


AFGEHANDELD

opdrachtgever:

Rijkswaterstaat, RIZA

water-landbouw-milieu

vergelijking modelresultaten ANIMO en NITSOL / PHOSOL
voor PAWN-district 29

1	geheim
2	niet ter inzage derden
3	niet ter inzage derden gedurende 10 jaar
	openbaar

verslag onderzoek

november 1991

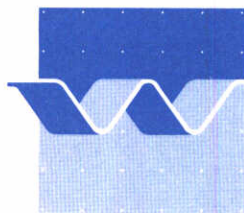


bibliotheek
postbus 177 - 2600 MH Delft
waterloopkundig laboratorium | WL

water-landbouw-milieu

vergelijking modelresultaten ANIMO en NITSOL / PHOSOL
voor PAWN-district 29

H.J. Gerrits en E.F. W. Ruijgh



waterloopkundig laboratorium | WL

INHOUD

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Modelinstrumentarium	7
3. Invoer	10
4. Resultaten voor stikstof	13
4.1 NITSOL	13
4.2 Vergelijking modelresultaten NITSOL-ANIMO	14
4.3 Vergelijking van de balansen voor het jaar 1985	17
5 Resultaten voor fosfaat	20
5.1 PHOSOL	20
5.2 Vergelijking modelresultaten PHOSOL-ANIMO	21
6 Conclusies en aanbevelingen	25
Literatuur	28

Bijlagen

A Resultaten afvoerberekeningen ANIMO	30
B Resultaten afvoerberekeningen NITSOL/PHOSOL	31
C Verklaring van gebruikte termen	34
D Balansposten NITSOL 1985	35
E Balansposten PHOSOL 1985	36
F Balansposten PHOSOL 1978	37
G Balansposten ANIMO, 1985	38

Samenvatting

Het project WLM (Water-Landbouw-Milieu) heeft ten doel de Rijkswaterstaat een instrument te verschaffen waarmee in het kader van de Beleidsanalyse Waterhuishouding op nationale schaal de effecten van landbouwkundige activiteiten op de belasting van het grond- en oppervlaktewater kunnen worden gekwantificeerd. In het kader van dit project zijn de stikstof en fosfaatmodellen NITSOL/PHOSOL van het Waterloopkundig Laboratorium en ANIMO van het Staring Centrum met elkaar vergeleken.

Voor de vergelijking zijn beide modellen toegepast op het PAWN-district 29. Dit district omvat de Noordwest Veluwe en bestaat uit natte en droge zandgronden met natuur, grasland en maïsland. Na een initialisatieperiode van twee maal 15 jaar waarin een historische mestgift is aangenomen zijn er berekeningen over 15 jaar (1970-1985) uitgevoerd bij vijf verschillende bemestingsniveaus, variërend van 65 tot 480 kg P/ha per jaar en 543 tot 2728 kg N/ha per jaar. Bij beide berekeningen is dezelfde waterbalans gebruikt.

Uit de vergelijking van de modellen NITSOL/PHOSOL en ANIMO blijkt dat de berekeningsresultaten voor de stikstof en fosfaat afvoer op regionale schaal behoorlijk overeenkomen. Er komen echter ook een aantal duidelijke verschillen tussen de beide modellen naar voren:

- Bij de berekening van de stikstof- en fosforafvoer wordt door de modellen een verschillende waarde toegekend aan de invloed van de hydrologie. Bij ANIMO leiden verhoging van de kwel en berekening tot een verlaging van de afvoer van stikstof en fosfaat. Bij NITSOL/PHOSOL leidt verhoging van de kwel juist tot een toename van de nutriëntenafvoer. Op droge plots (diepe grondwaterstand) berekent NITSOL/PHOSOL een lagere afvoer dan ANIMO. Ook uit vergelijking van de balansposten voor het jaar 1985 blijkt dat ANIMO een grotere waarde toekent aan het verticale transport van nutriënten door de bodem dan NITSOL/PHOSOL.
- Uit vergelijking van de balansposten voor het jaar 1985 blijkt dat NITSOL een hogere waarde toekent aan de denitrificatie dan ANIMO.
- Het percentage van de totale hoeveelheid toegediende meststof dat wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater stijgt volgens NITSOL en PHOSOL met een stijgende mestgift. Volgens ANIMO vertoont dit percentage een geringe afname met een stijgende mestgift.

- PHOSOL berekent dat er in 1985 voor alle landbouwplots bij de hogere mestgiftten sprake is van verzadiging van de fosfaatbindende capaciteit. ANIMO berekent dat er bij een "normaal" gehalte aan ijzer en aluminium nog nergens sprake is van verzadiging.

De vergelijking tussen de modellen is uitgevoerd bij relatief hoge bemestingsniveaus. Bij een hoog bemestingsniveau is de invloed van omgevingsfactoren minder van belang dan bij een laag bemestingsniveau. De invloed van deze factoren op de modelresultaten moet dus met name bij lage bemestingsniveaus getest worden. Tevens is het gewenst de modelformuleringen, parameterwaarden en modelopbouw in de model-vergelijking te betrekken. Dan kan worden aangegeven voor welke situaties de modellen het best bruikbaar zijn. Een inhoudelijke vergelijking van de modellen zal bovendien bijdragen tot een groter inzicht in de materie en een verbetering van beide modellen.

1. Inleiding

Het project WLM (Water-Landbouw-Milieu) heeft ten doel de Rijkswaterstaat een instrument te verschaffen waarmee in het kader van de Beleidsanalyse Waterhuishouding op nationale schaal de effecten van landbouwkundige activiteiten op de belasting van het grond- en oppervlaktewater kunnen worden gekwantificeerd. In het kader van dit project vindt momenteel een nadere calibratie plaats van de modellen NITSOL en PHOSOL. Deze modellen zijn door het Waterloopkundig Laboratorium in samenwerking met Rijkswaterstaat ontwikkeld om de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat te beschrijven (WL-1986; Hopstaken en Uunk, 1989). NITSOL en PHOSOL zijn toegepast voor de Noordwest Veluwe (WL-1986; WL-1988 en WL-1990b), de Hupselse beek (Ruijgh et al, 1990b) en de Italiaanse Apennijnen (WL-1991c).

De nadere calibratie van NITSOL en PHOSOL vindt plaats op verschillende schaalniveaus. Op basis van meetgegevens in het stroomgebied van de Hupselse beek vindt een nadere calibratie plaats op lokaal niveau (WL-1991a). De nadere calibratie van NITSOL op perceelsniveau, vindt plaats op basis van zeer gedetailleerde gegevens van een proefgebied bij Ruurlo (WL-1991b). In het voorliggende rapport worden op regionaal niveau de resultaten van NITSOL en PHOSOL vergeleken met die van het model ANIMO.

Het geïntegreerde stikstof/fosfaat model ANIMO (Agricultural Nitrogen Model) is door het Staring Centrum ontwikkeld voor een vergelijkbaar toepassingsgebied als NITSOL en PHOSOL (Kroes et al, 1990). ANIMO is recent toegepast in het kader van PAWN-vermesting (Kroes et al, 1990 en Uunk, 1990).

Kroes et al (1990) geven de resultaten van een gevoeligheidsanalyse van ANIMO, bij toepassing voor district Noordwest Veluwe (PAWN-district 29). Om de modellen van WL en SC te vergelijken, zijn (in opdracht van Rijkswaterstaat, RIZA) NITSOL en PHOSOL toegepast op hetzelfde gebied met dezelfde set invoergegevens.

In een later stadium van de studie zijn door het Staring Centrum balansposten voor de berekening van de stikstof en fosfaatbelasting in het jaar 1985 van PAWN-district 29 beschikbaar gesteld (Kroes, 1991). Deze balansposten zijn vergeleken met de door NITSOL en PHOSOL berekende balansposten.

De hydrologische invoer wordt voor beide toepassingen beschreven met behulp

van het agrohydrologische model DEMGEN (WL-1989). Van DEMGEN is inmiddels een nieuwe versie beschikbaar (CERES) (WL-1990a) waarin een koppeling tot stand is gebracht met de fysische bodemeigenschappen zoals opgenomen in de STARING REEKS (Wösten et al, 1987). Ook NITSOL en PHOSOL (versie 3.0) zijn recentelijk aangepast om de rekenresultaten van CERES te kunnen gebruiken. In de huidige studie is echter de (oudere) versie 2.3 van NITSOL en PHOSOL gebruikt, om de koppeling met DEMGEN mogelijk te maken.

Het voorliggende rapport behandelt de vergelijking van modellen. Na een korte beschrijving van NITSOL/PHOSOL in hoofdstuk 2, wordt de invoer van de berekeningen in hoofdstuk 3 beschreven. Vervolgens komen de resultaten voor stikstof en fosfaat achtereenvolgens in hoofdstuk 4 en 5 aan de orde. De conclusies en aanbevelingen zijn in hoofdstuk 6 samengevat.

De figuren die bij het rapport behoren, zijn na de tekst en vóór de bijlagen weergegeven. De nummering van de figuren refereert naar de hoofdstukken waarin ze behandeld worden. In de Bijlage A t/m G zijn een aantal relevante berekeningsresultaten in tabelvorm opgenomen.

2. Modelinstrumentarium

De waterbeweging in de bodem is van groot belang voor de (stikstof) belasting van het grondwater en oppervlaktewater. In de modelberekeningen wordt gebruik gemaakt van het agro-hydrologische model DEMGEN. Dit quasi-stationaire model berekent het vochtgehalte en het verticale vochttransport in de bodem. Ook de drainage naar het oppervlaktewater wordt in DEMGEN berekend.

DEMGEN is bij het Waterloopkundig Laboratorium ontwikkeld in samenwerking met de RAND-coöperation (Abrahamse et al, 1982). Recente uitbreidingen van het model zijn gerapporteerd in WL-1990a.

NITSOL (NITrogen SOil modeL) beschrijft de stikstofhuishouding in de bodem en berekent de stikstofbelasting van het grondwater en het oppervlaktewater. De opzet van het model is reeds beschreven in andere publikaties (WL-1986; WL-1988; Hopstaken en Uunk, 1989), zodat hier volstaan wordt met een kort overzicht.

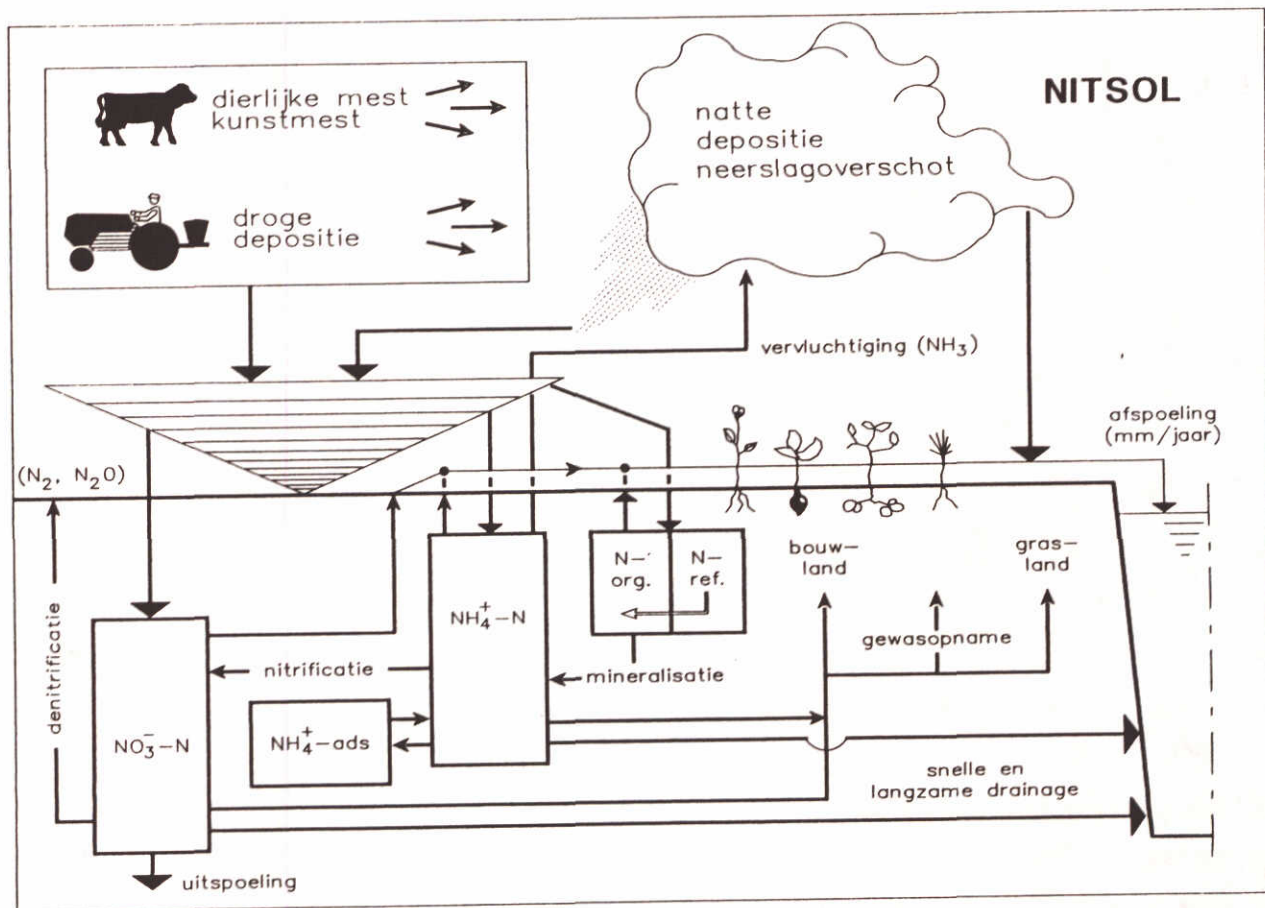
Een geschematiseerd overzicht van de in NITSOL gemodelleerde processen is opgenomen in figuur 2.1. De invoer van stikstof via het bodemsysteem bestaat hoofdzakelijk uit bemesting en (natte en droge) depositie. Verder zijn in NITSOL stikstofbinding, inspoeling vanuit het grondwater (kwel) en oppervlaktewater (infiltratie) en berekening als invoertermen opgenomen. Adsorptie en desorptie van ammonium, mineralisatie van organisch materiaal en nitrificatie van ammonium zijn ook in NITSOL opgenomen.

Een belangrijke afvoerpost van stikstof uit het bodemsysteem is het transport naar het oppervlaktewater (drainage en afspoeling) en het grondwater (uitspoeling). Verder zijn in NITSOL afvoertermen naar de atmosfeer (denitrificatie en ammoniakvervluchtiging) en het gewas (opname) gedefinieerd (zie figuur 2.1).

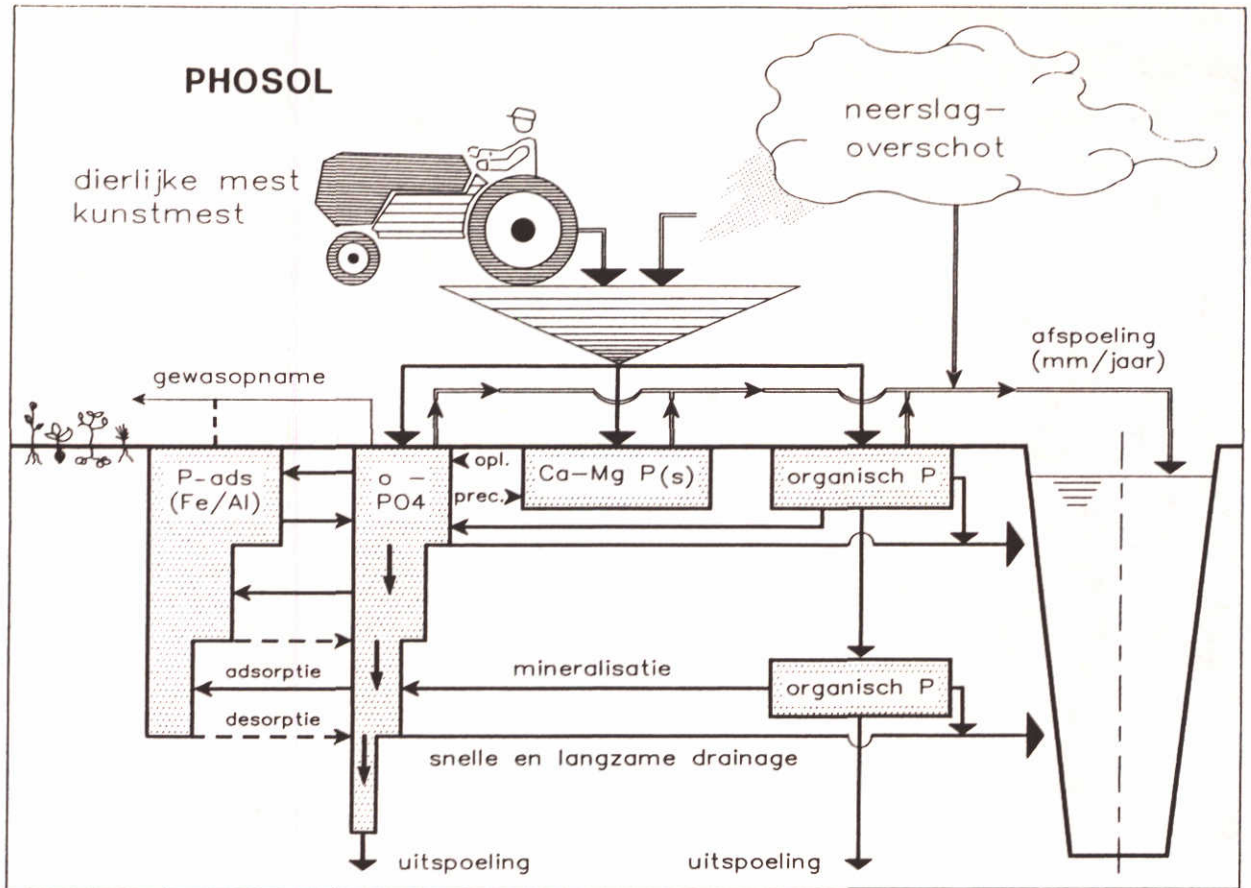
In figuur 2.2 wordt een schematisch overzicht van de processen gegeven die in PHOSOL zijn gemodelleerd. Fosfaat wordt aan het systeem toegevoegd door bemesting, natte- of droge depositie en mineralisatie van organisch fosfaat. Het wordt uit het systeem verwijderd door gewasopname, adsorptie aan ijzer- en aluminium-hydroxiden, precipitatie van calcium- en magnesium fosfaten,

oppervlakkige afstroming, snelle en langzame drainage en uitspoeling.

Bij de bespreking van de resultaten worden een aantal termen gebruikt om de transportroute van stoffen aan te duiden. Een nadere toelichting kan verwarring over deze termen voorkomen. Onder afspoeling wordt de afvoer over het oppervlak verstaan: de surface runoff. Drainage is gedefinieerd als de snelle of langzame infiltratie van opgeloste stoffen in de bodem gevolgd door afvoer naar het oppervlaktewater via sloten of drains. Met uitspoeling wordt de infiltratie van opgeloste stoffen in de bodem, gevolgd door uitspoeling naar het (diepe) grondwater aangegeven. De totale afvoer is gelijk aan de totale belasting van het oppervlaktewater en is samengesteld uit de afspoeling en de drainage. De leaching is een term die alle geïnfiltreerde stoffen omvat, en is dus te zien als de sommatie van de drainage en de uitspoeling.



Figuur 2.1. Schematisch overzicht van de in NITSOL gemodelleerde processen.



Figuur 2.2. Schematisch overzicht van de in PHOSOL gemodelleerde processen.

3. Invoer

Voor de vergelijking van NITSOL/PHOSOL en ANIMO is uitgegaan van rapport 55 van het Staring Centrum: "De invloed van enige bemestingsresultaten op de afvoer van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater in Nederland" (Kroes et al, 1990) en van de door het Staring Centrum gebruikte invoergegevens zoals die worden vermeld in brief nummer 10394/RST/MR van 29-01-1991 (Roest, 1991). In tabel 48 (paragraaf 8.2) van het rapport worden de resultaten van berekeningen met ANIMO voor PAWN-district 29 gepresenteerd. Deze tabel is in Bijlage A opgenomen.

PAWN-district 29 bevindt zich langs de randmeren op de Noordwest Veluwe (WL-1986). De meest voorkomende bodemtypen zijn vaaggronden, podsolen en eerdgronden. Deze bestaan voornamelijk uit zandprofielen (loamy, medium coarse sand (WL-1986)), maar langs de randmeren komt ook een zone voor met zeekleigronden. Het belangrijkste landgebruik is natuurgebied, grasland en maïsland. Tabel 3.1 geeft de voornaamste bodemeigenschappen van de verschillende plots (WL-1990b). De waarden voor het fosfaatbindend vermogen (FBC) en de Cation Exchange Capacity (CEC) zijn ontleend aan gegevens van het Staring Centrum, verzameld in het kader van landelijke berekeningen.

De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van een schematisatie van 9 plots en bij 5 verschillende bemestingsniveaus. De verschillen tussen de plots worden voornamelijk bepaald door de hydrologie en het landgebruik. De plots 1, 2, 3, 4 en 5 liggen langs de randmeren en hebben een hoge grondwaterstand. In de bespreking van de resultaten worden deze plots meestal aangeduid als de laaggelegen plots. In plot 2 treedt een sterkere kwel op dan in de overige plots. De CEC van plot 1 (zeekleigronden) is hoger dan die van de overige plots (zandgronden). Op plot 5 vindt, in tegenstelling tot plot 4, berekening plaats.

De plots 6, 7, 8 en 9 liggen op de Veluwe en hebben een diepe grondwaterstand. Op deze hooggelegen plots treedt infiltratie op in plaats van kwel. Plot 6 heeft een lagere infiltratie dan plot 7, 8 en 9 (tabel 3.1).

Het landgebruik op de lage gronden bestaat uit grasland en natuurgebied. Op de hoge gronden is naast natuurgebied ook grasland en maïsland aanwezig. Het areaal natuurgebied vormt 62 % van het totaal beschouwde areaal.

Tabel 3.1: Enkele kenmerken van de 9 onderscheiden plots in district 29.

plot	opp ha	gewas	kwel mm/dag	FBC mmol/kg	CEC eq/kg	pH
1	8541	gras	+ 0.18	32	0.14	6.5
2	283	gras	+ 1.00	25	0.021	5.9
3	10025	natuur	+ 0.18	25	0.021	5.9
4	5513	gras	+ 0.18	25	0.021	5.9
5	1130	gras	+ 0.18	25	0.021	5.9
6	200	maïs	- 0.20	40	0.014	5.9
7	26351	natuur	- 0.67	40	0.014	5.9
8	5165	gras	- 0.67	40	0.014	5.9
9	1621	maïs	- 0.67	40	0.014	5.9

Voor een beschrijving van de gebruikte hydrologie wordt verwezen naar WL-1989. De NITSOL/PHOSOL berekeningen zijn uitgevoerd met dezelfde DEMGEN schematisatie als bij de ANIMO berekeningen gebruikt is. Deze schematisatie levert resultaten die goed aansluiten bij de hydrologische veldwaarnemingen (WL-1989). Tabel 3.3 geeft de gemiddelde jaarsommen (in mm) van een aantal belangrijke posten uit de waterbalans (naar WL-1989).

Er zijn drie perioden van 15 jaar doorgerekend. De eerste twee perioden dienen als initialisatieperiode. Voor deze berekeningen zijn de initialisatiegegevens gebruikt die ook in voorgaande berekeningen voor hetzelfde gebied zijn gebruikt (WL-1990b). Deze zijn gebaseerd op de historische belasting van het gebied tot 1970. Dit betekent dat in de periode 1941-1955 een reductiefactor voor het bemestingsniveau is toegepast van 0.48 en in de periode van 1955-1970 een factor van 0.68.

Bij de berekening met NITSOL/PHOSOL zijn dezelfde bemestingsniveaus als in de ANIMO-berekeningen gebruikt (tabel 3.2). Voor fosfaat worden niveaus gehanteerd van 65, 125, 160, 320 en 480 kg/ha. Deze bemestingsniveaus worden bereikt door variatie van de hoeveelheid toegediende dierlijke mest. Voor stikstof worden op grasland en bouwland verschillende niveaus gehanteerd. Ook hier wordt de hoeveelheid toegediende stikstof gevarieerd door variatie van de hoeveelheid dierlijke mest. De verhouding dierlijke mest/kunstmest is op bouwland hoger dan op grasland.

Tabel 3.2: Mestgiften die bij de verschillende bemestingsniveaus zijn gebruikt in de berekeningen met NITSOL/PHOSOL en met ANIMO in kgN/ha of kgP/ha per jaar.

	mest 1		mest 2		mest 3		mest 4		mest 5	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
GRASLAND										
kunstmest	235	7	235	7	235	7	235	7	235	7
dierlijke mest	308	58	623	118	808	153	1650	313	2493	473
totaal	543	65	858	125	1043	160	1885	320	2728	480
MAISLAND										
kunstmest	60	7	60	7	60	7	60	7	60	7
dierlijke mest	149	58	344	118	455	153	712	313	1484	473
totaal	209	65	404	125	515	160	772	320	1544	480

Tabel 3.3: Gemiddelde jaarsommen over de periode 1971-1985 (in mm/jaar) voor de onderscheiden plots (naar WL-1990).

plot	neer slag	pot. evapo	bere- gening	act. evapo	opp. afsp.	basis drain	kwel/ wegz.	gw. ontt.	GHG	GLG
1	761	515	0	398	19	383	65	44	182	1180
2	761	515	0	465	8	610	365	44	211	976
3	761	515	0	457	4	319	65	44	279	1185
4	761	515	0	441	10	335	65	44	269	1181
5	761	515	110	521	10	365	65	44	260	1137
6	761	515	0	396	12	241	-71	44	746	1720
7	761	515	0	406	6	61	-242	44	1765	2928
8	761	515	0	376	19	91	-242	44	1559	2726
9	761	515	0	371	19	97	-242	44	1411	2629

pot. evapo : potentiële evapotranspiratie
 act. evapo : actuele evapotranspiratie
 opp. afsp. : oppervlakkige afspoeling
 basis drain : basis drainage
 kwel/wegz. : kwel (+) en wegzijging (-)
 gw. ontt. : grondwater onttrekking
 GHG : gemiddeld hoogste grondwaterstand
 GLG : gemiddeld laagste grondwaterstand

4. Resultaten voor stikstof

De met NITSOL en ANIMO berekende stikstof belastingen van het oppervlaktewater bij de 5 verschillende mestgiften zijn opgenomen in Bijlage B. In Bijlage D zijn de met NITSOL berekende balansposten opgenomen.

In paragraaf 4.1 worden de berekeningsresultaten van NITSOL besproken. De vergelijking van de berekeningsresultaten van NITSOL en ANIMO komt in paragraaf 4.2 aan de orde. Voor zover dit niet expliciet wordt vermeld hebben de gepresenteerde gegevens betrekking op 1985.

4.1 NITSOL

De natuurgebieden (plot 3 en 7) ontvangen alleen stikstof via atmosferische depositie (46,8 kg N/ha) en bladval (50 kg N/ha). De balansposten voor de natuurplots zijn van relatief geringe omvang. Een klein deel van de stikstof vervluchtigt of spoelt uit. Het grootste deel van de stikstof denitrificeert of wordt opgenomen door de vegetatie. De bijdrage van de natuurgebieden aan de totale gebiedsafvoer is klein, al vertegenwoordigt de natuur een groot deel van het totale gebied (62% van het oppervlak).

Op grasland en maïsland is volgens de NITSOL-berekeningen de denitrificatie de belangrijkste balanspost (Bijlage D). De berekende denitrificatie neemt toe tot meer dan de helft van de stikstofgift bij hoge mestgiften. Na de denitrificatie zijn vooral de gewasopname en de vervluchtiging van belang.

De berekende afvoer van stikstof naar het oppervlaktewater is voor de plots op de lage gronden veel groter dan voor de plots op de hoge gronden (figuur 4.1 en figuur 4.3). Reden hiervan is dat er in een gebied met een hoge grondwaterstand meer water via drainage afgevoerd wordt naar de sloten. Op de hoge gronden (met een lage grondwaterstand) is de drainage van stikstof naar de sloten gering. Hier is de uitspoeling naar diepere lagen, gevolgd door denitrificatie of uitspoeling naar het grondwater meer van belang.

Een vergelijking van de resultaten voor grasland en voor maïsland is moeilijk te geven omdat de mestgiften op grasland en maïsland verschillen en omdat de

verhouding dierlijke-mest/kunstmest voor gras- en maïsland verschillen. Bovendien komt het maïsland alleen voor in de hooggelegen gebieden en het grasland voornamelijk in de laaggelegen gebieden.

4.2 Vergelijking modelresultaten NITSOL-ANIMO

Plotafvoer

In de figuren 4.1, 4.2, 4.3 en 4.4 worden de door NITSOL en door ANIMO berekende afvoer van de plots naar het oppervlaktewater gegeven voor de laaggelegen (1, 2, 3, 4 en 5) en de hooggelegen plots (6, 7, 8 en 9). De Y-as van figuur 4.1 is groter dan die van 4.2 en de y-as van 4.4 is groter dan die van 4.3. In Bijlage B zijn de bijhorende getalswaarden per plot gegeven.

Voor de laaggelegen plots 1 (grasland), 4 (grasland) en 5 (grasland, berekend) berekent NITSOL vrijwel dezelfde stikstofafvoer (figuur 4.1). ANIMO (figuur 4.2) berekent dat de afvoer voor deze plots uiteenloopt met een maximaal verschil van 200 kg N per hectare bij de hoogste bemestingsniveaus. Voor plot 1 en 4 liggen de berekende afvoeren in dezelfde orde van grootte. Voor plot 5 (grasland, berekend) en plot 2 (grasland, hoge kwel) worden door NITSOL veel hogere afvoeren berekend dan door ANIMO. De natuurplots (plot 3) hebben in beide modelberekeningen een zeer lage afvoer. Gemiddeld is de door NITSOL berekende afvoer van de laaggelegen plots hoger dan de door ANIMO berekende afvoer.

Het voornaamste verschilpunt bij de laaggelegen plots is de hydrologie. De hydrologie van plot 1 en plot 4 is hetzelfde, plot 2 heeft een hogere kwel dan de overige plots en plot 5 is de enige plot die wordt berekend. Uit de berekeningen met ANIMO blijkt dat een verhoging van de kwel leidt tot een zeer sterke daling van de afvoer van stikstof naar het oppervlaktewater (vergelijk plot 2 met plot 1 en 4). Uit de berekeningen met NITSOL blijkt dat dit juist tot een sterke stijging van de afvoer van stikstof leidt. De (totaal) stikstof concentratie in de kwel bedraagt in beide berekeningen 2,5 mg N/l. Ook berekening leidt volgens de ANIMO berekening tot een daling van de plotafvoer, terwijl dit volgens NITSOL weinig effect heeft (vgl. plot 4 en 5).

Bij de hooggelegen plots (plot 6, 7, 8 en 9) berekent ANIMO een afvoer naar het oppervlaktewater die een factor 5-10 hoger is dan de door NITSOL berekende afvoer (figuur 4.3 en 4.4). Beide modellen berekenen dat de afvoer van een maïs plot (6 en 9) hoger is dan die van een grasland plot (8). Uit beide modelberekeningen blijkt dat een toename van de wegzijging leidt tot een verlaging van de afvoer van stikstof naar het oppervlaktewater. De natuurplot (7) heeft in beide berekeningen een zeer lage afvoer, waarbij de door NITSOL berekende afvoer lager is dan de door ANIMO berekende afvoer.

Gebiedsafvoer

Voor landelijke en regionale studies is naast de plotgegevens ook de gebiedsafvoer van belang. De berekende afvoer naar het oppervlaktewater vanaf de cultuurgronden is weergegeven in figuur 4.5 en tabel 4.1. NITSOL berekent bij alle mestgiftten een lagere gebiedsafvoer dan ANIMO, al naderen de waarden elkaar bij stijgende mestgiftten. Dit duidt erop dat ANIMO een hogere basisafvoer berekent dan NITSOL.

Tabel 4.1: Gebiedsafvoer van stikstof van het landbouwareaal in ton N en als percentage van de totale gift volgens ANIMO en NITSOL.

bemesting scenario	NITSOL		ANIMO	
	ton N	%	ton N	%
mest 1	381	3.29 %	1285	11.09 %
mest 2	1008	5.46 %	1818	9.86 %
mest 3	1387	6.18 %	2181	9.71 %
mest 4	3138	7.79 %	3574	8.87 %
mest 5	4929	8.34 %	5605	9.48 %

Het resultaat van beide modellen voor de hogere mestgiftten is vergelijkbaar omdat de verschillen in berekende afvoer van de laaggelegen en de hooggelegen plots elkaar ongeveer opheffen. ANIMO berekent een veel hogere afvoer van de hooggelegen plots dan NITSOL. Het hooggelegen areaal representeert echter maar 31 % van het totale areaal cultuurgrond. Voor de laaggelegen plots berekent NITSOL gemiddeld een wat hogere afvoer dan ANIMO. Het resultaat hiervan is dat NITSOL voor de laaggelegen en hooggelegen gronden samen een wat lagere of vergelijkbare afvoer berekent dan ANIMO.

In figuur 4.6 is voor beide modelberekeningen de relatie weergegeven tussen het percentage van de stikstofgift dat naar het oppervlaktewater afgevoerd wordt (afspoeling plus drainage) en de stikstofgift. Uit de figuur blijkt dat NITSOL berekent dat een hogere mestgift leidt tot een verhoging van het deel van deze mestgift dat afgevoerd wordt, tot bij hoge mestgiften een constant percentage (ongeveer 8%) van de gift afgevoerd wordt. ANIMO berekent een geringe afname van het afvoerpercentage bij stijgende mestgiften tot ongeveer 9,5% bij de hoogste giften. Dit verschil geldt niet alleen voor de totale gebiedsafvoer, maar ook voor de afzonderlijke plots.

Een tot een maximale waarde stijgend afvoerpercentage, zoals door NITSOL berekend, is als volgt te verklaren. Bij een stijgende N-gift daalt het relatieve aandeel van de gewasopname. De oppervlakkige afvoer stijgt met de mestgift omdat de hoeveelheid meststof in de bouwvoor toeneemt. Voorts stijgt de concentratie in het bodemvocht in de bovenste lagen met de mestgift zodat ook de drainage van stikstof toeneemt. De denitrificatie neemt bij stijgende N-giften ook toe, al zal deze bij een bepaalde mestgift, afhankelijk van de C/N ratio in de mestgift, een maximum bereiken door een beperkt aanbod aan organische stof. Als gevolg van de relatief lagere gewasopname, hogere oppervlakkige afvoer en een minstens evenredig hogere drainage stijgt het percentage van de toegediende stikstof dat afgevoerd wordt. Bij zeer hoge N-giften bereikt de afvoer een vast percentage omdat dan processen als gewasopname een geringe rol spelen.

Een voorbeeld van het hierboven beschreven theoretische verloop van de afvoer als functie van de totale gift wordt in tabel 4.2 gegeven. In deze tabel staan globale waarden voor de balansposten afvoer, denitrificatie, vervluchting en uitspoeling, zoals die met eenvoudige aannamen berekend kunnen worden. De waarden zijn berekend bij 5 mestgiften, waarbij aangenomen is dat het gewas 350 kg N/ha opneemt. De stikstof die overblijft denitrificeert (60%), vervluchtigt (20%), spoelt af (5%), draineert (10%) of spoelt uit (5%). Deze percentages moeten beschouwd worden als voorbeeldwaarden.

Bij genoemde aannamen blijkt inderdaad dat het percentage van de toegediende stikstof dat wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater stijgt bij een stijgende mestgift en bij zeer hoge stikstofgiften een constante waarde bereikt.

Tabel 4.2: Voorbeeld van een eenvoudig theoretisch verloop van de verdeling van de toegediende hoeveelheid stikstof over de verschillende balansposten (kg N/ha/jaar)

gift (kg N/ha)	500	1000	1500	2500	4000
gewasopname	350	350	350	350	350
niet opgenomen	150	650	1150	2150	3650
denitrificatie (60%)	90	390	690	1290	2190
vervluchting (20%)	30	130	230	430	730
afspoeling (5%)	7.5	32.5	57.5	107.5	182.5
drainage (10%)	15.0	65.0	115.0	215.0	365.0
uitspoeling (5%)	7.5	32.5	57.5	107.5	185.5
% afgevoerd	4.5	9.75	11.5	12.9	13.7

4.3 Vergelijking van de balanstermen voor het jaar 1985

De balanstermen van stikstof zijn vergeleken voor een berekening van de reële belasting van district 29 in 1985. Voor deze vergelijking zijn voor ANIMO de resultaten voor dat jaar gebruikt (Kroes, 1991) en voor NITSOL de resultaten die in de voorgaande paragrafen beschreven zijn. Een overzicht van de door ANIMO berekende balans wordt in Bijlage G gegeven. De door NITSOL berekende balansposten zijn in de Bijlage D te vinden.

Bij de ANIMO berekening van de stikstofbalans voor 1985 is ervan uitgegaan dat er op grasland bemestingsniveau 1 is gehanteerd (308 kgN dierlijke mest, 335 kgN kunstmest) en op maïsland een bemestingsniveau dat wat lager ligt dan niveau 5 (1285 kgN dierlijke mest, 60 kgN kunstmest). Voor de vergelijking zijn de resultaten van NITSOL voor grasland bij bemestingsniveau 1 gebruikt en voor maïsland bij bemestingsniveau 5. Dit betekent dat er bij de NITSOL berekeningen voor maïsland ongeveer 200 kgN dierlijke mest per hectare meer is gebruikt dan bij de ANIMO berekeningen.

Tabel 4.3 geeft de balansposten die met NITSOL en ANIMO worden berekend. Bij deze tabel moeten een aantal opmerkingen worden gemaakt:

- Alle posten die door het Staring Centrum voor nitraat en ammonium

gescheiden worden weergegeven, zijn in deze tabel opgeteld.

- Bij de mestgiften zijn de totale stikstof-giften vermeld, dus niet de 'additions' zoals die door het Staring Centrum worden gegeven.
- De kwel bevat bij ANIMO de termen 'seepage' en 'infiltration'.
- De term drainage bevat bij NITSOL de snelle en de langzame drainage en bij ANIMO de term die als 'drainage' gegeven wordt.
- De afspoeling bevat bij ANIMO de term die als 'runoff' gegeven wordt.
- De uitspoeling bevat bij ANIMO de term die als 'leakage' gegeven wordt.
- Mineralisatie van organische stikstof bestaat uit de mineralisatie van stikstof in dierlijke mest en de mineralisatie van lokaal aanwezig organisch stikstof. Omdat NITSOL (versie 2.3) geen lokaal geproduceerde organische stof beschouwd, en ANIMO wel, is de mineralisatie volgens ANIMO (m.u.v. 'maïs') aanzienlijk hoger.

Tabel 4.3: Vergelijking van de balanstermen in kgN/ha voor natuur, grasland, maïsland en het totale gebied berekend met NITSOL en ANIMO.

	natuur		gras, mest 1		maïs, mest 5		totaal	
	NITSOL	ANIMO	NITSOL	ANIMO	NITSOL	ANIMO	NITSOL	ANIMO
opp (ha)	36376		20632		1821		58829	
diermest	50	0	308	308	1480	1285	185	148
kunstmest	0	0	235	235	60	60	84	84
depositie	47	61	47	58	47	38	47	59
kwel	0	0	0	0	0	1	0	0
mineral	30	77	183	287	871	486	110	163
opname	45	75	370	377	250	251	165	186
denitri	40	42	147	130	1040	83	108	74
drainage	3	14	18	112	26	348	9	59
vervl	7	0	46	44	222	165	28	21
afsp	0	0	0	3	0	4	0	1
uitsp	1	0	1	23	33	359	2	19
opslag	0	10	1	30	-19	348	0	27

diermest: dierlijke mestgift
 mineral: mineralisatie
 denitri: denitrificatie
 vervl: vervluchtiging
 afsp: afspoeling
 uitsp: uitspoeling

Uit de vergelijking blijkt dat NITSOL en ANIMO een aantal balansposten verschillend berekenen. Dit mag op grond van de vergelijking van paragraaf 4.2 verwacht worden omdat hier bleek dat er een duidelijk verschil bestaat tussen de berekende waarden bij grasland met een lage mestgift en bij alle maïsland plots.

Voor de natuurplots berekent ANIMO voor de mineralisatie, de gewasopname en de drainage hogere waarden dan NITSOL. Bij ANIMO bedraagt de omvang van de balans (sommatie van opname, denitrificatie, drainage, vervluchtiging, afspoeling, uitspoeling en opslag) 141 kg/ha; voor NITSOL is dit 96 kg/ha.

Bij grasland berekent ANIMO een hogere mineralisatie, drainage, uitspoeling en opslag dan NITSOL. Vooral het verschil in berekende drainage en uitspoeling is opvallend hoog. De som van de afvoertermen uit de balans (gedefinieerd zoals bij de natuurplots) bedraagt bij grasland voor ANIMO 719 kg/ha en voor NITSOL 583 kg/ha. Dit verschil is met name het gevolg van het feit dat ANIMO meer drainage berekent.

Bij maïsland berekent NITSOL een veel hogere denitrificatie, mineralisatie en vervluchtiging dan ANIMO. ANIMO berekent echter een hogere drainage, uitspoeling en opslag. De som van de afvoertermen in balans is vrijwel gelijk: voor ANIMO 1558 kg/ha en voor NITSOL 1571 kg/ha.

Voor het totale gebied berekent ANIMO een hogere drainage, uitspoeling en opslag van stikstof. NITSOL berekent een wat hogere denitrificatie. De totale balans omvat bij NITSOL 302 kg/ha en bij ANIMO 387 kg/ha.

Uit vergelijking van de balansposten blijkt dat de modellen duidelijk verschillen in de berekening van de mineralisatie, de denitrificatie, de drainage en de uitspoeling. De mineralisatie wordt door NITSOL voor het graslandplot lager berekend dan door ANIMO, terwijl deze voor de maïsplot juist hoger uitvalt. NITSOL berekent voor de landbouw-plots een hogere denitrificatie dan ANIMO. ANIMO berekent echter voor alle plots een groter transport van stikstof door het profiel (drainage en uitspoeling). Samenvattend kan gesteld worden dat NITSOL bij het beschouwde bemestingsniveau met betrekking tot de verwijdering van stikstof uit het systeem de grootste waarde toekent aan de denitrificatie, terwijl ANIMO de grootste waarde toekent aan de drainage en uitspoeling van stikstof.

5 Resultaten voor fosfaat

Kroes et al (1990) beschrijven ANIMO-berekeningen met een "normaal" Fe + Al gehalte en met een "gehalveerd" Al + Fe-gehalte, waarbij de "normale" Fe + Al gehalten de meetwaarden zijn. De reden dat er twee ANIMO-berekeningen zijn gedaan is dat er bij halvering van de ijzer en aluminium-gehalten eerder fosfaatverzadiging optreedt zodat de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater hoger is. Beide berekeningen zijn vergeleken met PHOSOL-berekeningen. De met ANIMO en PHOSOL berekende fosfaatbelasting van het oppervlaktewater is opgenomen in Bijlage B. In Bijlage E zijn de verschillende balansposten voor de PHOSOL berekening vermeld.

5.1 PHOSOL

In tegenstelling tot de stikstofbemesting geldt voor de fosfaatbemesting dat op de maïsland evenveel dierlijke mest wordt toegediend als op de grasland. Op de arealen natuurgebied wordt geen fosfaat toegediend zodat de fosfaat-afvoer van deze plots zeer gering is.

De adsorptie van fosfaat aan de bodem is voor alle (landbouw) plots de belangrijkste balanspost (Bijlage E). Het fosfaatbindende vermogen (de adsorptiecapaciteit voor fosfaat) heeft echter een maximale waarde. Indien dit maximum is bereikt zal de adsorptie van fosfaat afnemen en zullen de uitspoeling en precipitatie van fosfaat sterk toenemen. Op een aantal plots is in 1985 volgens de PHOSOL-berekeningen fosfaatverzadiging opgetreden.

Figuur 5.1 geeft het verloop van een aantal fosfaatfracties in een plot waar fosfaatverzadiging optreedt (plot 2). Aanvankelijk is de adsorptie van fosfaat ongeveer 1000 kg P₂O₅ per hectare per jaar. In 1979 wordt de verzadiging bereikt en neemt de adsorptie van fosfaat behoorlijk af. Tegelijk nemen de precipitatie en de uitspoeling van fosfaat sterk toe. De reden hiervan is dat de evenwichtsconcentratie bij het adsorptie-evenwicht veel lager ligt dan bij het precipitatie-evenwicht. Zodoende stijgt de evenwichtsconcentratie sterk als fosfaatverzadiging bereikt wordt en zal ook de uitspoeling sterk toenemen.

In figuur 5.2 is te zien dat de fosfaatverzadiging van de laaggelegen plots alleen bij de twee hoogste mestgiften een rol speelt. Bij deze mestgiften stijgt de afvoer van fosfaat naar het oppervlaktewater sterk. Bij de hooggelegen plots is de stijging van de fosfaatafvoer bij de hoge mestgiften nog niet zo sterk als bij de laaggelegen plots (figuur 5.3) zodat het erop lijkt dat bij deze plots nog geen verzadiging is opgetreden. Uit de berekeningsresultaten blijkt echter dat ook bij de hooggelegen maïs-plots al neerslag van fosfaat en verlaagde adsorptie optreden zodat ook hier het fosfaatbindende vermogen verzadigd is. Er treedt echter weinig afvoer van fosfaat naar het oppervlaktewater op omdat de afvoer van water naar het oppervlaktewater bij deze plots gering is (vergelijk de afvoer van stikstof bij deze plots).

PHOSOL berekent voor plot 2 (kwel 1 mm/dag) de hoogste afvoer van fosfaat naar het oppervlaktewater (figuur 5.2). Opvallend is dat ook NITSOL voor deze plot de hoogste afvoer van stikstof berekent. De plots 1 en 5 hebben volgens de berekeningen vrijwel dezelfde fosfaatafvoer, terwijl plot 4 een wat lagere afvoer heeft.

Voor de plots op de hoge gronden (figuur 5.3) berekent PHOSOL een zeer geringe fosfaatbelasting van het oppervlaktewater. De afvoer van grasland is nog lager dan die van maïsland, mede in verband met de hogere opname op grasland.

De hoge P-afvoer voor de lage gronden is in overeenstemming met bevindingen van Breeuwsma et al (1989). Zij vonden dat de P-afvoer met name bepaald wordt door de laaggelegen percelen. Op de hoge gronden is dankzij de diepe grondwaterstand een veel dikkere bodemlaag beschikbaar voor fosfaatadsorptie.

5.2 Vergelijking modelresultaten PHOSOL-ANIMO

Plotafvoer

De berekeningsresultaten van ANIMO en PHOSOL kunnen niet zonder meer met elkaar vergeleken worden omdat de afvoer van fosfaat sterk afhankelijk is van het al of niet verzadigd zijn van het fosfaatbindende vermogen van de bodem. Bij de ANIMO-berekeningen is bij het "normale" Fe + Al gehalte nog geen

sprake van verzadiging van het fosfaatbindende vermogen, zodat deze resultaten niet met de PHOSOL-resultaten van 1985 vergeleken mogen worden waar wel sprake is van verzadiging van het fosfaatbindende vermogen.

Om een goede vergelijking mogelijk te maken zijn de PHOSOL-resultaten van 1985 vergeleken met de ANIMO-resultaten met een "gehalveerd" Fe + Al gehalte omdat bij beide berekeningen sprake is van verzadiging van de adsorptiecapaciteit. De ANIMO-resultaten met een "normaal" Fe + Al gehalte zijn vergeleken met de PHOSOL-resultaten voor 1978. In dat jaar is voor geen enkele plot het fosfaatbindende vermogen bereikt. De resultaten voor het jaar 1978 worden in de Bijlage F vermeld.

De berekeningsresultaten worden in de figuren 5.2 t/m 5.9 gegeven. De figuren 5.2 en 5.3 geven de resultaten van PHOSOL voor 1985, 5.4 en 5.5 de resultaten van ANIMO bij "gehalveerde" Fe + Al gehalten, 5.6 en 5.7 de resultaten van PHOSOL in 1978 en 5.8 en 5.9 de resultaten van ANIMO bij "normale" Fe + Al gehalten. De eerste 4 figuren geven de verzadigde situatie weer en de laatste 4 de onverzadigde. In Bijlage B worden de getalswaarden gegeven.

Bij de natte, laaggelegen, plots vertonen de resultaten bij een verzadigd fosfaatbindend vermogen (figuur 5.2 en 5.4) voor PHOSOL en ANIMO voor de eerste 4 mestgiftten een behoorlijke mate van overeenstemming. Bij het hoogste bemestingsniveau berekent PHOSOL een sterke stijging van de fosfaatafvoer, terwijl ANIMO voor plot 1, 4 en 5 slechts een geringe stijging van de afvoer berekent. Voor plot 2 berekent ANIMO wel een sterke stijging van de afvoer die echter al bij de lagere mestgiftten begint. ANIMO berekent (net als bij stikstof) voor de plot 2 met hoge kwelintensiteit bij de laagste mestgift een lagere afvoer van fosfaat dan voor plot 1; PHOSOL berekent juist hogere fosfaatafvoer bij sterke kwel (vgl. Bijlage B). De fosfaatconcentratie in de kwel is in beide berekeningen gelijk. De afvoer van de natuurplot (3) is bij beide berekeningen gering.

Bij de hooggelegen plots (figuur 5.3 en 5.5) berekent PHOSOL bij alle bemestings-niveaus een veel lagere afvoer dan ANIMO. ANIMO berekent voor plot 6 een hoge afvoer die onafhankelijk is van het bemestingsniveau. Ook PHOSOL berekent voor deze plot de hoogste afvoer, al stijgt deze met een toename van de mestgift. Voor de natuurplot (7) berekenen beide modellen een erg lage

afvoer van fosfaat.

Indien het fosfaatbindende vermogen nog niet verzadigd is, dan berekent PHOSOL bij de laaggelegen plots voor alle plots een wat hogere afvoer dan ANIMO (figuur 5.6 en 5.8). De afvoeren zijn wel van dezelfde orde grootte. De hoogste afvoer wordt door beide modellen voor plot 2 berekend, terwijl ook door beide modellen wordt aangegeven dat de afvoer van de plots 2, 4 en 5 van vergelijkbare omvang is.

Voor de hooggelegen plots (figuur 5.7 en 5.9) berekent PHOSOL een veel lagere afvoer voor alle plots dan ANIMO. De resultaten van NITSOL liggen ongeveer een factor 10 lager dan die van ANIMO. ANIMO berekent voor plot 8 de hoogste afvoer, terwijl PHOSOL voor plot 6 de hoogste afvoer berekent.

Gebiedsafvoer

De totale berekende fosfaatbelasting van het oppervlaktewater in het district wordt gegeven in tabel 5.1. Figuur 5.10 geeft de gebiedsafvoer in kg P per hectare. Bij verzadiging van het fosfaatbindende vermogen (PHOSOL, 1985, ANIMO, $1/2 \text{ Fe} + \text{Al}$) berekent PHOSOL voor de laagste drie mestgiftten een tot 50 % lagere gebiedsafvoer dan ANIMO. Voor het vierde bemestingsniveau berekenen beide modellen een vergelijkbare afvoer en voor het hoogste niveau berekent PHOSOL een veel hogere afvoer dan ANIMO. De oorzaak van het verschil tussen de berekende gebiedsafvoeren wordt bij verzadiging van het fosfaatbindende vermogen vooral veroorzaakt doordat ANIMO bij de hooggelegen plots een veel hogere afvoer berekent dan PHOSOL.

Indien het fosfaatbindende vermogen nog niet is verzadigd (PHOSOL, 1978 en ANIMO, $\text{Fe} + \text{Al}$), dan wordt door beide modellen bijna dezelfde afvoer van fosfaat berekend. Bij de laagste mestgift berekent PHOSOL een wat lagere waarde dan ANIMO; bij de hoogste mestgift berekent ANIMO een wat lagere waarde.

De reden dat beide modellen ongeveer dezelfde gebiedsafvoer berekenen is dat PHOSOL bij de laaggelegen plots een hogere afvoer berekent dan ANIMO, terwijl dit voor de hooggelegen plots juist omgekeerd is. Bij de berekening van de totale gebiedsafvoer worden de resultaten van alle plots bij elkaar opgeteld en compenseren de hoge en de lage berekende afvoer elkaar.

Tabel 5.1: Gebiedsafvoer van fosfaat van het landbouwareaal in kg P en als percentage van de totale gift volgens ANIMO en PHOSOL.

scenario	PHOSOL, 1985 %		PHOSOL, 1978 %		ANIMO, Fe+Al		ANIMO, 1/2Fe+Al	
mest 1	10913	0.75 %	9930	0.68 %	14655	0.94 %	25437	1.74 %
mest 2	25181	0.90 %	21295	0.76 %	21934	0.78 %	39743	1.42 %
mest 3	33642	0.94 %	28031	0.78 %	31720	0.88 %	49907	1.39 %
mest 4	91076	1.27 %	58843	0.82 %	60804	0.85 %	95415	1.33 %
mest 5	335820	3.11 %	91584	0.85 %	77946	0.72 %	117453	1.09 %

Wanneer het percentage van de totaal toegediende hoeveelheid fosfaat die naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd wordt uitgezet tegen de mestgift (figuur 5.11) ontstaat eenzelfde beeld als bij de stikstof-berekeningen. PHOSOL berekent in geval van een verzadigde en van een onverzadigde bodem een stijging van het percentage van de gift dat wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater met een toename van de gift, terwijl ANIMO berekent dat dit percentage licht daalt. De percentages zijn voor beide modellen erg laag (1-3 % van de toegediende hoeveelheid). De stijging of daling van het percentage met een toename van de mestgift is veel sterker als het fosfaatbindende vermogen verzadigd is dan wanneer het fosfaatbindende vermogen nog niet verzadigd is.

6 Conclusies en aanbevelingen

Bij de laagste N-gift berekent het model NITSOL op de landbouwgebieden en de natuurgebieden een lagere N-belasting van het oppervlaktewater dan ANIMO. Dit duidt erop dat de door ANIMO berekende basisafvoer hoger ligt dan die met NITSOL wordt berekend. Bij hogere mestgiftten berekent NITSOL voor de lage gronden een hogere stikstofafvoer naar het oppervlaktewater dan ANIMO. Voor de plots op de hooggelegen gronden berekent ANIMO een hogere afvoer dan NITSOL.

In de berekeningen met NITSOL is de hydrologie een zeer belangrijke factor voor de omvang van de afvoer van stikstof. NITSOL berekent een zeer groot verschil tussen de stikstof afvoer vanaf de hoge gronden en die vanaf de lage gronden. Het door NITSOL berekende verschil tussen de stikstof afvoer van de hoge en de lage gronden is veel groter dan het verschil dat door ANIMO wordt berekend. Bovendien leidt kwel en berekening in de NITSOL berekening tot een verhoging van de stikstof afvoer, terwijl dit in de ANIMO berekening tot een verlaging leidt. Blijkbaar is het modelconcept van ANIMO en NITSOL op dit punt verschillend.

Het percentage van de toegediende stikstof dat in het oppervlaktewater terecht komt stijgt volgens de NITSOL berekeningen bij een stijgende stikstof gift, terwijl de ANIMO berekeningen een licht dalend afvoerpercentage laten zien. Voor de totale gebiedsafvoer van stikstof wordt bij de twee hoogste bemestingsniveaus door beide modellen een vergelijkbaar percentage berekend. De met NITSOL berekende stijging van het percentage is theoretisch goed verklaarbaar.

Uit vergelijking van de balansposten van de berekeningsresultaten voor het jaar 1985, met bemestingsniveau 1 op grasland en niveau 5 op maïsland, blijkt dat NITSOL een veel hogere waarde toekent aan de denitrificatie. ANIMO berekent in 1985 een groter transport van stikstof door het profiel naar het grondwater en het oppervlaktewater. Dit leidt op de hoge gronden tot de geconstateerde hogere stikstof afvoer naar het oppervlaktewater.

Indien de bodem verzadigd is met fosfaat, dan berekent PHOSOL voor de laaggelegen gronden een vergelijkbare afvoer als ANIMO met uitzondering van

de hoogste mestgift. Als de bodem nog niet verzadigd is met fosfaat dan berekent PHOSOL voor de laaggelegen gronden altijd een wat hogere afvoer dan ANIMO. Bij de hooggelegen gronden berekent PHOSOL een veel lagere afvoer dan ANIMO.

Het percentage van de toegediende fosfaat dat in het oppervlaktewater terecht komt, neemt volgens de berekening met PHOSOL toe met een stijgende mestgift. ANIMO berekent een daling van het afvoerpercentage met stijgende mestgift. De stijging/daling is sterker als het fosfaatbindende vermogen verzadigd is.

Uit de vergelijking van de modellen NITSOL/PHOSOL en ANIMO blijkt dat de berekeningsresultaten voor de stikstof en fosfaat afvoer op regionale schaal behoorlijk overeenkomen. Er komen echter ook een aantal duidelijke verschillen tussen de beide modellen naar voren:

- Bij de berekening van de stikstof- en fosforafvoer wordt door de modellen een verschillende waarde toegekend aan de invloed van de hydrologie. Bij ANIMO leiden verhoging van de kwel en beregning tot een verlaging van de afvoer van stikstof. Bij NITSOL/PHOSOL leidt verhoging van de kwel juist tot een toename van de afvoer. Op droge plots (diepe grondwaterstand) berekent NITSOL/PHOSOL een lagere afvoer dan ANIMO. Ook uit vergelijking van de balansposten voor het jaar 1985 blijkt dat ANIMO een grotere waarde toekent aan het verticale transport van stikstof door de bodem dan NITSOL/PHOSOL.
- Uit vergelijking van de balansposten voor het jaar 1985 blijkt dat NITSOL een hogere waarde toekent aan de denitrificatie dan ANIMO.
- Het percentage van de totale hoeveelheid toegediende meststof dat wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater stijgt volgens NITSOL en PHOSOL met een stijgende mestgift. Volgens ANIMO daalt dit percentage met een stijgende mestgift.
- PHOSOL berekent dat er in 1985 voor alle landbouwplots bij de hogere mestgiften sprake is van verzadiging van de fosfaatbindende capaciteit. ANIMO berekent dat er bij een "normaal" gehalte aan ijzer en aluminium nog nergens sprake is van verzadiging.

De huidige vergelijking tussen de modellen is vooral gericht op erg hoge bemestingsniveaus en besteed weinig aandacht aan de invloed verschillende

omgevingsfactoren als landgebruik, bodemtype, hydrologie e.d. op de berekeningsresultaten. Het verdient derhalve aanbeveling om de vergelijking verder uit te breiden met andere landgebruiks- en bodemtypen (klei, veen) en lagere bemestingsniveau's. Bij een hoog bemestingsniveau is de invloed van omgevingsfactoren minder van belang dan bij een laag bemestingsniveau. De invloed van deze factoren op de modelresultaten moet dus met name bij lage bemestingsniveaus getest worden.

Er bestaat bovendien een lange weg tussen invoerdata en modelresultaten. De hier gepresenteerde vergelijking is gebaseerd op de invoer en uitvoer van de modellen en beschouwd de modellen dus min of meer als 'black box'. Het verdient aanbeveling om ook de verschillende procesformuleringen en parameterwaarden te vergelijken. Voorts kan een inhoudelijke vergelijking van de modellen bijdragen aan een groter inzicht in de materie en een verbetering van beide modellen.

Literatuur

- Abrahamse, A.H, G. Baarse, E. van Beek, 1982.
PAWN volume 12, Model for regional hydrology, agricultural water demand and damages from drought and salinity.
Rand/Waterloopkundig Laboratorium, N-1500/12-NETH
- Breeuwsma, A., J.G.A. Reyerink, O.F. Schoumans, D.J. Bruns en H. van 't Loo, 1989.
Fosfaatbelasting van bodem, grond- en oppervlaktewater in het stroomgebied van de Schuitenbeek.
Rapport 10, Staring Centrum.
- Hopstaken, C.F. en E.J.B. Uunk, 1989.
NITSOL/PHOSOL: modellen voor het gedrag van stikstof en fosfor in de bodem en effecten op de waterkwaliteit.
H2O 22(7), p256-261 en 271.
- Kolenbrander, G.J. 1981.
'Leaching of nitrogen in agriculture', in Nitrogen losses and surface runoff from landspreading of manures.
Brogan, J.C (ed.), The Hague.
- Kroes, J.G., C.W.J. Roest en P.E. Rijtema, 1990.
De invloed van enige bemestingsscenario's op de afvoer van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in Nederland.
Staring Centrum, Wageningen, rapport 55.
- Kroes, J.G., 1991
Persoonlijke mededeling, brief 9 juli 1991
- Roest, C.W.J., 1991.
Persoonlijke mededeling, brief 10394/RST/MR
- Ruijgh, E.F.W, P.S. Grashoff, C.F. Hopstaken en J.P.M. Witte, 1990.
Verification of DEMNIP on data from the Hupselse Beek research basin.
TNO-CHO Proc. and Information No 44, on Hydrological Research Basins and the Environment, Wageningen, pp261-270.
- Uunk, E.J.B., 1990.
Beleidsanalyse. Af- en uitspoeling meststoffen.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DBW/RIZA, nota 90.050.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1986.
Water, Landbouw, Milieu. Verslag 1e fase. Modelontwikkeling en toepassing voor district 29.
P.J. de Bruijn, C.F. Hopstaken, J.W. Wesseling en P. Wit, 1986.
Waterloopkundig Laboratorium, Delft, T111.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1988.
Water, Landbouw, Milieu. Concept verslag 2e fase. Toepassing op het stroomgebied van de Horstsche beek.
C.F. Hopstaken, E.F.W. Ruijgh, P.S. Grashoff, M.A. Menke, 1988
Waterloopkundig Laboratorium, Delft, T297.

- Waterloopkundig Laboratorium, 1989.
PAWN-vermesting. Verzamelen en berekenen van invoergegevens ten behoeve van waterkwaliteitsberekeningen.
Grashoff, P.S., M.A. Menke, C.H. van Beloïis en E.F.W. Ruijgh, 1989.
Waterloopkundig Laboratorium, Delft, T420.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1990a.
CERES, koppeling DEMGEN met waterkwaliteitsmodellen.
Grashoff, P.S., B. Adriaanse, R. Maaten, C.J. Sprengers en J. Tacoma, 1990.
Speurwerk bodem, Waterloopkundig Laboratorium, Delft, T332.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1990b.
Effecten van de regeling fosfaatverzadigde gronden op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Toepassing DEMGEN-NITSOL/PHOSOL voor de Noordwest Veluwe.
Ruijgh, E.F.W., C.F. Hopstaken en P.S. Grashoff, 1990.
Waterloopkundig Laboratorium, Delft. T695.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1991a.
Onderzoek naar het stikstof- en fosfaatgehalte van de bodem in het stroomgebied van de Hupselse beek (Eibergen).
Ruijgh, E.F.W. 1991.
Waterloopkundig Laboratorium, Delft, T771.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1991b.
De nadere calibratie van NITSOL op basis van meetgegevens van twee proefvelden te Ruurlo.
Ruijgh, E.F.W., Gerrits, H.J. en A.M. de Leeuw, 1991.
Waterloopkundig Laboratorium, Delft, T771.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1991c.
Water quality of six Emilia Romagna river basins.
Waterloopkundig Laboratorium, Delft, T659. Concept.
- Wösten, J.H.M., M.H. Bannink en J. Beuving, 1987
Waterretentie en doorlatendheidskarakteristieken voor boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks.
ICW-rapport 18, Wageningen.

Bijlage A Resultaten afvoerberekeningen ANIMO

De ANIMO resultaten uit tabel 48 van rapport 55 (Kroes et al, 1990).

plot gewas areaal(ha)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	gras	gras	nat	gras	gras	gras	nat	gras	maïs
	8541	283	10025	5513	1130	200	26351	5165	1621
	N-afvoer (kg N/ha)								
mest 1	83.0	13.4	8.9	43.1	43.9	43.9	2.9	42.0	36.6
mest 2	121.6	12.8	8.9	58.3	54.1	80.2	2.9	55.8	55.1
mest 3	150.8	14.7	8.9	65.8	57.8	103.4	2.9	64.2	67.0
mest 4	233.6	20.3	8.9	124.0	73.0	227.8	2.9	103.6	127.1
mest 5	349.1	53.3	8.9	233.4	108.2	349.4	2.9	159.6	188.4
	P-afvoer (Fe+Al) (kg P/ha)								
mest 1	0.7	0.3	0.3	0.5	0.5	1.8	0.1	0.6	0.5
mest 2	1.3	0.5	0.3	0.9	0.7	1.8	0.1	1.2	0.7
mest 3	1.7	0.7	0.3	1.1	0.9	1.8	0.1	1.6	0.8
mest 4	2.9	4.1	0.3	2.4	2.2	1.8	0.1	3.2	1.4
mest 5	3.4	6.8	0.3	3.1	3.1	1.8	0.1	4.6	1.4
	P-afvoer 1/2(Fe+Al) (kg P/ha)								
mest 1	1.4	1.2	0.3	0.5	0.5	18.7	0.1	0.6	0.5
mest 2	2.3	0.5	0.3	0.9	0.7	18.7	0.1	1.2	0.7
mest 3	3.0	0.7	0.3	1.1	0.9	18.7	0.1	1.6	0.8
mest 4	4.5	4.1	0.3	2.4	2.2	18.7	0.1	4.6	1.4
mest 5	5.1	6.8	0.3	3.1	3.1	18.7	0.1	4.6	1.4

Voor de bijbehorende bemestingsniveaus wordt verwezen naar tabel 3.2.

Bijlage B Resultaten afvoerberekeningen NITSOL/PHOSOL

Afvoeren van stikstof en fosfaat in kg N of kg P per hectare, per plot berekend met NITSOL, PHOSOL en ANIMO.

Plot 1: grasland

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	40.8	83.0	0.76	0.67	0.7	1.4
mest 2	83.3	121.6	1.80	1.49	1.3	2.3
mest 3	108.3	150.8	2.41	1.97	1.7	3.0
mest 4	223.0	233.6	5.51	4.19	2.9	4.5
mest 5	339.1	349.1	22.73	6.56	3.4	5.1

Plot 2: grasland

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	64.1	13.4	1.09	1.07	0.3	1.2
mest 2	132.8	12.8	2.58	2.36	0.5	2.3
mest 3	172.8	14.7	3.53	3.13	0.7	4.0
mest 4	354.9	20.3	15.20	7.05	4.1	19.0
mest 5	535.2	53.3	49.20	11.65	6.8	21.5

Plot 3: natuur

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	8.9	8.9	0.12	0.13	0.3	0.3
mest 2	8.9	8.9	0.12	0.13	0.3	0.3
mest 3	8.9	8.9	0.12	0.13	0.3	0.3
mest 4	8.9	8.9	0.12	0.13	0.3	0.3
mest 5	8.9	8.9	0.12	0.13	0.3	0.3

Plot 4: grasland

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	35.5	43.1	0.56	0.55	0.5	0.7
mest 2	74.1	58.3	1.23	1.12	0.4	1.2
mest 3	96.5	65.8	1.64	1.46	1.1	1.5
mest 4	198.0	124.0	5.66	2.99	2.4	4.3
mest 5	298.4	233.4	17.65	4.58	3.1	5.6

Plot 5: grasland

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	37.2	43.9	0.71	0.65	0.5	0.7
mest 2	76.9	54.1	1.66	1.32	0.7	1.1
mest 3	100.1	57.8	2.21	1.72	0.9	1.4
mest 4	206.0	73.0	6.59	3.51	2.2	4.6
mest 5	311.5	108.2	25.24	5.35	3.1	6.2

Plot 6: maisland

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	3.7	43.9	0.20	0.11	1.8	18.7
mest 2	10.0	80.2	0.34	0.17	1.8	18.7
mest 3	14.5	103.4	0.42	0.21	1.8	18.7
mest 4	25.1	227.8	0.79	0.37	1.8	18.7
mest 5	57.7	349.4	1.86	0.53	1.8	18.7

Plot 7: natuur

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	1.2	2.9	0.01	0.00	0.1	0.1
mest 2	1.2	2.9	0.01	0.00	0.1	0.1
mest 3	1.2	2.9	0.01	0.00	0.1	0.1
mest 4	1.2	2.9	0.01	0.00	0.1	0.1
mest 5	1.2	2.9	0.01	0.00	0.1	0.1

Plot 8: grasland

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	4.0	42.0	0.02	0.01	0.6	0.7
mest 2	8.3	55.8	0.04	0.02	1.2	1.3
mest 3	10.7	64.2	0.05	0.03	1.6	1.6
mest 4	22.1	107.6	0.10	0.06	3.2	3.2
mest 5	33.3	159.6	0.18	0.10	4.6	4.6

Plot 9: maïsländ

	NITSOL	N-ANIMO	PHOSOL, 85	PHOSOL, 78	P-ANIMO (Fe+Al)	P-ANIMO 1/2Fe+Al
mest 1	1.6	36.6	0.05	0.04	0.5	0.7
mest 2	4.3	55.1	0.09	0.06	0.7	0.7
mest 3	6.2	67.0	0.11	0.08	0.8	0.8
mest 4	10.5	127.1	0.24	0.14	1.4	1.5
mest 5	24.1	188.4	0.39	0.21	1.4	1.5

Bijlage C Verklaring van gebruikte termen

Verklaring van de termen uit de bijlagen D en E.

NITSOL: alle posten zijn in kg N per ha per jaar.

DMEST :gift dierlijke mest
KMEST :gift kunstmest
ATMDEP :natte en droge atmosferische depositie
VERVL :vervluchtiging
DENTR :denitrificatie
OPN :opname
AFSP :afspoeling (surface runoff)
SNDR :snelle drainage
TRDR :langzame drainage
UITSP :uitspoeling

PHOSOL: alle posten zijn in kg P2O5 per ha per jaar.

DMEST :gift dierlijke mest
KMEST :gift kunstmest
DESNET :netto desorptie
ADSNET :netto adsorptie
PRECl :precipitatie in het bovenste bodemsegment
OPN :gewasopname
AFSP :afspoeling (surface runoff)
SNDR :snelle drainage
TRDR :langzame drainage
TUIT :uitspoeling

Bijlage D Balansposten NITSOL 1985

Met NITSOL berekende balansposten (in kg N/ha/jaar) bij verschillende mestgiften voor het jaar 1985 (verklaring termen in bijlage C).

PLOT	DMEST	KMEST	ATMDEP	VERVL	DENTR	OPN	AFSP	SNDR	TRDR	UITSP
MEST 1										
1	308.0	234.9	46.8	46.2	182.0	370.2	.1	1.9	22.3	.0
2	308.0	234.9	46.8	46.2	181.3	370.2	.0	3.8	35.6	.0
3	50.0	.0	46.8	7.5	29.6	46.6	.0	.6	8.3	.0
4	308.0	234.9	46.8	46.2	182.4	370.2	.0	1.8	19.8	.0
5	308.0	234.9	46.8	46.2	182.2	370.2	.0	1.6	21.6	.0
6	148.6	60.0	46.8	22.3	87.8	171.9	.0	.1	3.6	.8
7	50.0	.0	46.8	7.5	30.1	44.3	.0	.0	1.2	2.0
8	308.0	234.9	46.8	46.2	184.5	370.2	.0	.0	2.6	5.8
9	148.6	60.0	46.8	22.3	87.7	171.6	.0	.0	1.6	3.0
MEST 2										
1	623.7	234.9	46.8	93.6	368.0	370.2	.1	4.9	59.2	.0
2	623.7	234.9	46.8	93.6	366.5	370.2	.0	10.4	92.9	.0
3	50.0	.0	46.8	7.5	29.6	46.6	.0	.6	8.3	.0
4	623.7	234.9	46.8	93.6	368.9	370.2	.0	4.7	53.1	.0
5	623.7	234.9	46.8	93.6	368.4	370.2	.0	4.2	56.8	.0
6	343.1	60.0	46.8	51.5	202.4	250.4	.0	.2	8.1	1.9
7	50.0	.0	46.8	7.5	30.1	44.3	.0	.0	1.2	2.0
8	623.7	234.9	46.8	93.6	373.0	370.2	.1	.1	6.6	13.6
9	343.1	60.0	46.8	51.5	202.0	250.4	.1	.0	3.6	6.7
MEST 3										
1	807.9	234.9	46.8	121.2	476.6	370.2	.2	6.6	81.5	.0
2	807.9	234.9	46.8	121.2	474.6	370.2	.0	14.3	128.0	.0
3	50.0	.0	46.8	7.5	29.6	46.6	.0	.6	8.3	.0
4	807.9	234.9	46.8	121.2	477.7	370.2	.0	6.4	73.2	.0
5	807.9	234.9	46.8	121.2	477.0	370.2	.0	5.7	78.0	.0
6	453.8	60.0	46.8	68.1	267.7	250.4	.0	.4	12.1	2.6
7	50.0	.0	46.8	7.5	30.1	44.3	.0	.0	1.2	2.0
8	807.9	234.9	46.8	121.2	482.9	367.4	.1	.2	9.0	18.3
9	453.8	60.0	46.8	68.1	267.1	252.3	.1	.1	5.2	9.3
MEST 4										
1	1650.0	234.9	46.8	247.5	972.7	370.2	.3	14.6	185.9	.0
2	1650.0	234.9	46.8	247.5	968.6	370.2	.0	31.6	290.5	.0
3	50.0	.0	46.8	7.5	29.6	46.6	.0	.6	8.3	.0
4	1650.0	234.9	46.8	247.5	974.9	370.2	.0	14.0	166.0	.0
5	1650.0	234.9	46.8	247.5	973.7	370.2	.0	12.6	176.2	.0
6	710.0	60.0	46.8	106.5	418.6	250.4	.0	.8	22.1	4.4
7	50.0	.0	46.8	7.5	30.1	44.3	.0	.0	1.2	2.0
8	1650.0	234.9	46.8	247.5	985.7	370.2	.2	.4	19.9	39.5
9	710.0	60.0	46.8	106.5	417.8	250.4	.1	.1	9.5	15.9
MEST 5										
1	2493.0	234.9	46.8	373.9	1469.4	370.2	.5	22.5	292.9	.0
2	2493.0	234.9	46.8	373.9	1463.1	370.2	.0	48.8	453.2	.0
3	50.0	.0	46.8	7.5	29.6	46.6	.0	.6	8.3	.0
4	2493.0	234.9	46.8	373.9	1472.8	370.2	.0	21.5	258.6	.0
5	2493.0	234.9	46.8	373.9	1470.9	370.2	.0	19.4	274.6	.0
6	1480.1	60.0	46.8	222.0	872.3	250.4	.0	1.9	53.1	9.9
7	50.0	.0	46.8	7.5	30.1	44.3	.0	.0	1.2	2.0
8	2493.0	234.9	46.8	373.9	1489.1	370.2	.3	.7	30.8	60.8
9	1480.1	60.0	46.8	222.0	870.6	250.4	.2	.3	22.5	35.8

Bijlage E Balansposten PHOSOL 1985

Met PHOSOL berekende balansposten (in kg P2O5/ha/jaar) bij verschillende mestgiftten voor het jaar 1985 (verklaring termen in bijlage C).

PLOT	DMEST	KMEST	DESNET	ADSNET	PRECl	OPN	TAFS	TSDR	TRDR	TUIT
MEST 1										
1	132.30	15.80	8.75	61.02	.00	99.80	.01	.15	1.58	-.01
2	132.30	15.80	9.30	59.65	.00	99.80	.00	.51	1.98	-.16
3	9.10	.00	.01	5.92	.00	7.69	.00	.05	.23	-.01
4	132.30	15.80	9.06	61.32	.00	99.80	.00	.22	1.06	-.01
5	132.30	15.80	8.75	61.83	.00	99.80	.00	.22	1.40	-.01
6	132.30	15.40	10.41	107.73	.00	72.90	.00	.01	.44	.24
7	9.10	.00	.03	6.29	.00	7.59	.00	.00	.02	.07
8	132.30	15.80	8.51	62.49	.00	99.80	.01	.00	.03	.15
9	132.30	15.40	11.26	108.22	.00	72.90	.05	.00	.07	.20
MEST 2										
1	267.91	15.80	.00	181.76	.00	99.80	.04	.35	3.74	-.01
2	267.91	15.80	.00	177.55	.00	99.80	.00	1.19	4.71	-.16
3	9.10	.00	.01	5.92	.00	7.69	.00	.05	.23	-.01
4	267.91	15.80	.00	181.08	.00	99.80	.00	.49	2.34	-.01
5	267.91	15.80	.00	183.00	.00	99.80	.00	.49	3.31	-.01
6	267.91	15.40	6.03	219.01	.00	72.90	.00	.02	.75	.40
7	9.10	.00	.03	6.29	.00	7.59	.00	.00	.02	.07
8	267.91	15.80	.00	183.27	.00	99.80	.03	.00	.06	.26
9	267.91	15.40	6.32	220.28	.00	72.90	.10	.00	.10	.32
MEST 3										
1	349.01	15.80	.00	262.29	.00	99.80	.05	.47	5.01	-.01
2	349.01	15.80	.00	255.56	.00	99.80	.00	1.61	6.47	-.16
3	9.10	.00	.01	5.92	.00	7.69	.00	.05	.23	-.01
4	349.01	15.80	.00	261.27	.00	99.80	.00	.65	3.10	-.01
5	349.01	15.80	.00	263.88	.00	99.80	.00	.64	4.43	-.01
6	349.01	15.40	4.20	294.39	.00	72.90	.00	.02	.94	.51
7	9.10	.00	.03	6.29	.00	7.59	.00	.00	.02	.07
8	349.01	15.80	.00	264.12	.00	99.80	.04	.00	.07	.32
9	349.01	15.40	4.93	295.31	.00	72.90	.13	.00	.13	.40
MEST 4										
1	714.02	15.80	.00	612.27	.00	99.80	.12	1.04	11.46	-.01
2	714.02	15.80	.51	297.28	.00	99.80	.00	8.74	26.08	-.16
3	9.10	.00	.01	5.92	.00	7.69	.00	.05	.23	-.01
4	714.02	15.80	.88	357.61	.00	99.80	.00	3.63	9.33	-.01
5	714.02	15.80	1.05	432.12	.00	99.80	.00	3.28	11.81	-.01
6	714.02	15.40	3.22	508.95	5.33	72.90	.00	.05	1.76	.95
7	9.10	.00	.03	6.29	.00	7.59	.00	.00	.02	.07
8	714.02	15.80	.00	627.76	.00	99.80	.10	.00	.13	.60
9	714.02	15.40	.27	593.12	.00	72.90	.31	.00	.23	.72
MEST 5										
1	1079.17	15.80	1.19	576.08	85.91	99.80	.37	4.70	46.99	-.01
2	1079.17	15.80	5.37	471.66	91.09	99.80	.00	17.23	95.44	-.16
3	9.10	.00	.01	5.92	.00	7.69	.00	.05	.23	-.01
4	1079.17	15.80	4.58	576.33	125.98	99.80	.00	6.26	34.11	-.01
5	1079.17	15.80	2.20	625.69	91.40	99.80	.00	6.12	51.69	-.01
6	1079.17	15.40	8.74	706.52	69.53	72.90	.00	.11	4.16	2.23
7	9.10	.00	.03	6.29	.00	7.59	.00	.00	.02	.07
8	1079.17	15.80	.00	803.36	.00	99.80	.23	.00	.19	.88
9	1079.17	15.40	7.16	741.36	76.55	72.90	.48	.00	.42	1.41

Bijlage F Balansposten PHOSOL 1978

Met PHOSOL berekende balansposten (in kg P2O5/ha/jaar) bij verschillende mestgiften voor het jaar 1978 (verklaring termen in bijlage C).

PLOT	DMEST	KMEST	DESNET	ADSNET	PREC1	OPN	TAFS	TSDR	TRDR	TUIT
MEST 1										
1	132.30	15.80	1.88	57.68	.00	99.80	.00	.25	1.29	-.01
2	132.30	15.80	2.37	59.70	.00	99.80	.00	.61	1.85	-.16
3	9.10	.00	.01	5.74	.00	7.91	.00	.08	.23	-.01
4	132.30	15.80	2.44	57.68	.00	99.80	.00	.34	.92	-.01
5	132.30	15.80	2.23	57.71	.00	99.80	.00	.52	.97	-.01
6	132.30	15.40	6.30	109.89	.00	71.26	.00	.01	.25	.11
7	9.10	.00	.02	6.24	.00	7.80	.00	.00	.00	.01
8	132.30	15.80	1.61	61.65	.00	99.80	.01	.00	.01	.03
9	132.30	15.40	6.82	110.04	.00	72.90	.08	.00	.02	.04
MEST 2										
1	267.91	15.80	.00	177.31	.00	99.80	.02	.53	2.86	-.01
2	267.91	15.80	.00	180.61	.00	99.80	.00	1.32	4.08	-.16
3	9.10	.00	.01	5.74	.00	7.91	.00	.08	.23	-.01
4	267.91	15.80	.00	175.40	.00	99.80	.00	.72	1.84	-.01
5	267.91	15.80	.00	175.50	.00	99.80	.00	1.10	1.92	-.01
6	267.91	15.40	.93	229.36	.00	72.90	.00	.01	.38	.16
7	9.10	.00	.02	6.24	.00	7.80	.00	.00	.00	.01
8	267.91	15.80	.00	183.24	.00	99.80	.04	.00	.01	.04
9	267.91	15.40	1.03	227.95	.00	72.90	.13	.00	.02	.05
MEST 3										
1	349.01	15.80	.00	256.35	.00	99.80	.02	.70	3.79	-.01
2	349.01	15.80	.00	260.59	.00	99.80	.00	1.75	5.43	-.16
3	9.10	.00	.01	5.74	.00	7.91	.00	.08	.23	-.01
4	349.01	15.80	.00	253.70	.00	99.80	.00	.95	2.39	-.01
5	349.01	15.80	.00	253.90	.00	99.80	.00	1.45	2.48	-.01
6	349.01	15.40	.00	303.63	.00	72.90	.01	.02	.46	.19
7	9.10	.00	.02	6.24	.00	7.80	.00	.00	.00	.01
8	349.01	15.80	.00	264.04	.00	99.80	.05	.00	.01	.05
9	349.01	15.40	.00	302.06	.00	72.90	.16	.00	.03	.06
MEST 4										
1	714.02	15.80	.00	610.76	.00	99.80	.05	1.47	8.08	-.01
2	714.02	15.80	.00	609.00	.00	99.80	.00	3.76	12.39	-.16
3	9.10	.00	.01	5.74	.00	7.91	.00	.08	.23	-.01
4	714.02	15.80	.00	605.05	.00	99.80	.00	1.98	4.87	-.01
5	714.02	15.80	.00	606.18	.00	99.80	.00	3.02	5.01	-.01
6	714.02	15.40	.00	653.17	.00	72.90	.01	.03	.81	.32
7	9.10	.00	.02	6.24	.00	7.80	.00	.00	.00	.01
8	714.02	15.80	.00	627.42	.00	99.80	.12	.00	.02	.08
9	714.02	15.40	.00	653.18	.00	72.90	.28	.00	.05	.11
MEST 5										
1	1079.17	15.80	.00	967.52	.00	99.80	.07	2.26	12.69	-.01
2	1079.17	15.80	.00	943.99	.00	99.80	.00	6.41	20.27	-.16
3	9.10	.00	.01	5.74	.00	7.91	.00	.08	.23	-.01
4	1079.17	15.80	.00	956.06	.00	99.80	.00	3.03	7.46	-.01
5	1079.17	15.80	.00	959.03	.00	99.80	.00	4.60	7.65	-.01
6	1079.17	15.40	.00	1011.97	.00	72.90	.01	.05	1.15	.45
7	9.10	.00	.02	6.24	.00	7.80	.00	.00	.00	.01
8	1079.17	15.80	.00	990.30	.00	99.80	.19	.00	.03	.12
9	1079.17	15.40	.00	1013.63	.00	72.90	.40	.00	.08	.15

Bijlage G Balansposten ANIMO, 1985

Massabalans voor district 29, berekend door ANIMO volgens J. Kroes, 1991.

Gehanteerde mestgiften (kg/ha)

	dierlijke mest	kunstmest	totaal
natuur	0	0	0
grasland	308	235	543
maïsland	1285	60	1346

Totaal balans (58829 hectare)

Nitraat in ton N, tussen haakjes in kg/ha

Input		Output	
nitrification	16678 (284)	crop uptake	10799 (184)
additions	2515 (43)	denitrification	4370 (74)
deposition, wet	353 (6)	leakage	1128 (19)
deposition, dry	1155 (20)	drainage	3313 (56)
infiltration	6 (0)	runoff	49 (1)
seepage	82 (1)	storage	1172 (20)
total	20788 (354)	balance dev.	0 (0)
		total	20831 (354)

Ammonium in ton N, tussen haakjes in kg/ha

Input		Output	
mineralization	9608 (163)	crop uptake	179 (3)
additions	6797 (116)	nitrification	16678 (284)
deposition, wet	1184 (20)	leakage	17 (0)
deposition, dry	799 (14)	drainage	111 (2)
infiltration	0 (0)	runoff	32 (1)
seepage	57 (1)	volatilization	1208 (21)
total	18445 (314)	storage (+incr)	215 (4)
		balance dev.	7 (0)
		total	18448 (314)

Balans natuurplots (36376 hectare)

Nitraat in ton N, tussen haakjes in kg/ha

Input		Output	
nitrification	3950 (109)	crop uptake	2681 (74)
additions	0 (0)	denitrification	1531 (42)
deposition, wet	218 (6)	leakage	0 (0)
deposition, dry	728 (20)	drainage	420 (12)
infiltration	3 (0)	runoff	6 (0)
seepage	51 (1)	storage	335 (9)
		balance dev.	0 (0)
total	4950 (136)	total	4973 (137)

Ammonium in ton N, tussen haakjes in kg/ha

Input		Output	
mineralization	2797 (77)	crop uptake	47 (1)
additions	0 (0)	nitrification	3950 (109)
deposition, wet	728 (20)	leakage	9 (0)
deposition, dry	546 (15)	drainage	60 (2)
infiltration	0 (0)	runoff	2 (0)
seepage	36 (1)	volatilization	0 (0)
		storage (+incr)	36 (1)
total	4106 (113)	balance dev.	0 (0)
		total	4105 (113)

Balans graslandplots (20632 hectare)

Nitraat in ton N, tussen haakjes in kg/ha

Input		Output	
nitrification	10641 (516)	crop uptake	7664 (371)
additions	2435 (118)	denitrification	2688 (130)
deposition, wet	124 (6)	leakage	477 (23)
deposition, dry	413 (20)	drainage	2262 (110)
infiltration	2 (0)	runoff	38 (2)
seepage	31 (1)	storage	534 (26)
		balance dev.	0 (0)
total	13644 (661)	total	13663 (662)

Ammonium in ton N, tussen haakjes in kg/ha

Input			Output		
mineralization	5925	(287)	crop uptake	128	(6)
additions	5241	(254)	nitrification	10641	(516)
deposition, wet	418	(20)	leakage	6	(0)
deposition, dry	248	(12)	drainage	49	(2)
infiltration	0	(0)	runoff	29	(1)
seepage	22	(1)	volatilization	908	(44)
			storage (+=incr)	92	(4)
total	11853	(574)	balance dev.	5	(0)
			total	11858	(575)

Balans snijmaïs (1821 hectare)

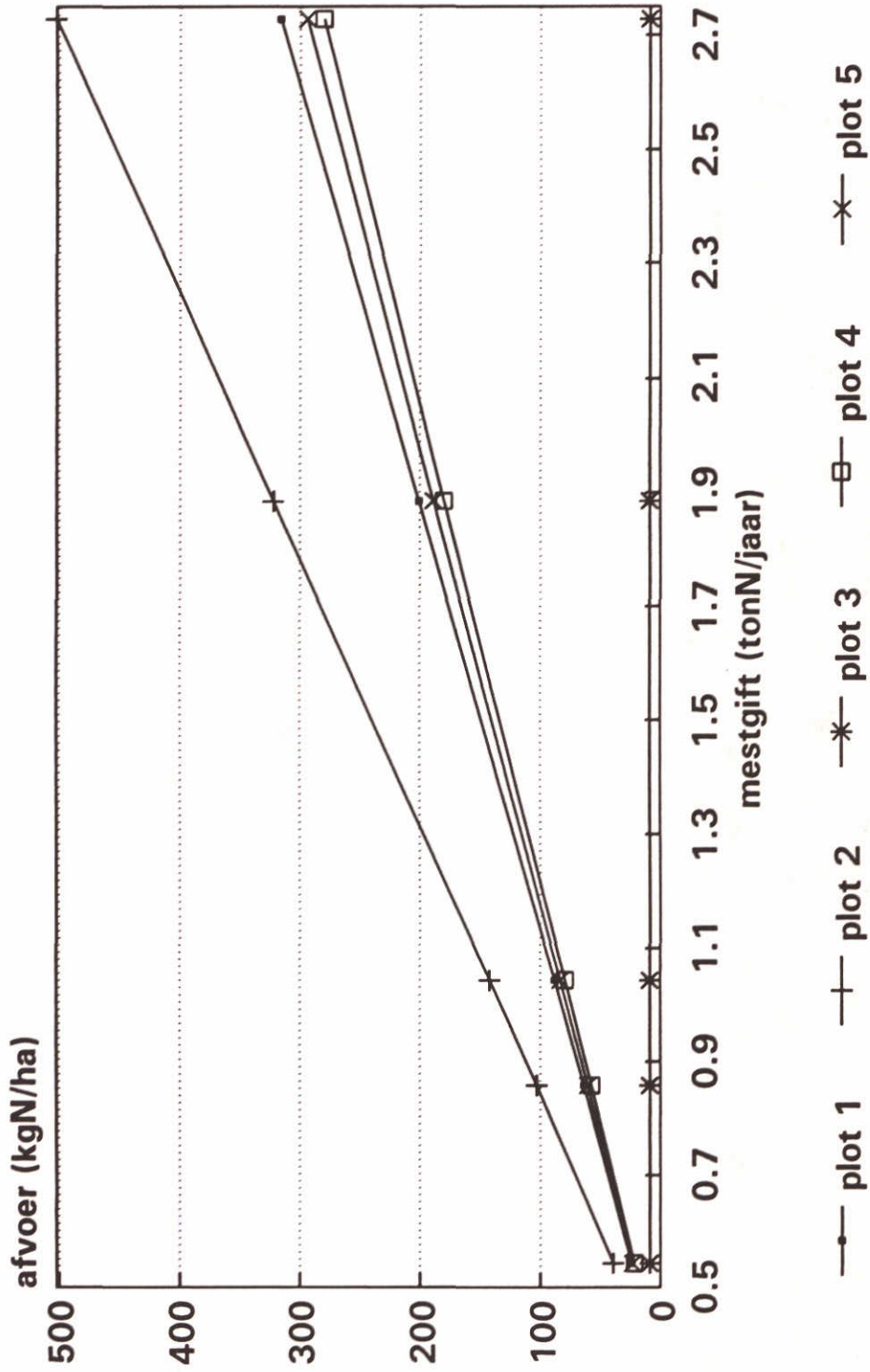
Nitraat in ton N, tussen haakjes in kg/ha

Input			Output		
nitrification	2087	(1146)	crop uptake	453	(249)
additions	80	(44)	denitrification	151	(83)
deposition, wet	11	(6)	leakage	652	(358)
deposition, dry	15	(8)	drainage	631	(347)
infiltration	1	(1)	runoff	5	(3)
seepage	0	(0)	storage	304	(167)
			balance dev.	0	(0)
total	2193	(1205)	total	2196	(1206)

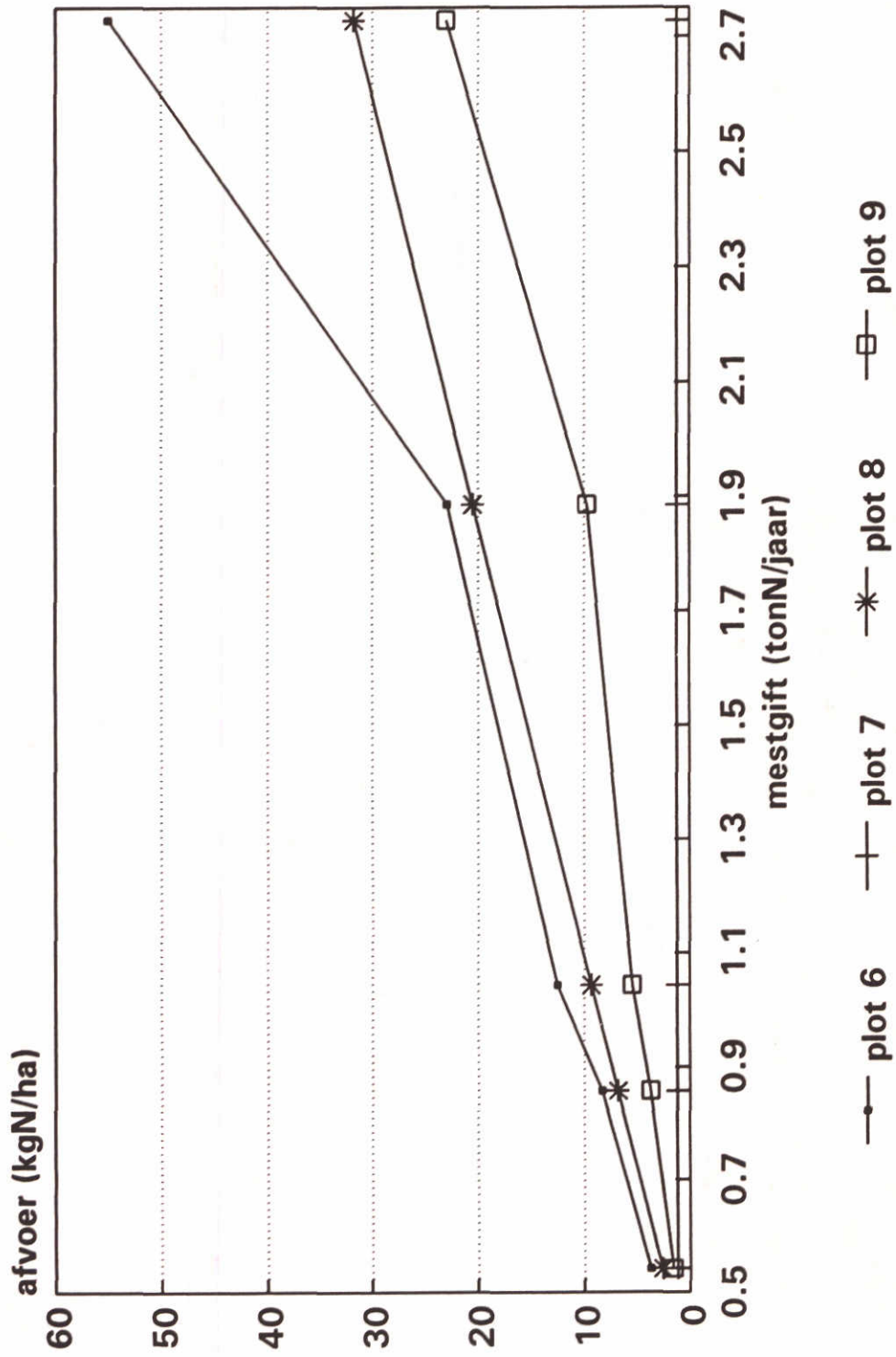
Ammonium in ton N, tussen haakjes in kg/ha

Input			Output		
mineralization	885	(486)	crop uptake	4	(2)
additions	1557	(855)	nitrification	2087	(1146)
deposition, wet	38	(21)	leakage	2	(1)
deposition, dry	5	(3)	drainage	1	(1)
infiltration	0	(0)	runoff	1	(1)
seepage	0	(0)	volatilization	300	(165)
			storage (+=incr)	87	(48)
total	2486	(1365)	balance dev.	2	(1)
			total	2484	(1364)

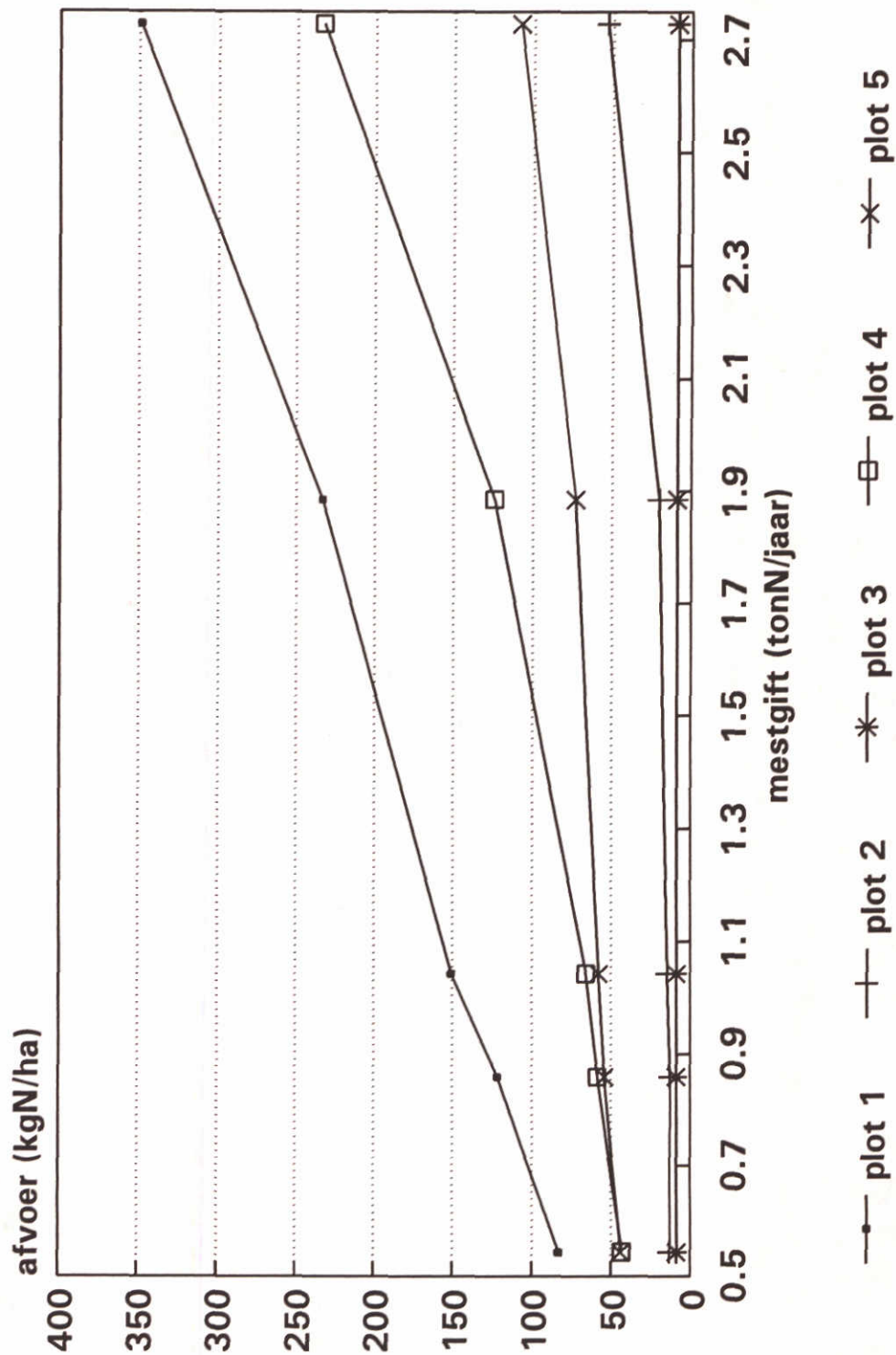
Figuur 4.1 De N-afvoer (kgN/ha) voor de laaggelegen plots, berekend met NITSOL, 1985



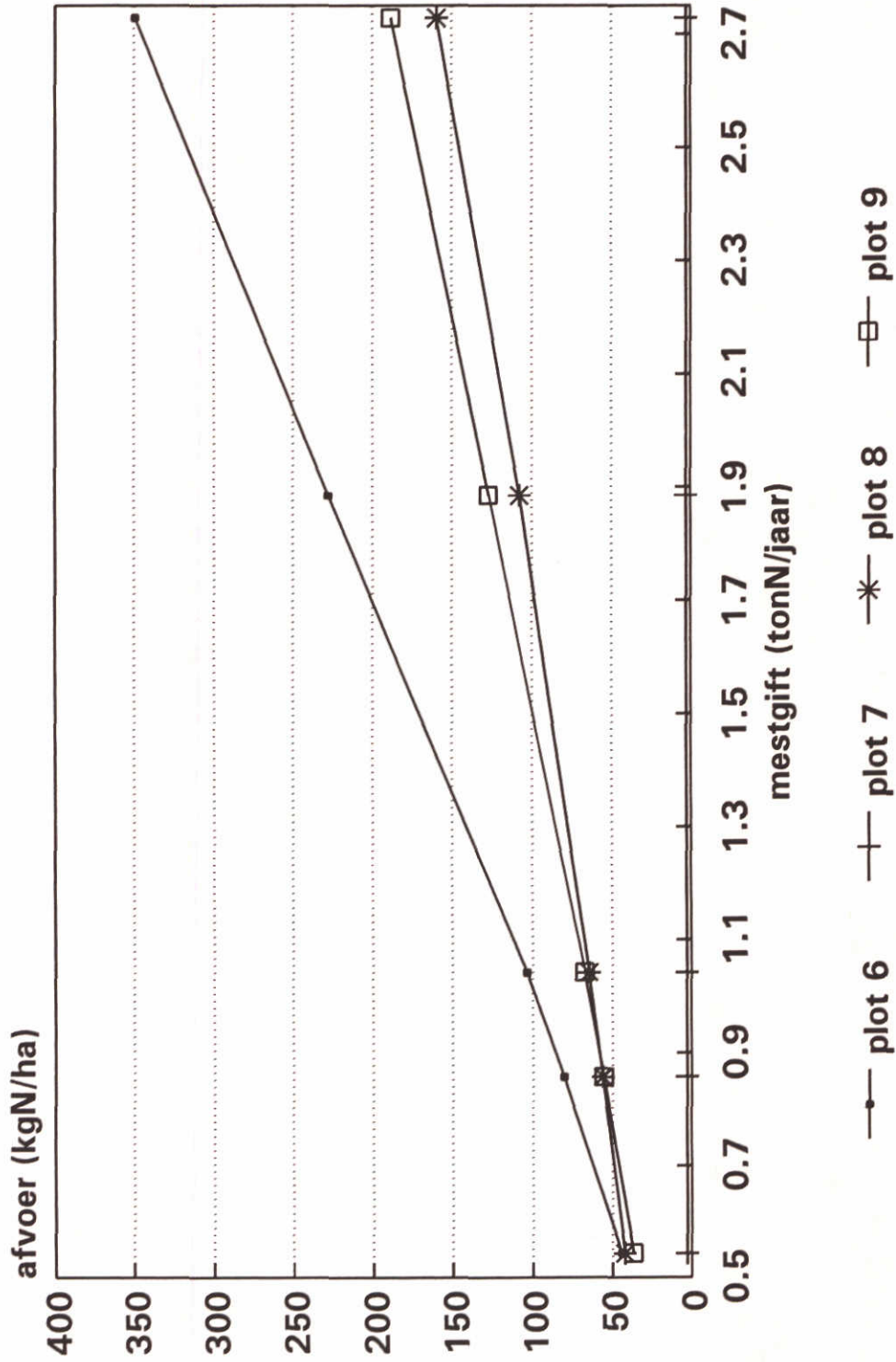
Figuur 4.2 De N-afvoer (kgN/ha) voor d
hooggelegen, berekend met NITSOL, 1985



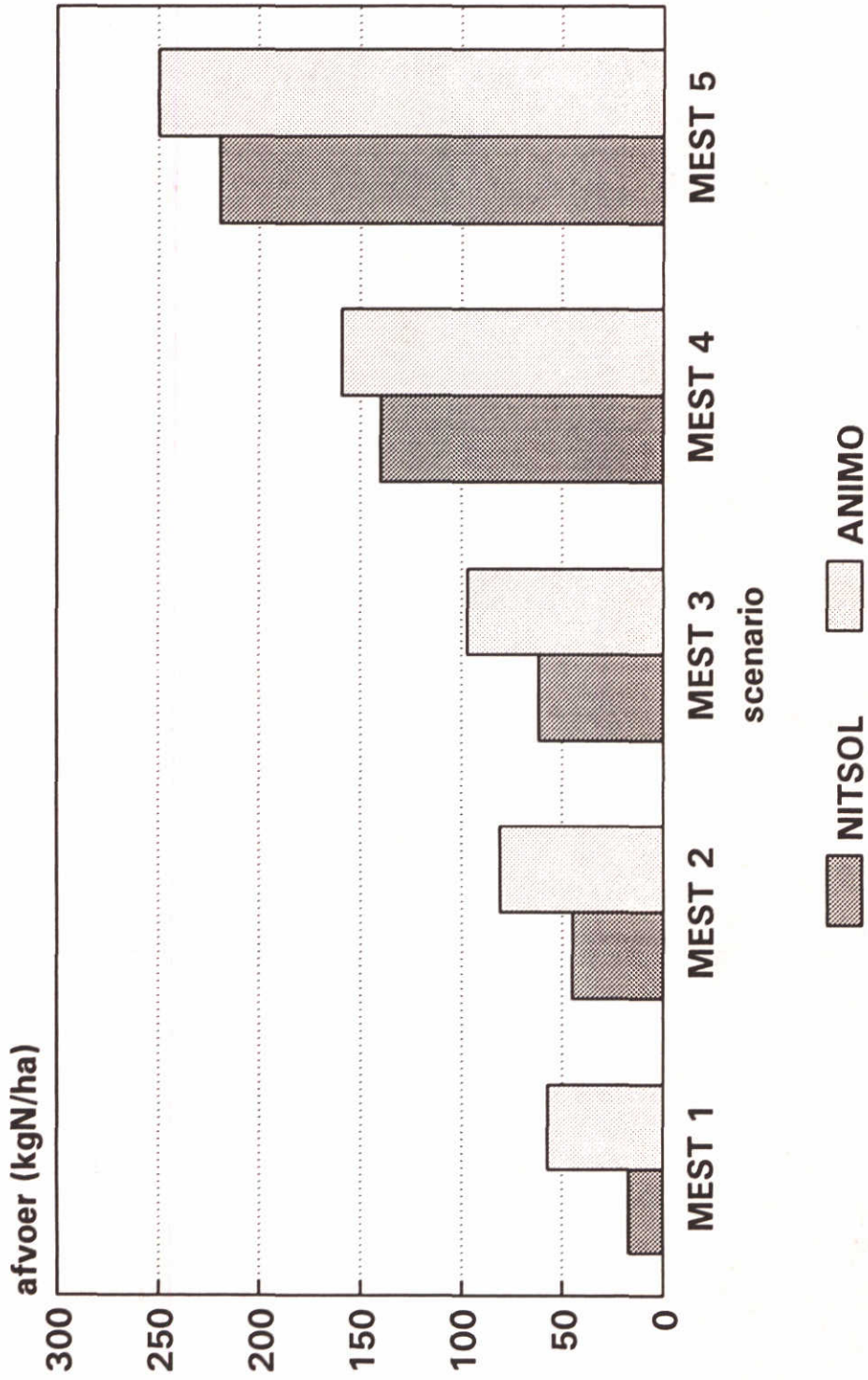
Figuur 4.3 De N-afvoer (kgN/ha) voor de laaggelegen plots, berekend met ANIMO



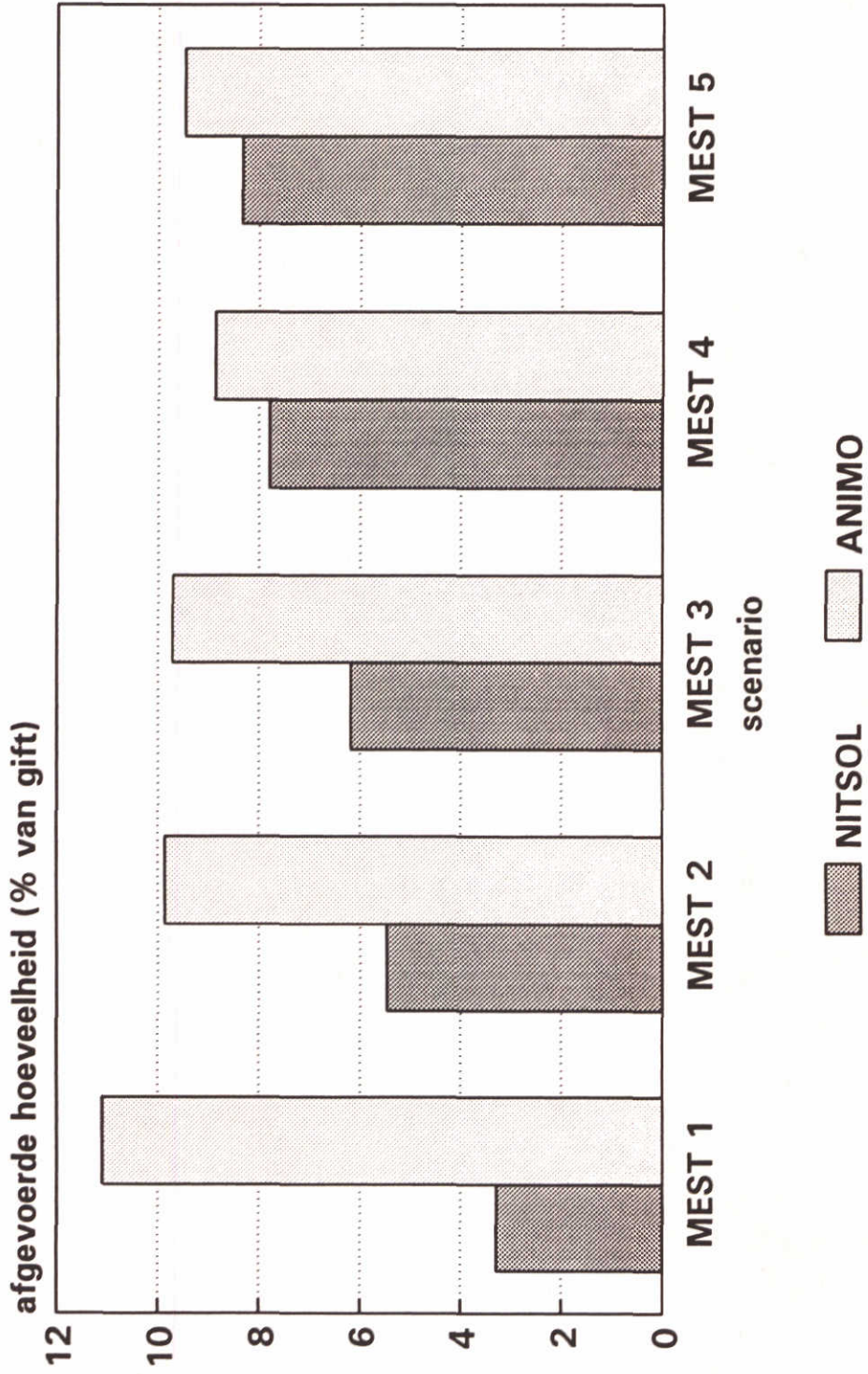
Figuur 4.4 De N-afvoer (kgN/ha) voor de hooggelegen plots berekend met ANIMO



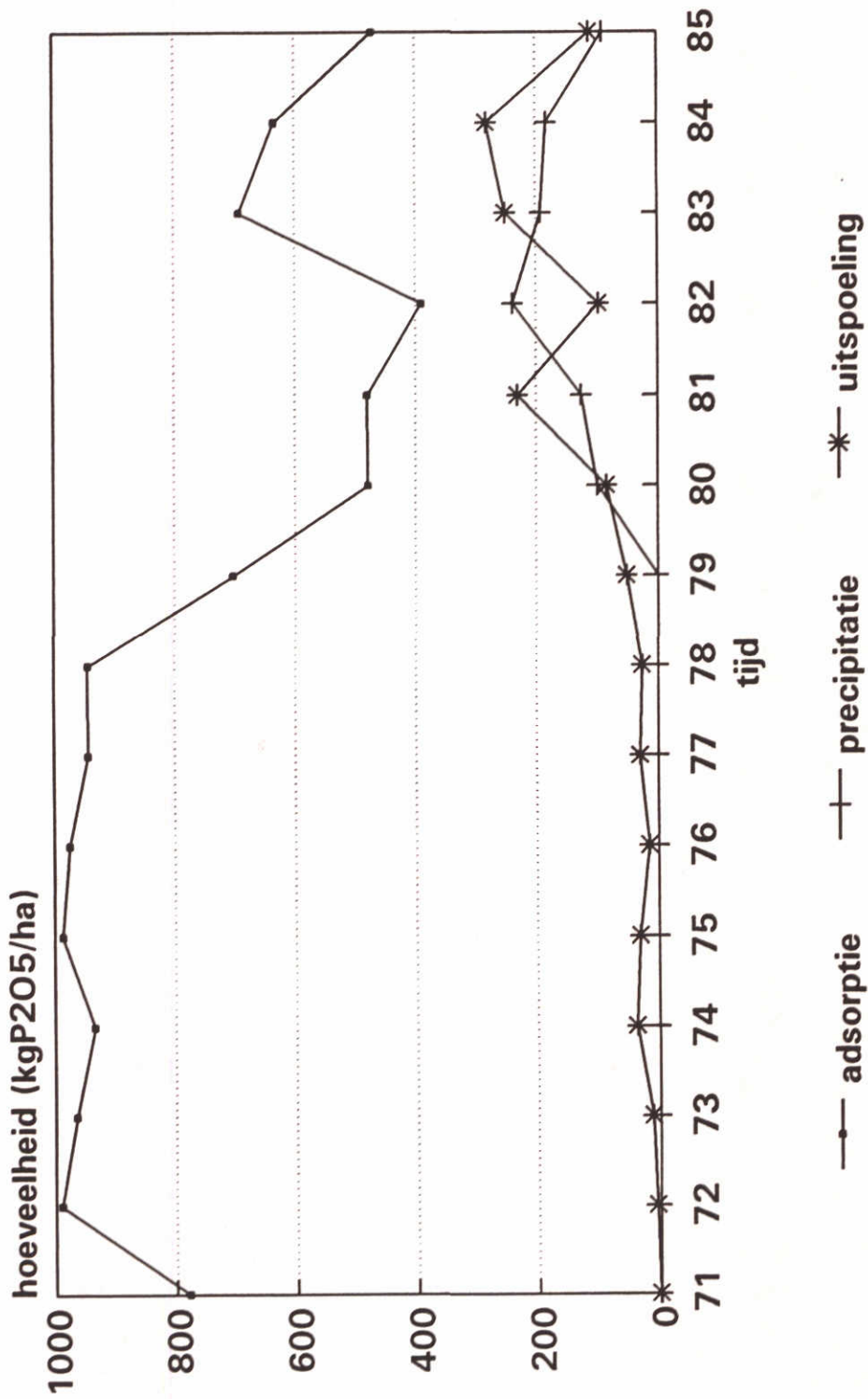
**Figuur 4.5 Afvoer in kgN/ha voor het
areaal cultuurgrond, berekend met
ANIMO en NITSOL**



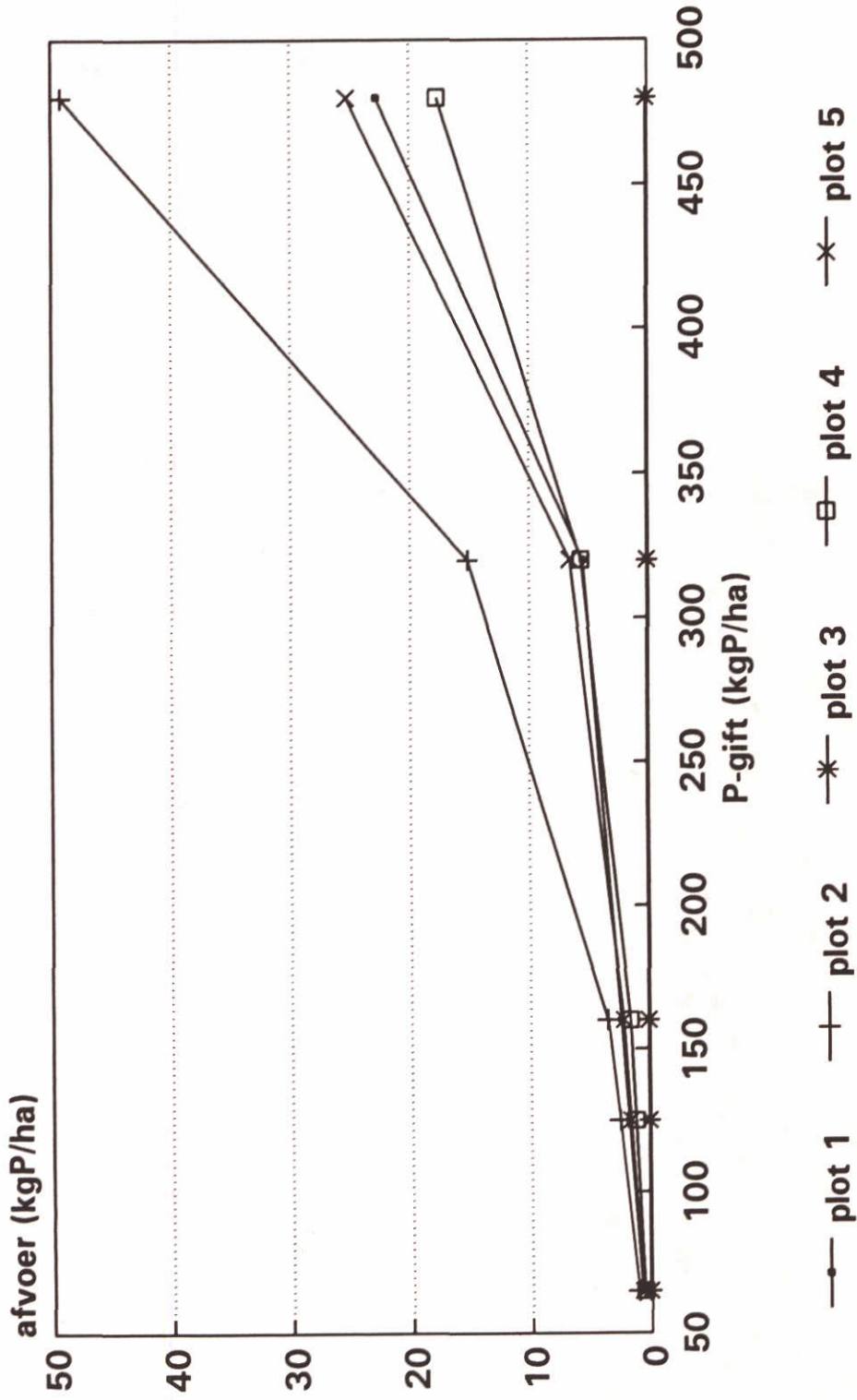
Figuur 4.6 Percentage van de totale N-gift dat is afgevoerd naar het oppervlakte water volgens ANIMO en NITSOL



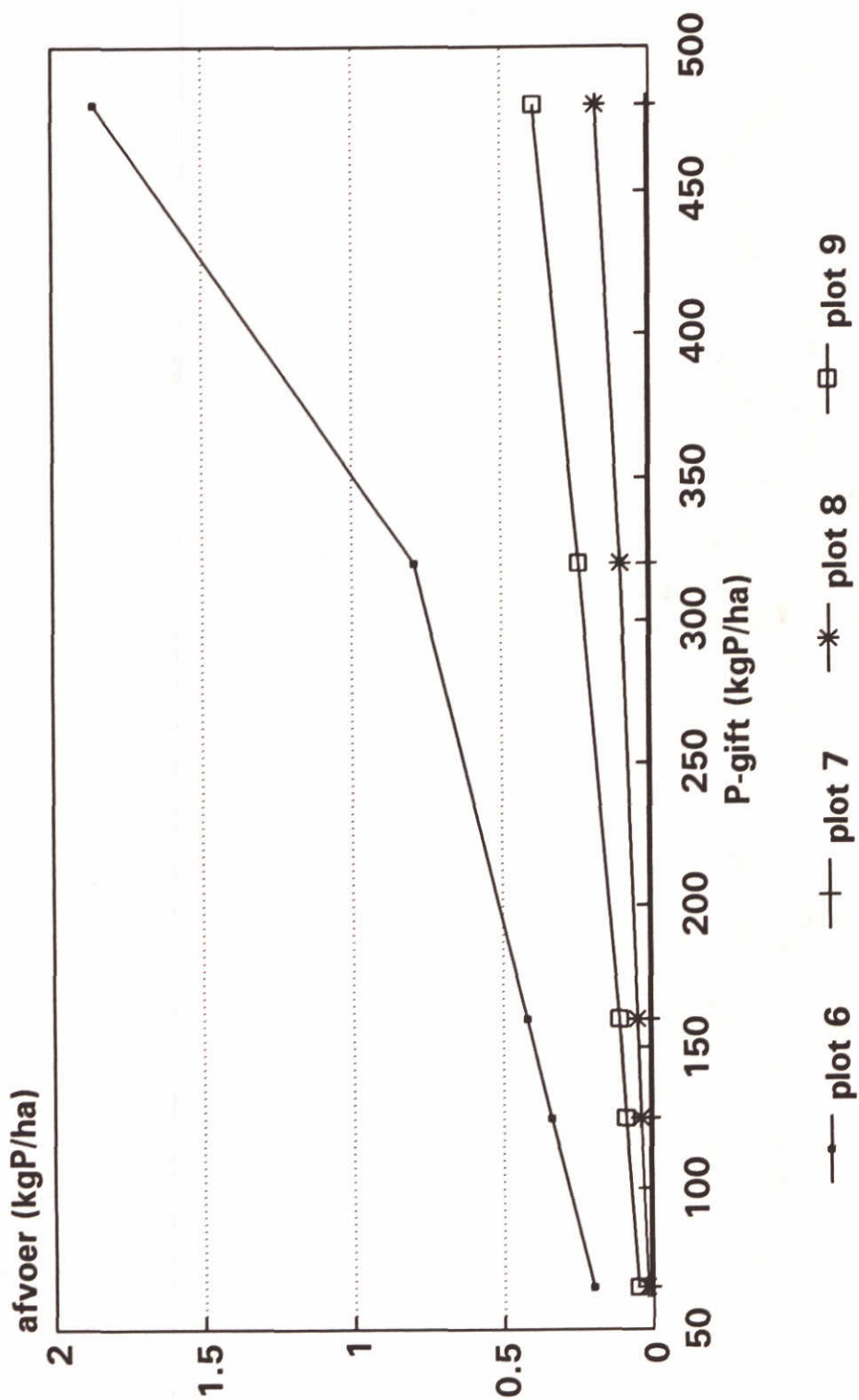
Figuur 5.1 Adsorptie, precipitatie en uitspoeling bij bemestingsniveau 5 voor plot 2 berekend met PHOSOL.



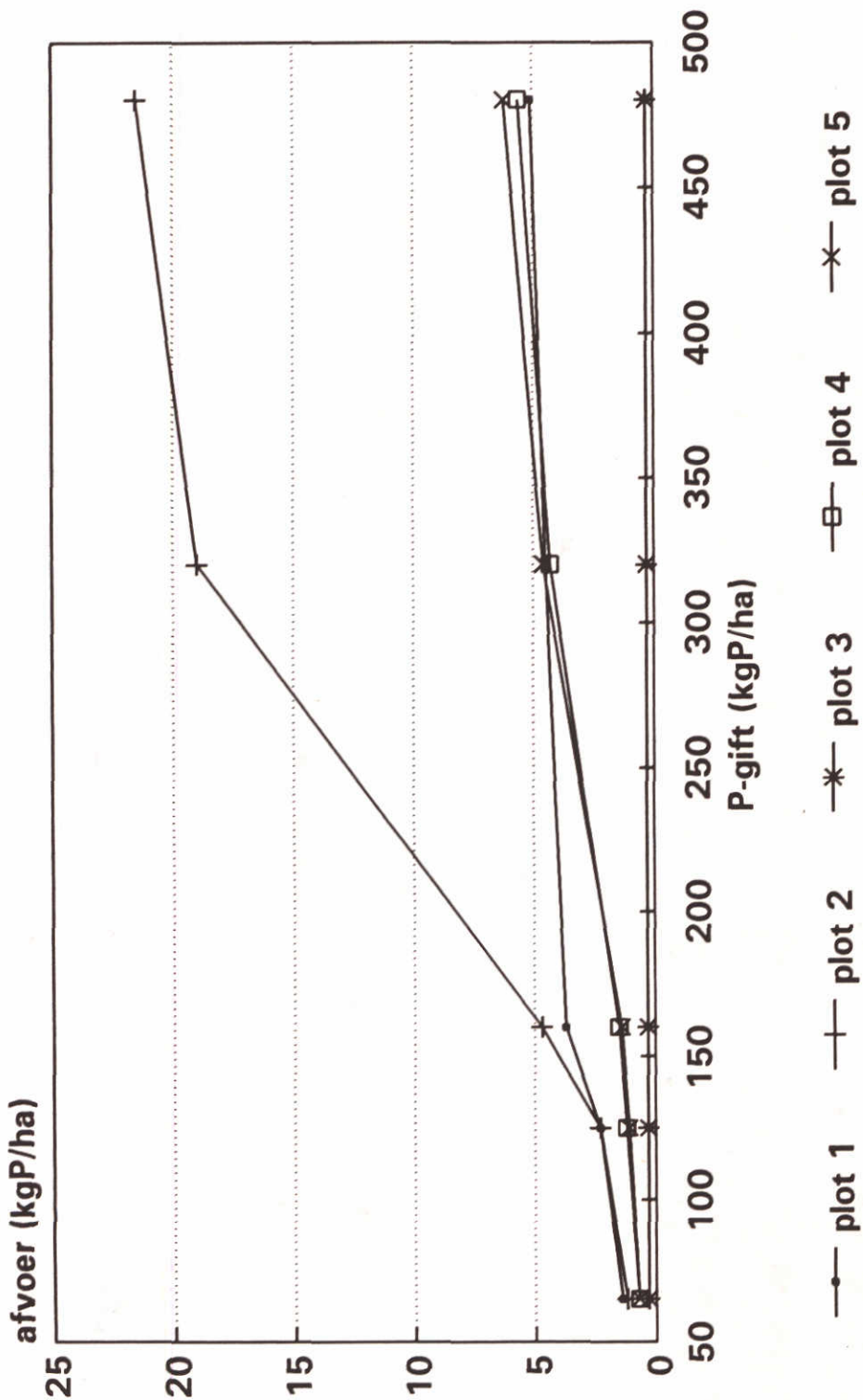
Figuur 5.2 De P-afvoer (kgP/ha) voor de laaggelegen plots voor 1985, berekend met PHOSOL



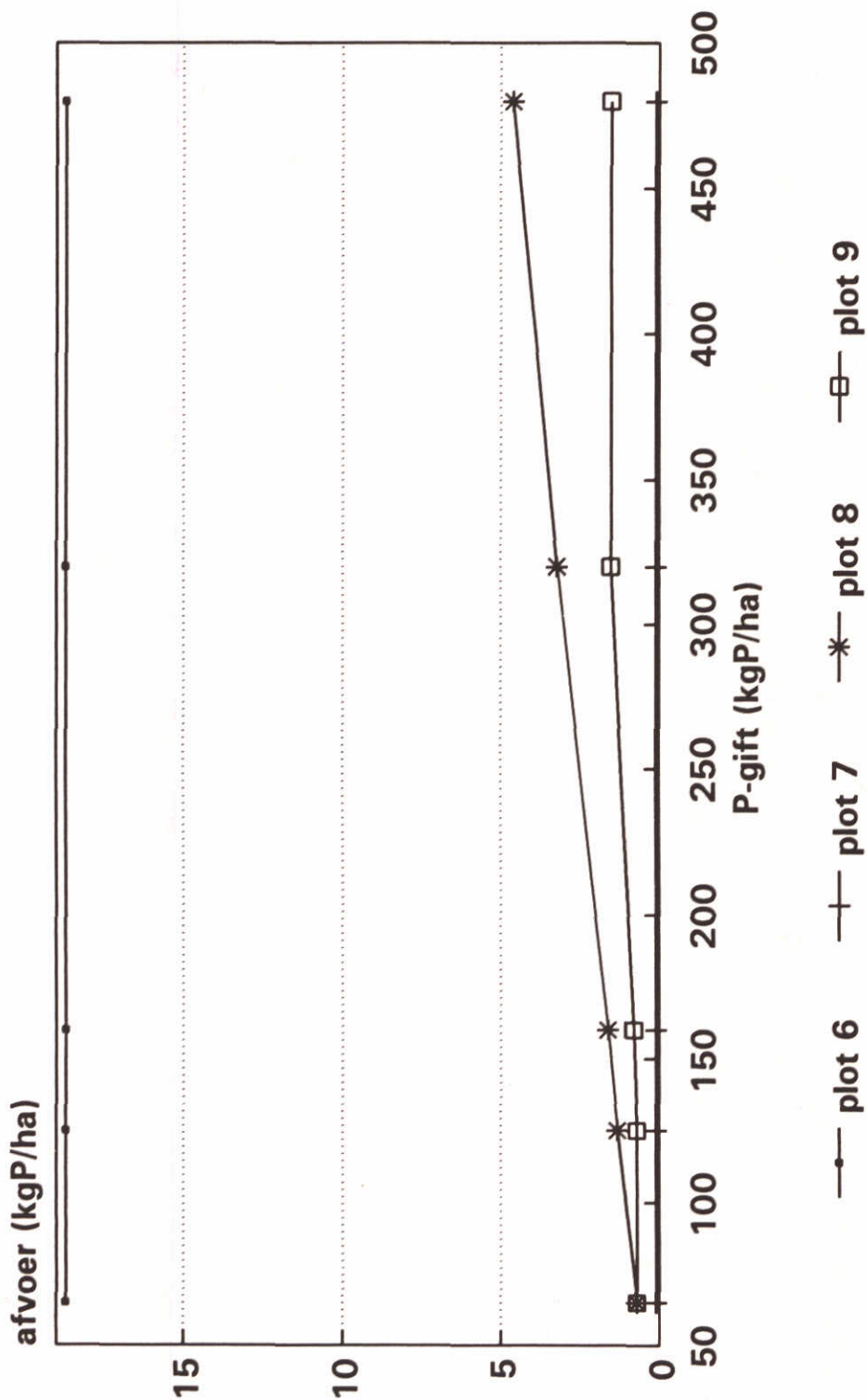
Figuur 5.3 De P-afvoer (kgP/ha) voor de
hooggelegen plots voor 1985, berekend
met PHOSOL



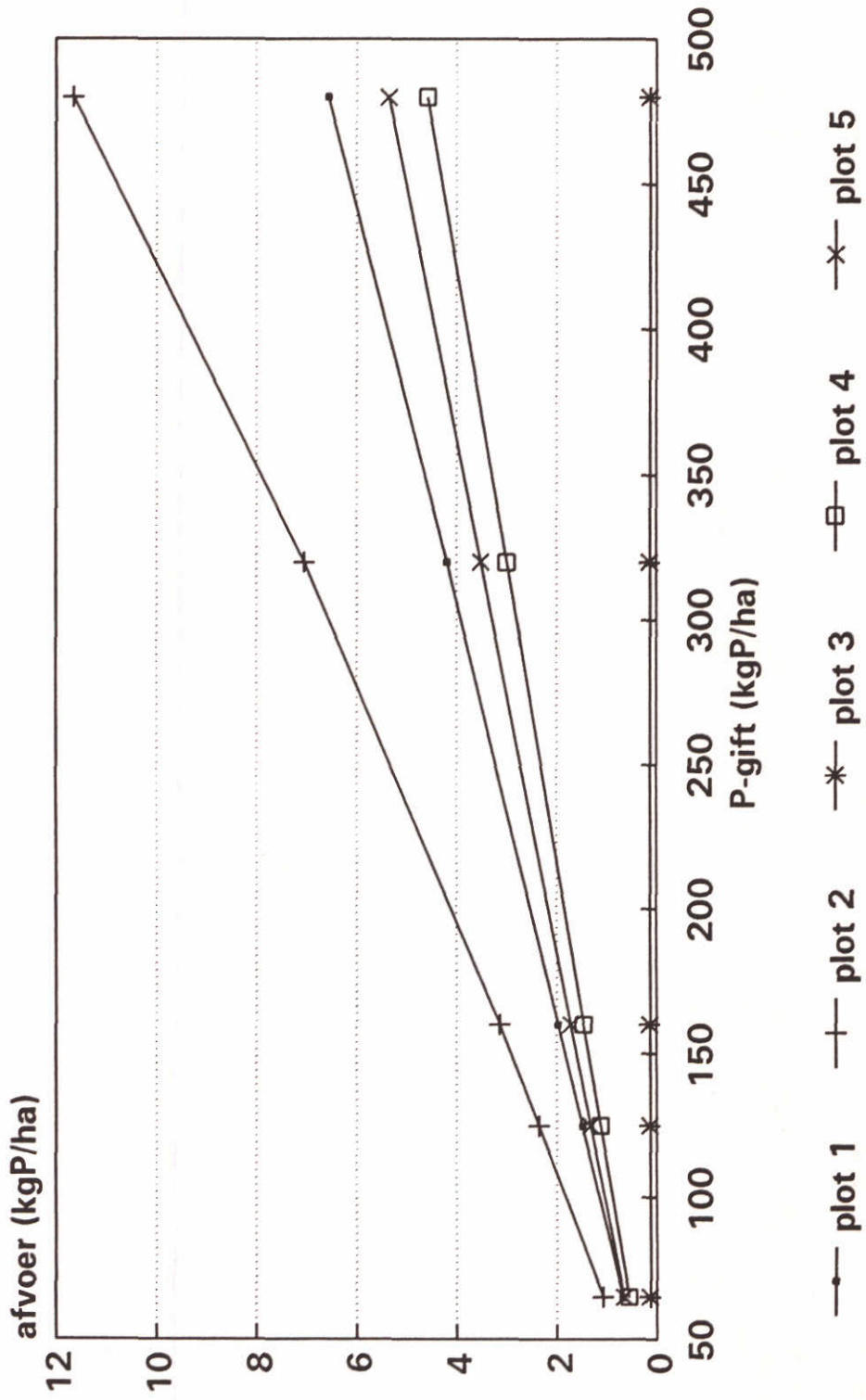
Figuur 5.4 De P-afvoer (kgP/ha) voor de laaggelegen plots, berekend met ANIMO, 0.5(Fe + Al)



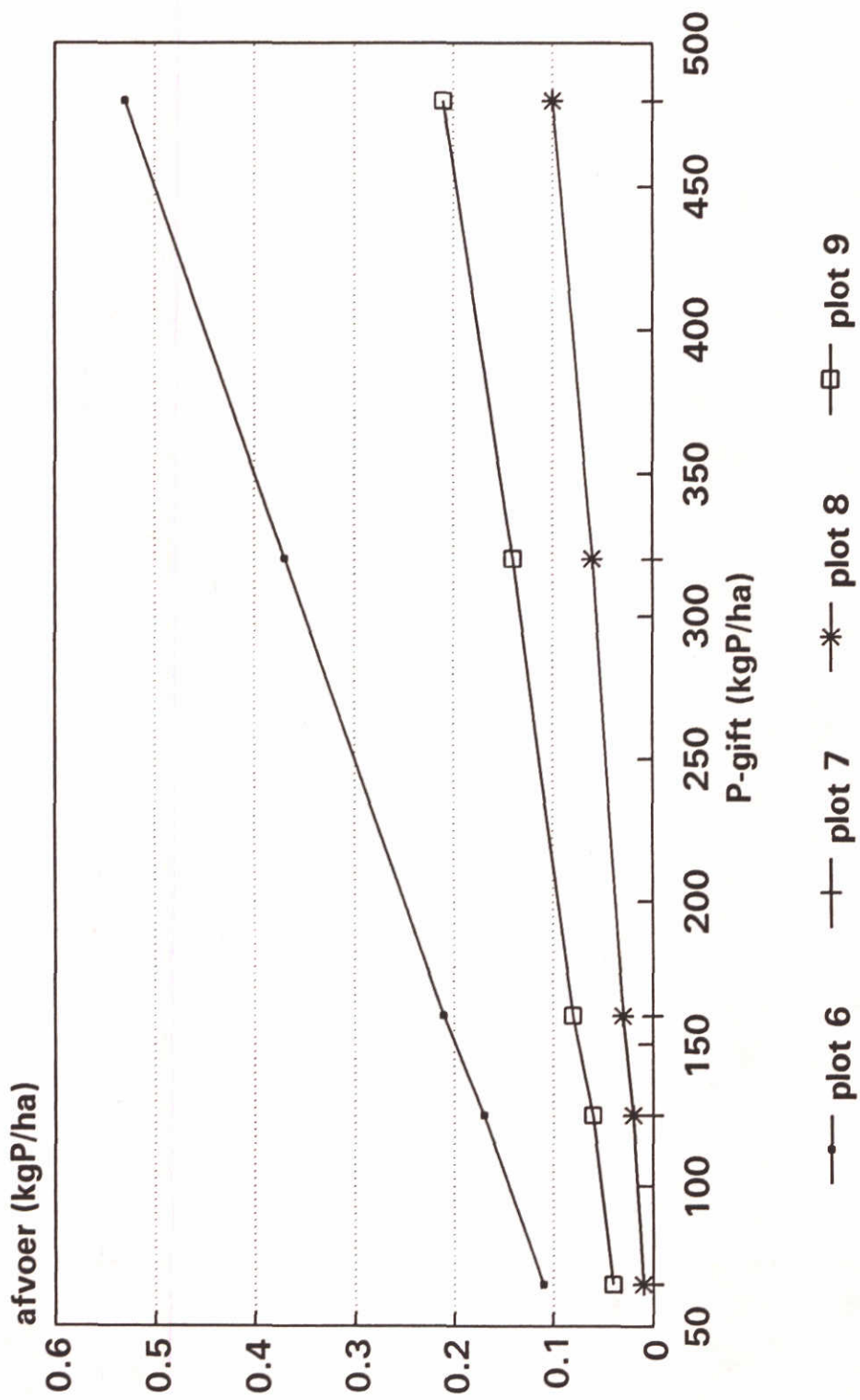
Figuur 5.5 De P-afvoer (kgP/ha) voor de
 hooggelegen plots, berekend met ANIMO,
 $0.5(\text{Fe} + \text{Al})$



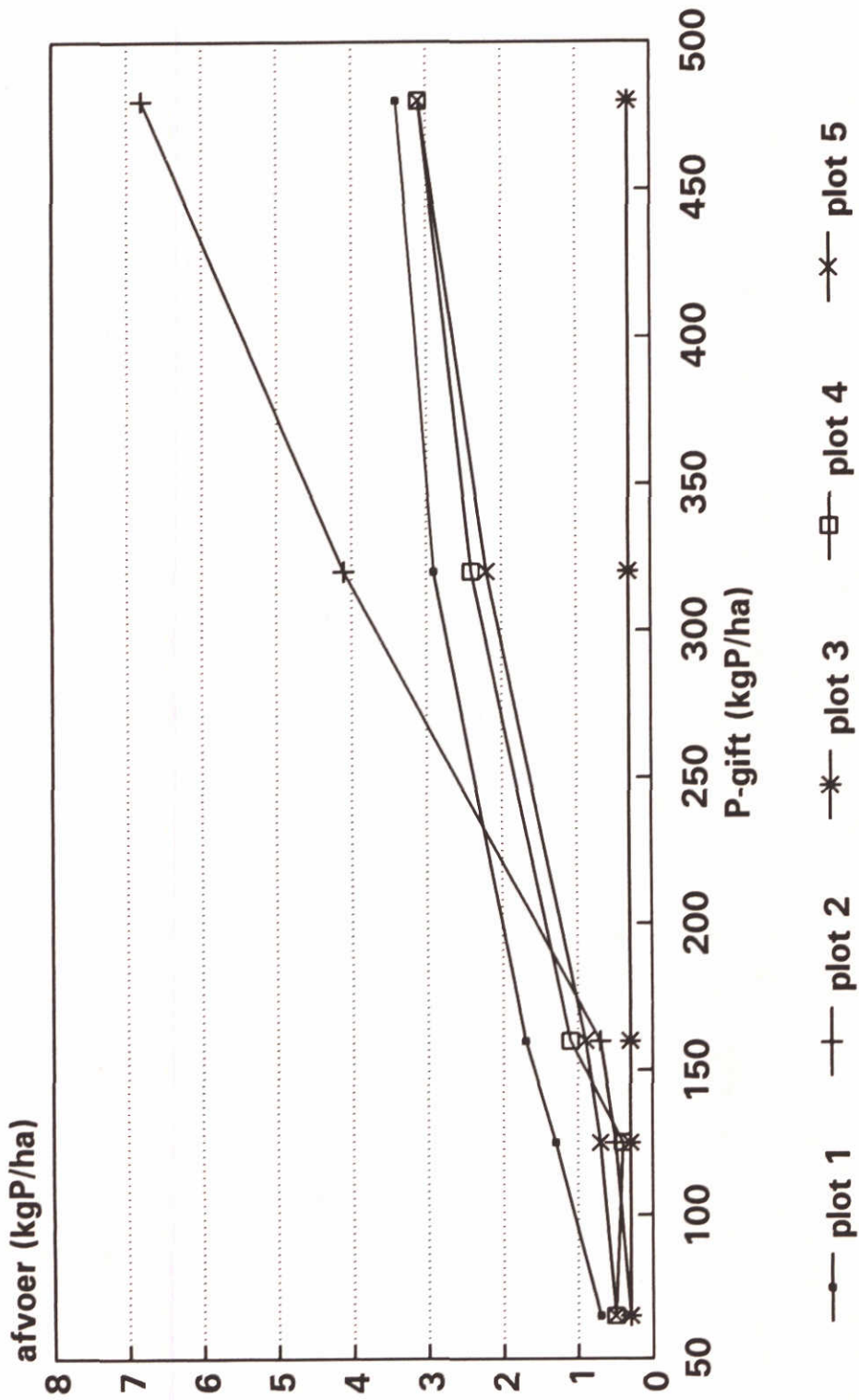
Figuur 5.6 De P-afvoer (kgP/ha) voor de laaggelegen plots voor 1978, berekend met PHOSOL.



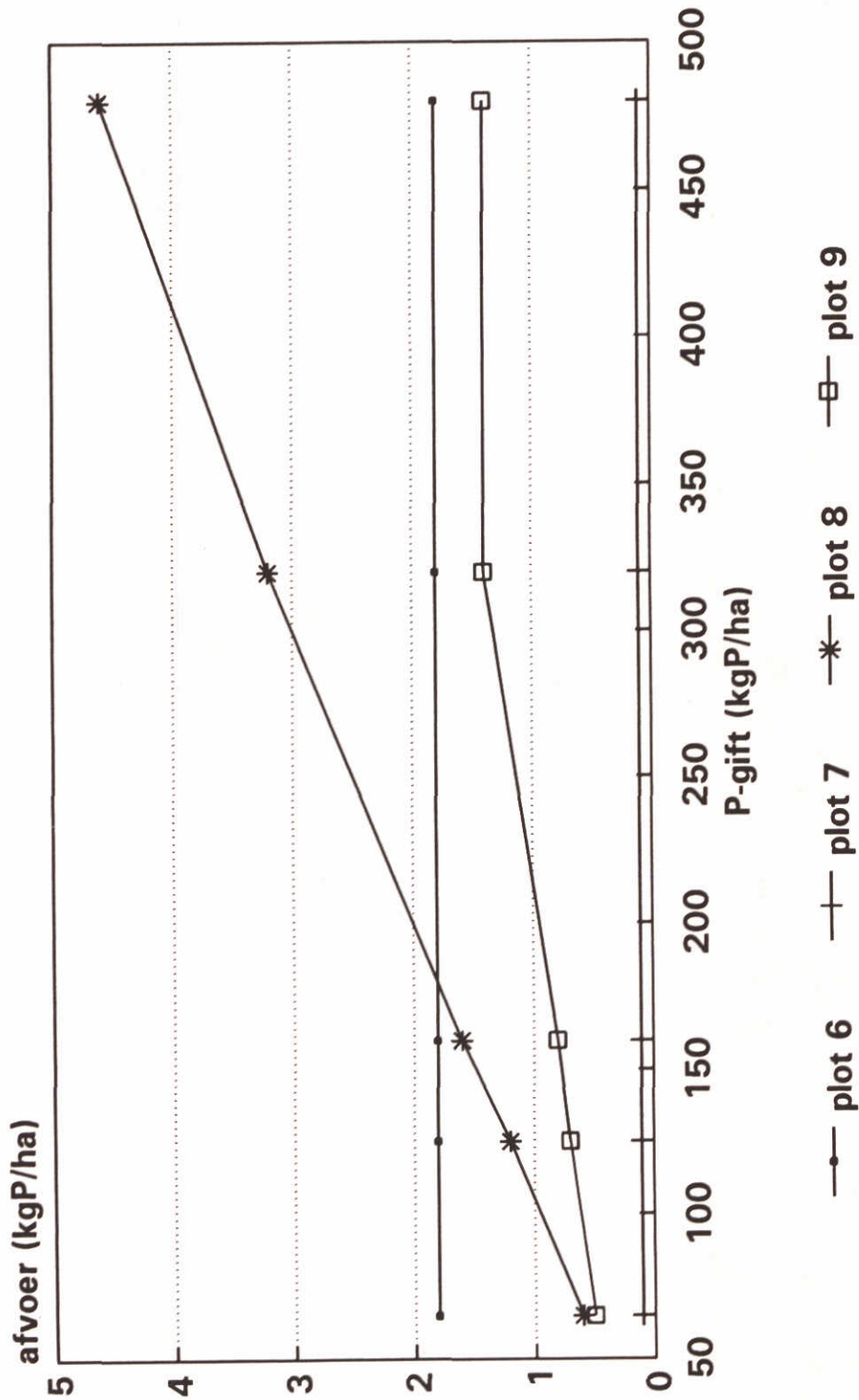
Figuur 5.7 De P-afvoer (kgP/ha) voor de
hooggelegen plots in 1978, berekend met
PHOSOL



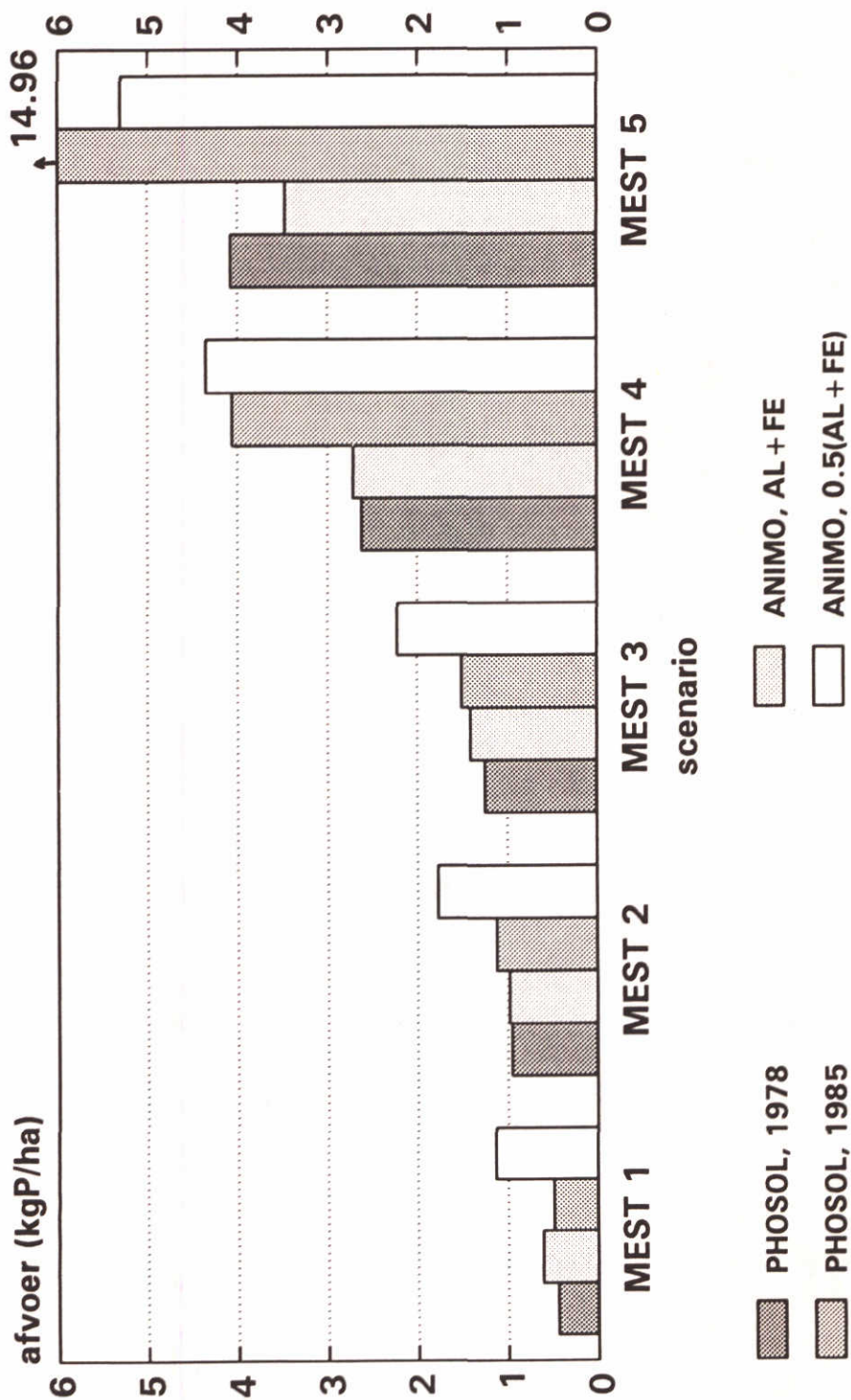
Figuur 5.8 De P-afvoer (kgP/ha) voor de laaggelegen plots, berekend met ANIMO, normaal Fe + Al



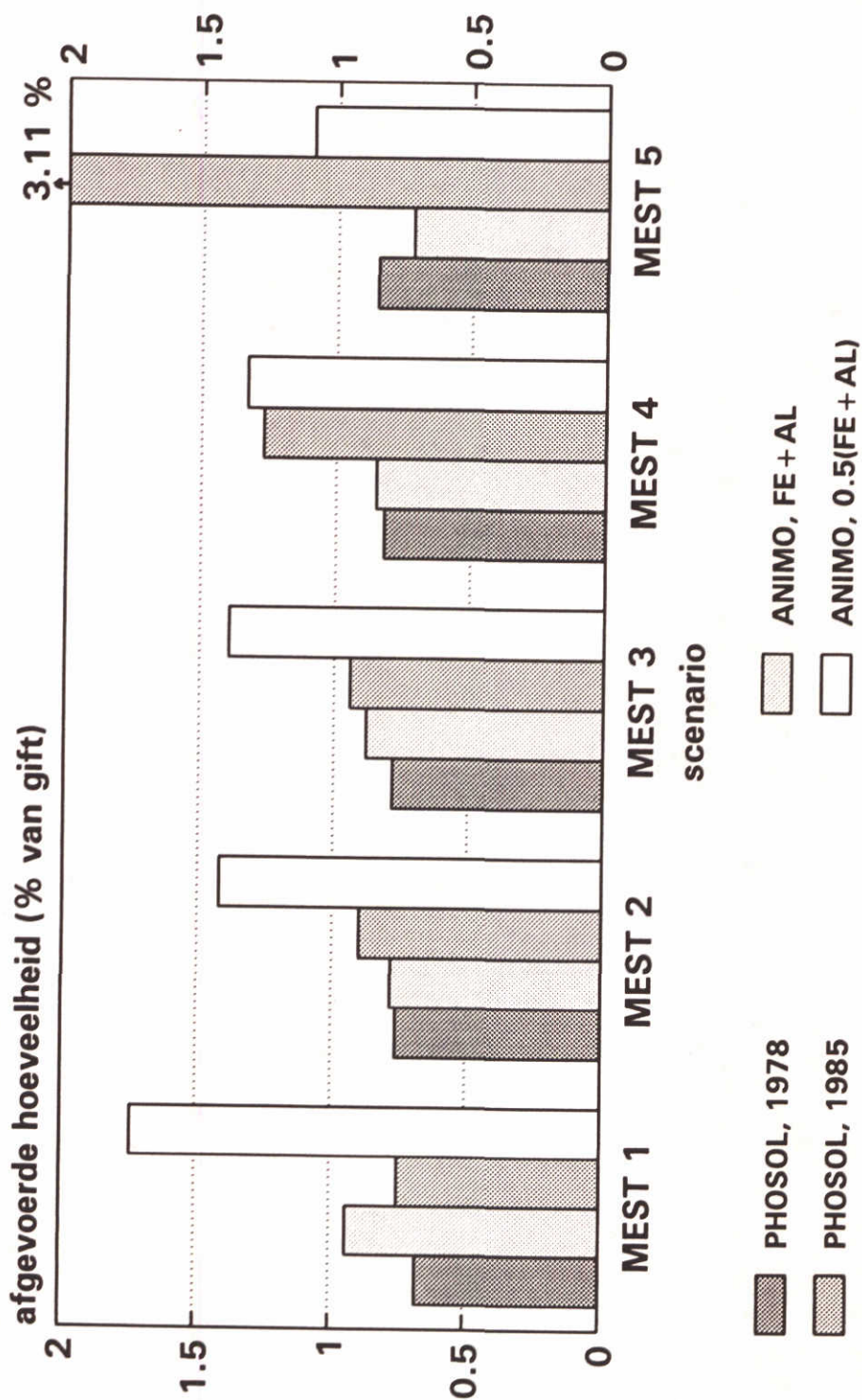
Figuur 5.9 De P-afvoer (kgP/ha) voor de
hooggelegen plots, berekend met ANIMO,
normaal Fe + Al



**Figuur 5.10 Afvoer in kgP/ha voor het
areaal cultuurgrond, berekend met
ANIMO en PHOSOL**



Figuur 5.11 Percentage van de totale P-gift dat is afgevoerd naar het oppervlakte water volgens ANIMO en PHOSOL





hoofdkantoor
Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon (015) 56 93 53
telefax (015) 61 96 74
telex 38176 hydnl

locatie 'De Voorst'
Voorsterweg 28, Marknesse
postbus 152
8300 AD Emmeloord
telefoon (05274) 29 22
telefax (05274) 35 73
telex 42290 hylvo-nl

