand, veel ijzer- en mangaan cancreties, veel reductievlekken.
20-90cm ACg roodbruine, sterk zandige leem, veel ijzer en mangaanconcreties, humusarm, veel grijze reductievlekken, enkele zandlenzen.
90-120cm G donkerblauw, sterk lemig zand, veel mangaanconcreties, permanent gereduceerd.

3. IB275, Nieuw Leusen

B o d e m e e n h e i d :

ijzerrijke bruine beekeerdgrond in lemig tot sterk lemig zand (fbp Zg23)

B e s c h r i j v i n g :

0-20cm	A1g	roodbruin, sterk humeus, lemig, sterk roestig zand, veel ijzer en mangaanconcreties, enkele reductievlekken.
20-35 à 45cm	ACg	roodbruin, sterk lemig, sterk roestig zand, veel ijzer en mangaanconcreties, enkele reductievlekken.
45-80 à 90cm	Cg	grijs, zwak lemig, zwak roestig, matig fijn zand, veel reductievlekken.
80 à 90-120cm	G	donkergrijs, niet lemig, matig grof zand, permanent gereduceerd.

O p m e r k i n g :

Uit de analyse blijkt dat de bovengrond moerig is (>15% organische stof). Vanwege het hoge ijzergehalte is deze bovengrond toch tot de organische-stofklasse humeus gerekend.

4. IB274, Bathmen

B o d e m e e n h e i d :

ijzerrijke, bruine beekeerdgrond in zeer sterk lemig zand tot zandig leem (fp Zg23)

B e s c h r i j v i n g :

0-30 à 45cm	A1	roodbruine, humeuze, sterk zandige leem, veel ijzer en mangaanconcreties.
30 à 45-90 à 100 cm	ACg	grijs, humusarm, zwak lemig, zwak roestig matig fijn zand met veel reductievlekken.
90 à 100-120cm	G	donkergrijs, zwaklemig, matig fijn zand, permanent gereduceerd.

O p m e r k i n g :

Uit de analyse en de beschrijving lijkt de bovengrond uit leem te bestaan. Bij het geanalyseerde zeer hoge ijzergehalte is aangenomen dat een belangrijk deel van dit ijzer als leem, slib en lutum zijn bepaald. Daarom is deze grond tot de sterk

lemige zandgronden gerekend.

5. IB443, Peize

Bodemeenheid:

koopveengrond (hVc).

Beschrijving:

0-45cm	A1	zwart, kleiïg veen met weinig ijzer. De structuurelementjes zijn 2 mm grote afgeronde blokjes waarop geen pers-krimpstructuren aanwezig zijn.
45-100cm	AC	bruin, verweerd rietzeggeveen.
100-120cm	CG	geelbruin zeggeveen, gereduceerd.

6. IB266, Peize

Bodemeenheid:

waardveengrond (kVc).

Beschrijving:

0-30cm	A1	grijs, kleiïg veen met weinig ijzer. De structuurelementjes zijn 4mm grote scherpe blokjes met duidelijke pers-krimpstructuren.
30-40cm	AC	bruin, verweerd rietzeggeveen.
40-120cm	CG	geelbruin rietzeggeveen met dunne kleilaagjes.

Opmerking:

In de bovengrond is duidelijk meer beworteling dan bij IB443.

7. Pr1435, Marum

Bodemeenheid:

koopveengrond (hVc)

Beschrijving:

0-7cm	A11	roodzwart, goed veraard kleiïg veen met ten dele fijn verdeeld, ten dele korrel-roest.
7-20cm	A12	zwart veen met afgerond blokkige structuurelementen met roest op de drukvlakken.
20-60cm	AC	bruin zeggeveen met oxyderend hout, naar beneden overgaand in rietzeggeveen.
60-120cm	CG	geelbruin rietzeggeveen met gave houtresten.

Opmerking:
De bovengrond is tot 7cm goed doorworteld.

8. IB265, Boerakker
Bodemeenheid:
weideveengrond (pVz).
Beschrijving:

0-5cm	A11	donker chocoladebruine kleiïge rulle bovengrond met fijn verdeelde roest.
5-18cm	A12	rossig zwarte venige klei met een brokkelige structuur van elementjes van 0,5cm, waar omheen ijzerhuidjes. Hier en daar komt katteklei voor, mogelijk herontgonnen tot deze diepte.
18-40cm	Cg	zwart zeggeveen met een rulle structuur, geoxydeerd met bovenin ijzerconcreties.
40-70cm	CG	van zwart tot geelbruin met de diepte verkleurend zegge tot rietzeggeveen en houtresten.
70-120cm	DG	grijszwart humeus zand met houtresten.

Opmerking:
De laag van 0-5cm is intens beworteld, die van 5-18 nog regelmatig en die van 18-40 spaarzaam.

9. IB272, Beilen Alting
Bodemeenheid:
vlierveengrond met zanddekje (sVc).
Beschrijving:

0-5cm		bruin, zwak lemig, zeer humeus fijn zand.
5-28cm	A1	zwart moerasbosveen met vlak onder het zanddek 5mm kleine, afgerond blokkige structuurelementjes, naar beneden overgaand in redelijk onderscheidbare grove afgerond blokkige tot prismatische structuurelementen met weinig ijzer op de persvlakken. Op 25cm is in de donkerbruine horizont het oude reductieniveau met oxyderend hout te onderscheiden.

28-60cm AC zwart moerasbosveen, geoxydeerd.
60-120cm CG bruin gereduceerd moerasbosveen met gave houtresten.

O p m e r k i n g :
De beworteling in de bezande laag is goed - zij verbreidt zich over de wanden van de structuurelementen, die veel fijne wortelporiën bevatten.

10. IB270, Exloo

B o d e m e e n h e i d :
broekeerdgrond met een sterk veraarde bovengrond (vWz).

B e s c h r i j v i n g :
0-35cm A1 zwart, sterk veraard broekveen met geleidelijk in grootte toenemende structuurelementjes van korrels van 1mm bovenin tot blokjes van 2mm onderin.
35-40cm AC donkergrijze slibhoudende overgang.
40-120cm CG geelgrijs gereduceerd leemarm zand met M50 ca. 170 µm.

11. IB267, Westdorp

B o d e m e e n h e i d :
moerpodzolgrond met een matig veraarde bovengrond (vWp).

B e s c h r i j v i n g :
0-7cm A11 bruinzwarte, matig veraarde, vrij compacte zodelaag met enige zandbijmenging.
7-25cm A12 zwart grof gestructureerd zeggeveen met structuurelementen van 7 cm, waarop plaatselijk duidelijke persvlakken.
25-40cm AB grijszwarte slibhoudende overgangslaag van verspoeld veen met zandbijmenging.
40-120cm B2 donker roodbruin kazig zand met M50 ca. 150 µm naar beneden roder en harder wordend.

O p m e r k i n g :
De laag van 0-7cm is goed doorworteld, de laag van 7-25cm is nog spaarzaam beworteld.

12. IB268, Amen

B o d e m e e n h e i d :

madeveengrond (aVc).

B e s c h r i j v i n g :

0-10cm	A1	donkerbruine goed veraarde veenbovengrond met fijn verdeeld ijzer.
10-30cm	AC1	zwart geoxydeerd moerasbosveen met afgerond hoekige structuurelementen van 10cm met ijzercoatings.
30-60cm	AC2	bruin verweerd moerasbosveen.
60-120cm	CG	geelbruin gereduceerd moerasbosveen met gave houtresten.

O p m e r k i n g :

In de laag van 10-30cm verbreidt de beworteling zich over de persvlakken van de structuurelementen en gedeeltelijk door perforaties hierin.

13. IB269, Beilen

B o d e m e e n h e i d :

ijzerrijke madeveengrond (faVz).

B e s c h r i j v i n g :

0-12cm	A1	lemig, donkerbruin veen met zeer kleine rulle structuurelementjes. Het ijzer is fijn verdeeld met enkele concreties. Beworteling zeer regelmatig en fijn vertakt.
12-30cm	Cg1	oranjebruine overgangslaag van leemhoudend korrelig ijzeroer met grove concreties.
30-75cm	Cg2	donkerbruin geoxydeerd houtrijk broekzeggeveen. Grove ruwe en duidelijke structuurelementen van 5 cm.
75-90cm	CG	lichtbruin gereduceerd broekzeggeveen met ongestoorde rose bruine houtresten.
90-100cm	D1	zwarte zandige slibhoudende gliedeachtige overgangslaag.
100-120cm	D2	geelgrijs zwak lemig zand met M50 ca. 160µm.

O p m e r k i n g :
Laag van 0-12 cm zeer regelmatig en fijn vertakt beworteld.