



Een bodem in bedrijf

De sanering van een perceel zandgrond van 'De Marke', met een te hoge fosfaattoestand

J.A. Reijneveld, H.F.M. Aarts & G.J. Hilhorst

Plant Research International B.V., Wageningen
augustus 2001

Rapport 34

© 2001 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post@plant.wag-ur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting en conclusie	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methode	5
2.1 Materiaal	5
2.2 Methode	8
3. Resultaten	13
3.1 Gewas	13
3.2 Fosforbalans	14
3.3 Bodem	14
3.4 Grondwater	20
4. Discussie	21
Literatuur	24
Bijlage I Perceel 1 - perceelskenmerken	2 pp.
Bijlage II. Definities	2 pp.
Bijlage III. Bemesting	1 p.
Bijlage IV. Samenstelling organische mest	2 pp.
Bijlage V. Bodemanalyses	4 pp.
Bijlage VI Figuren en tabellen P-sanering	9 pp.

Samenvatting en conclusie

Het gebruik van kunstmest leverde voor Nederland grote voordelen op; grote hoeveelheden arme heidegronden werden geschikt gemaakt (van 1900–1940) voor de landbouw en het leverde ons voedselzekerheid. Het verschil tussen de aanvoer van fosfaat (P) via kunstmest (en krachtvoer) en de afvoer resulteerde (in de tweede helft van de vorige eeuw) echter in hoge fosfaatoverschotten. Anno 1997 was de fosfaattoestand van meer dan de helft van de zandgronden gestegen tot ‘ruim voldoende’ en hoger; de arme zandgronden waren ‘rijk’ geworden. Het besef dat geen enkele grond voor geen enkel element een onbeperkte sink is, resulteerde in wet- en regelgeving. De kwaliteitsdoelstelling voor P in grondwater werd op maximaal 0,15 mg P l⁻¹ zoet water gezet; omgerekend houdt dat in dat het fosfaatoverschot niet meer dan 1 kg fosfaat ha⁻¹ mag bedragen. Dit is veel minder dan het toegestane overschot in MINAS (20 kg in 2003). In het jaar MINAS, 1997, lag op een gemiddeld melkveebedrijf de aanvoer uit kunstmest op 30 kg en uit krachtvoer op 42 kg P₂O₅; tezamen met de aanvoer van ruwvoer en organische mest bedroeg de totale aanvoer 108 kg ha⁻¹, de afvoer bedroeg 52 kg ha⁻¹; resulterend in een overschot van 56 kg fosfaat ha⁻¹. Om aan de kwaliteitsnormen voor drinkwater te voldoen zou het overschot dus 55 kg omlaag moeten. Het verminderen van de aanvoer van kunstmest is één van de maatregelen ter vermindering van het overschot. Onduidelijk is nog wat het effect zal zijn van vermindering van fosfaatbemesting op de bodemvruchtbaarheid. Onderzoek naar de bodemvruchtbaarheid is niet mogelijk in één of twee jaar. Op het proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu ‘De Marke’ wordt al vanaf 1992 ingezet op het voldoen aan stringente (toekomstige) wet- en regelgeving. Op percelen met een fosfaattoestand ‘hoog’ wordt een grotere fosfaatafvoer dan aanvoer nagestreefd. Op perceel 1, het perceel op ‘De Marke’ met de hoogste fosfaattoestand, werd een proef aangelegd waarbij één van de behandelingen (P₀) zelfs in het geheel geen fosfaatbemesting kreeg (geen kunstmest en geen organische mest), een deel kreeg evenwichtsbemesting (P_{evenwicht}) en P_{1/2} evenwicht kreeg de halve dosering van de evenwichtsbemesting.

Hierdoor kan nu, na 10 jaar, een eerste inventarisatie worden gemaakt van:

Het effect van het ‘aanscherpen’ van de bemesting tot onder de evenwichtsbemesting op de fosfaattoestand van de bodem.

Het fosfaatoverschot was in alle jaren negatief; het varieerde van -3,4 tot -112 kg ha⁻¹. Gemiddeld was het overschot van de P_{evenwicht}behandeling -28 kg, van de P_{1/2}evenwicht -47 kg en van de P₀behandeling -72 kg P₂O₅ ha⁻¹ jr⁻¹. De berekende hoeveelheid fosfaat in de bodemlaag 0-40 cm is 10.750 kg ha⁻¹. Het maximale negatieve overschot van 122 kg fosfaat is slechts 1% van de totale hoeveelheid fosfaat.

- Effect op gewasopbrengsten
Een verschil van 44 kg fosfaat ha⁻¹ tussen de P_{evenwicht} en de P₀behandelingen leverde geen meetbare of visuele verschillen in gewasopbrengst op. De fosfaatconcentratie in de bodem is dusdanig hoog dat fosfaat geen beperkende factor is.
- Effect op waardering bodem
Met name het Pw-getal (laag 0-20 cm) daalde in de eerste 2-3 jaar aanzienlijk; van 100 tot 75. Het P-AL-getal (0-20 cm) daalde van iets meer dan 120 tot 110. Daarna lijken beide bodemkenmerken zich te stabiliseren; een duidelijke daling is niet zichtbaar. Verschillen tussen de drie behandelingen zijn zeer gering, maar zowel bij het Pw- als bij het P-AL-getal is de eindtoestand van de P₀behandeling het laagst, daarna P_{1/2} evenwicht, gevolgd door P_{evenwicht}. Bij de drie behandelingen blijft zowel het Pw-, als het P-AL-getal in het landbouwkundige gebied ‘hoog’.
- Effect op waterkwaliteit
Aangezien er geen aanvoer fosfaat is en de hoeveelheid P-totaal in de bodemlaag 0-40 cm niet verandert, kunnen we concluderen dat er geen verplaatsing naar de bodemlagen onder de 40 cm

heeft plaatsgevonden. Het fosfaatgehalte van het grondwater zal hierdoor dus niet stijgen. Ook uit eerder onderzoek (Schoumans, 1995) komt naar voren dat de hoeveelheid fosfaat die met de netto neerslag uitspoelt beperkt zal zijn tot enige kg P_2O_5 ha⁻¹. Deze mogelijke geringe verplaatsing van fosfaat in de bodem heeft in de proefperiode niet geresulteerd in een stijging van het fosfaatgehalte in het grondwater (... mg l⁻¹ grondwater).

- In welke mate is perceel 1 van 'De Marke' representatief voor Nederland?
Perceel 1 behoort tot de 140.000 ha zandgronden in de melkveehouderij met een fosfaattoestand 'hoog'. Fosfaatbemesting kan hier achterwege blijven; een bevestiging van de '0' adviezen in de 'Adviesbasis'. Voor andere elementen (zoals stikstof) en het organische-stof gehalte zal (organische) bemesting wel noodzakelijk zijn en dientengevolge zal het fosfaatgehalte van de bodem een weinig of niet afnemen. Op de gronden van 'De Marke' leverde de hoge fosfaattoestand geen problemen op voor de grondwaterkwaliteit. De relatie fosfaattoestand 'hoog' – bemesting – gewasopbrengsten – grondwaterkwaliteit op andere gronden wordt via het bodemkwaliteitsonderzoek van Plant Research International in Koeien & Kansen gevolgd.

1. Inleiding

Fosfaat is, evenals stikstof, kalium en sulfaat, een macro-element; om te kunnen groeien heeft de plant daarvan relatief grote hoeveelheden nodig. Fosfor (P) speelt een rol bij de energie-overdracht, eiwit-synthese, bij de overdracht van genetische informatie, als bestanddeel van membranen, en wordt opgeslagen in zaden en reserves in vegetatieve delen. De meeste gronden bevatten van nature slechts weinig opneembaar fosfaat. Vooral op zandgronden was de beschikbaarheid van plantenvoedende stoffen eeuwenlang een knelpunt. De introductie van kunstmest omstreeks 1890 leverde nieuwe kansen voor de landbouw op; zo werden tussen 1900 en 1940 op grote schaal heidegronden ontgonnen, gronden die eerder niet geschikt waren voor landbouw. De kunstmestgiften waren aanvankelijk relatief laag. In 1990 was, echter mede door de import van krachtvoer, een groot verschil ontstaan tussen de aanvoer en de afvoer van fosfor. In dat jaar werd in de Nederlandse landbouw 120 miljoen kg P aangevoerd en de afvoer bedroeg 41 miljoen kg P (Anonymus, 1993). Op melkveebedrijven lag de aanvoer midden jaren '80 op 47,9 kg en de afvoer op 16 kg, resulterend in een overschot van 31,9 kg P ha⁻¹ (Aarts *et al.*, 2000); in 1997 lag het overschot nog rond 25 kg P ha⁻¹ (Reijneveld *et al.*, 2000; Beldman & Prins, 1999). De fosfaattoestand van landbouwpercelen steeg. Een voorbeeld daarvan is te zien in Figuur 1.1 waar het verschil in fosfaattoestand tussen een landbouwperceel en, in dit geval, een bosje is weergegeven. In 1997 had meer dan 60% van de door Blgg Oosterbeek geanalyseerde zandgronden een P-AL-getal (grasland) van 'ruim voldoende' en 'hoog' en meer dan 80% een Pw-getal (maïsland) van 'ruim voldoende' en hoger (meer dan 40% van de geanalyseerde zandgronden werd gewaardeerd als 'hoog').

*Figuur 1.1. Het fosfaatprofiel (mg P₂O₅/100 g grond) van perceel 1 van 'De Marke' en van een nabij gelegen bosje (Hilborst *et al.*, 1998).*

Geen enkele grond is een onbeperkte sink voor N, P, K en andere elementen. Een verdere ophoping van P in de bodem zal leiden tot uit- en afspoeling, waardoor de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater wordt aangetast; daarnaast zal het realiseren van een aantal gewenste functies van het landelijk gebied, waaronder natuur, moeilijker tot onmogelijk worden. Dit milieubesef groeide in de jaren '70 en resulteerde in de jaren '80 in beleid. De kwaliteitsdoelstelling voor P in grondwater werd geformuleerd: maximaal 0,15 mg P l⁻¹ zoet oppervlaktewater. De maatregelen om dit te bereiken zijn van meet af aan gericht geweest op enerzijds de beperking van het gebruik van meststoffen en anderzijds de beperking van het volume aan geproduceerde dierlijke mest (Henkens, 2000). Zo werd in 1984 het principe van evenwichtsbemesting geïntroduceerd, later 'ingevuld' via gebruiksnormen naar verliesnormen (Dekker & Van Leeuwen, 1998). De verliesnorm voor fosfaat, ofwel het maximale fosfaatoverschot in MINAS, mag in 2003 20 kg ha⁻¹ bedragen.

Berekeningen (Oenema & Van Dijk, 1995) geven aan dat de kwaliteitsdoelstelling voor zandgronden op termijn overeenkomt met een fosfaatoverschot van maximaal 1 kg ha⁻¹ jaar⁻¹. Veel minder dus dan de huidige verliesnorm. Om een dusdanig laag fosfaatoverschot te realiseren zal de fosfaatbemesting (kunstmest en organische mest) zeer beperkt moeten zijn. Voor zowel landbouw als beleid is het van groot belang om de lange-termijneffecten van lage fosfaatgiften op gewasopbrengsten en fosfaattoestand van de bodem te meten.

Vanaf de start van 'De Marke' wordt er aandacht besteed aan het effect van duurzame landbouw op bodemvruchtbaarheid en -kwaliteit. Op 'De Marke' mag het fosfaatoverschot niet meer dan 1 kg ha⁻¹ bedragen, bij toestand 'voldoende' van de bodem. Veel percelen hebben echter een toestand die hoger wordt gewaardeerd dan 'voldoende'; op deze percelen wordt een negatief fosfaatoverschot nagestreefd en wordt minder bemest dan volgens evenwichtsbemesting. Door dit meerjarig onderzoek op proef-

bedrijf voor melkveehouderij en milieu 'De Marke' kunnen we de volgende vraag proberen te beantwoorden:

Welk effect heeft het 'aanscherpen' van de bemesting tot onder de evenwichtsbemesting op de fosfaattoestand van de bodem?

Daarbij aandacht voor zowel het effect van dit scherpe fosfaatregime op het Pw-getal en het P-AL-getal, ofwel het effect op de bodemvruchtbaarheid (landbouwkundig) en daarnaast aandacht voor de totale hoeveelheid fosfaat in de bodem, de mogelijke uitspoeling, ofwel aandacht voor bodemkwaliteit (milieukwaliteitsdoelen).

Dit rapport beschrijft en bespreekt een proef waarbij gewasopbrengsten en de fosfaattoestand in de bodem worden gevolgd bij toepassing van verschillende P-bemestingsniveaus; geen fosfaat, evenwichtsbemesting zoals toegepast op 'De Marke', en een halve dosering van laatstgenoemde gift (bij hoge initiële fosfaattoestand van de bodem). Hoofdstuk 2 beschrijft de proef; vervolgens worden de resultaten weergegeven (Hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 worden de proefresultaten in een breder kader geplaatst.

2. Materiaal en methode

2.1 Materiaal 'De Marke'

De doelstelling van Proefbedrijf voor Melkveehouderij en Milieu 'De Marke' is het ontwikkelen en demonstrenen van een bedrijfsopzet voor grondgebonden melkproductie die voldoet aan de te verwachten toekomstige stringente milieunormen ten aanzien van mineralen (incl. N) en systeemvreemde stoffen met een zo rendabel mogelijke bedrijfsvoering, met behoud van bodemvruchtbaarheid en rekening houdend met andere maatschappelijke doelen (Biewinga *et al.*, 1996). De fosfaatdoelstelling van 'De Marke' is afgeleid van de milieukwaliteitsnorm van de overheid, een norm voor de uit- en afspoeling van fosfaat naar grond- en oppervlaktewater van maximaal 0,15 mg P l⁻¹. Daar is vervolgens een norm voor het fosfaatoverschot op de bedrijfsbalans van afgeleid:

- beperking van het overschot tot maximaal 0,45 P ha⁻¹ jr⁻¹ voor percelen met een fosfaattoestand 'voldoende',
- een negatieve fosfaatbalans voor percelen met een fosfaattoestand van meer dan 'voldoende',
- geen bemesting met fosfaat op percelen die fosfaatverzadigd zijn.

De normen gelden voor het fosfaatoverschot van het betreffende perceel, gemiddeld over één rotatie.

Omdat de meeste percelen een landbouwkundige waardering 'ruim voldoende' of 'hoog' hebben mag de aanvoer van fosfaat in de vorm van kunstmest en krachtvoer de afvoer via melk en verkocht vee dus zeker niet overschrijden. Qua bemesting is gekozen voor de strategie van een P-evenwichtsbemesting op bedrijfsniveau. Daarbij wordt rekening gehouden met het verschil in fosfaattoestand van de verschillende percelen en de behoefte aan N en P van de gewassen. Percelen met een hoge fosfaattoestand krijgen bij voorkeur minder fosfaat aangevoerd, percelen met een relatief lage toestand meer. Op de meeste percelen wordt grasland afgewisseld met maïs. Wordt tijdens de graslandfase meer drijfmest, en dus meer N en P, aangevoerd dan tijdens de bouwlandfase. Vanwege de grotere behoefte van grasland aan N. Het fosfaatoverschot is gemiddeld over de periode 1993-2000 iets te hoog (Tabel 2.1.1), maar beduidend lager dan 'gangbaar'; het kunstmestgebruik is bijna 0.

Tabel 2.1.1. Fosfaatbalans voor 'De Marke' en voor 'gangbare' bedrijfsvoering (Koskamp *et al.*, 2001).

		'De Marke' '93-'00	Gangbaar '92-'96
Aanvoer	krachtvoer	28	50
	ruwvoer/kr. v. verv.	4	3
	kunstmest	1	41
	organische mest	0	25
	depositie	2	2
	totaal	35	121
Afvoer	melk	25	25
	vee	6	9
	ruwvoer	0	0
	organische mest	1	0
	totaal	32	34
Overschot	3	87	

Perceelskenmerken en –keuze

Perceel 1 (Figuur 2.1.1) had bij aanvang van ‘De Marke’ de hoogste gemiddelde fosfaattoestand van alle percelen (Aarts, 1995), als gevolg van overmatige organische mestgiften in de jaren vóór 1990. Het Pw-getal lag in ‘89/’90 op 117 mg P₂O₅ l⁻¹ (laag 0-25 cm), het P-AL-getal op 142 mg P₂O₅ 100 g ds⁻¹, beide waarden liggen ruim in het traject ‘hoog’. Dit perceel is gekozen voor de fosfaatsaneringsproef. Het perceel bestaat uit zandgrond en is grotendeels te karakteriseren als een veldpodzol met grondwatertrap VII (gemiddeld hoogste grondwaterstand 80-140 cm). Een strook van ca. 20% perceelsoppervlak is te karakteriseren als een Gooreerdgrond met grondwatertrap VII (gemiddeld hoogste grondwaterstand 140-180 cm) (Biewinga *et al.*, 1992).

Figuur 2.1.1. Plattegrond van ‘De Marke’ en locatie van perceel 1.

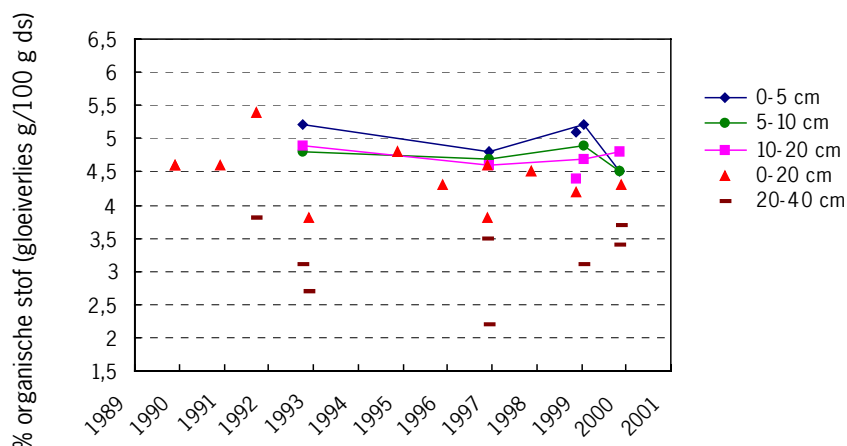
Een aantal overige bodemkenmerken wordt hieronder beschreven. De gegevens zijn afkomstig van analyses op perceelsniveau, op blok 1 en op de vaste waarnemingsplek beschreven in het onderzoeksplan van ‘De Marke’ (Biewinga *et al.*, 1992). Een aantal malen is een kenmerk vergeleken met de mediaan van door Bgg Oosterbeek geanalyseerde zandgronden.

pH

De pH van perceel 1 (Bijlage I) varieert van 5,2 in de laag 0-20 cm tot 6 in de laag 0-5 cm. De graslandmonsters (0-5 cm) liggen in het traject ‘goed’ tot ‘vrij hoog’. De bouwlandmonsters (0-20 cm) worden gewaardeerd zijnde ‘goed’ tot ‘hoog’. Een duidelijke afname of toename is niet waarneembaar.

Organische stof

Het organische-stofgehalte in de laag 0-5 cm ligt rond de 5, iets lager dan de mediaan voor zandgronden: 6,2% (Figuur 2.1.2). De gehalten in de lagen 5-10 en 10-20 cm zijn vrijwel gelijk aan de bovenste laag. Het gehalte in de bouwlandlaag (0-20 cm) ligt rond de 4,3%, gelijk aan de mediaan voor bouwland.

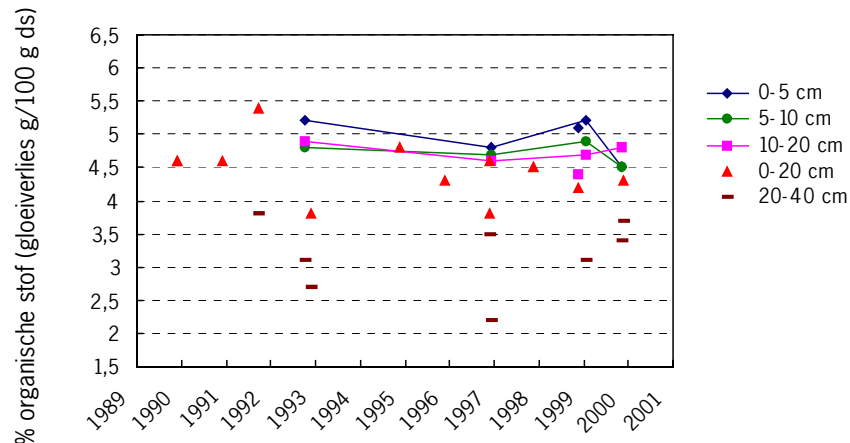


Figuur 2.1.2. Organische-stofgehalte van perceel 1 in verschillende bodemlagen gedurende het tijdvak 1990-2001.

In de laag 20-40 cm varieert het percentage tussen 2,2 en 3,5. In geen van de bemonsterde lagen lijkt het organische-stofgehalte te veranderen in de periode '90 – '01.

Stikstof

Net als het organische-stofgehalte lijkt ook het N-totaal-gehalte niet te zijn veranderd in de afgelopen decennia; ook vinden we weinig verschillen tussen de lagen 0-5, 5-10 en 10-20 cm: tussen 150 en 175 mg N per 100 g ds (Figuur 2.1.3).



Figuur 2.1.3. N-totaal-gehalte van perceel 1 in verschillende bodemlagen gedurende het tijdvak 1990-2001.

Wanneer we N-totaal omrekenen naar stikstoflevering (NLV) (Hassink, 1995) dan ligt de NLV (0-20 cm) op 107 kg N ha⁻¹; een vrij lage stikstoflevering. In de laag 20-40 cm is de hoeveelheid N-totaal ongeveer 82 mg N per 100 g ds, ongeveer de helft van de hoeveelheid in de bodemlaag erboven.

Kalium

De K-totaal waarden in de lagen 0-5, 5-10 en 10-20 cm nemen in de periode '92/'93 - '96/'97 af van 48-62 tot 35-39 mg K₂O 100 g ds⁻¹ om vervolgens op dat niveau te blijven. Het K-getal voor bouwland en voor grasland wordt gewaardeerd als 'vrij hoog' tot 'hoog' (zie Bijlage I).

Magnesium

Slechts twee keer is het magnesiumgehalte gemeten. In '89/'90 werd een MgO-gehalte van 112 (ruim voldoende) gevonden, in '94/'95 een gehalte van 222 (hoog). Beide waarden liggen (ruim) boven het streefgetal van 75 mg MgO per kg grond.

Vocht

???? (0,90 tot bijna 1,05 g H₂O/100 g luchtdroog) wat moet ik hier mee??

Dichtheid

De dichtheid (ρ) is gemeten in 1991 en 1996 en met behulp van het organische-stofgehalte ook berekend (Tabel 2.1.2). De gegevens zijn gebruikt om omrekeningen te maken van de laag 0-20 en 20-40 naar de laag 0-40 cm.

Tabel 2.1.2. De gemeten en berekende dichtheid (g cm^{-3}) in de verschillende bodemlagen. Voor het berekenen is de formule ($\rho = 1 / (0,02525 \times \text{org. stof\%} + 0,6541)$) aangehouden (Anonymus, 1998).

		Bodemlaag					
		0-5	5-10	10-20	0-20	20-40	40-60
Gemeten	Nov-91	n.a.	n.a.	n.a.	1.230	1.360	n.a.
	Sep-96	0.993	1.204	1.183	1.141	1.347	1.581
Berekend	Feb-90	n.a.	n.a.	n.a.	1.298	n.a.	n.a.
	Feb-91	n.a.	n.a.	n.a.	1.298	n.a.	n.a.
	Feb-92	n.a.	n.a.	n.a.	1.265	1.333	n.a.
	Feb-93	1.273	1.290	1.286	1.333	1.375	n.a.
	Feb-95	n.a.	n.a.	n.a.	1.290	n.a.	n.a.
	Feb-96	n.a.	n.a.	n.a.	1.311	n.a.	n.a.
	Feb-97	1.290	1.294	1.298	1.316	1.385	n.a.
	Feb-98	n.a.	n.a.	n.a.	1.303	n.a.	n.a.
	Mar-99	1.273	1.286	1.303	1.316	1.365	n.a.
	Jan-00	1.303	1.306	1.290	1.311	1.347	n.a.

n.a. = niet aanwezig

2.2 Methode

Behandelingen en proefopzet

Voor de fosfaatproef zijn in de periode 1993-2001 drie bemestingsniveaus toegepast:

- P_0 geen fosfaatbemesting; geen kunstmest en geen organische bemesting
- P_½ evenwicht halve dosering van de evenwichtsbemesting
- P_evenwicht evenwichtsbemesting

De stikstof- en kaliumdosering is in alle behandelingen gelijk en afgestemd op de behandeling met de evenwichtsbemesting. Hiertoe is de eventuele gift runderdrijfmest aangevuld met kunstmest zodat in totaal dezelfde hoeveelheden zijn gegeven. In de Tabellen 2.2.1, 2.2.2 en 2.2.3 is de bemesting voor respectievelijk N, P en K gegeven. In Bijlage III is een uitgebreider overzicht van de bemesting gegeven; de samenstelling van de organische mest staat in Bijlage IV.

Tabel 2.2.1. De totale hoeveelheid werkzame N ($\text{kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) die via dierlijke mest en kunstmest op perceel 1 van 'De Marke' werd toegediend.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Hoofdgewas	Voederbiet	Mais	Mais	Triticale gras/klover	Gras/ klover	Gras/ klover	Mais	Mais
Kunstmest								
P-0	100	50	46	130	291	227	38	45
P- $\frac{1}{2}$ evenwicht	50	25	23	105	217	180	19	22
P-evenwicht	0	0	0	80	142	132	0	0
Dierlijke mest								
P-0	0	0	0	0	0	0	0	0
P- $\frac{1}{2}$ evenwicht	42	25	21	30	70	54	22	24
P-evenwicht	85	50	41	59	139	108	43	47
Totaal								
P-0	100	50	46	130	291	227	38	45
P- $\frac{1}{2}$ evenwicht	92	50	44	135	287	234	41	46
P-evenwicht	85	50	41	139	281	240	43	47

Tabel 2.2.2. De totale hoeveelheid P_2O_5 ($\text{kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$) die via via dierlijke mest en kunstmest op perceel 1 van 'De Marke' werd toegediend.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Hoofdgewas	Voederbiet	Mais	Mais	Triticale gras/klover	Gras/ klover	Gras/ klover	Mais	Mais
Kunstmest								
P-0	0	0	0	0	0	0	0	0
P- $\frac{1}{2}$ evenwicht	0	0	0	0	0	0	0	0
P-evenwicht	0	0	0	0	0	0	0	0
Dierlijk mest								
P-0	0	0	0	0	0	0	0	0
P- $\frac{1}{2}$ evenwicht	25	11	9	13	47	31	11	11
P-evenwicht	49	22	18	27	93	62	22	22
Totaal								
P-0	0	0	0	0	0	0	0	0
P- $\frac{1}{2}$ evenwicht	25	11	9	13	47	31	11	11
P-evenwicht	49	22	18	27	93	62	22	22

Tabel 2.2.3. De totale hoeveelheid K₂O (kg ha⁻¹ jaar⁻¹) die via via dierlijke mest en kunstmest op perceel 1 van 'De Marke' werd toegediend.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Hoofdgewas	Voederbiet	Maïs	Maïs	Triticale gras/klaver	Gras/ klaver	Gras/ klaver	Maïs	Maïs
Kunstmest								
P-0	190	120	110	265	446	317	102	108
P-1/2evenwicht	95	60	55	175	224	158	51	54
P-evenwicht	0	0	0	85	0	0	0	0
Drijfmest								
P-0	0	0	0	0	0	0	0	0
P-1/2evenwicht	112	57	47	89	209	159	53	58
P-evenwicht	224	114	94	177	418	318	106	116
Totaal								
P-0	190	120	110	265	446	317	102	108
P-1/2evenwicht	207	117	102	264	433	317	104	112
P-evenwicht	224	114	94	262	418	318	106	116

Er is gewerkt met stikstof-, fosfaat- en kaliumwerkingscoëfficiënten volgens de Adviesbasis (Anonymus, 1998).

Waarnemingen en metingen

Bodem

Als maat voor de hoeveelheid extraheerbaar fosfaat in de grond wordt in de praktijk voor bouwland het Pw-getal gebruikt en voor grasland het P-AL-getal. Beide getallen zijn een maat van de door de plant opneembare fosfaat. Met een P-totaal-meting wordt ook het fosfaat die in de organische stof is vastgelegd meegenomen (zie voor definities ook Bijlage II). Per behandeling en herhaling (= blok) zijn monsters genomen voor de bepaling van het Pw-, het P-AL-getal en P-totaal in de bodemlagen van 0-20 en 20-40 cm diepte. De monsters zijn steeds in vaste kwadranten van 10 x 2 m² in verschillende blokken genomen (Figuur 2.1.2). Per behandeling zijn vier herhalingen aangelegd in een blokkenproef
 ???dus niet???

Figuur 2.2.1. Indeling van behandelingen en blokken van het proefveld op perceel 1 van 'De Marke'.

Gewassen

6 Percelen op 'De Marke' zijn blijvend grasland; de overige percelen zijn wisselbouwpercelen. Door wisselbouw toe te passen kan het organische-stofgehalte zich in de graslandfase opbouwen zodat er voldoende organische stof in de grond aanwezig is in de bouwlandfase. Bij continu bouwland zou het

organische-stofgehalte te laag worden. Perceel 1 is één van de wisselbouwpercelen (Tabel 2.2.4). In de periode 1993-1996 zijn bepaald: de eindopbrengst van de gewassen (vers- en drooggewicht), de P-gehaltes (en de N- en K-gehaltes) van verschillende plantonderdelen: vervolgens was de P-afvoer van het perceel berekend. De opbrengsten van de gewassen zijn bepaald door per blok het gewas te oogsten. In 1992 en 1993 zijn vanwege praktische overwegingen de maïsopbrengsten bepaald voor twee herhalingen tezamen (blokken I/III en II/IV samen). Vanaf 1997 zijn alleen nog de gewasopbrengsten van het gehele perceel bepaald (zie § 3.1).

Tabel 2.2.4. *Vruchtwisseling op perceel 1 van 1993-2001.*

	Jaar							
	1993	1994	1995	1996	1996-1998	1999	2000	2001
Hoofdgewas	voederbiet	maïs	maïs	triticale	gras/klaver	maïs	maïs	triticale
Ras	Bolero	Mandigo	Moreno	??????	Cornwall/ Respect/Riesling	Goldoli	Goldoli	???
Inzaaidatum	9-4-'93	2-5-'94	27-4-'95	6-9-'95	3-9-'96	???????	???????	???
Voorvrucht	gras	voederbiet	maïs	maïs	triticale	gras/ klaver	maïs	maïs

Grondwater

Ook de P/liter grondwater getallen meten worden meegenomen lijkt me..
Methode.....

3. Resultaten

3.1 Gewas

In Tabel 3.3.1 zijn de gemiddelde gewasopbrengsten (totaal bovengronds) van de verschillende behandelingen weergegeven. De verschillende behandelingen vertoonden tot en met 1996 geen significant effect op de gewasopbrengsten ($P > 0,05$), ondanks de grote verschillen in P-aanvoer via de mestgift. Ook was geen trend aanwijsbaar zoals bijvoorbeeld een toename van de gewasopbrengst met toename van de P-aanvoer. Daarom is besloten na 1996 de gewasopbrengsten niet meer per behandeling te meten. Ter controle zijn in 1997 nog wel twee grassnedes per behandeling gemeten, in mei had de P₀ behandeling de hoogste grasopbrengst en P_{evenwicht} de laagste en in juni '97 was dat net andersom. Dit gaf geen aanleiding de beslissing te herzien. Ook de visuele waarnemingen die wel doorgegeven gaven daartoe geen aanleiding; er werden geen verschillen tussen de behandelingen waargenomen.

Tabel 3.1.1. Gewasopbrengsten (totaal bovengronds, kg ds ha⁻¹) in de verschillende behandelingen: 1) geen fosforbemesting (P₀), 2) een halve dosering van de evenwichtsbemesting (P_{1/2} evenwicht) en 3) fosforevenwichtsbemesting zoals toegepast op 'De Marke' (P_{evenwicht}).

Jaar	Gewas	Behandeling	Opbrengst		
			Biet	Blad	Totaal
1993	voederbiet	P ₀	18.371	4.175	22.712
		P _{1/2} evenwicht	18.462	4.476	22.938
		P _{evenwicht}	18.005	4.123	22.127
		LSD _{.05}			2.461
1994	maïs	P ₀			6.840
		P _{1/2} evenwicht			6.779
		P _{evenwicht}			6.841
		LSD _{.05}			1.639
1995	maïs	P ₀			6.388
		P _{1/2} evenwicht			6.298
		P _{evenwicht}			6.948
		LSD _{.05}			2.733
1996	triticale	P ₀			8.823
		P _{1/2} evenwicht			8.535
		P _{evenwicht}			10.725
		LSD _{.05}			2.828
1997	gras	totaal			11.882
1998	gras	totaal			8.785
1999	maïs	totaal			14.432
2000	maïs/mks/maisstro	totaal			13.589

3.2 Fosforbalans

De aan- en afvoer van P en het overschot zijn in Tabel 3.2.1 gegeven. De P-aanvoer via organische mest en kunstmest op de P-0 behandelingen was 0. De aanvoer van de P-evenwicht-behandelingen varieerde van 7,8 kg bij maïs tot 40,5 kg P bij grasland; op grasland wordt meer mest toegediend omdat er meerdere snedes zijn. Ook de afvoer van P via gras was hoger, tot 49 kg P. De afvoer van P via voederbieten was eveneens aanzienlijk (> 45 kg); wanneer perceel 1 wordt benut voor de teelt van maïs wordt er minder P afgevoerd. Het verschil in P-afvoer tussen de behandelingen was nihil en vertoonde geen trend; besloten werd de behandelingen niet meer afzonderlijk te oogsten. Het P-overschot is in alle gevallen negatief, variërend van -1,5 tot -49,0 kg P. De verschillen in overschot tussen de P_0 en P_evenwicht variëren van minder dan 10 kg tot ongeveer 40 kg P ha⁻¹.

Tabel 3.2.1. De aanvoer van P (kg ha⁻¹) in meststoffen, de afvoer van P via de gewassen en het P-overschot bij de verschillende behandelingen (zie Tabel 3.1.1).

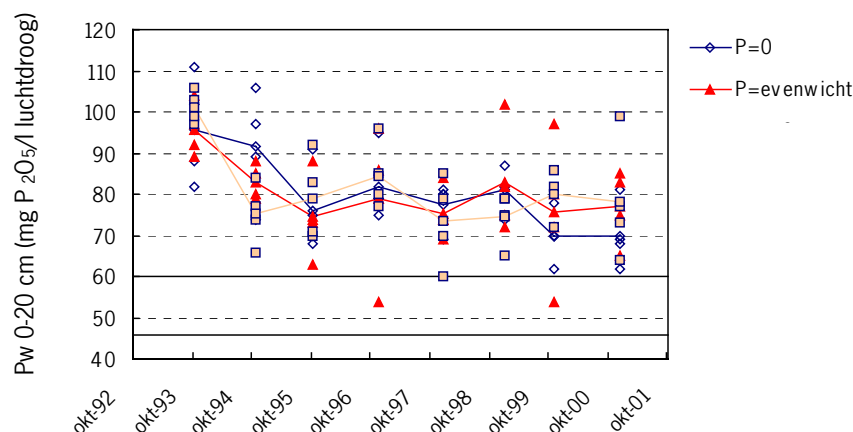
Jaar	Gewas	Behandeling	P-aanvoer	P-afvoer	P-overschot
1993	voederbiet	P_0	0.0	46.3	-46.3
		P_1/2 evenwicht	10.9	45.3	-34.6
		P_evenwicht	21.4	45.5	-24.1
1994	maïs	P_0	0.0	19.0	-19.0
		P_1/2 evenwicht	4.8	19.5	-14.7
		P_evenwicht	9.6	20.0	-10.4
1995	maïs	P_0	0.0	9.5????	-9.5
		P_1/2 evenwicht	3.9	7.9????	-4.0
		P_evenwicht	7.8	9.3????	-1.5
1996	triticale gras/klaver	P_0	0.0	18.6	-18.6
		P_1/2 evenwicht	5.7	15.4	-9.5
		P_evenwicht	11.8	22.1	-10.4
1997	gras	P_0	0.0		- 49.0
		P_1/2 evenwicht	20.5	49.0*	-28.5
		P_evenwicht	40.5		-8.5
1998	gras	P_0	0.0		-45.9
		P_1/2 evenwicht	13.5	45.9*	-32.5
		P_evenwicht	27.0		-18.9
1999	maïs	P_0	0.0		
		P_1/2 evenwicht	4.8	P*	
		P_evenwicht	9.6		
2000	maïs/mks/maïsstro	P_0	0.0		
		P_1/2 evenwicht	4.8	P*	
		P_evenwicht	9.6		

3.3 Bodem

De uitslagen van de grondonderzoeken staan in Bijlage V en in Bijlage VI staan per behandeling het Pw-, het P-AL- en het P-totaal-getal; ook zijn in deze bijlage overzichtstabellen opgenomen.

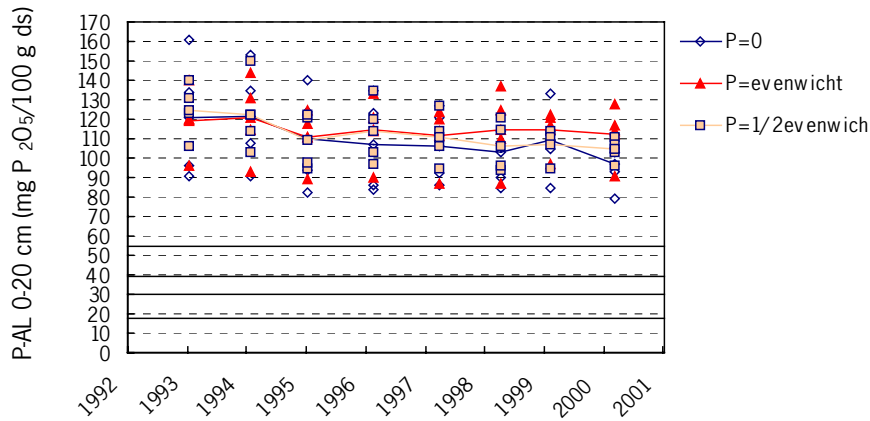
Bodemlaag 0-20 cm

Het Pw-getal is in '89/'90, voor aanvang van de proef, 117 (laag 0-25 cm). Bij aanvang van de proef is het Pw-getal al wat gedaald, het gemiddelde Pw-getal van de drie behandelingen ligt dan op ongeveer 100 (Figuur 3.3.1). Het verschil tussen de hoogste en laagste waarde is 29 (111-82), een behoorlijk verschil, maar alle waarden liggen ruim in het gebied 'hoog' (ruim boven Pw-getal 60). De eerste twee jaar daalt het Pw-getal vrij snel. Bij de alle drie behandelingen is het Pw-getal na 2 jaar gedaald met ongeveer 20. Daarna lijkt het Pw-getal gelijk te blijven. De laatste twee jaar ('99/'00 en '00/'01) ligt het Pw-getal van de behandeling P₀ op het laagste niveau (Pw-getal 70), nog altijd in het gebied dat landbouwkundig als 'hoog' wordt geclassificeerd.



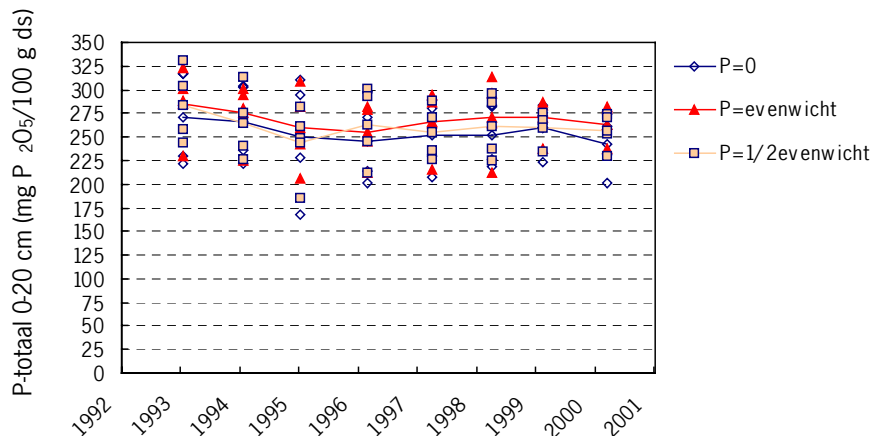
Figuur 3.3.1. Verloop van het Pw-getal in de bodemlaag 0-20 cm voor de behandelingen P₀, P_{1/2} evenwicht en P_{evenwicht}, voor de periode 1993-2001.

Het P-AL-getal is in '89/'90 142 (laag 0-25 cm). Bij aanvang van de proef is het P-AL-getal 20 lager. Net als bij het Pw-getal is het verschil tussen de hoogste en laagste waarde aanzienlijk; 161-91 = 70 (Figuur 3.3.2). Ook hier liggen alle waarden ruim boven de 55; fosfaattoestand 'hoog'. Het P-AL-getal daalt in de loop van de proef naar gemiddeld 110. Er lijken geen verschillen tussen de behandelingen te zijn.



Figuur 3.3.2. Verloop van het P-AL-getal in de bodemlaag 0-20 cm voor de behandelingen P_0, P_1/2 evenwicht en P_evenwicht, voor de periode 1993-2001.

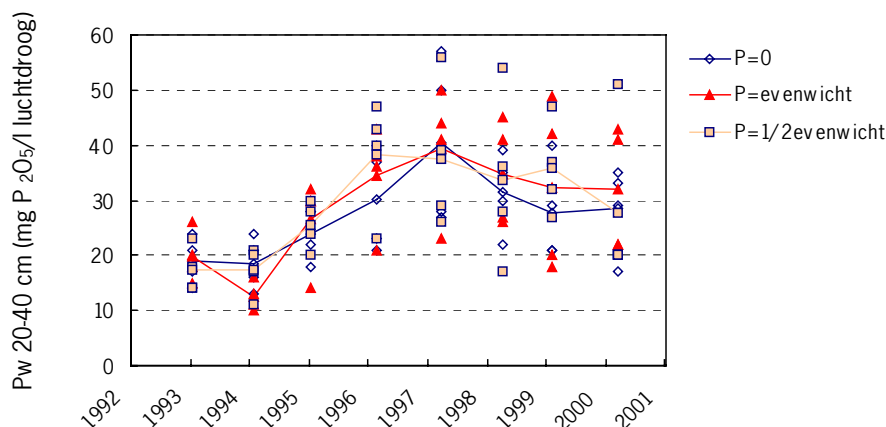
Het P-totaal-getal (Figuur 3.3.3) ligt bij aanvang rond de 280. Het getal lijkt in de eerste twee jaar vrij sterk af te nemen tot rond 250. Daarna neemt het gemiddeld weer iets toe; bij de laatste analyses ('00/'01) is het P-totaal-getal gemiddeld 10% lager dan in '93/'94 (Tabel VI).



Figuur 3.3.3. Verloop van het P-totaal-getal in de bodemlaag 0-20 cm voor de behandelingen P_0, P_1/2 evenwicht en P_evenwicht, voor de periode 1993-2001.

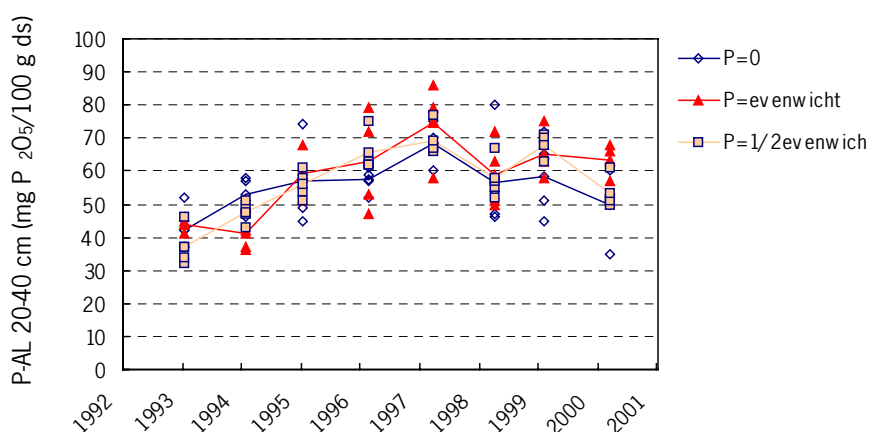
Bodemlaag 20-40 cm

Het Pw-getal in de bodemlaag 20-40 cm (Figuur 3.3.4) is 1993 iets lager dan 20. In het eerste jaar verandert daar niets aan; daarna stijgt het Pw-getal met het dubbele, tot gemiddeld 40 in '97/'98. In de laatste drie proefjaren neemt het Pw-getal weer iets af tot een gemiddelde van 30. Er lijken geen verschillen tussen de behandelingen te zijn.



Figuur 3.3.4. Verloop van het Pw-getal in de bodemlaag 20-40 cm voor de behandelingen P₀, P_{1/2} evenwicht en P_{evenwicht}, voor de periode 1993-2001.

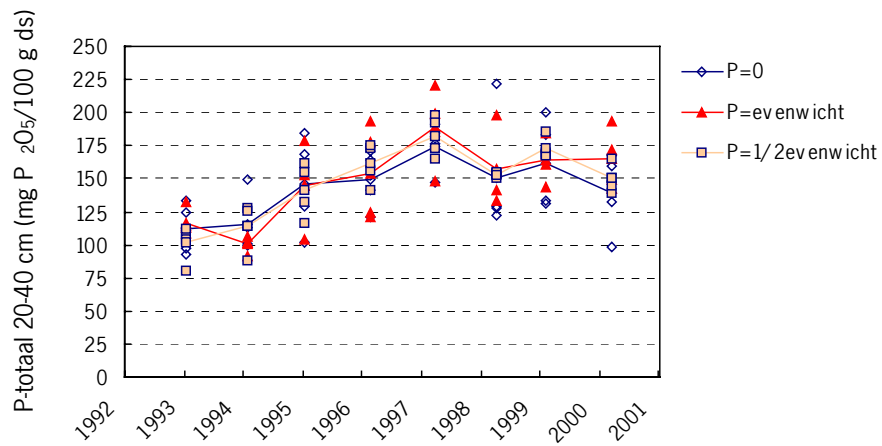
Het P-AL-getal in de bodemlaag 20-40 cm vertoont een zelfde verloop als het Pw-getal. Het stijgt van gemiddeld 40 tot bijna het dubbele in '97/'98, waarna het weer iets af lijkt te nemen (Figuur 3.3.5).



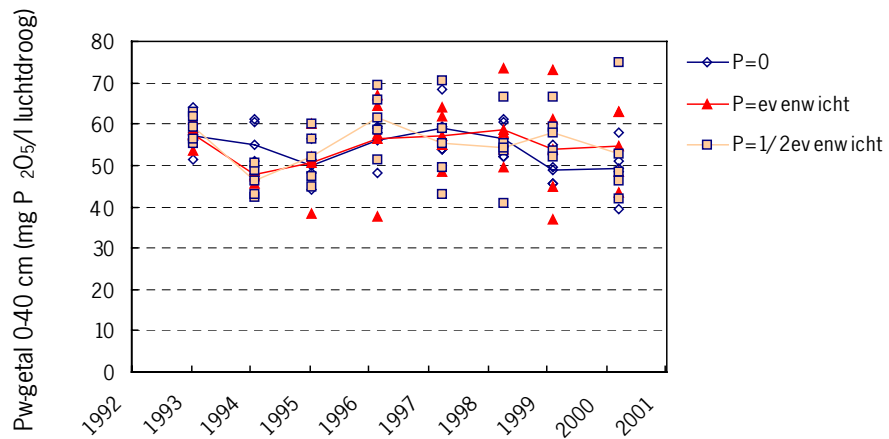
Figuur 3.3.5. Verloop van het P-AL-getal in de bodemlaag 20-40 cm voor de behandelingen P₀, P_{1/2} evenwicht en P_{evenwicht}, voor de periode 1993-2001.

Ook het P-totaal-getal neemt in eerste instantie toe (van 110 tot 185), waarna het weer iets afneemt tot ongeveer 150. Er zijn wederom geen verschillen tussen de behandelingen waar te nemen (Figuur 3.3.6).

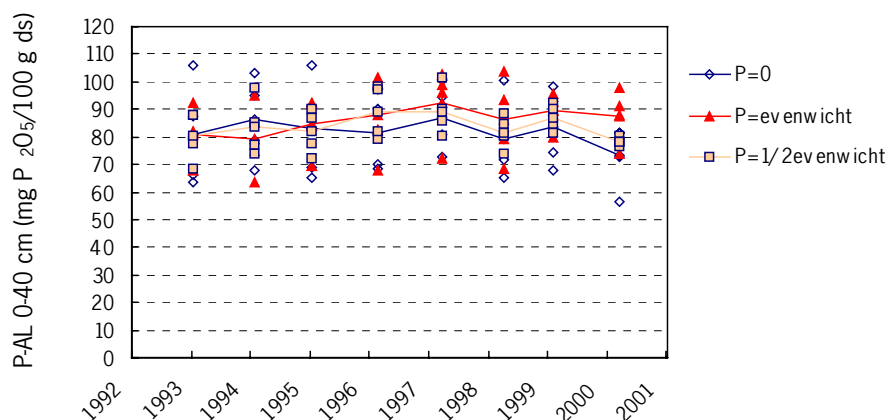
Het Pw-getal (Figuur 3.3.7) schommelt tussen de 50 en 60; voor geen van de behandelingen is een opwaartse of neerwaartse trend zichtbaar. Het P-AL-getal (Figuur 3.3.8) vangt aan en eindigt met 80 als gemiddelde waarde. Duidelijke verschillen tussen de behandelingen zijn afwezig, wel heeft vanaf '96/'97 heeft behandeling P₀ de laagste waarden. Het P-totaal-getal (Figuur 3.3.9) is bij aanvang van de proef gemiddeld ongeveer 190. De hoeveelheid P-totaal neemt daarna zelfs toe tot meer dan 200, vervolgens daalt de hoeveelheid P-totaal weer licht tot gemiddeld ongeveer 200. Vanaf '96/'97 is het P-totaal-getal van de behandeling P₀ gemiddeld het laagst.



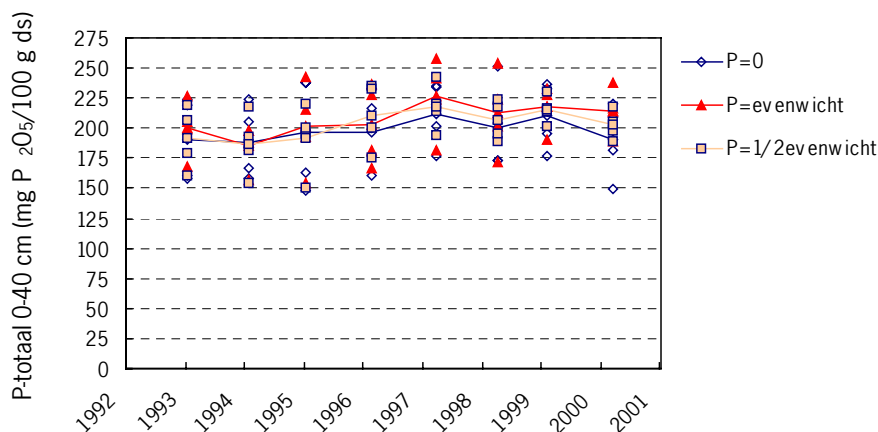
Figuur 3.3.6. Verloop van het P-totaal-getal in de bodemlaag 20-40 cm voor de behandelingen P_0, P_1/2 evenwicht en P_evenwicht, voor de periode 1993-2001.



Figuur 3.3.7. Verloop van het Pw-getal in de bodemlaag 0-40 cm voor de behandelingen P_0, P_1/2 evenwicht en P_evenwicht, voor de periode 1993-2001.

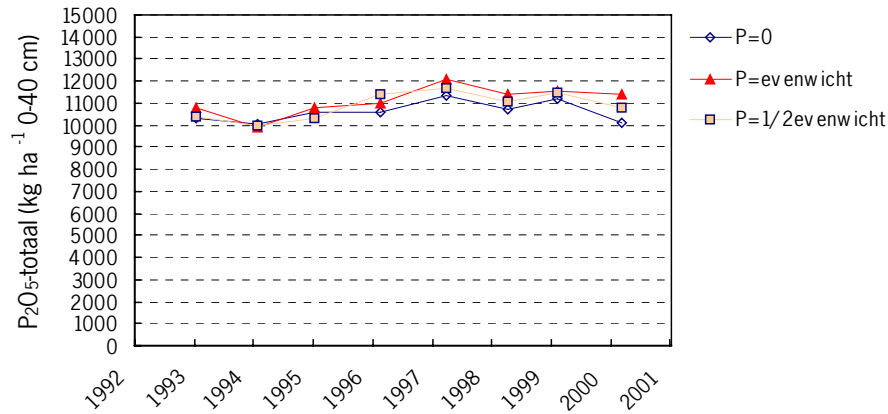


Figuur 3.3.8. Verloop van het P-AL-getal in de bodemlaag 0-40 cm voor de behandelingen P_0, P_1/2 evenwicht en P_evenwicht, voor de periode 1993-2001.



Figuur 3.3.9. Verloop van het P-totaal-getal in de bodemlaag 0-40 cm voor de behandelingen P_0, P_1/2 evenwicht en P_evenwicht, voor de periode 1993-2001.

Figuur 3.3.10 laat de totale hoeveelheid fosfaat per hectare zien voor de bodemlaag 0-40 cm. Bij omrekening is gebruik gemaakt van de dichtheden in Tabel 2.1.2. De totale berekende hoeveelheid fosfaat is bij aanvang van de proef 10.500 kg en neemt toe tot 11.500 kg in 1997-1998, om vervolgens weer licht te dalen. De laatste vier jaar is te zien dat P_0 het laagst is, P_evenwicht het hoogst, P_1/2 evenwicht ligt daartussen. Verschillen tussen de behandelingen zijn echter niet erg uitgesproken. In dec.'99 bijvoorbeeld liggen de waarden voor P_0, P_1/2 evenwicht en P_evenwicht op bijna hetzelfde niveau.



Figuur 3.3.10. Verloop van de hoeveelheid P₂O₅ omgerekend naar hectare, in de bodemlaag 0-40 cm voor de behandelingen P₀, P_{1/2} evenwicht en P_{evenwicht}, voor de periode 1993-2001.

3.4 Grondwater

tekst.tekst tekst...

Tabel 3.4. Fosforgehaltenes (mg l⁻¹) in grondwater (diepte..) van perceel 1.

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
------	------	------	------	------	------	------	------	------

P

De hoeveelheid P in grondwater (... cm) is in 1993 ... enz...

4. Discussie

Perceel 1

Gewas

Het fosfaatoverschot was in alle proefjaren (1993-2000) negatief, variërend van $-3,4$ tot -112 kg ha⁻¹. Bij de evenwichtsbemesting (P_evenwicht) was het overschot gemiddeld -28 kg P₂O₅ ha⁻¹, bij het volledig achterwege laten van bemestingen (P_0) lag het overschot op -72 kg P₂O₅ ha⁻¹. Een gemiddeld verschil van 44 kg fosfaat tussen de behandelingen resulteerde niet in gemeten verschillen in gewasopbrengsten en ook visueel werden geen verschillen tussen de drie behandelingen gevonden.

Ondanks het feit dat fosfaat een voor de gewasgroei essentieel element is (Johnston, 1996) leverde een negatief fosfaatoverschot dus geen problemen op. De concentratie beschikbaar fosfaat was waarschijnlijk dusdanig hoog dat het achterwege laten van bemesting niet groeilimiterend was voor het gewas. Omdat fosfaat via diffusie naar de wortels moet worden getransporteerd zullen problemen met de fosfaatvoorziening van het gewas eerder optreden als gevolg van droogte dan als gevolg van een te geringe concentratie.

Bodemvruchtbaarheid

Het negatieve fosfaatoverschot levert, in de bodemlaag 0-20 cm, een daling op van zowel het Pw-, als het P-AL-getal. Met name in de eerste twee jaar dalen deze bodemkenmerken, waarna ze min of meer gelijk blijven; ruim in het gebied 'hoog'. Tussen de behandelingen zien we kleine verschillen, bij zowel het Pw- als bij het P-AL-getal is de P_0 behandeling het sterkst gedaald (resp. 27% en 20%) tegen -20 en $-5%$ bij de P_evenwichtbehandelingen. In de bodemlaag 20-40 cm zien we het omgekeerde, de kenmerken stijgen eerst vrij sterk, waarna ze zelfs iets lijken af te nemen. Wanneer we de bodemlagen combineren zien we dat zowel het Pw-getal als het P-AL-getal vrijwel gelijk blijft, respectievelijk 50-60 en 80. Het Pw-getal van deze bodemlaag wordt landbouwkundig als 'hoog' geclassificeerd, het P-AL-getal 'vrij hoog' tot 'hoog'. Ehlert *et al.* (1996) berekenden, via modelberekeningen, dat bij een negatief overschot van 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ jr⁻¹ (bij een start Pw-getal van 100) het Pw-getal in een tijdsbestek van 66 jaar op het zeer lage en landbouwkundig absoluut onvoldoende Pw-getal 3 zou eindigen. Schoumans (1997) berekende dat bij eenzelfde negatief overschot (30 kg) dat het initiële Pw-getal binnen 10 tot 20 jaar gehalveerd zou zijn. Wanneer we kijken naar de P_0 behandeling (start Pw-getal: 96) waarbij het fosfaatoverschot gemiddeld op -72 kg lag, zien we dat het Pw-getal in de bodemlaag 0-20 zich al na een paar jaar lijkt te stabiliseren in het landbouwkundige traject 'hoog'.

Milieu

Het P-totaal-getal neemt, net als het Pw- en het P-AL-getal, in de eerste jaren vrij sterk af, van 280 tot 250, waarna het iets stijgt. Ook hier is het beeld in de laag 20-40 cm complementair: het P-totaal-getal neemt eerst toe, waarna het weer iets lijkt af te nemen. De totale hoeveelheid P-totaal (laag 0-40 cm) verandert dus niet (ongeveer 200); er is wel een lichte verplaatsing naar de diepere laag. Deze verplaatsing kan veroorzaakt zijn door iets dieper ploegen, waardoor een menging van de fosfaatrijkere bovenlaag met de arme onderlaag ontstaat en dientengevolge een afname in de laag 0-20 en een stijging in de laag 20-40 cm. In Figuur 1.1 zien we dat ook in de diepere lagen (onder de ploeglaag van 30 cm) de fosfaattoestand van het landbouwperceel hoger is dan de fosfaattoestand van 'het bosje'. Enige inspoeling naar de laag 30-40 cm zal zijn voorgekomen. Ondanks een geringe verplaatsing van het fosfaat is het fosfaatgehalte in het grondwater onveranderd, en blijft laag. Ook Schoumans (1995) verwachtte dat

op grond van de fosfaatkarakteristieken van de bouwvoor de hoeveelheid fosfaat die met de netto-neerslag uitspoelt, beperkt zal zijn tot enkele kg P₂O₅ ha⁻¹. Hij berekende voor verschillende locaties op 'De Marke' (Pw 30-45 en P-AL 55) een P-uitspoeling van slechts 1,2 kg bij fosfaatgiften die gelijk zijn aan de fosfaatafvoer via het gewas. Hij gaf tevens aan dat alleen bij zeer hoge Pw-getallen (> 260) een fosfaatuitspoeling van meer dan 15 kg P ha te verwachten is. Uitgaande van deze berekeningen is het niet waarschijnlijk dat de afname van de P-voorraad in de bovenste laag voornamelijk is veroorzaakt door uitspoeling van P.

Perceel 1 & Nederland

Van de geanalyseerde graslandpercelen op zand heeft bijna 30% een hoge fosfaattoestand; op bouwland is dat zelfs meer dan 40% (Tabel 4.1). Deze percelen zijn enigszins vergelijkbaar met perceel 1 van 'De Marke' (hoewel de grootte van het P-AL-getal en Pw-getal binnen de categorie 'hoog' niet bekend is en deze wel van invloed zal zijn op het niveau van stabilisatie).

Meer dan de helft van de gespecialiseerde melkveebedrijven ligt op zand. Een omrekening naar het aantal bedrijven waar de fosfaattoestand 'hoog' is, is niet direct te maken gezien de variabiliteit tussen de percelen. Via de gemiddelde oppervlakte van een bedrijf (30 ha) en uitgaande van 80% grasland en 20% maïsland kunnen we wel een globale omrekening naar hectare maken: 140.000 ha valt dan landbouwkundig in de fosfaattoestand 'hoog'. Noch bemesting met fosfaatkunstmest noch bemesting met organische mest is zinvol op dit areaal; ook Schröder *et al.* (1999) kwamen tot deze conclusie. Het is eveneens een bevestiging van de '0' adviezen in de 'Adviesbasis voor de bemesting van grasland en voedergrassen'. Reijneveld & Ten Berge (2001) kwamen voor een gangbaar melkveebedrijf (bedrijf Eggink) op zandgrond met fosfaattoestanden variërend van 'vrij laag' tot 'hoog' tot eenzelfde conclusie: het achterwege laten van fosfaatkunstmest resulteerde niet direct in een achteruitgang van de bodemvruchtbaarheid noch in een duidelijk vermindering van gewasopbrengst.

Tabel 4.1. Landbouwkundige waardering (anonymus, 1994) van de fosfaattoestand van grasland en maïsland per grondsoort (Blgg Oosterbeek, 1997) en het aantal gespecialiseerde melkveehouderijbedrijven per grondsoort (Reijneveld *et al.*, 2000).

Grond soort	%	Aantal bedrijven	Grasland (P-AL-getal)					Maïsland (Pw-getal)					
			laag	vrij laag	vold.	ruim vold.	hoog	zeer laag	laag	vold.	ruim vold.	vrij hoog	hoog
Zand	52	14744	2.0	13.7	22.6	32.1	29.6	1	4.6	10.9	22.6	19.6	41.2
Klei	32	9073	3.5	19.7	26.5	30.2	20.1	1.4	11.6	31.5	38.9	11.9	4.6
Veen	11	3119	4.2	18.7	23.8	28.9	24.5	11.5	22.1	20.6	22.1	12.6	11.1
Löss	1	284	12.5	24.5	39.2	16	7.8	1.3	5.7	10.1	18.8	22.1	42.1

NB: 'zandgrond': alleen diluviaal zand; 'kleigrond': gemiddelde van jonge klei, oude klei en rivierklei.

De gegevens van Blgg Oosterbeek zijn afkomstig uit 1997; het is aannemelijk dat de fosfaattoestand van de praktijkpercelen op zand sindsdien alleen nog maar is toegenomen bij de huidige verliesnormen (Habekotté *et al.*, 1998).

In het grondwater onder Perceel 1 van 'De Marke' bleef de fosforconcentratie laag. Onder Nederlandse zandgronden met eenzelfde hoge fosfaattoestand van de bodem, maar met hoge(re) grondwaterspiegels

zullen sneller (te) hoge concentraties P in het grondwater worden gevonden. Het effect van de grondwatertrappen blijkt onder andere uit studie van Chardon *et al.* (1996), Schoumans *et al.* (1991) en Schoumans & Kruijne (1995).

De conclusie dat ook op andere grondsoorten met een fosfaattoestand 'hoog' de fosfaatbemesting achterwege gelaten kan worden is niet direct te maken. De Technische Commissie Bodemscherming (Verloop, 1999) benadrukt dat aandacht gewenst is voor verschillen in risico's van belasting van de bodem bij verschillende bodemtypes. Het project Koeien & Kansen (Aarts, 2001) is mede gestart om de vraag te beantwoorden of resultaat van "De Marke" (geen fosfaatbemesting noodzakelijk bij toestand 'hoog') ook vertaald mag worden naar bedrijven met andere omstandigheden (hier: andere grondsoort). In het project omvat onder andere bedrijven op rivierklei, zeeklei, veen en löss, waarbij ook percelen met een hoge fosfaattoestand voorkomen. Ook hier geldt dat over het effect van fosfaatoverschot beperkende maatregelen op de bodemvruchtbaarheid pas na enige jaren iets gezegd kan worden.

Het percentage percelen op klei-, veen- en lössgronden dat in de categorie 'hoog' valt is zo wie zo lager dan op de zandgronden. Ongeveer 1 op de 5 graslandpercelen op kleigrond, 1 van de 4 percelen op veengrond en slechts 7,8% van de percelen op löss valt in categorie 'hoog'. Van de bouwlandpercelen op klei heeft slechts 4% een toestand 'hoog'. Het aandeel bouwlandpercelen op löss met een hoge fosfaattoestand is daarentegen erg groot (42%). Omgerekend naar areaal (dezelfde uitgangspunten als hierboven) komen we op een oppervlakte van 46.000 ha klei, 20.500 ha veen en 1250 ha löss waar de fosfaattoestand landbouwkundig als 'hoog' wordt gewaardeerd.

Overigens komen we via deze berekening ook uit op een areaal van 145.000 ha waar de fosfaattoestand in de twee laagste categorieën valt. Voor deze gronden zal een fosfaatoverschot van 0 of minder wel problemen opleveren. Zo vond Reijneveld (2001) dat bemesting onder de adviezen bij rivierklei met een lage fosfaattoestand resulteerde in een aanzienlijke reductie in droge-stofopbrengst. Den Boer *et al.* (1996) vonden dat zelfs bij gronden met een fosfaattoestand 'voldoende' een fosfaatoverschot van 37 kg P₂O₅ ha⁻¹ nodig was om de toestand 'voldoende' te handhaven.

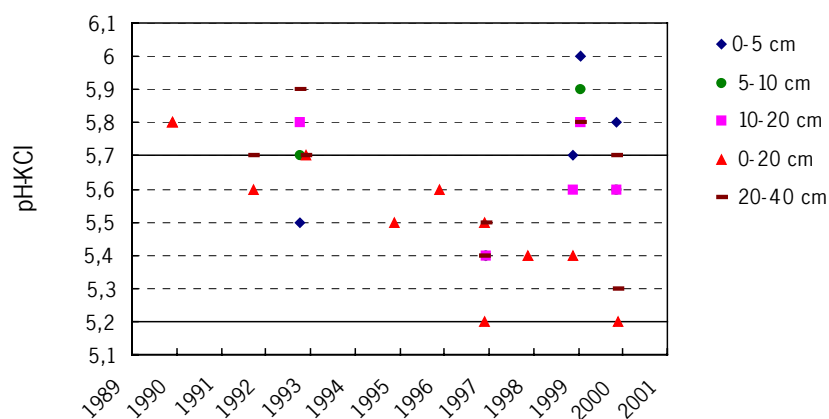
Literatuur

- Aarts, H.F.M., B. Habekotté & H. van Keulen, 2000.
Phosphorus (P) management in the 'De Marke' dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56: 219-229
- Aarts, 2001.
Startrapport Koeien & Kansen. Koeien & Kansen rapport nr. 1.
- Anonymus, 1994.
Land- en tuinbouwcijfers 1993. Landbouw-Economische Instituut en Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.
- Anonymus, 1994.
Advies Eindverliesnormen fosfaat. Technische Commissie Bodembescherming, Den Haag.
- Anonymus, 1998.
Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen. Themaboek November 1998. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.
- Beldman, A.C.G. & H. Prins, 1999.
Analyse verschillen in mineralenoverschotten op gespecialiseerde melkveebedrijven (96/97). Landbouw-Economisch Instituut (LEI) rapport 2.99.01, Den Haag.
- Boer, D.J. den, J.C. van Middelkoop & D.W. Bussink, 1996.
Beperking van nutriëntenverliezen in de melkveehouderij: resultaat van onderzoek op twee praktijkbedrijven. NMI, Wageningen.
- Bieuwinga, E.E., H.F.M. Aarts & R.A. Donker, 1992.
Melkveehouderij bij stingente milieunormen: bedrijfs- en onderzoeksplan van het proefbedrijf voor melkveehouderij en milieu. 'De Marke' rapport 1.
- Bieuwinga, E.E., H.F.M. Aarts, G.J. Hilhorst, F.C. van der Schans & C.K. de Vries, 1996.
Duurzame melkveehouderij: doelstellingen, bedrijf en onderzoek in de tweede fase van 'De Marke'. 'De Marke' rapport 19.
- Chardon, W.J., O. Oenema, O.F. Schoumans, P.C.M. Boers, B. Fraters & Y.C.W.M. Geelen, 1996.
Verkenning van de mogelijkheden voor beheer en herstel van fosfaatlekkende landbouwgronden: programmeringsstudie. Rapporten programma geïntegreerd bodemonderzoek, deel 8.
- Dekker, J.N.M. & T.E.M. van Leeuwen, 1998.
Voortschrijdende normstelling in het mestbeleid, de strategie bij de ontwikkeling van verliesnormen. *Milieu* 3: 134-143.
- Ehlert, P.A.I., S.L.G.E. Burgers & J.W. Steenhuizen, 1996.
Verandering van de beschikbaarheid van fosfaat in grond onder invloed van bemesting: observationeel statistisch onderzoek naar het voorkomen van 'onvermijdbare fosfaatverliezen' op basis van gegevens van veeljarige bemestingsproeven. AB-DLO, Wageningen, rapport 51.
- Habekotté, B., H.F.M. Aarts, C.J. Corré, G.J. Hilhorst, H. van Keulen, J.J. Schröders, O.F. Schoumans & F.C. van der Schans, 1998.
Duurzame melkveehouderij en fosfaatmanagement: recente (1990-1997) en te verwachten resultaten van proefbedrijf 'De Marke' en de betekenis voor praktijkbedrijven. 'De Marke' rapport 22.
- Hassink, J., 1995.
Prediction of the non-fertilizer N supply of grassland soil. *Plant and Soil* 176: 71-79.
- Henkens, NO₃- symposiumbundel
- Johnston, A.E., 1996.
Phosphorus: essential plant nutrient, possible pollutant. *Meststoffen* 1996.

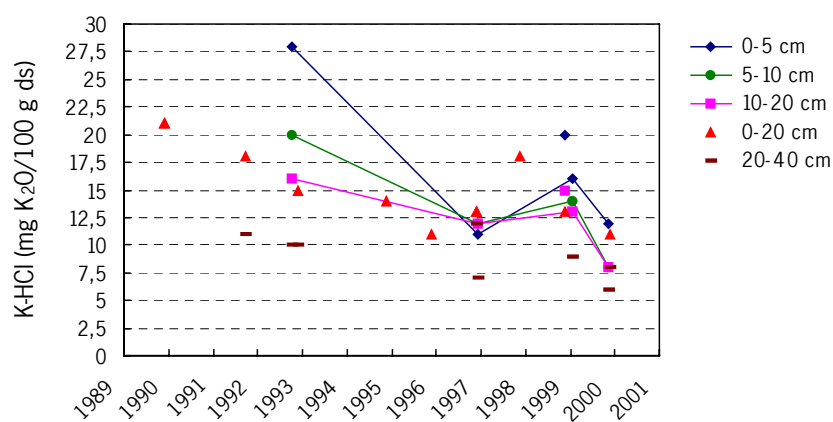
- Koskamp, G.J., G.J. Hilhorst, H.F.M. Aarts, P.J. Galama, D.Z. van der Vegte, C.K. de Vries & J.A. Reijneveld, 2001.
Evaluatierapport 2e fase en plan 3e fase project 'De Marke'; ontwikkeling van een bedrijfssysteem voor rendabele melkveehouderij op zandgrond binnen stringente milieunormen. 'De Marke' rapport 34.
- Oenema, O. & T.A. van Dijk, 1995.
Fosfaatverliezen en fosfaatoverschotten in de Nederlandse landbouw : rapport van de technische projectgroep 'P-deskstudie' project verliesnormen, deelrapport 1.
- Reijneveld, J.A., B. Habekotté, H.F.M. Aarts & J. Oenema, 2000.
Typical Dutch, zicht op de verscheidenheid binnen de Nederlandse melkveehouderij. Plant Research International Wageningen, Rapport 8
- Reijneveld, J.A. & H.F.M. ten Berge, 2001.
Een bodem in bedrijf; het bedrijf Eggink. Koeien & Kansen rapport 7.
- Reijneveld, J.A., 2001.
Effecten van verminderde fosfaatgiften op fosfaatfixerende kleigronden. Koeien & Kansen rapport 6.
- Schoumans, O.F., 1997.
Relation between phosphate accumulation, soil P levels and P leaching in agricultural land. SC-DLO, Wageningen, Report 146.
- Schoumans, O.F., A. Breeuwsma, A. El Bachrioui-Louwerse, R. Zwijnen, 1991.
De relatie tussen de bodemvruchtbaarheidsparameters Pw- en P-AL-getal, en fosfaatverzadiging bij zandgronden. SC-DLO, Wageningen, rapport 112.
- Schoumans, O.F., 1995.
Analyse van de invloed van evenwichtsbemesting op de fosfaattoestand van de bodem bij het proefbedrijf 'De Marke'. SC-DLO, Wageningen, rapport 380.
- Schoumans, O.F. & R. Kruijne, 1995.
Onderzoek naar maatregelen ter vermindering van de fosfaatsuitspoeling uit landbouwgronden: eindrapport. SC-DLO rapport 374.
- Schröder, J.J., E. Bleumer, B. Phillipsen, W. van Dijk & W. van Dijk, 1999.
Fosfaat-kunstmest achterhaalde gewoonte? Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden. 12: 2, 18-19.
- Verloop, K. (red.), 1999
Overschotten van stikstof en fosfaat: bruggen slaan tussen landbouwproductie en milieudoelstellingen. Technische Commissie Bodembescherming, Den Haag.

Bijlage I.

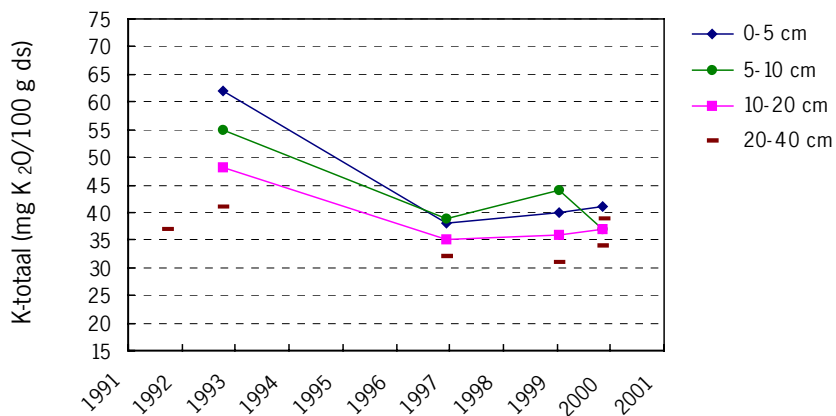
Perceel 1-perceelkenmerken



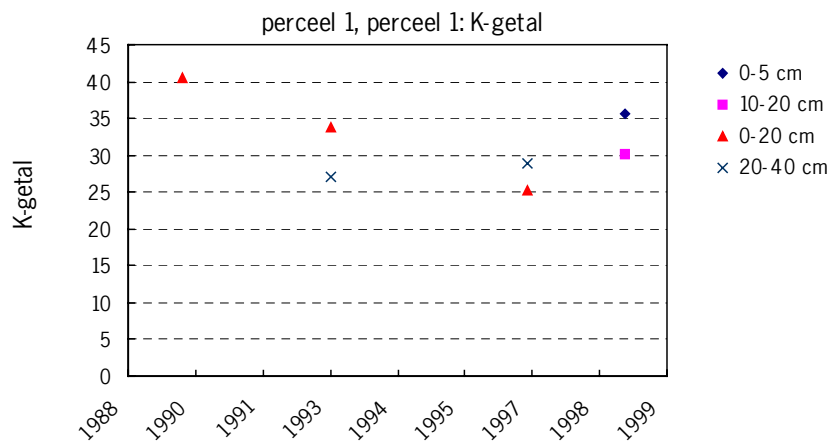
Figuur 1a. pH-KCl.



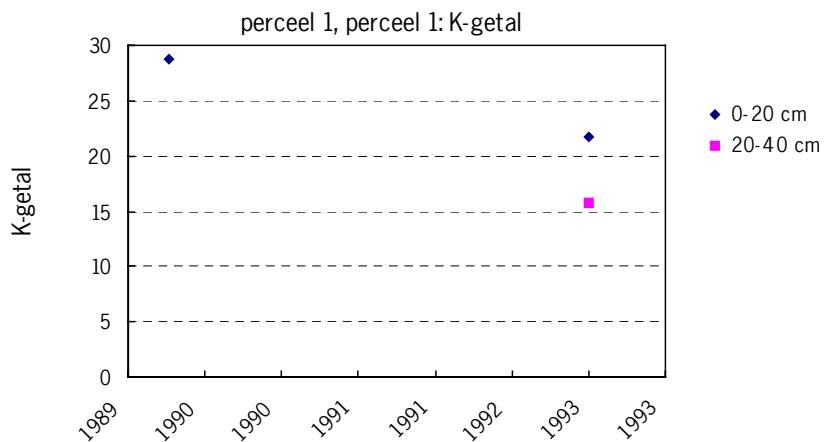
Figuur 1b. K-HCl.



Figuur Ic. K-totaal.



Figuur Id. K-getal (grasland).



Figuur Ie. K-getal (bouwland).

Bijlage II.

Definities

De definities zijn overgenomen uit Schoumans (1995).

Fosfaatbinding

In kalkloze zandgronden wordt fosfaat, dat via meststoffen wordt toegediend, hoofdzakelijk vastgelegd aan amorge/microkristallijne Al- en Fe-(hydr)oxiden. met betrekking tot de binding van fosfaat aan deze hydroxiden wordt onderscheid gemaakt in geadsorbeerd fosfaat (Q) en gediffundeerd fosfaat (S). Beide processen tezamen wordt fosfaatsorptie genoemd. De hoeveelheid geadsorbeerd fosfaat (Q) is het fosfaatgehalte dat geadsorbeerd is aan het (buiten)oppervlak van de microkristallijnen Al- en Fe-hydroxiden. Het fosfaat dat op deze wijze is vastgelegd, wordt beschouwd als zijnde volledig reversibel gebonden fosfaat. Het gediffundeerde fosfaat (S) wordt beschouwd als zijnde de hoeveelheid fosfaat die dat in de amorge hydroxiden naar binnen is gedrongen (via microporiën) en aldaar is vastgelegd (S), blijkt zeer slecht weer vrij te komen en wordt door de praktijk als 'irreversibel' vastgelegd fosfaat gekarakteriseerd.

Pw-getal

Het Pw-getal van de bouwvoor wordt bepaald bij de teelt van eenjarige gewassen (vooral bouwlandpercelen) en is een maat voor de hoeveelheid direct beschikbaar fosfaat (Sissingh, 1971). Door deze analysetechniek komt een deel van het fosfaat dat aan het oppervlak van de microkristallijne Al- en Fe-(hydr)oxiden is geadsorbeerd (Q) vrij. Het Pw-getal wordt uitgedrukt in mg P₂O₅ per liter grond.

P-AL-getal

Het P-AL-getal wordt veelal bepaald bij meerjarige teelten zoals gras, waarbij de bodemlaag 0-5 cm wordt bemonsterd. Voor de studie op 'De Marke' wordt een laag 0-20 cm bemonsterd, aangezien het hier maïs- en graslandpercelen betreft. Het P-AL-getal is een maat voor de capaciteit van de bodem om fosfaat na te leveren. Met de analyse wordt een indruk verkregen van de 'kracht' van de wortels om fosfaat vrij te maken. Hierbij komt al het geadsorbeerde fosfaat (Q) vrij en lost een deel van de amorge microkristallijne Al- en Fe-hydroxiden op, waardoor een gedeelte van het gediffundeerde fosfaat (S) weer in oplossing komt. Het P-AL-getal wordt uitgedrukt in mg P₂O₅ per 100 g grond.

Totaal fosfaat (met oxidatie)

Totaal fosfaat zoals bepaald voor deze studie omvat bepaling van al het geadsorbeerde (Q) en gediffundeerde fosfaat (S) en de hoeveelheid fosfaat die in organische stof is vastgelegd. Het P-totaal-getal wordt uitgedrukt in mg P₂O₅ per 100 g grond.

Desorbeerbaar fosfaat

Het desorbeerbaar fosfaat heeft betrekking op al het geadsorbeerde fosfaat (Q).

Bijlage IV.**Samenstelling organische mest**

	apr- 93	apr- 94	apr- 95	aug- 96	mar- 97	may- 97	jul- 97	feb- 98	jun- 98	jul- 98	mei- 99	apr- 00
kg N/ton	3.80	3.80	3.10	3.70	3.60	3.80	3.70	3.40	3.20	3.30	3.40	3.60
kg NH ₃ -N/ton	1.90	2.00	1.70	2.10	1.70	1.80	1.20	1.70	1.70	1.60	1.70	1.90
kg N-org/ton	1.90	1.70	1.40	1.60	1.90	2.00	2.50	1.70	1.50	1.70	1.70	1.70
kg P ₂ O ₅ /ton	1.40	1.10	0.80	0.80	1.10	1.20	1.20	1.00	1.10	0.70	1.10	1.10
kg K ₂ O/ton	6.40	5.70	4.70	5.90	5.30	5.50	4.70	4.60	5.00	5.00	5.30	5.80

Bijlage V.

Bodemanalyses

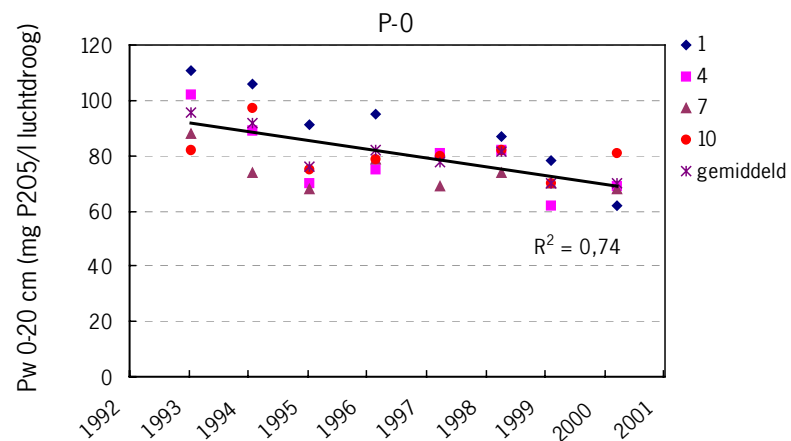
P=0	11/5/93	11/16/94	11/3/95	12/17/96	1/22/98	2/1/99	12/8/99	1/9/01
Plek\Pw 0-20 cm								
1	111	106	91	95	80	87	78	62
4	102	89	70	75	81	82	62	69
7	88	74	68	79	69	74	70	68
10	82	97	75	79	80	82	70	81
Gemiddelde	96	92	76	82	78	81	70	70
Plek\Pw 20-40 cm								
1	17	16	22	23	28	35	21	17
4	14	13	18	21	27	22	29	33
7	24	21	28	37	50	30	40	29
10	21	24	28	40	57	39	21	35
Gemiddelde	19	19	24	30	41	32	28	29
Plek\P-AL 0-20 cm								
1	161	153	140	135	127	122	133	112
4	134	135	124	123	121	114	114	103
7	91	91	82	86	86	85	85	79
10	96	108	94	84	92	90	105	93
Gemiddelde	121	122	110	107	107	103	109	97
Plek\P-AL 20-40 cm								
1	52	57	74	61	75	80	65	52
4	42	58	60	59	69	47	72	60
7	37	46	49	52	60	46	51	35
10	37	51	45	57	70	54	45	53
Gemiddelde	42	53	57	57	69	57	58	50
Plek\P-tot 0-20 cm								
1	317	303	295	271	288	282	284	
4	317	304	310	298	280	283	275	
7	222	222	168	201	208	226	223	
10	229	236	228	214	229	219	259	
Gemiddelde	271	266	250	246	251	253	260	
Plek\P-tot 20-40 cm								
1	134	113	184	164	184	222	183	
4	125	149	169	171	191	129	200	
7	97	99	129	121	147	122	131	
10	93	101	102	141	176	128	134	
Gemiddelde	112	116	146	149	175	150	162	

P=1/2evenw	11/5/93	11/16/94	11/3/95	12/17/96	1/22/98	2/1/99	12/8/99	1/9/01
Plek\Pw 0-20 cm								
3	97	74	70	80	60	65		64
5	103	77	71	77	79	79	82	77
9	106	66	83	85	85	79	86	99
11	99	84	92	96	70	75	72	73
Gem.	101	75	79	85	74	75	80	78
Plek\Pw 20-40 cm								
Plek	14	11	20	23	26	17	27	20
3	23	21	24	40	39	28	37	20
5	18	20	30	47	56	54	47	51
9	14	17	28	43	29	36	32	20
11	17	17	26	38	38	34	36	28
Gem.								
Plek\P-AL 0-20 cm								
3	140	150	121	135	114	115		111
5	131	122	122	120	127	121	114	107
9	106	103	95	97	95	94	95	96
11	123	114	98	103	106	96	111	103
Gem.	125	122	109	114	111	107	107	104
Plek\P-AL 20-40 cm								
3	37	49	61	63	67	55	63	51
5	46	51	54	75	77	57	71	50
9	32	47	51	62	66	67	68	61
11	34	43	58	62	67	52	70	51
Gemiddelde	37	48	56	66	69	58	68	53
Plek\P-tot 0-20 cm								
3	331	314	282	301	271	287		
5	304	276	262	293	289	296	276	
9	244	226	186	212	226	225	235	
11	258	241	248	246	236	238	268	
Gemiddelde	284	264	245	263	256	262	260	
Plek\P-tot 20-40 cm								
3	110	128	162	173	173	150	170	
5	112	114	132	175	198	154	185	
9	80	88	117	141	165	154	169	
11	104	126	155	156	192	155	167	
Gemiddelde	102	114	142	161	182	153	173	

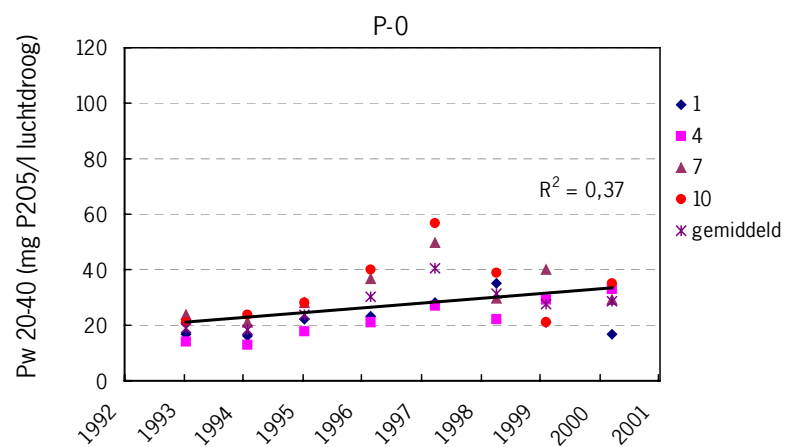
P=evenw	11/5/93	11/16/94	11/3/95	12/17/96	1/22/98	2/1/99	12/8/99	1/9/01
Plek\Pw 0-20 cm								
2	92	80	63	54	74	82	54	65
6	97	85	74	86	74	102	80	83
8	89	79	73	79	69	75	97	85
12	104	88	88	96	84	72	72	75
	96	83	75	79	75	83	76	77
Plek\Pw 20-40 cm								
2	15	11	14	21	23	26	20	22
6	20	13	30	43	50	45	42	43
8	26	16	30	36	41	41	49	41
12	18	10	32	38	44	27	18	22
Gemiddelde	20	13	27	35	40	35	32	32
Plek\P-AL 0-20 cm								
2	140	144	125	133	124	137	121	128
6	120	131	118	121	120	125	117	114
8	96	93	89	90	87	87	97	91
12	120	115	111	114	114	110	122	117
Gemiddelde	119	121	111	115	111	115	114	113
Plek\P-AL 20-40 cm								
2	46	49	60	72	75	72	65	68
6	45	42	68	79	86	63	75	63
8	41	36	51	47	58	51	63	57
12	44	37	59	53	79	50	58	66
Gemiddelde	44	41	60	63	75	59	65	64
Plek\P-tot 0-20 cm								
2	323	295	309	282	286	313	283	
6	301	301	282	279	295	296	287	
8	229	225	206	212	216	212	238	
12	288	281	242	245	265	265	277	
Gemiddelde	285	276	260	255	266	272	271	
Plek\P-tot 20-40 cm								
2	132	106	179	193	199	198	184	
6	113	102	153	178	221	155	169	
8	109	92	104	124	148	133	144	
12	114	102	145	121	186	141	161	
Gemiddelde	117	101	145	154	189	157	165	

Bijlage VI

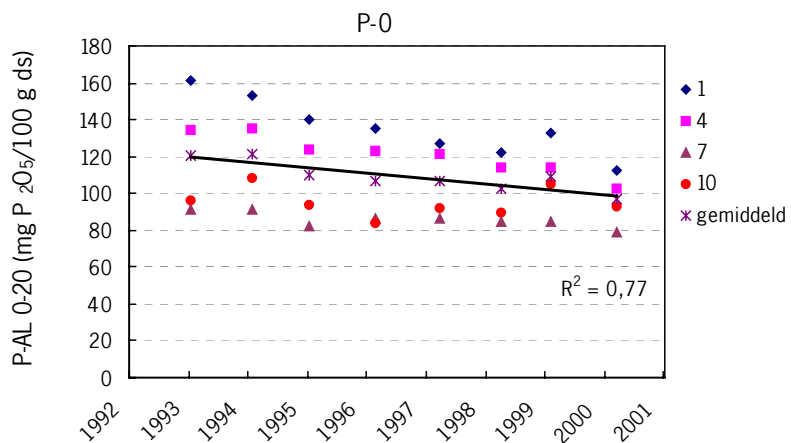
Figuren en tabellen P-sanering



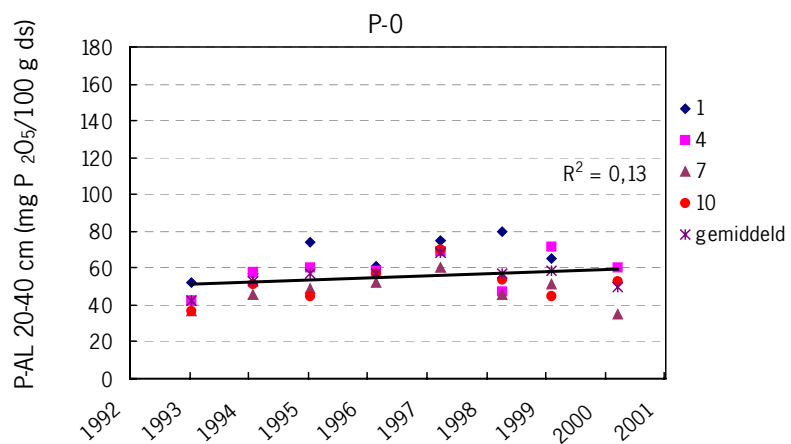
Figuur VIa.



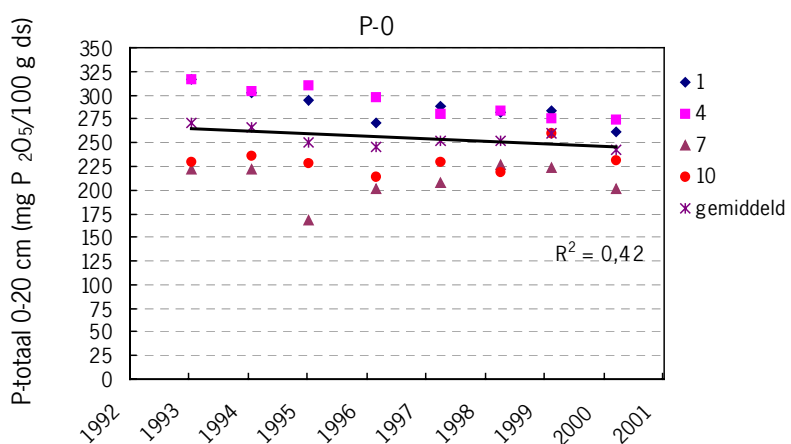
Figuur VIb.



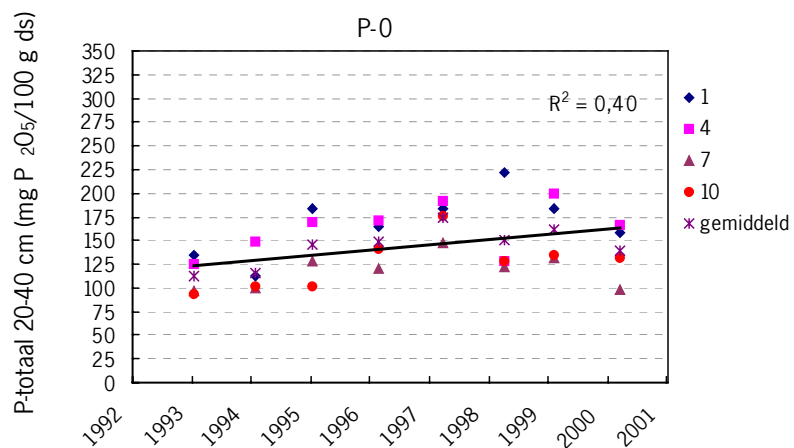
Figuur VIc.



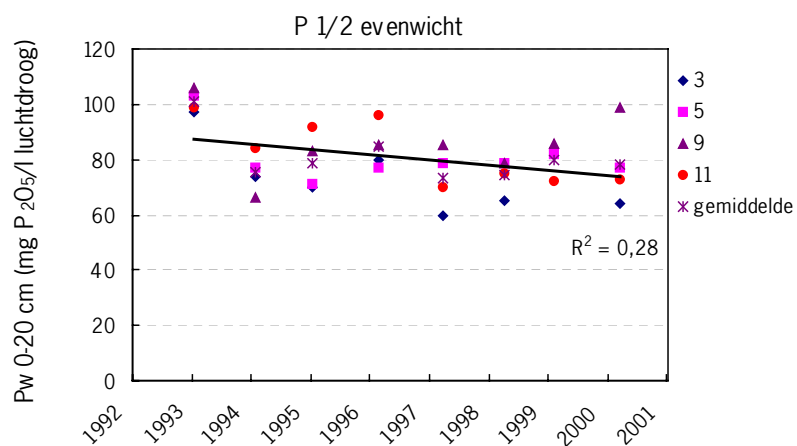
Figuur VI d.



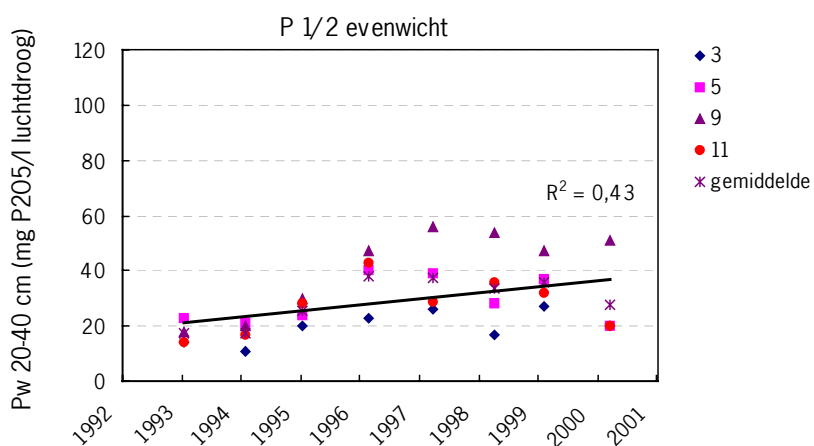
Figuur VI e.



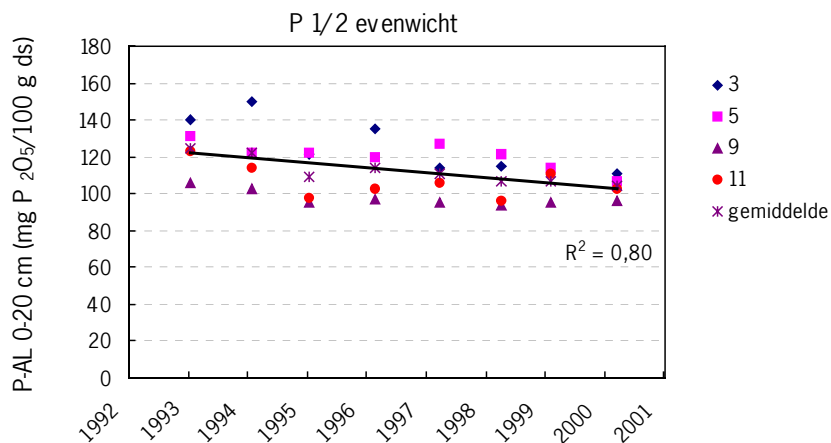
Figuur VIj.



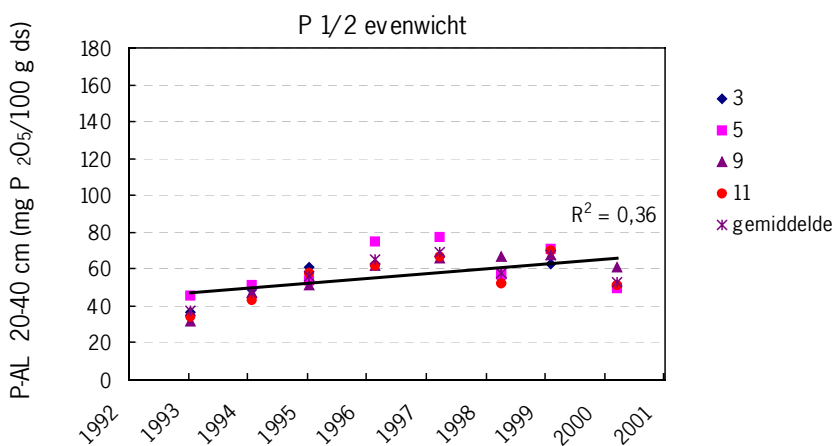
Figuur VIg.



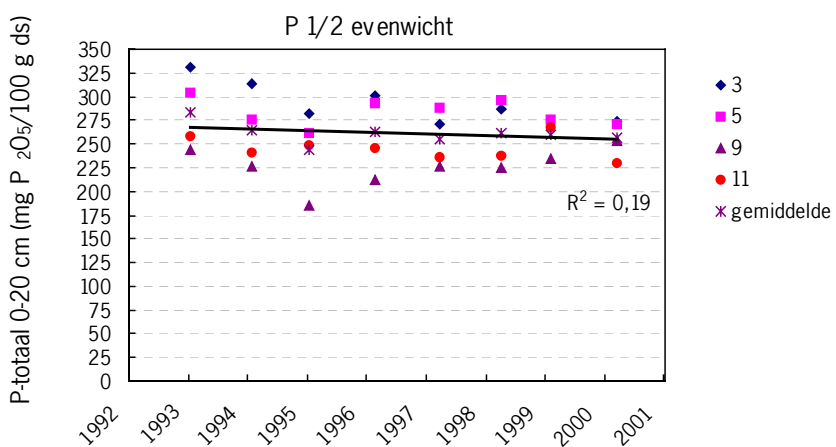
Figuur VIh.



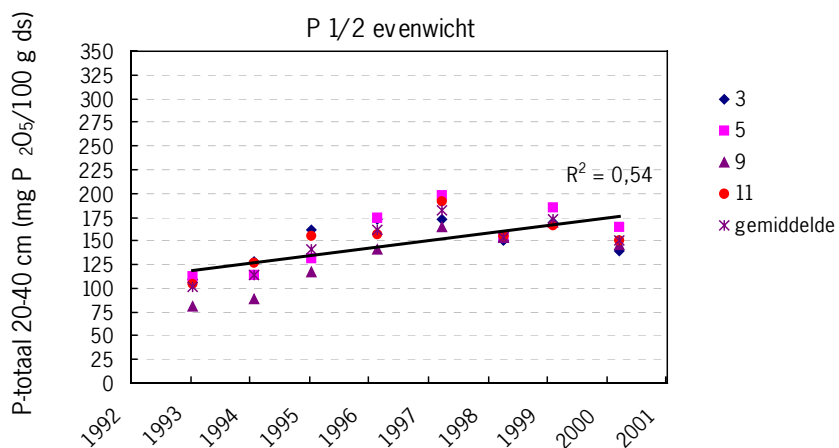
Figuur VIi.



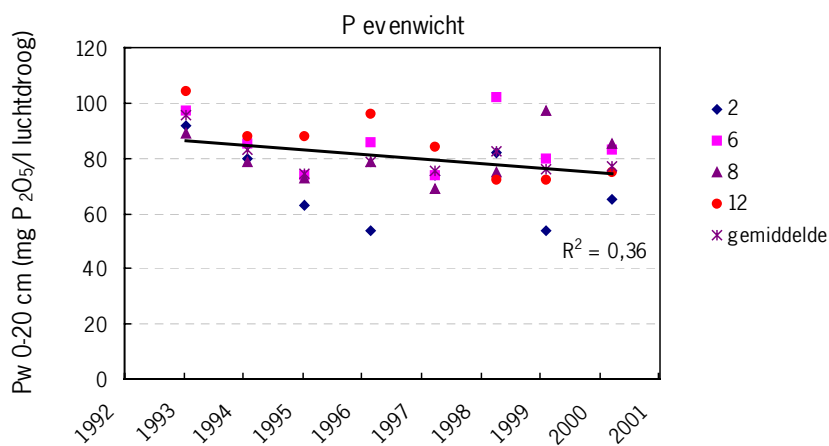
Figuur VIj.



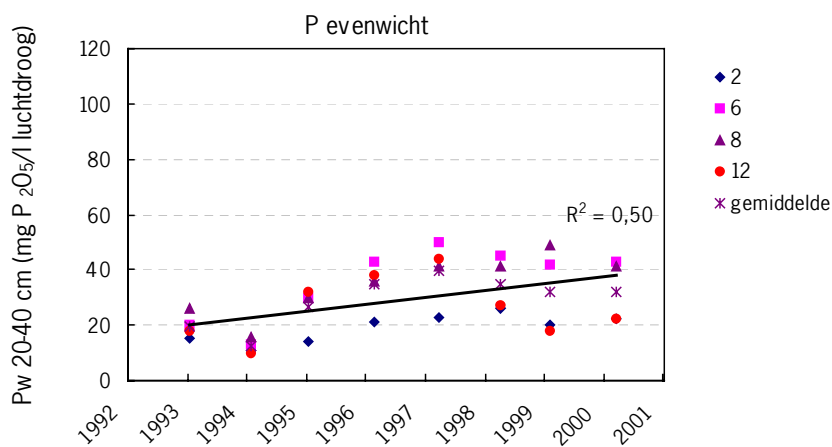
Figuur VIk.



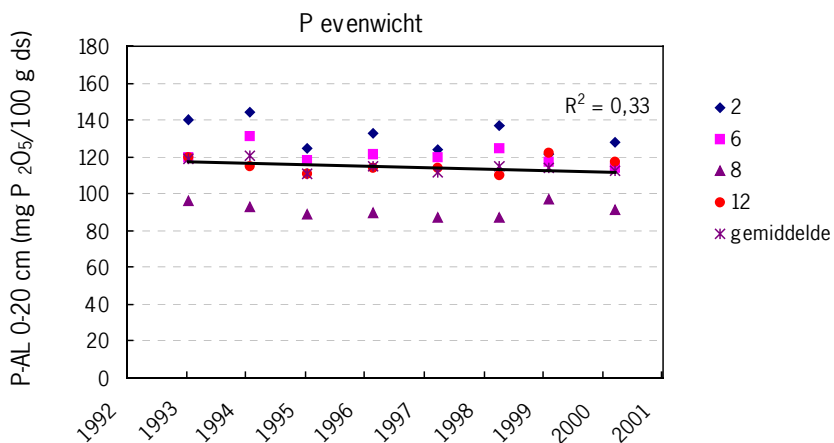
Figuur VI.



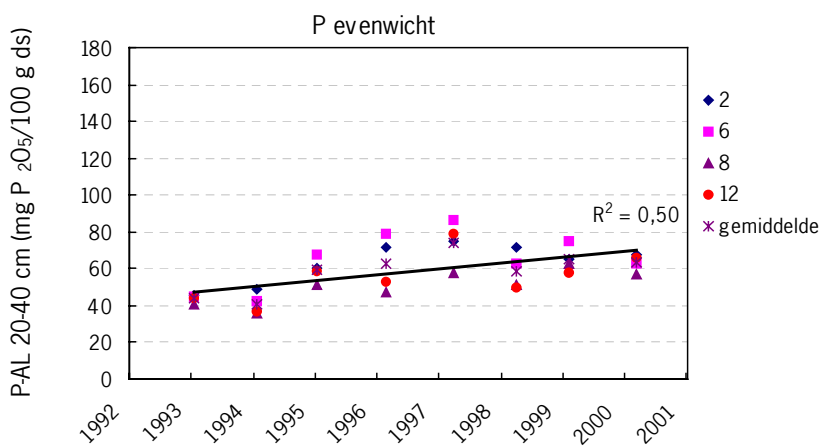
Figuur VIa.



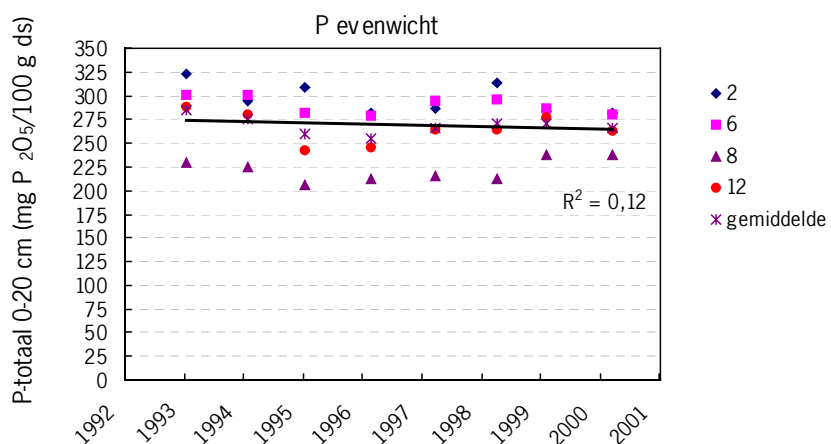
Figuur VIb.



Figuur VIo.



Figuur VIp.



Figuur VIq.

- P-0	Pw 0-20 cm	Va
- P-0	Pw 20-40 cm	Vb
- P-0	P-AL 0-20 cm	Vc
- P-0	P-AL 20-40 cm	Vd
- P-0	Ptot 0-20 cm	Ve
- P-0	Ptot 20-40 cm	Vf
- P-1/2 evenwicht	Pw 0-20 cm	Vg
- P-1/2 evenwicht	Pw 20-40 cm	Vh
- P-1/2 evenwicht	P-AL 0-20 cm	Vi
- P-1/2 evenwicht	P-AL 20-40 cm	Vj
- P-1/2 evenwicht	Ptot 0-20 cm	Vk
- P-1/2 evenwicht	Ptot 20-40 cm	Vl
- P-evenwicht	Pw 0-20 cm	Vm
- P-evenwicht	Pw 20-40 cm	Vn
- P-evenwicht	P-AL 0-20 cm	Vo
- P-evenwicht	P-AL 20-40 cm	Vp
- P-evenwicht	Ptot 0-20 cm	Vq
- P-evenwicht	Ptot 20-40 cm	Vr

Tabel VIa. *Het gemiddelde Pw-getal, P-AL-getal en P-totaal in de bodemlagen 0-20, 20-40, 0-40 cm, voor de verschillende behandelingen voor de periode 1993-2000 en het verschil (absoluut en percentage) tussen '93-'94 en '00-'01.*

P	Behandeling	Jaar								abs.	%
		'93-'94	94-'95	'95-'96	'96-'97	'97-'98	'98-'99	'99-'00	'00-01		
0-20 cm											
Pw-getal	P_0	96	92	76	82	78	81	70	70	-26	-27
	P_1/2	101	75	79	85	74	75	80	78	-23	-23
	evenwicht										
	P_evenwicht	96	83	75	79	75	83	76	77	-19	-20
P-AL-getal	P_0	121	122	110	107	107	103	109	97	-24	-20
	P_1/2	125	122	109	114	111	107	107	104	-21	-17
	evenwicht										
	P_evenwicht	119	121	111	115	111	115	114	113	-6	-5
P-totaal	P_0	271	266	250	246	251	253	260	242	-29	-11
	P_1/2	284	264	245	263	256	262	260	257	-27	-10
	evenwicht										
	P_evenwicht	285	276	260	255	266	272	271	263	-22	-8
Pw-getal	P_0	19	19	24	30	41	32	28	29	10	53
	P_1/2	17	17	26	38	38	34	36	28	11	65
	evenwicht										
	P_evenwicht	20	13	27	35	40	35	32	32	12	60
P-AL-getal	P_0	42	53	57	57	69	57	58	50	8	19
	P_1/2	37	48	56	66	69	58	68	53	16	43
	evenwicht										
	P_evenwicht	44	41	60	63	75	59	65	64	20	45
P-totaal	P_0	112	116	146	149	175	150	162	139	27	24
	P_1/2	102	114	142	161	182	153	173	150	48	47
	evenwicht										
	P_evenwicht	117	101	145	154	189	157	165	165	48	41
Pw-getal	P_0	57	55	50	56	59	56	49	49	-8	-14
	P_1/2	59	46	52	61	56	54	58	53	-6	-10
	evenwicht										
	P_evenwicht	58	48	51	57	57	59	54	55	-3	-5
P-AL-getal	P_0	81	86	83	81	87	79	83	73	-8	-10
	P_1/2	80	84	82	89	89	82	87	78	-2	-3
	evenwicht										
	P_evenwicht	81	80	84	88	92	86	89	88	7	9
P-totaal	P_0	191	188	197	196	212	200	210	190	-1	-1
	P_1/2	200	185	201	203	226	213	217	214	14	7
	evenwicht										
	P_evenwicht	191	187	192	211	218	206	216	203	12	6

Tabel VIb. *Hoeverbeden fosfor in de bodem (kg ha⁻¹, 0-40 cm) berekend op basis van het P-totaal getal en de dichtheid van de grond, voor de verschillende behandelingen voor de periode 1993-2000 en het verschil (absoluut en percentage) tussen '93-'94 en '00-'01.*

P	Behandeling	Jaar								abs.	%
		'93-'94	94-'95	'95-'96	'96-'97	'97-'98	'98-'99	'99-'00	'00-01		
P-totaal	P_0	4499	4385	4618	4626	4947	4686	4878	4404	-95	-2.1
	P_1/2	4521	4344	4498	4966	5085	4825	4999	4705	184	4.1
	evenwicht										
	P_evenwicht	4718	4309	4718	4780	5277	4981	5033	4960	242	5.1

Tabel VIc. *Regressiecoëfficiënten van behandelingen van perceel 1 voor de periode 1993-2001.*

P=0	Pw 0-20	Pw 20-40	P-AL 0-20	P-AL 20-40	P-tot 0-20	P-tot 20-40
1	0.88	0.11	0.86	0.04	0.58	0.62
4	0.54	0.89	0.93	0.23	0.90	0.30
7	0.41	0.22	0.56	0.00	0.04	0.52
10	0.2	0.11	0.03	0.15	0.08	0.46
Gemiddeld	0.74	0.37	0.77	0.13	0.25	0.70

P=1/2 evenwicht	Pw 0-20	Pw 20-40	P-AL 0-20	P-AL 20-40	P-tot 0-20	P-tot 20-40
3	0.56	0.36	0.68	0.21	0.62	0.54
5	0.16	0.06	0.63	0.11	0.00	0.67
9	0.01	0.74	0.58	0.71	0.00	0.91
11	0.64	0.15	0.27	0.33	0.00	0.75
Gemiddeld	0.28	0.43	0.80	0.36	0.19	0.75

P=evenwicht	Pw 0-20	Pw 20-40	P-AL 0-20	P-AL 20-40	P-tot 0-20	P-tot 20-40
2	0.25	0.59	0.36	0.55	0.25	0.59
6	0.02	0.63	0.25	0.29	0.10	0.44
8	0.03	0.73	0.04	0.69	0.00	0.72
12	0.75	0.03	0.00	0.34	0.03	0.48
Gemiddeld	0.36	0.50	0.33	0.50	0.11	0.62