

32/446(85) 2^e ex.

De nitraatbelasting van het oppervlaktewater
van het Chaamse bekengebied

T.C.M. van Dort
R.H. Kemmers

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Rapport 85

STARING CENTRUM, Wageningen, 1990



184 529917*

REFERAAT

T.C.M. Van Dort en R.H. Kemmers, 1990. De nitraatbelasting van het oppervlaktewater van het Chaamse bekengebied. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 85. 82 blz.; 11 fig.; 39 tab.; 11 aanh.

Met behulp van een modelstudie is voor het oppervlaktewater in het stroomgebied van de Chaamse beken (2450 ha cultuurgrond) een nitraatbelasting van het oppervlaktewater van ca. 61 000 kg N/jaar berekend, het gevolg van uitspoeling bij het huidige landbouwkundige gebruik. De totale uitspoeling van nitraat naar het freatisch grondwater neemt toe naarmate de grond droger is. De belasting van het oppervlaktewater via snelle afvoer naar het drainagesysteem neemt toe naarmate de grond natter is en minder organische stof bevat. Een verlenging van het uitrijverbod leidt voor de bodemgebruiksvorm gras tot een lichte verhoging, en voor de bodemgebruiksvorm maïs tot een lichte reductie van de oppervlakkige uitspoeling van nitraat. Indien een maximum stikstofbemestingsniveau wordt ingevoerd kan de oppervlakkige uitspoeling van nitraat sterk gereduceerd worden. Drainage verhoogt de oppervlakkige uitspoeling van nitraat sterk.

Trefwoorden: lokale waterhuishouding, stikstofmodellering, bodemgebruik, uitspoeling, oppervlaktewater, toekomstscenario's.

ISSN 0924-3070

© 1989

STARING CENTRUM Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370 - 74200; telefax: 08370 - 24812; telex: 75230 VISI-NL

Het Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu, en de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

Het Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepasbaarheid van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm en op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Staring Centrum.

INHOUD	blz.
WOORD VOORAF	13
SAMENVATTING	15
1 INLEIDING	17
2 ALGEMENE OPZET	19
3 SELECTIE SIMULATIE-EENHEDEN	21
4 INVOERGEGEVENS ANIMO	23
4.1 Scenario's	23
4.2 De lokale waterhuishouding	23
4.3 De bemestingsniveaus	24
4.3.1 Bodemgebruik	24
4.3.2 Mestproduktie	24
4.3.3 Bemestingsniveaus	25
4.4 Profielopbouw	25
5 CALIBRATIE ANIMO	27
5.1 Calibratiemethode	27
5.2 Resultaten calibratie	27
6 ANIMO-BEREKENINGEN VOOR DE TOEKOMSTSCENARIO'S	31
6.1 Resultaten	31
6.2 Effectiviteit uitrijverbod	31
6.2.1 Invloed van de tijdstaplenge	31
6.2.2 Effectiviteit op grasland	32
6.2.3 Effectiviteit op maïspcelen	33
6.3 Invloed van drainage op de oppervlakkige uitspoeling van nitraat	41
6.3.1 Modelbenadering	41
6.3.2 Schatting op basis van de verhouding tussen fluxen en uitspoelingstermen	42
7 OPPERVLAKKIGE AFSPOELING	47
7.1 Modelsimulatie WATBAL	47
7.2 Modelsimulatie DEMGEN	47
7.3 Empirische gegevens	47
7.4 Conclusies	49
8 RUIMTELIJKE EXTRAPOLATIE	51
8.1 Gebiedsschematisatie Chaamse bekengebied	51
8.2 Stikstofbelasting van het oppervlaktewater van het Chaamse bekengebied, afkomstig van cultuurgrond	51
9 CONCLUSIES	55
LITERATUUR	57

AANHANGSELS

1	Overzicht van de drainagefluxen in relatie tot de grondwatertrap en het neerslagoverschot (NN) in relatie tot het grondgebruik voor de geselecteerde simulatie-eenheden over de periode 1971-1987	59
2	Referentiedata die gebruikt zijn voor de calibratie van de ANIMO-berekeningen	61
3	Resultaten van de ANIMO-calibraties over de periode 1971-1986	63
4	Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 0	65
5	Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 1	67
6	Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 2	69
7	Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 3	71
8	Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 4	73
9	Overzicht van dranaigefluxen in relatie tot de grondwatertrap en het bodemgebruik en het neerslagoverschot (NN) voor de gedraineerde geselecteerde simulatie-eenheden over de periode 1971-1987	75
10	Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 1 voor de gedraineerde minerale simulatie-eenheden	77
11	Stroomgebied van de Broekse beek	79

TABELLEN

1	Periode van het uitrijverbod voor vier toekomstscenario's	23
2	Verdeling van de cultuurgrond over de verschillende vormen van bodemgebruik voor de regio Chaam	25
3	Aantallen dieren in de regio Chaam sinds 1960	25
4	Bruto stikstofbemestingsniveaus (TOT-N), uitgesplitst naar dierlijke mest (DM-N) en kunstmest (KM-N) per bodemgebruiksvorm, historisch (1961-1987) en toekomstig (1987-2010) voor de regio Chaam voor de vijf toekomstscenario's (TSC)	26

5	Uitspoeling van nitraat naar het grondwater (kg/ha N) in de regio Chaam, volgens Kolenbrander, afhankelijk van de minerale stikstofgift, het bodemgebruik en de grondwatertrap. Tussen de haakjes staan de correctiefactoren per Gt volgens de Steenvoorden (1983) waarmee de uitspoelingscijfers vermenigvuldigd zijn	28
6	Ontwateringscriteria volgens de Werkgroep Afvoerberekeningen (1979)	41
7	Percentage van het neerslagoverschot in gedraineerde en ongedraineerde toestand en de oppervlakkige nitraatuitspoeling als percentage van de totale nitraatuitspoeling voor de minerale SE, gemiddeld per combinatie van bodemgebruik en Gt, over de periode 1971-1987	45
8	Oppervlakkige afvoer als percentage van de totale afvoer (NN), geschatte nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater (DRA) als percentage van de totale nitraatuitspoeling in de gedraineerde situatie, en de procentuele toename van de totale nitraatuitspoeling (TOT-N) als gevolg van drainage per combinatie van bodemgebruik en Gt.	46
9	Berekening, afspoeling van neerslag en afspoeling van stikstof (Kjeld-N) voor verschillende bemestingsniveaus bij achtereenvolgende berekeningen, voor de meetproef in Achterveld. De bemesting met runderbedrijfsmest (RDM) werk uitgevoerd op 11/2	48
10	Oppervlakten cultuurgrond per combinatie van bodemtype, bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het Chaamse bekengebied. De totale oppervlakte cultuurgrond bedraagt 2452 ha	51
11	Aandeel gedraineerde gronden onderverdeeld naar groepskenmerken in ha en als percentage van de geïnventariseerde oppervlakte	51
12	Arealen gras en maïs onderverdeeld naar bodemtype en grondwatertrap, het percentage gedraineerde gronden op basis van een steekproef en de geschatte arealen gras en maïs die gedraineerd zijn	52
13	Oppervlakte cultuurgronden (Opp) uitgesplitst naar bodemtype, bodemgebruik en grondwatertrap, stikstofuitspoeling (dra) en nitraatbelasting van het oppervlaktewater (N-bel) voor het stroomgebied van de Chaamse beken exclusief drainageinvloed. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0	52
14	Nitraatuitspoeling naar grondwater (leak) en oppervlakte-water (dra) voor en na drainage, en de toename in de nitraatbelasting van het oppervlaktewater van het Chaamse bekengebied na drainage. De verschillende termen zijn onderverdeeld naar bodemtype, bodemgebruik en grondwatertrap. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0	53

15	Resultaten van de WATBAL-simulaties voor de minerale simulatie-eenheden	59
16	Resultaten van de WATBAL-simulaties voor de natte simulatie-eenheden	59
17	Bruto stikstofbemestingen niveaus voor bodemgebruik gras en maïs betreffende het bufferzone-onderzoek voor regio Nuenen in kg/ha. jr N	61
18	Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) in kg/ha N, voor de simulatie-eenheden met bodemgebruiksvorm gras en maïs betreffende het bufferzone-onderzoek voor regio Nuenen (Adriaanse en Kemmers, 1988)	61
19	Bruto stikstofbemestigingsniveaus (TOT-N), uitgesplitst naar kunstmest (KM-N) en dierlijke mest (DM-N), voor bodemgebruik gras en maïs betreffende onderzoek in Gelderland uitgedrukt in kg/ha. jr. N	61
20	Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, in verschillende perioden voor een aantal plots in Gelderland	62
21	Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam voor de calibratieperiode	63
22	Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam voor de calibratieperiode	63
23	Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft voor de gras de periode 1 okt. - 1 dec. en voor maïs de periode oogst - 1 nov. (toekomstscenario 0)	65
24	Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. (toekomstscenario 0)	66
25	Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft voor de gras de periode 1 okt. - 1 jan. (toekomstscenario 1)	67

- 26 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. (toekomstscenario 1) 68
- 27 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft voor de gras de periode 1 okt. - 15 feb. (toekomstscenario 2) 69
- 28 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 15 feb. (toekomstscenario 2) 70
- 29 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 sept. - 1 april (toekomstscenario 3) 71
- 30 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft voor de gras de periode 1 okt. - 1 jan. Het maximale totale bemestingsniveaus bedraagt 300 kg/ha N-effectief, het aandeel dierlijke mest hierin is gelimiteerd aan de hand van de fosfaatnorm van 125 kg/ha P (toekomstscenario 4) 73
- 31 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft voor de gras de periode 1 okt. - 1 jan. Het maximale totale bemestingsniveaus bedraagt 300 kg/ha N-effectief, het aandeel dierlijke mest hierin is gelimiteerd aan de hand van de fosfaatnorm van 125 kg/ha P (toekomstscenario 4) 74
- 32 Resultaten van de WATBAL-simulaties voor de gedraineerde minerale simulatie-eenheden 75
- 33 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de gedraineerde minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met de bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. (toekomstscenario 1) 77

34	Oppervlakten cultuurgronden en het geschatte gedraineerde deel daarvan per combinatie van bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het stroomgebied van de Broekse beek	79
35	Nitraatbelasting (kg/jaar N) van het oppervlaktewater, afkomstig van cultuurgrond, van het stroomgebied van de Broekse beek exclusief drainageinvloed. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0	79
36	Oppervlakten cultuurgrond en het geschatte gedraineerde deel daarvan per combinatie van bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het stroomgebied van de Roode beek	80
37	Nitraatbelasting (kg N/jaar) van het oppervlaktewater, afkomstig van cultuurgrond, van het stroomgebied van de Roode beek exclusief drainageinvloed. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0	80
38	Oppervlakten cultuurgrond en het geschatte gedraineerde deel daarvan per combinatie van bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het stroomgebied van de Chaamse beek	81
39	Nitraatbelasting (kg/jr N) van het oppervlaktewater, afkomstig van cultuurgrond, van het stroomgebied van de Chaamse beek exclusief drainageinvloed. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0	81

FIGUREN

1	Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 6, toekomstscenario 0 op basis van dagklimaatcijfers van: - de derde orde flux (mm/d) - de oppervlakkige uitspoeling van nitraat (kg/ha.d N) - de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)	34
2	Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 6, toekomstscenario 0 op basis van decadeklimaatcijfers van: - de derde orde flux (mm/d) - de oppervlakkige uitspoeling van nitraat (kg/ha.d N) - de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)	35
3	Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 6, toekomstscenario 2 op basis van decadeklimaatcijfers van: - de derde orde flux (mm/d) - de oppervlakkige uitspoeling van nitraat (kg/ha.d N) - de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)	36

- 4 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991)
voor SE 6, op basis van klimaatcijfers van:
 - de derde orde flux (mm/d)
 - het verschil in oppervlakkige uitspoeling
van nitraat tussen toekomstscenario 0 en 2
(kg/ha.d N)
 - het verschil in nitraatconcentratie in de
bodem tussen toekomstscenario 0 en 2 (g/l N)37

- 5 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991)
voor SE 10, toekomstscenario 0 op basis van de-
cadeklimaatcijfers van:
 - de derde orde flux (mm/d)
 - de oppervlakkige uitspoeling van nitraat
(kg/ha.d N)
 - de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)38

- 6 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991)
voor SE 10, toekomstscenario 2 op basis van de-
cadeklimaatcijfers van:
 - de derde orde flux (mm/d)
 - de oppervlakkige uitspoeling van nitraat
(kg/ha.d N)
 - de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)39

- 7 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991)
voor SE 10, op basis van decadeklimaatcijfers
van:
 - de derde orde flux (mm/d)
 - het verschil in oppervlakkige uitspoeling van
nitraat tussen toekomstscenario 0 en 2
(kg/ha.d N)
 - het verschil in nitraatconcentratie in de bodem
tussen toekomstscenario 0 en 2 (g/l N)40

- 8 Verloop in de tijd (over de periode 1971-1987)
voor simulatie-eenheid 22 (gras, Gt III) in de
oorspronkelijke en de gedraineerde situatie van:
 - de derde orde flux (mm/d)
 - de grondwaterstand (m - mv)43

- 9 Verloop in de tijd (over de periode 1971-1987)
voor simulatie-eenheid 27 (maïs, Gt VI) in de
oorspronkelijke en de gedraineerde situatie
van:
 - de derde orde flux (mm/d)
 - de grondwaterstand (m - mv)44

- 10 Percentage oppervlakkige nitraatuitspoeling
(% DRA) als functie van het percentage opperv-
lakkige afvoer.
 45

- 11 Neerslaghoogte te De Bilt (winterextremen op
basis van een partiele reeks) voor duren van
6 uren tot 96 uren (4 dagen) bij een her-
halings tijd Tp van 1, 2, 5, 10, 25 en 100 jaar
(Naar: Bouwknecht, 1986).
 48

WOORD VOORAF

Sinds 1986 zijn in opdracht van de provincie Noord-Brabant door het Staring Centrum een aantal studies verricht waarbij de bescherming van waardevolle beekdalen tegen nitraatinspoeling via grondwaterstromen afkomstig van landbouwgronden centraal stond. Het onderzoek was daarbij gericht op de nitraatbelasting van grondwater en resulteerde in drie rapporten: Adriaanse en Kemmers, 1988; Van Dort en Kemmers, 1989; Van Dort en Kemmers, 1990. De eerste twee rapporten geven een verslag van de ontwikkeling van een methodiek om de ligging en breedte van bufferzones langs beekdalen tegen nitraatinspoeling vast te stellen. In het laatste rapport is de methode toegepast in een aantal beekdalen in Noord-Brabant.

In de toepassingsfase van de methodiek ontstond de behoefte om, naast de belasting van het grondwater, meer inzicht te krijgen in de nitraatbelasting van het oppervlaktewater.

In opdracht van de provincie Noord-Brabant werd daartoe door het Staring Centrum onderzoek verricht naar de nitraatbelasting van het oppervlaktewater in relatie tot een aantal bemestingsscenario's. Door de provincie werden hiertoe financiële middelen ter beschikking gesteld. Dit rapport geeft een verslag van het onderzoek.

Voor de uitvoering van het onderzoek werd de heer T.C.M. van Dort aangesteld bij het Staring Centrum. De projectleiding berustte bij R.H.Kemmers. Het resultaat van dit onderzoek is mede tot stand gekomen dankzij de inspanningen van de heren B. van Geleuken en R. Siebinga (beiden Provincie Noord-Brabant). De heer J. Kroes (Staring Centrum) verleende zijn medewerking aan het evalueren van de resultaten van de modelberekeningen. De heren W.G.M. van der Meer (Landinrichtingsdienst, Tilburg) en M. Mensink (Natuur, Milieu en Faunabeheer, Tilburg) leverden belangrijke bijdragen in de discussies tijdens de begeleiding van het onderzoek.

SAMENVATTING

In dit verslag zijn de resultaten beschreven van een modelonderzoek naar de nitraatbelasting van het oppervlaktewater, in het Chaamse bekengebied, door de uit- en afspoeling van meststoffen die zijn uitgereden op landbouwgronden.

Tevens is onderzocht wat de invloed van bepaalde maatregelen is op de grootte van de oppervlakkige uitspoeling van nitraat. Deze maatregelen zijn een verlenging van het huidige uitrijverbod en het opleggen van een maximaal stikstofbemestingsniveau van 300 kg/ha N-effectief. Daarnaast is onderzocht wat de invloed van drainage op de oppervlakkige uitspoeling van nitraat is.

De nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater is berekend met het model ANIMO. Met dit model zijn voor 52 simulatie-eenheden (plots die zich onderling van elkaar onderscheiden in bodemtype, grondwatertrap en bodemgebruik) vijf verschillende toekomstige bemestingsscenario's doorgerekend.

Vier scenario's onderscheiden zich onderling alleen in de lengte van het uitrijverbod. Het totale bemestingsniveau is voor deze vier toekomstscenario's hetzelfde. Hierbij is voor de periode vanaf 1987 rekening gehouden met de invoering van het besluit dierlijke meststoffen (de fosfaatsnormering). Ondanks de beperking in het gebruik van dierlijke meststoffen blijft in de toekomstscenario's een hoog stikstofbemestingsniveau mogelijk. In het gebruikte mesttoedelingsmodel wordt via kunstmest het stikstofniveau aangevuld tot de gewasbehoefte. De scenario's moeten daarom als een worst-case benadering worden beschouwd. Voor een vijfde scenario is echter een maximaal bemestingsniveau van 300 kg/ha N-effectief gehanteerd. Het aandeel dierlijke mest hierin is gelimiteerd aan de hand van de fosfaatsnorm van 125 kg/ha P. Het uitrijverbod en de bemestingsbeperkingen gelden vanaf 1987.

Uit de berekeningsresultaten blijkt dat in bodems met een hoog organische-stofgehalte (moerige of venige gronden) met een grondwatertrap variërend van Gt II tot Gt V de nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater laag is. Dit ondanks het feit dat een groot deel van het neerslagoverschot via het oppervlakkige drainagesysteem tot afvoer komt. Het blijkt dat bij deze gronden het denitrificerend vermogen, dat o.a. afhankelijk is van het organische-stofgehalte in de bodem en de vochtigheid van het profiel, zeer groot is.

Van de overige simulatie-eenheden is de nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater het hoogst in de natte gronden (Gt III) met lage gehalten organische stof. De uitspoeling neemt af naarmate het profiel droger is. De laagste uitspoeling treedt op in gronden met Gt VI-VII. Dit wordt verklaard uit het feit dat het aandeel van het neerslagoverschot dat via het oppervlakkige drainagestelsel tot afvoer komt daalt naarmate het profiel droger is. In deze gronden treedt wel een grote uitspoeling naar het diepe grondwater op.

Uit de berekeningsresultaten voor de verschillende toekomstscenario's blijkt dat een verlenging van het uitrijverbod voor de bodemgebruiksvorm gras tot een lichte verhoging, en voor de bodemgebruiksvorm maïs tot een lichte reductie van oppervlakkige uitspoeling van nitraat leidt. In beide gevallen is het effect van de maatregel echter gering. Alleen indien een maximum stikstofbemestingsniveau van 300 kg/ha N-effectief wordt ingevoerd blijkt, volgens de in dit onderzoek uitgevoerde berekeningen, de oppervlakkige uitspoeling van nitraat gereduceerd te kunnen worden.

Drainage verhoogt de oppervlakkige uitspoeling van nitraat in belangrijke mate. De toename van de oppervlakkige nitraatuitspoeling als gevolg van drainage is het grootst voor de natte gronden en het laagst voor de droge gronden. Met het model ANIMO is precieze kwantificering van de invloed van drainage echter niet mogelijk. Via een afgeleide relatie tussen nitraatuitspoeling en afvoer van het neerslagoverschot naar perceelsslotten is dit effect echter toch gekwantificeerd.

Na het uitvoeren van de modelberekeningen zijn de resultaten van verschillende simulatie-eenheden geclusterd tot groepen op basis van de grootte van de oppervlakkige nitraatuitspoeling en gemeenschappelijke kenmerken. Alle simulatie-eenheden waarvan het bodemtype volgens de legenda van de 1 : 10 000 bodemkaart tot moerige of venige bodems gerekend worden konden ongeacht het bodemgebruik of de Gt worden samengevoegd tot een cluster moerige gronden. Alle simulatie-eenheden die niet tot deze groep gerekend worden, zijn nader onderverdeeld in groepen op basis van bodemgebruik en grondwatertrap.

Vervolgens zijn de oppervlakten van de diverse groepen in het stroomgebied van de Chaamse beken bepaald. De totale nitraatbelasting van het oppervlaktewatersysteem is ten slotte bepaald door per groep de nitraatuitspoeling per oppervlakte-eenheid te vermenigvuldigen met de bijbehorende oppervlakte. Dit resulteerde in een nitraatbelasting van het oppervlaktewatersysteem, als gevolg van oppervlakkige nitraatuitspoeling afkomstig van de landbouw, van ca. 61 000 kg N/jaar.

De belasting van de beken door toevoer van nitraat via diepere grondwaterstromen is in deze studie buiten beschouwing gebleven. Uit balansstudies van de Landbouwuniversiteit, waarbij zowel de grondwater- als de oppervlaktewatercomponent werden meegenomen, werd voor het betreffende stroomgebied een totale nitraatbelasting van ca. 80 000 kg N/jaar berekend.

1 INLEIDING

In opdracht van de provincie Noord-Brabant zijn, volgens een door het voormalige ICW ontwikkelde methode, richtlijnen aangegeven voor het bepalen van de omvang van bufferzones tegen nitraatspoeling rond natuur-wetenschappelijke waardevolle beekdalen (Adriaanse en Kemmers, 1988; Van Dort en Kemmers, 1989).

Deze richtlijnen zijn ontwikkeld ter ondersteuning van de uitvoering het bodembeschermingsbeleid van de provincie. De methode is er op gericht waardevolle terrestrische levensgemeenschappen in natuurgebieden te beschermen tegen de inspoeling van met nitraat belast grondwater, afkomstig van hoger gelegen zwaar bemeste landbouwgronden.

In het Chaamse bekengebied is de nitraatbelasting van het oppervlaktewater, als gevolg van oppervlakkige uitspoeling, zodanig dat hierdoor waardevolle aquatische levensgemeenschappen in de beken worden aangetast (Latour, 1988). Voor dit gebied is het daarom van belang kwantitatief inzicht te verkrijgen in de nitraatbelasting van het oppervlaktewater via uitspoeling in relatie tot bemestingsstrategie.

Tevens is het van belang de effectiviteit van bepaalde maatregelen, die er op gericht zijn de nitraatuitspoeling te verminderen, te onderzoeken. Daarvoor zijn verschillende toekomstscenario's doorgerekend ten einde het bodembeschermingsbeleid ook in relatie tot oppervlaktewaterbelasting beter te kunnen onderbouwen.

Dit onderzoek is een vervolg op eerder onderzoek (Adriaanse en Kemmers, 1988; Van Dort en Kemmers, 1989). voor deze studie is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van deze resultaten.

Een algemene beschrijving van de gevolgde methodiek is gegeven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 worden de toegepaste relevante gebiedsspecifieke invoergegevens voor het model ANIMO beschreven. De calibratie van het model ANIMO wordt besproken in hoofdstuk 4. De resultaten van de ANIMO-berekeningen voor de verschillende toekomstscenario's worden gepresenteerd in hoofdstuk 5, evenals de effectiviteit van een verlengd uitrijverbod ter vermindering van de nitraatuitspoeling en de invloed van drainage op de uitspoeling van nitraat. In een apart hoofdstuk (6) wordt een schatting gemaakt van de grootte van de oppervlakkige afspoeling van nitraat via het maaiveld. De ruimtelijke extrapolatie van de resultaten van de modelberekeningen, resulterend in een schatting van de totale nitraatbelasting van het oppervlaktewatersysteem van het Chaamse bekengebied, is beschreven in hoofdstuk 7.

2 ALGEMENE OPZET

Als eerste zijn een aantal simulatie-eenheden geselecteerd. Een simulatie-eenheid wordt beschouwd als een bodemkundig homogene eenheid met een uniforme waterhuishouding en bodemgebruiksvorm. Voor de simulatie van de waterhuishouding is gebruik gemaakt van het model WATBAL (Berghuis-Van Dijk, 1985).

Voor de simulatie van de stikstofhuishouding in de bodem is het model ANIMO (Kroes, 1988) gebruikt. M.b.v. WATBAL en ANIMO is voor de geselecteerde simulatie-eenheden de nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewatersysteem, afkomstig uit de bovenste meter van het profiel, bepaald.

Met ANIMO zijn tevens enkele scenario's doorgerkend die voortvloeien uit maatregelen in het kader van de mestwetgeving. Met behulp van het model SLAPP (Van Walsum, 1989) zijn berekeningen uitgevoerd ter bepaling van de toedeling van verschillende mestsoorten aan verschillende vormen van bodemgebruik.

De resultaten zijn vervolgens geclusterd. Dit wil zeggen dat zoveel mogelijk simulatie-eenheden op basis van de ANIMO-resultaten (de grootte van de nitraatuitspoeling) en enige eenvoudig te bepalen kenmerken van de simulatie-eenheid (bodemgebruik en grondwatertrap) zijn samengevoegd tot groepen.

Vervolgens is de oppervlakteverdeling van de diverse groepen voor het Chaamse bekengebied bepaald. De totale nitraatbelasting van het oppervlaktewatersysteem is ten slotte bepaald door per groep de nitraatuitspoeling per oppervlakte-eenheid te vermenigvuldigen met de bijbehorende oppervlakte.

3 SELECTIE SIMULATIE-EENHEDEN

Zoals in hoofdstuk 1 vermeld, is bij dit onderzoek zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de resultaten uit het voorgaande onderzoek in het Chaamse bekengebied (Van Dort en Kemmers, 1989). De simulatie-eenheden (SE) met bodemgebruiksvorm gras en maïs, die in dat onderzoek geselecteerd zijn, worden ook in deze studie gebruikt. Deze simulatie-eenheden worden in het vervolg aangeduid als de minerale simulatie-eenheden.

Uit dat onderzoek is o.a. gebleken dat het organische-stofgehalte in de bodem alsmede de ontwateringstoestand (Gt) van grote invloed op de grootte van de nitraatuitspoeling zijn. Bij dat onderzoek is steeds gebruik gemaakt van de 1 : 50 000 bodemkaart.

Een groot deel van de natuurwetenschappelijk interessante gebieden ligt in smalle stroken langs de beken. Het betreft hier vaak natte gronden, waar een groot deel van het neerslagoverschot wordt afgevoerd naar het oppervlaktewatersysteem. Deze afvoer vindt plaats via het drainagesysteem of via het maaiveld. In het eerste geval spreken we van nitraatuitspoeling, in het laatste geval is er sprake van runoff en spreken we van nitraatafspoeling. Dit betekent dat het nitraat langs beide wegen het oppervlaktewater kan belasten. Op de 1 : 50 000 bodemkaart zijn de meeste beekdalgronden geschematiseerd tot beekerdgrond. Op de 1 : 10 000 bodemkaart zijn hiervoor echter verschillende bodemtypen onderscheiden, waarbij blijkt dat dit vaak bodemtypen zijn met een hoog organische-stofgehalte.

Vanwege het belang van deze gronden zijn daarom op basis van de 1 : 10 000 bodemkaart een aantal simulatie-eenheden geselecteerd waarvan het bodemtype niet op de 1 : 50 000 bodemkaart onderscheiden is. Deze simulatie-eenheden worden in het vervolg aangeduid als de natte simulatie-eenheden. In aanhangsel 1 staat een overzicht van de geselecteerde simulatie-eenheden.

4 INVOERGEGEVENS ANIMO

Met behulp van ANIMO wordt per simulatie-eenheid voor elk toekomstscenario de nitraatuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater over een bepaalde periode bepaald. De belangrijkste invoerparameters per simulatie-eenheid voor ANIMO zijn gegevens over:

- de bemestingsscenario's
- de lokale waterhuishouding
- het bemestingsniveau
- profielopbouw van de bodem

4.1 Scenario's

Voor de ANIMO-berekeningen zijn drie perioden onderscheiden:

- 1 Opstartperiode (1961-1970); In deze periode wordt de verdeling van de organische stof over het profiel verkregen die in overeenstemming is met het historische mestingsniveau.
- 2 Calibratieperiode (1971-1986); Over deze periode worden nitraatbalansen over de bovenste meter van het bodemprofiel opgesteld en wordt bepaald of de diverse balanst termen realistische waarden vertonen. Indien nodig worden invoergegevens bijgesteld.
- 3 Toekomstperiode (1987-2010); Voor diverse toekomstscenario's voor de bemesting wordt de nitraatuitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater bepaald.

Er zijn vijf toekomstscenario's onderscheiden. Vier toekomstscenario's (0 t/m 3) onderscheiden zich onderling alleen in de lengte van het uitrijverbod. Het totale bemestingsniveau is voor deze vier toekomstscenario's hetzelfde (zie par 3.4.3.). Hierbij is voor de periode vanaf 1987 rekening gehouden met de invoering van het besluit dierlijke meststoffen (de fosfaatsnormering).

Voor toekomstscenario 4 is de periode van het uitrijverbod gelijk aan dat van toekomstscenario 1. Het maximale bemestingsniveau is hier echter gesteld op 300 kg/ha N-effectief. Het aandeel dierlijke mest hierin is gelimiteerd aan de hand van de fosfaatsnorm van 125 kg/ha P. Het uitrijverbod en de bemestingsbeperkingen gelden vanaf 1987.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de lengten van de uitrijverboden die bij de vijf toekomstscenario's horen.

Tabel 1 Periode van het uitrijverbod voor vier toekomstscenario's

Toekomstscenario	Periode uitrijverbod
0	gras: 01-10 t/m 30-11 maïs: oogst t/m 31-10
1	gras/maïs: 01-10 t/m 31-12
2	gras/maïs: 01-01 t/m 15-02, 1-10 t/m 31-12
3	gras/maïs: 01-01 t/m 01-04, 1-10 t/m 31-12
4	gras/maïs: 01-10 t/m 31-12

Toekomstscenario 3 wordt alleen toegepast voor natte simulatie-eenheden (Gt I-V)

4.2 De lokale waterhuishouding

Met het model WATBAL (Berghuis-Van Dijk, 1985) wordt de lokale waterhuishouding voor elke simulatie-eenheid gesimuleerd. De resultaten van deze berekeningen leveren o.a. de fluxen naar de

verschillende orden drainagestelsels per tijdstap voor een bepaalde periode. Deze fluxen worden als invoergegevens voor ANIMO gebruikt. De WATBAL-berekeningen zijn gecalibreerd door, per simulatie-eenheid, het verloop van de grondwaterstand over de periode 1971-1987 te ijken aan de GHG en de GLG behorende bij de grondwatertrap van die simulatie-eenheid. Deze calibratie behoeft alleen nog voor de natte simulatie-eenheden te worden uitgevoerd, voor de minerale simulatie-eenheden was dit reeds gebeurd. In aanhangsel 1 staat een overzicht van de gemiddelde flux in mm/d per orde drainagestelsel, voor alle simulatie-eenheden. Hieruit kan per simulatie-eenheid een indruk worden verkregen welk deel van het neerslagoverschot via het oppervlakkige drainagestelsel (het derde orde systeem) en welk deel via het diepe drainagestelsel (eerste en tweede orde systeem) afgevoerd wordt.

Voor de WATBAL-berekeningen zijn voor de startberekeningen over de periode 1961-1970 en de toekomstscenario's over de periode 1987-2010 de weersgegevens (neerslag en open waterverdamming) over het jaar 1978 gebruikt. Het verloop van het neerslagoverschot gedurende het groeiseizoen vertoont in dit jaar de beste overeenkomst met het gemiddelde verloop over de periode 1941-1970. Voor calibratieperiode 1971-1986 zijn de in die jaren gemeten weersgegevens toegepast.

4.3 De bemestingsniveaus

Voor de benodigde invoergegevens voor ANIMO t.a.v. de bemestingsniveaus bij de verschillende toekomstscenario's is gebruik gemaakt van het model SLAPP (Van Walsum, 1989) en de reeds beschikbare CBS-gegevens over het bodemgebruik en de aard en de omvang van de mestproduktie (Van Dort en Kemmers, 1988).

4.3.1 Bodemgebruik

Voor het bepalen van de bemestingsniveaus is gebruik gemaakt van cijfers gebaseerd op metingen van het CBS voor de gemeenten Chaam en Nieuw Ginneken; deze gegevens zijn voor de calibratieperiode elke drie jaar aangepast. Tabel 2 geeft de toegepaste cijfers over de verdeling van de cultuurgrond over de verschillende vormen van bodemgebruik. Aangenomen wordt dat de verdeling van de grond over de diverse gebruiksvormen in de toekomst niet verandert ten opzichte van de huidige situatie (1987). Voor de grote achteruitgang van de oppervlakte cultuurgrond is geen verklaring gezocht.

4.3.2 Mestproduktie

In tabel 3 zijn de aantallen dieren per diersoort voor de verschillende historische perioden gegeven, gebaseerd op de metingen van het CBS, wederom voor de gemeenten Chaam en Nieuw Ginneken. Voor de mestproduktie per diersoort en de N, P en K gehalten per mesttype wordt verwezen naar Van Dort en Kemmers (1988, p. 17).

Tabel 2 Verdeling van de cultuurgrond over de verschillende vormen van bodemgebruik voor de regio Chaam

Periode	Bodemgebruik (ha)					totaal
	bouwland	maïs	grasland	tuinbouw	braak	
1961-1970	1455	13	3664	386	-	5518
1971-1973	529	249	3958	287	4	5027
1974-1976	223	573	3667	256	9	4728
1977-1979	133	696	3380	258	7	4474
1980-1982	79	793	3172	261	4	4309
1983-1986	117	834	3124	263	4	4342
1987-2010	114	750	1891	197	3	2955

Tabel 3 Aantallen dieren in de regio Chaam sinds 1960

Periode	GVE/ ha gras	Mest- kalveren	Biggen	Mest- varkens	Fok- varkens	Leg- hen. (x 1000)	Slacht- kuikens (x 1000)
1961-1970	2,37	1852	5556	9391	2449	63	91
1971-1973	2,61	4220	11417	21466	5139	70	224
1974-1976	3,00	4122	15058	27639	6929	59	263
1977-1979	3,30	3852	19200	31883	8105	64	243
1980-1982	3,34	3742	22905	34837	9199	79	207
1983-1986	3,43	4007	25734	35216	10131	75	136
1987	3,43	4232	30224	40154	11797	70	175

4.3.3 Bemestingsniveaus

Met behulp van bovenstaande gegevens en het model SLAPP zijn de bemestingsniveaus per type bodemgebruik bepaald. Bij de toekomstscenario's 0 t/m 3 is dit reeds gebeurd (Van Dort en Kemmers, 1988, p. 26-28) zodat alleen het toekomstige bemestingsniveau voor toekomstscenario 4 en de historische bemestingsniveaus bepaald zijn per deelscenario. Een overzicht van de bemestingsniveaus staat in tabel 4.

Uit tabel 2 blijkt dat voor 1970 de bodemgebruiksvorm maïs praktisch niet voorkomt; vanaf 1970 wordt bouwland omgezet in maïs. In ANIMO is hiermee rekening gehouden door er vanuit te gaan dat alle maïs voor 1970 bouwland was en ook als zodanig bemest is.

4.4 Profielopbouw

Uit het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS) en het ruilverkavelingsrapport Baarle Nassau (STIBOKA, 1980) zijn de profielbeschrijvingen van de voorkomende bodemtypen gebruikt voor een beginschatting van de hoeveelheid en de verdeling van het organische-stofgehalte in de bodem. Tevens zijn de in het BIS gegeven pH-KCl-waarden van de bodemprofielen gebruikt om de pH-H₂O te bepalen. De bodemschematisatie voor de modellen is gebaseerd op de betreffende profielbeschrijvingen.

Tabel 4 Bruto stikstofbemestingsniveaus (TOT-N), uitgesplitst naar dierlijke mest (DM-N) en kunstmest (KM-N) per bodemgebruiksvorm, historisch (1961-1987) en toekomstig (1987-2010) voor de regio Chaam voor de vijf toekomstscenario's (TSC).

Periode	Gras			Maïs			Bouwland		
	K-N	DM-N	TOT-N	KM-N	DM-N	TOT-N	KM-N	DM-N	TOT-N
Historisch TSC 0-4									
1961-1970	185	258	443	50	267	317	111	53	164
1971-1973	211	282	493	50	637	687	52	173	225
1974-1976	253	324	577	50	479	529	52	204	256
1977-1979	285	357	642	50	492	542	52	223	275
1980-1982	289	362	651	50	513	563	52	239	291
1983-1986	300	373	673	50	491	541	52	228	280
Toekomstig TSC 0-3									
1987-1990	299	393	692	50	376	426	82	92	174
1991-1994	302	389	691	50	295	345	82	92	174
1995-1998	321	366	687	103	192	295	82	90	172
1999-2010	400	269	669	148	135	283	82	92	174
Toekomstig TSC 4									
1987-2010	250	230	480	50	296	346	52	215	267

5 CALIBRATIE ANIMO

5.1 Calibratiemethode

Er zijn op perceelsniveau geen meetgegevens over de stikstofhuishouding voor dit gebied aanwezig. Wel zijn globale balansgegevens op het niveau van stroomgebieden aanwezig. Calibratie van de ANIMO-berekeningen heeft plaatsgevonden door de resultaten van de berekeningen in de vorm van nitraatbalansen te relateren aan ANIMO-berekeningen uitgevoerd in andere onderzoeken.

Uit het bufferzoneonderzoek voor de regio Nuenen (Adriaanse en Kemmers, 1988) waren nog gegevens beschikbaar over de uitspoeling van nitraat naar het grondwater over de periode 1971-1985 voor de in dat onderzoek geselecteerde simulatie-eenheden met de bijbehorende bemestingsniveaus. Een overzicht van deze gegevens staat in aanhangsel 2. De in tabel 18 gegeven uitspoelingscijfers zijn berekend m.b.v. ANIMO waarbij gecalibreerd is op metingen van nitraatconcentraties in het grondwater en literatuurgegevens (Adriaanse, 1988).

Verder zijn complete ANIMO-nitraatbalansen beschikbaar van een aantal plots van een onderzoek naar de stikstofhuishouding in de bodem in Gelderland (Van der Bolt, in voorb.). Voor het betreffende onderzoek zijn ANIMO-berekeningen uitgevoerd over de periode 1970-1988 waarbij er de mogelijkheid was tot calibratie aan de hand van gemeten nitraatconcentraties van het freatisch water. Met behulp van de complete ANIMO-nitraatbalansen zijn voor overeenkomende vormen van bodemgebruik de balanstermen met elkaar vergeleken (nl. de gewasopname- en de denitrificatie-cijfers). Een overzicht van de bemestingsniveaus en de nitraatuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater van het onderzoek (Van der Bolt, in voorbereiding) zoals berekend m.b.v. ANIMO staat in aanhangsel 2, tabel 19 en 20.

Tevens is bij de calibratie de uitspoeling van nitraat naar het grondwater in afhankelijkheid van het niveau van de minerale stikstofgift vergeleken met de uitspoelingscijfers van nitraat naar het grondwater op minerale gronden volgens Kolenbrander (1981). Deze mogelijkheid is niet aanwezig voor de natte simulatie-eenheden vanwege de hoge organische-stofgehalten in deze bodems.

Analoog aan de ANIMO-calibraties voor de regio Nuenen (Adriaanse, 1988), is als calibratieparameter een coëfficiënt voor het bepalen van de zuurstofdiffusie in de grond gebruikt. ANIMO berekent het zuurstofprofiel in afhankelijkheid van de zuurstofdiffusiecoëfficiënt. Deze coëfficiënt voor diffusie van zuurstof in de bodem wordt berekend volgens Bakker (1987). Het gaat hierbij om een empirische constante die slechts voor een beperkt aantal bodemtypen bepaald is.

5.2 Resultaten calibratie

De resultaten van de ANIMO-berekeningen voor de regio Chaam staan in aanhangsel 3.

- Minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000).

Voor wat betreft bodemgebruiksvorm grasland zijn de resultaten voor de drie regio's vergelijkbaar. Voor bodemgebruiksvorm maïs blijkt echter dat de uitspoeling naar het grondwater voor de regio Nuenen veel lager is dan de uitspoeling in de andere twee regio's. Indien de bemestingsniveaus over de periode 1981-1985 vergeleken worden blijkt dat de dierlijke mestgift op maïs voor

de regio Nuenen ca. 200 kg N lager ligt dan het bemestingsniveau op maïs voor de regio's Chaam en Gelderland. Deze 200 kg extra stikstof wordt niet meer opgenomen door het gewas aangezien er al sprake is van overbemesting. Aangezien het om droge gronden gaat is dedenitrificatie laag en de uitspoeling naar het oppervlaktewater gering met als gevolg dat het merendeel van deze extra 200 kg uitspoelt naar het grondwater.

In Van Dort en Kemmers (1988) worden vuistregels gegeven voor de berekening van de minerale stikstofgift volgens:

Bouwland: $N_{\text{min}} = N_{\text{atm}} + KM + 0.675 \cdot DM + \text{surpl} - KM$
 Grasland: $N_{\text{min}} = N_{\text{atm}} + KM + 0.6375 \cdot DM + \text{surpl} - KM$

Indien voor de regio Chaam volgens deze vuistregels de minerale stikstofgiften voor grasland en maïs voor de periode 1981-1986 berekend worden komt dit voor grasland neer op een minerale stikstofgift van 573 kg/ha en voor maïs 433 kg/ha. Vervolgens wordt de uitpoeling van nitraat bepaald door de uitpoelingscijfers van Kolenbrander te vermenigvuldigen met de Gt-afhankelijke correctiefactoren volgens Steenvoorden (1983). Dit geeft de uitspoelingscijfers die in tabel 5 zijn vermeld.

Tabel 5 Uitspoeling van nitraat naar het grondwater (kg/ha N) in de regio Chaam, volgens Kolenbrander, afhankelijk van de minerale stikstofgift, het bodemgebruik en de grondwatertrap. Tussen haakjes staan de correctiefactoren per Gt volgens Steenvoorden (1983) waarmee de uitspoelingscijfers vermenigvuldigd zijn.

Bodemgebruik	N-min	Grondwatertrap		
		III (0.1)	V (0.15)	VI/VII (0.7)
Grasland	573	16	24	112
Maïs	433	19	29	130

Indien deze uitspoelingscijfers vergeleken worden met de resultaten van de ANIMO-berekeningen blijkt dat voor grasland de resultaten redelijk overeenkomen. Voor maïs echter zijn de berekende uitspoelingscijfers bij ANIMO veel hoger dan die zoals berekend volgens de vuistregels. Vergelijking van de nitraatbalansen voor maïs voor de regio's Chaam en Gelderland levert geen grote verschillen op. Gewasopname, denitrificatie, nitrificatie en uitspoeling liggen in dezelfde orde van grootte.

Indien de nitraatbalansen van maïs en gras met elkaar vergeleken worden blijkt dat de hogere uitspoeling bij maïs een gevolg is van de lagere gewasopname van maïs (maïs: 250-270 kg N, gras: 460-480 kg N). Op grond van bovenstaande gegevens lijken denitraatuitspoelingscijfers voor maïs voor de regio Nuenen aan de lage kant, met als gevolg dat de vuistregel die afgeleid is op basis van die cijfers, de nitraatuitspoeling voor maïs onderschat. Vanwege de goede overeenkomsten met de resultaten van de Gelderland-studie is besloten de resultaten van de ANIMO-berekeningen voor de regio Chaam als acceptabel te beschouwen.

- Natte simulatie-eenheden (1 : 10 000).

Als gevolg van de natte omstandigheden in combinatie met een hoog organische-stofgehalte in de bodem is de denitrificatie zeer hoog. Dit heeft tot gevolg dat er vrijwel geen nitraat uitspoelt naar het grondwater. De uitspoeling naar het oppervlaktewatersysteem is ook gering.

Indien de resultaten van de natte simulatie-eenheden vergeleken worden met de resultaten van de minerale simulatie-eenheden valt het verschil in nitraatuitspoeling van de bekeerddgronden op. Voor de bekeerddgronden van de minerale simulatie-eenheden (SE

30, 33 en 41) is de nitraatuitspoeling hoog in vergelijking met de uitspoeling van beekerdgronden van de natte simulatie-eenheden (NSE 7, 8, 9 en 10). De oorzaak van het verschil ligt aan een verschil in profielschematisatie die voor de natte en minerale simulatie-eenheden is toegepast op basis van verschillende profielbeschrijvingen. Dit verschil vloeit voort uit het schaalverschil van beide categorieën.

6 ANIMO-BEREKENINGEN VOOR DE TOEKOMSTSCENARIO'S

6.1 Resultaten

In de aanhangsels 4 t/m 8 zijn de resultaten van de ANIMO-berekeningen gegeven voor het toekomstscenario 0 t/m 4. De resultaten zijn gepresenteerd per combinatie van gewas en grondwatertrap.

- Minerale gronden (1 : 50 000).

Uit de resultaten blijkt dat de uitspoeling naar het oppervlaktewater onder natte omstandigheden gemiddeld hoger ligt dan onder droge omstandigheden. Onder droge omstandigheden wordt weliswaar minder nitraat afgebroken (de totale uitspoeling diep + ondiep is onder droge omstandigheden groter dan onder natte omstandigheden) maar omdat weinig water via het ondiepe ontwateringsstelsel wordt afgevoerd is de nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater ook gering. Praktisch al het nitraat dat uitspoelt verdwijnt in het grondwater. Onder natte omstandigheden is de totale nitraatuitspoeling lager maar spoelt een relatief groot gedeelte uit naar het oppervlaktewater.

Uit de resultaten blijkt dat bij grasland ondanks de strengere P-normen de totale nitraatuitspoeling in geringe mate blijft toenemen. Voor maïs is daarentegen een lichte daling te constateren. Dit verschil moet worden toegeschreven aan een verschuiving van dierlijke meststoffen naar kunstmest op grasland onder invloed van de P-normering.

- Natte simulatie-eenheden (1 : 10 000).

Uit de resultaten voor de natte simulatie-eenheden blijkt dat natte omstandigheden in combinatie met een hoog organischestofgehalte in de bodem tot zo'n hoge denitrificatie leiden dat er geen uitspoeling naar het grondwater, en slechts geringe uitspoeling naar het oppervlaktewater plaatsvindt.

Indien de resultaten van de toekomstscenario's 0 - 3 onderling vergeleken worden blijkt de lengte van het uitrijverbod de grootte van de nitraatuitspoeling slechts in geringe mate te beïnvloeden. Voor bodemgebruiksvorm gras blijkt dat een verlengd uitrijverbod tot een hogere nitraatuitspoeling leidt. De verklaring voor dit verschijnsel lijkt samen te hangen met de veronderstelling dat de totale hoeveelheid mest die wordt uitgereden niet zal veranderen onder invloed van een verlengd uitrijverbod (zie par. 6.2.2)

Voor de bodemgebruiksvorm maïs blijkt een verlengd uitrijverbod de nitraatuitspoeling te reduceren. Uit de resultaten van toekomstscenario 4 blijkt dat alleen een drastische beperking van het totale bemestingsniveau de nitraatuitspoeling in de toekomst kan reduceren. Een maximaal bemestingsniveau van 300 kg N-effectief leidt voor grasland op Gt III tot een reductie van de nitraatuitspoeling van 30-40%. Voor grasland op Gt V en V* treden zelfs reducties op tot 40 à 45%.

6.2 Effectiviteit uitrijverbod

6.2.1 Invloed van de tijdstaplengthe

Uit de resultaten van de berekeningen van par. 5.1 blijkt dat een (verlengd) uitrijverbod slechts een geringe invloed op de oppervlakkige uitspoeling van nitraat heeft. Dit beeld kan vertekend zijn als gevolg van de middeling van de berekeningsresultaten. ANIMO berekent per tijdstap een uitspoeling. In de resultaten

zijn deze uitspoelingscijfers gemiddeld op jaarbasis. De uitspoeling van nitraat naar het derde orde drainagesysteem is echter geen stationair proces, het treedt alleen op gedurende natte perioden met een hoge grondwaterstand. In die perioden kan in korte tijd veel nitraat naar het oppervlaktewater uitspoelen (hoge piekbelasting). Vanwege het feit dat de oppervlakkige uitspoeling van nitraat een snel proces is, is onderzocht of het werken met dagklimaatcijfers (van de neerslag en de open waterverdamping) tot wezenlijk andere resultaten leidt dan die tot nu toe bepaald zijn m.b.v. decadecijfers.

Daartoe zijn voor een aantal simulatie-eenheden toekomstscenario 0 en 2 doorgerekend m.b.v. de dagklimaatcijfers van 1978. De resultaten van deze berekeningen verschillen niet systematisch van de resultaten na toepassing van decade klimaatcijfers.

Voor sommige simulatie-eenheden is de nitraatuitspoeling groter indien dagklimaatcijfers gebruikt worden (d.w.z. de diepe uitspoeling (leak) of de oppervlakkige uitspoeling (dra) of beide zijn groter). Voor sommige simulatie-eenheden is de nitraatuitspoeling juist kleiner (d.w.z. de diepe uitspoeling (leak) of de oppervlakkige uitspoeling of beide zijn kleiner). Hieruit blijkt dat het niet zo is dat belangrijke pieken in de oppervlakkige (nitraat)afvoer systematisch weggemiddeld worden door toepassing van decade klimaatcijfers.

6.2.2 Effectiviteit op grasland

Om meer inzicht te krijgen waarom een verlengd uitrijverbod voor gras niet effectief is voor het terugdringen van de oppervlakkige uitspoeling van nitraat is de uitspoeling op dag- resp. decadebasis grafisch uitgezet. Het betreft hier steeds berekeningen uitgevoerd voor simulatie-eenheid 6. Dit is een overigens willekeurig gekozen natte simulatie-eenheid met gras. Als periode is de p1-fase van de fosfaatnormering gekozen (1987-1990). Voor deze periode zou het uitrijverbod het meest effectief moeten zijn omdat gedurende deze periode het aandeel dierlijke mest op de totale mestgift het hoogst is. De resultaten zijn weergegeven in de figuren 1 t/m 4.

Allereerst blijkt dat bij een vergelijking van figuur 1 en 2, het weinig verschil maakt of er met decadecijfers of met dagcijfers van de klimaatsgegevens gewerkt wordt. Het is niet zo dat decadecijfers belangrijke piekafvoeren wegmiddelen.

Indien figuur 2 en 3 met elkaar vergeleken worden zijn hier nauwelijks verschillen uit te halen. Alleen indien naar het verloop van de nitraatconcentratie in de bovenste 10 cm van het profiel gekeken wordt is het effect van het verlengde uitrijverbod (toekomstscenario 2) enigszins te zien. Gedurende de eerste 6 weken van het jaar blijft de nitraatconcentratie voor toekomstscenario 2 lager dan voor toekomstscenario 0.

In figuur 4 zijn de verschillen duidelijker te zien: voor beide toekomstscenario's zijn de bemestingsniveaus op jaarbasis gelijk. In geval van een verlengd uitrijverbod (toekomstscenario 2) kan de toediening van mest echter minder gelijkmatig over het jaar verdeeld worden. Omdat er een langere periode is waarin geen mest kan worden toegediend, is in de periode waarin dit wel kan het bemestingsniveau hoger dan in geval van een korter uitrijverbod (toekomstscenario 0). Uit figuur 4 blijkt dan ook dat aan het eind van de "droge periode" (periode waarin geen derde orde flux optreedt) de concentratie van nitraat in de bovenste meter voor toekomstscenario 2 hoger is dan voor toekomstscenario 0 (negatief verschil in de grafiek).

Als gevolg van die hogere concentratie spoelt er dus in het begin

van de eerstvolgende "natte periode" voor toekomstscenario 2 meer nitraat uit dan voor toekomstscenario 0 (de derde orde flux heeft in het begin van de "natte periode" zijn grootste piek). Later wordt dit verschil gedeeltelijk door het verlengde uitrijverbod gecompenseerd. Uit de figuren blijkt dat vanaf 1 januari de concentratie nitraat in de bovenste meter voor toekomstscenario 0 al snel hoger is dan die voor toekomstscenario 2 en dat de uitspoeling voor toekomstscenario 0 daardoor ook boven die van toekomstscenario 2 uitstijgt. Het feit dat er voor toekomstscenario 2 in totaal meer nitraat uitspoelt dan voor toekomstscenario 0 ligt aan het feit dat de grootste derde orde flux juist aan het begin van de "natte periode" optreedt als het verschil in concentraties het grootst is.

Conclusie.

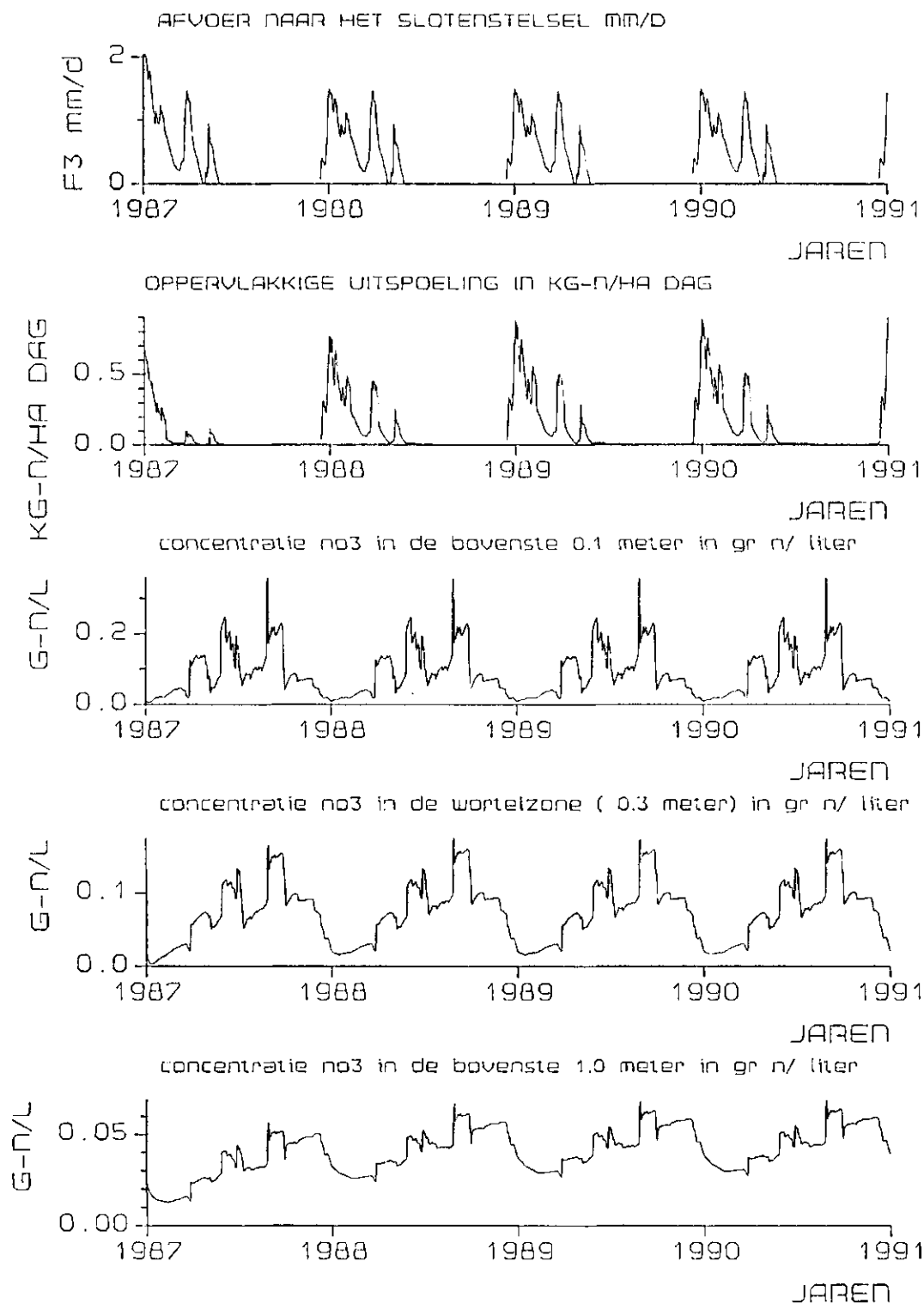
Uit de in dit onderzoek uitgevoerde berekeningen blijkt, dat een verlengd uitrijverbod de oppervlakkige uitspoeling van nitraat op grasland niet reduceert. Het totale bemestingsniveau is voor alle toekomstscenario's hetzelfde. Bij een verlengd uitrijverbod wordt er meer mest uitgereden in de "droge periode". Deze mest hoopt zich op gedurende die periode in het profiel, zodat aan het begin van de "natte periode" de oppervlakkige uitspoeling hoger is dan in een situatie zonder verlengd uitrijverbod. Daardoor is de totale oppervlakkige uitspoeling hoger.

6.2.3 Effectiviteit op maïspancelen

Voor simulatie-eenheid 10 (maïs, Gt V*) zijn dezelfde berekeningsresultaten grafisch uitgezet, in de figuren 5 t/m 7, als voor simulatie-eenheid 6.

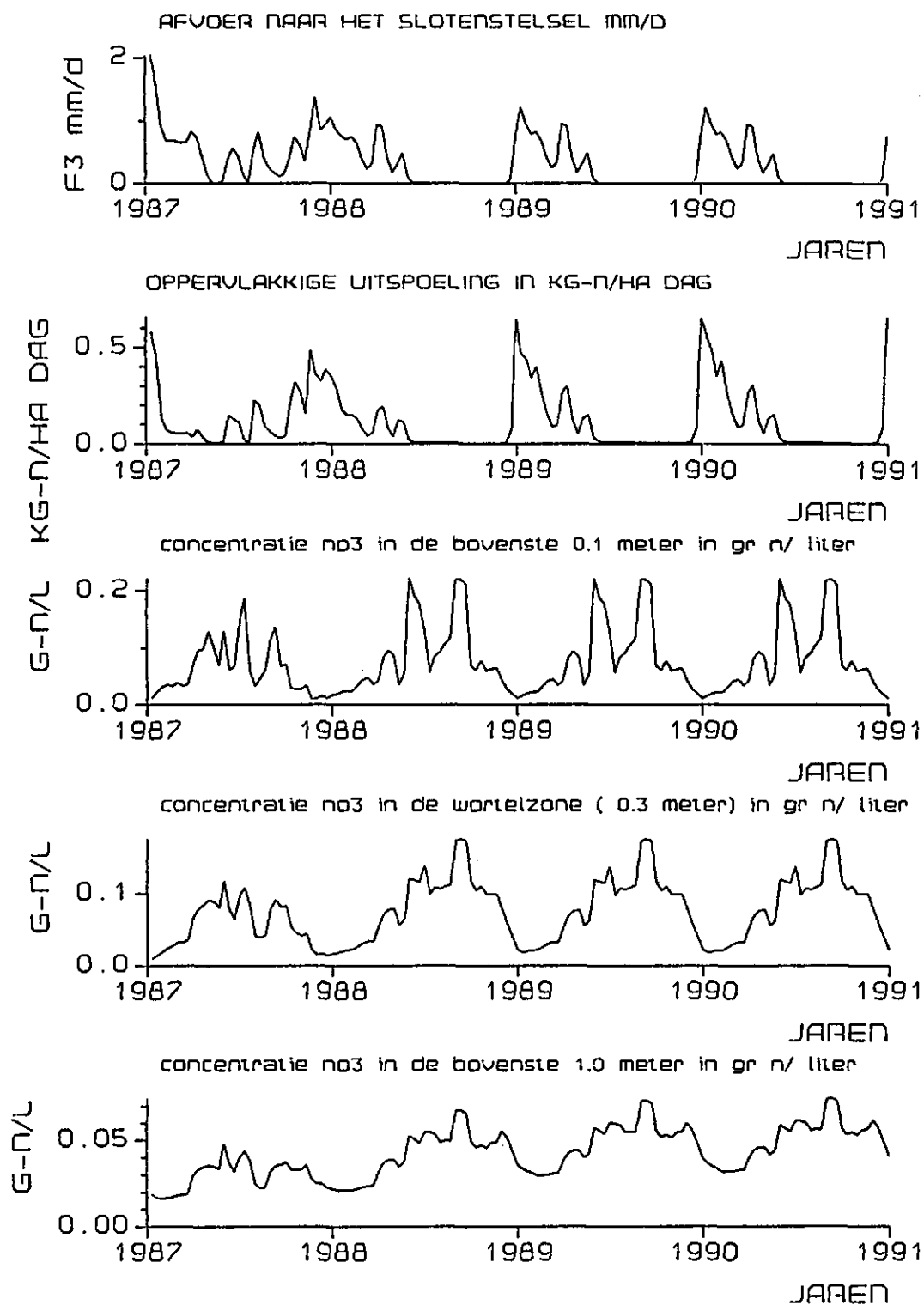
Het feit dat een verlengd uitrijverbod voor maïs in tegenstelling tot gras wel tot een (geringe) reductie van de nitraatuitspoeling leidt is met inachtneming van het bovenstaande en m.b.v. de figuren 5 t/m 7 te verklaren. Uit figuur 7 blijkt dat aan het einde van het groeiseizoen de nitraatconcentraties in de bovenste meter van het profiel voor beide toekomstscenario's praktisch gelijk is.

Voor bodemgebruiksvorm maïs wordt er bij toekomstscenario 2 geen mest uitgereden gedurende de "droge periode" omdat het gewas dan op het veld staat (van eind april tot begin oktober) en er aansluitend hierop een uitrijverbod geldt (tot 15 feb.). Voor toekomstscenario 0 wordt er gedurende een gedeelte van de "droge periode" mest uitgereden en wel vanaf 1 november. Uit figuur 7 blijkt dan ook dat de nitraatconcentratie in de bovenste meter van het profiel voor toekomstscenario 0 vanaf 1 november stijgt t.o.v. die van toekomstscenario 2. Oppervlakkige afvoer treedt op vanaf eind december. Bij toekomstscenario 2 wordt er dan nog steeds niet bemest. Dit betekent voor toekomstscenario 2 dat er slechts gedurende een gedeelte van de tijd dat er oppervlakkige afvoer plaatsvindt bemest wordt, waardoor een gedeelte van de oppervlakkige afvoer relatief schoon tot afvoer komt. Na 15 februari wordt in beide toekomstscenario's bemest. De bemestingsintensiteit is voor toekomstscenario 2 dan groter omdat er in een kortere periode meer mest uitgereden moet worden (voor beide toekomstscenario's is het jaarlijkse bemestingsniveau gelijk). In figuur 7 blijkt dit uit het feit dat het verschil in nitraatconcentratie in de bovenste meter terugloopt evenals het verschil in oppervlakkige uitspoeling. Pas aan het einde van de "natte periode" is het verschil tot nul gedaald. Er vindt dan echter nauwelijks oppervlakkige afvoer meer plaats.



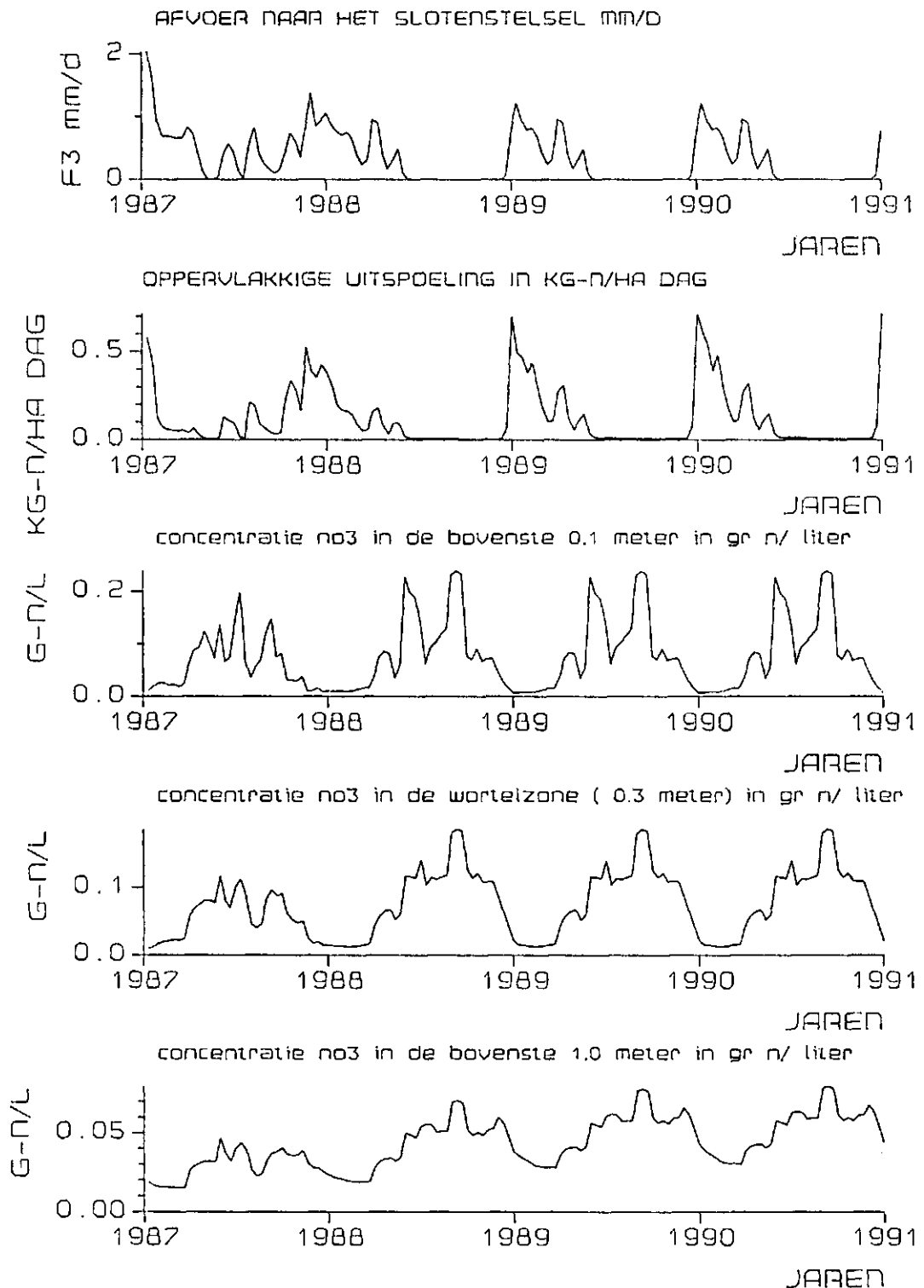
Figuur 1 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 6, toekomstscenario 0 op basis van dagklimaatcijfers van:

- de derde orde flux (mm/d)
- de oppervlakkige uitspoeling van nitraat (kg/ha.d N)
- de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)



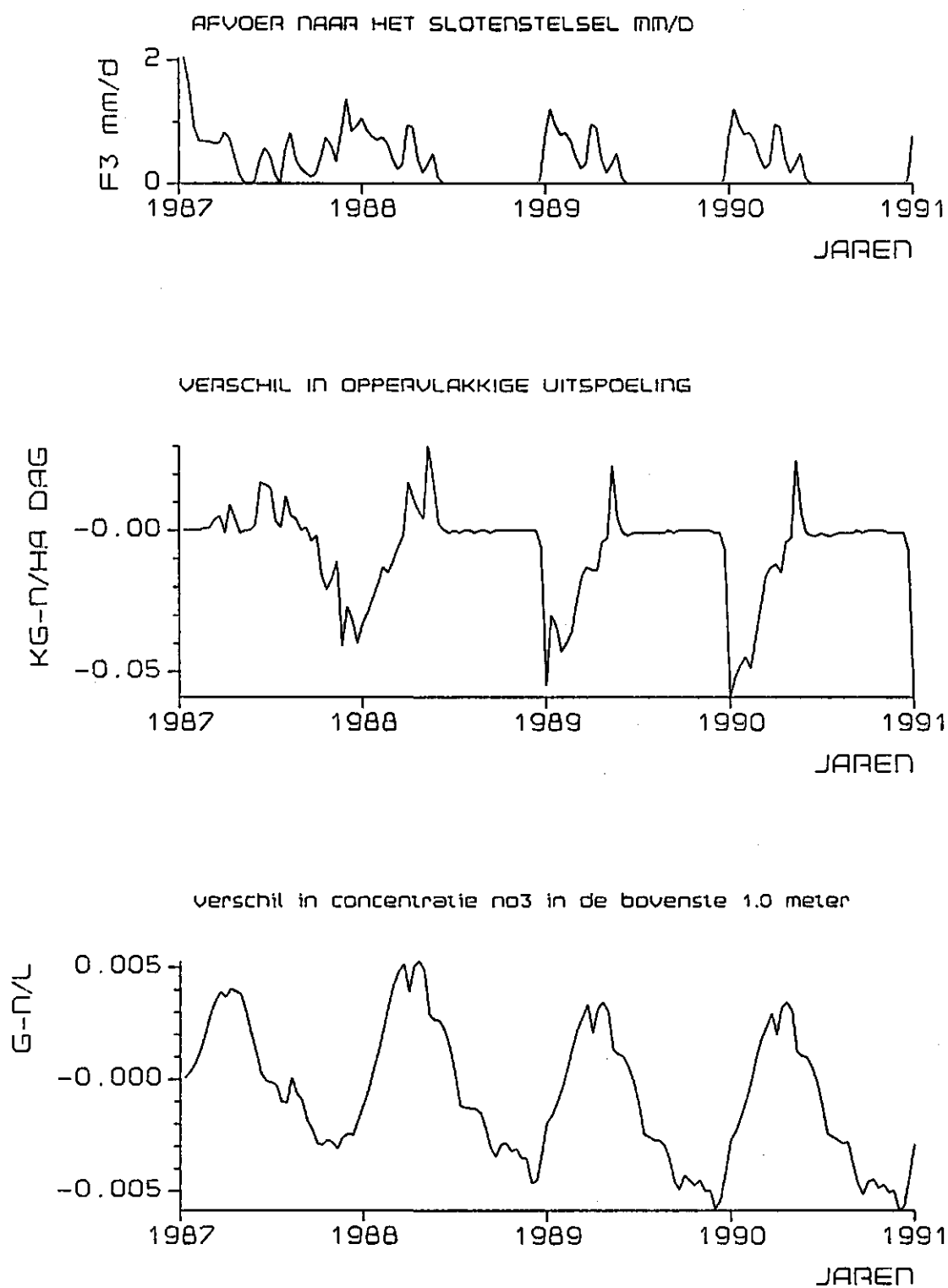
Figuur 2 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 6, toekomstscenario 0 op basis van decadeklimaatcijfers van:

- de derde orde flux (mm/d)
- de oppervlakkige uitspoeling van nitraat (kg/ha.d N)
- de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)



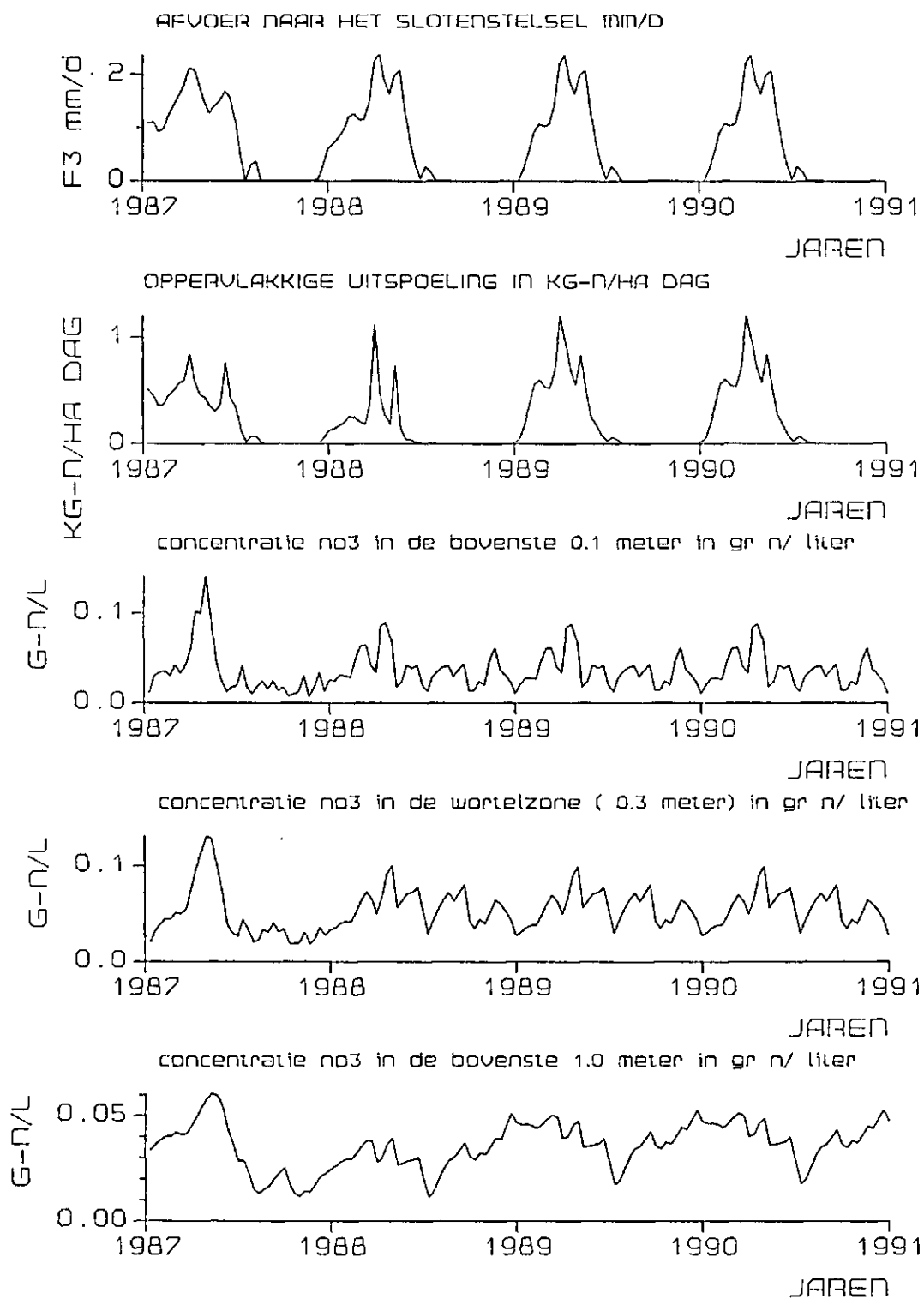
Figuur 3 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 6, toekomstscenario 2 op basis van decade klimaatcijfers van:

- de derde orde flux (mm/d)
- de oppervlakkige uitspoeling van nitraat (kg/ha.d N)
- de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)



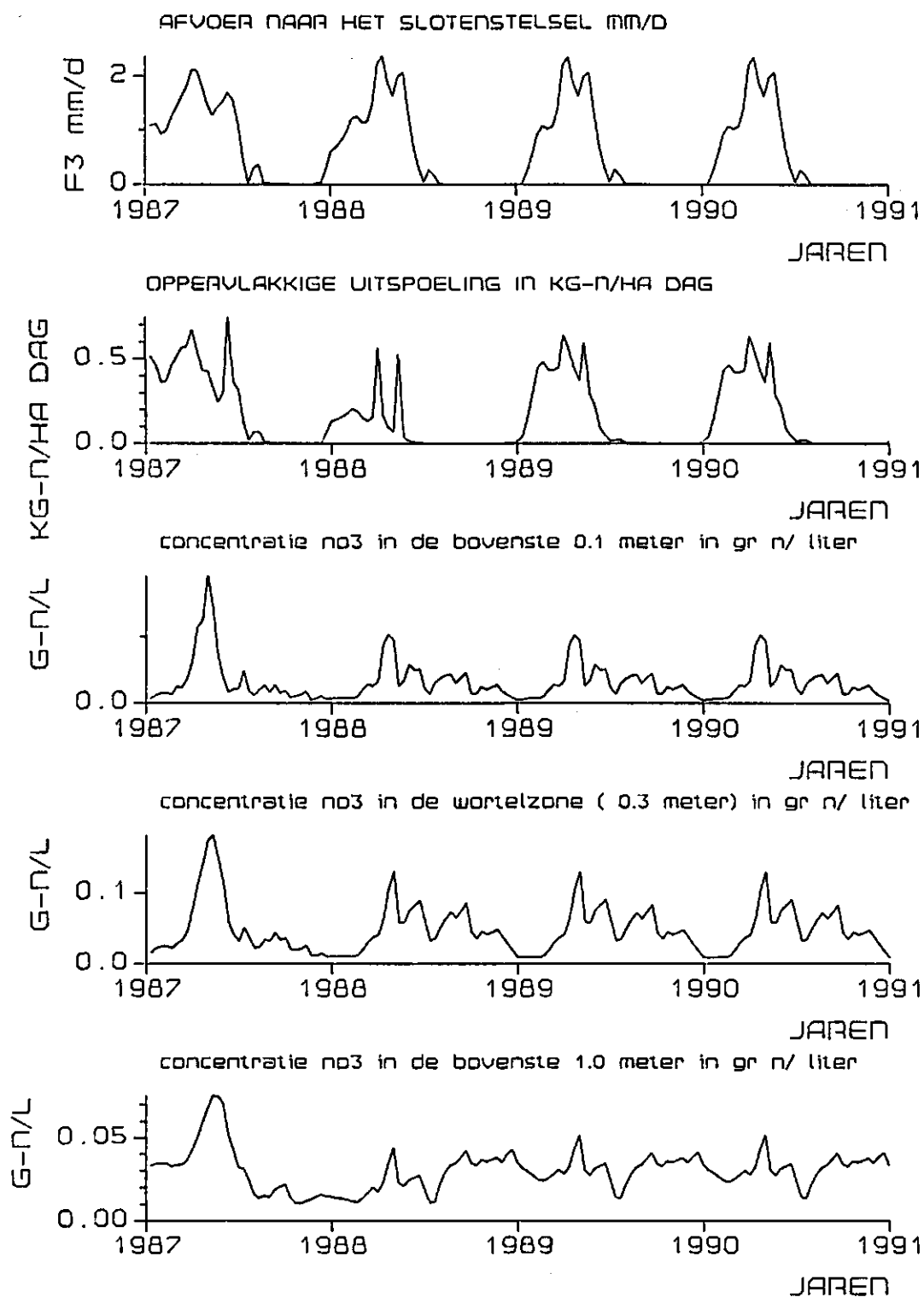
Figuur 4 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 6, op basis van dagklimaatcijfers van:

- de derde orde flux (mm/d)
- het verschil in oppervlakkige uitspoeling van nitraat tussen toekomstscenario 0 en 2 (kg/ha.d N)
- het verschil in nitraatconcentratie in de bodem tussen toekomstscenario 0 en 2 (g/l N)



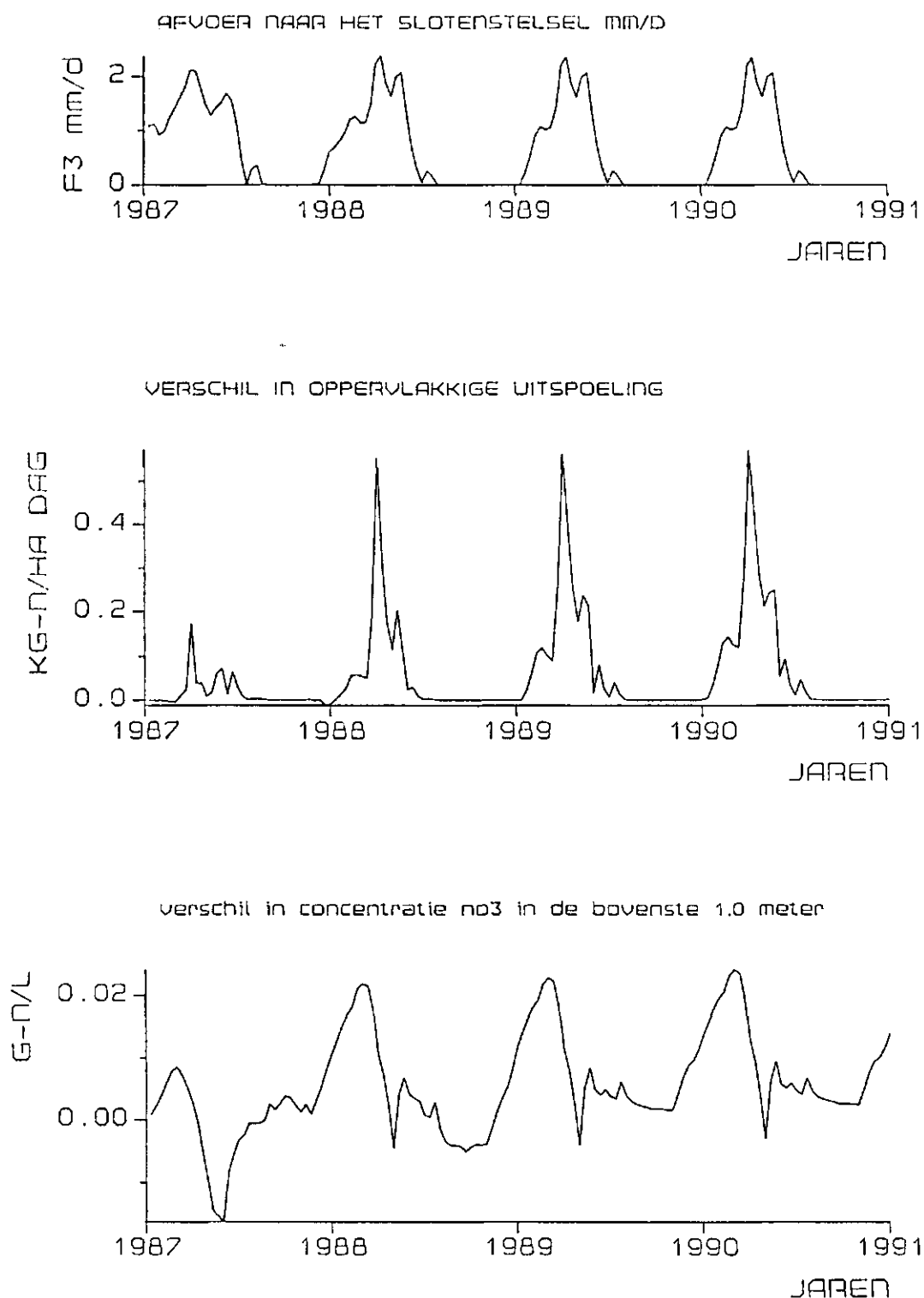
Figuur 5 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 10, toekomst-scenario 0 op basis van decadeklimaatcijfers van:

- de derde orde flux (mm/d)
- de oppervlakkige uitspoeling van nitraat (kg/ha.d N)
- de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)



Figuur 6 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 10, toekomst-scenario 2 op basis van decadeklimaatcijfers van:

- de derde orde flux (mm/d)
- de oppervlakkige uitspoeling van nitraat (kg/ha.d N)
- de nitraatconcentratie in de bodem (g/l N)



Figuur 7 Verloop in de tijd (over de periode 1987-1991) voor SE 10, op basis van decade klimaatcijfers van:

- de derde orde flux (mm/d)
- het verschil in oppervlakkige uitspoeling van nitraat tussen toekomstscenario 0 en 2 (kg/ha.d N)
- het verschil in nitraatconcentratie in de bodem tussen toekomst scenario 0 en 2 (g/l N)

Conclusie.

Bij een verlengd uitrijverbod voor maïs ligt de oppervlakkige nitraatuitspoeling lager dan in een situatie zonder verlengd uitrijverbod. Bij een verlengd uitrijverbod bij bodemgebruiksvorm maïs vindt er geen bemesting plaats gedurende de "droge periode" en dus vindt er ook geen ophoping van nitraat in het profiel plaats in het groeiseizoen die in het begin van de "natte periode" tot een hoge oppervlakkige piekuitspoeling van nitraat leidt. Tevens wordt er gedurende een gedeelte van de "natte periode" niet bemest vanwege het uitrijverbod, waardoor een gedeelte van de oppervlakkige afvoer met een relatief lage nitraatconcentratie tot afvoer komt.

6.3 Invloed van drainage op de oppervlakkige uitspoeling van nitraat

6.3.1 Modelbenadering

Voor het bepalen van de oppervlakkige uitspoeling van nitraat voor het Chaamse bekengebied wordt gebruik gemaakt van de 1 : 50 000 Gt-kaart. Op deze kaart valt niet af te lezen of een gebied met een bepaalde Gt gedraineerd is of niet.

Verwacht kan worden dat de invloed van drainage op de oppervlakkige uitspoeling van nitraat groot is. Het aandeel van het neerslagoverschot dat via het oppervlakkige ontwateringsstelsel tot afvoer komt zal in gedraineerde toestand groter zijn dan in niet-gedraineerde toestand. Daardoor zal de oppervlakkige uitspoeling van nitraat in gedraineerde toestand ook hoger zijn.

Om de grootte van de invloed van drainage op de oppervlakkige uitspoeling van nitraat enigszins te kwantificeren zijn de minerale simulatie-eenheden aan de in tabel 6 genoemde ontwateringscriteria onderworpen.

Tabel 6 Ontwateringscriteria volgens de Werkgroep Afvoerberekeningen (1979).

Bodemgebruik	Afvoer	Grondwaterstand	
		(mm/d)	(m - mv.)
Gras	7	0.30	
Bouwland	7	0.40	

Als drainagediepte is steeds 90 cm - mv. aangehouden. Er is gedraineerd door in het model WATBAL de derde orde drainageweerstand zodanig te verlagen (wat in praktijk neerkomt op het verkleinen van de drainafstand) dat bij een bepaalde constante neerslagintensiteit de derde orde drainageflux 7 mm/d bedraagt.

De invloed van de drainage wordt geïllustreerd in figuur 8 en 9 waar voor twee simulatie-eenheden het grondwaterstandsverloop en het verloop van de derde orde flux gedurende de calibratieperiode is weergegeven voor de situatie met en zonder drainage.

In tabel 30 zijn voor alle gedraineerde simulatie-eenheden de resultaten van de WATBAL-berekeningen over de calibratieperiode gegeven. Indien de WATBAL-resultaten van tabel 30 vergeleken worden met die van tabel 15 blijkt dat het neerslagoverschot voor de gedraineerde situatie hoger ligt. Dit wordt veroorzaakt doordat de daling van de grondwaterstand een verdrogend effect heeft. Daardoor neemt de gewasverdamping af. Duidelijk blijkt dat het aandeel van het neerslagoverschot dat via het oppervlakkige ontwateringsstelsel tot afvoer komt na drainage hoger ligt.

De eerste en tweede orde fluxen dalen zowel relatief (als aandeel van het neerslagoverschot) als absoluut in grootte.

Voor de gedraineerde simulatie-eenheden is m.b.v. ANIMO voor toekomstscenario 1 de nitraatuitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater bepaald. Het resultaat staat in aanhangsel 10.

Uit deze resultaten blijkt dat drainage de totale uitspoeling van nitraat duidelijk doet toenemen. Dit lijkt logisch gezien het feit dat het neerslagoverschot groter is (reductie van de gewas-verdamping leidt tot reductie van stikstofopname door het gewas) en de gemiddelde grondwaterstand lager is (een verdroging van het profiel leidt tot minder denitrificatie). Het lijkt echter of de verhoogde nitraatuitspoeling vooral via het grondwater verloopt. Dit lijkt strijdig met de resultaten van de WATBAL-berekeningen op grond waarvan verwacht zou worden dat de nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater stijgt en de nitraatuitspoeling naar het grondwater afneemt. Dit is zeer waarschijnlijk ook zo, maar het blijkt dat kwantificering van het effect van drainage met ANIMO niet goed mogelijk is. Reeds in een eerder stadium (Adriaanse en Kemmers, 1988) is besloten al het nitraat dat dieper uitspoelt dan 1 m - mv. te beschouwen als nitraat dat uitspoelt naar het grondwater. Deze aanname is noodzakelijk aangezien het met het model ANIMO niet mogelijk is stoftransport via stroombanen van het grondwater te volgen en het dus niet mogelijk is exact na te gaan waar het nitraat uiteindelijk uitspoelt. Het is met ANIMO alleen mogelijk balansen op te stellen voor een bepaalde (te kiezen) profieldiepte. In de balansberekeningen wordt al het nitraat dat dieper komt dan de gekozen profieldiepte beschouwd als leakage (leak) en al het nitraat dat boven deze diepte over de zijrand van het profiel afstroomt beschouwd als drainage (DRA).

Het probleem is nu dat de aangehouden draindiepte van 0.90 m - mv erg dichtbij de grensdiepte ligt waarover de balans wordt opge maakt. Het is echter goed mogelijk dat de stroombanen die uiteindelijk in de sloot terechtkomen dieper lopen dan 1 m - mv. In ANIMO is dit onderscheid echter niet mogelijk. Aanpassing van de te kiezen profieldiepte heeft daarom ook geen zin, omdat een nieuwe keuze van de te kiezen profieldiepte net zo arbitrair is als de eerste keuze en omdat dan een vergelijking met de voorgaande resultaten niet meer mogelijk is.

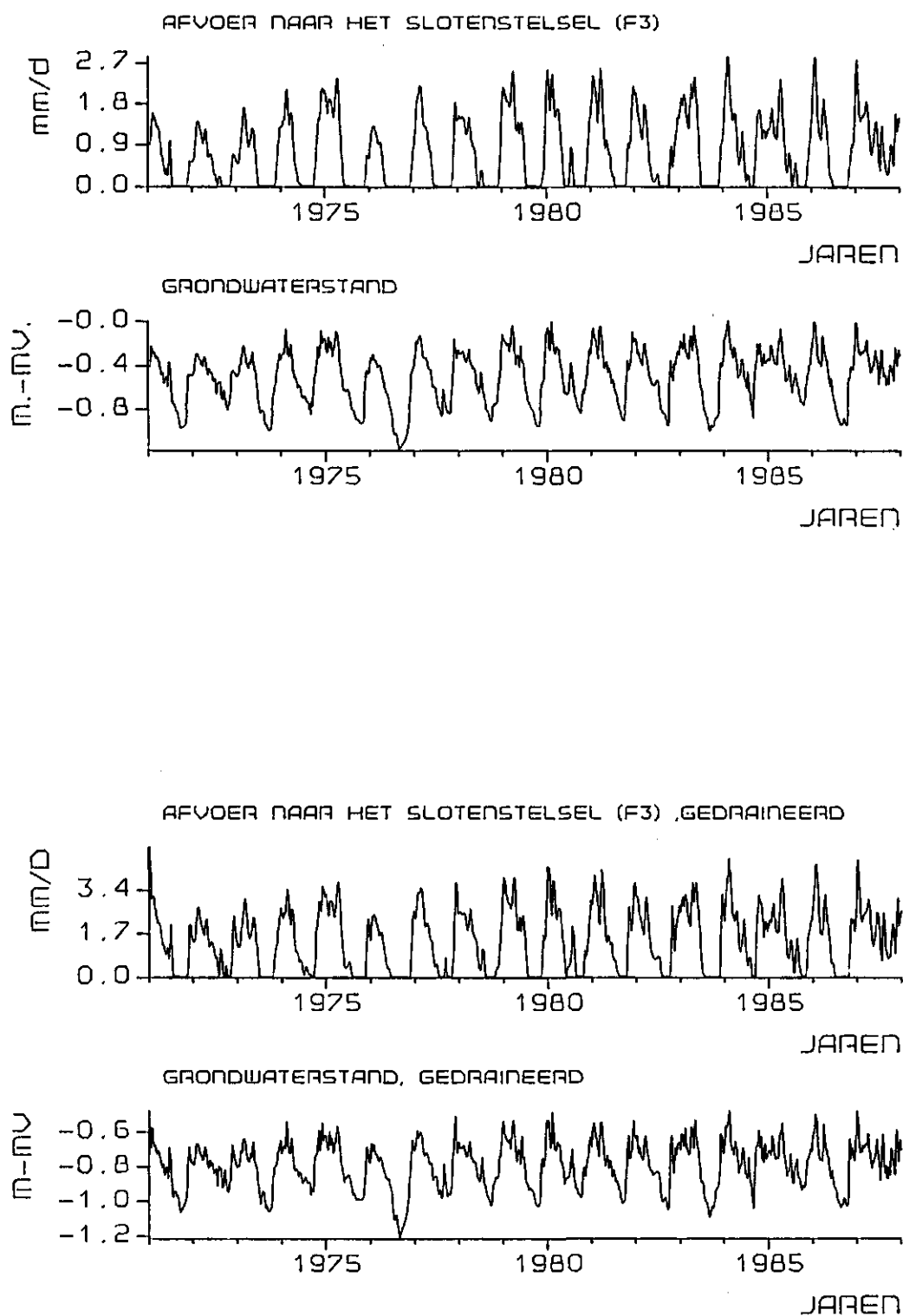
Conclusie.

Aanleg van drainage leidt volgens de in dit onderzoek uitgevoerde berekeningen tot een hogere nitraatuitspoeling. Met het model ANIMO is het echter niet mogelijk dit effect kwantitatief uit te splitsen naar het effect op de uitspoeling naar het grond- en naar het oppervlaktewater.

6.3.2 Schatting op basis van de verhouding tussen fluxen en uitspoelingstermen

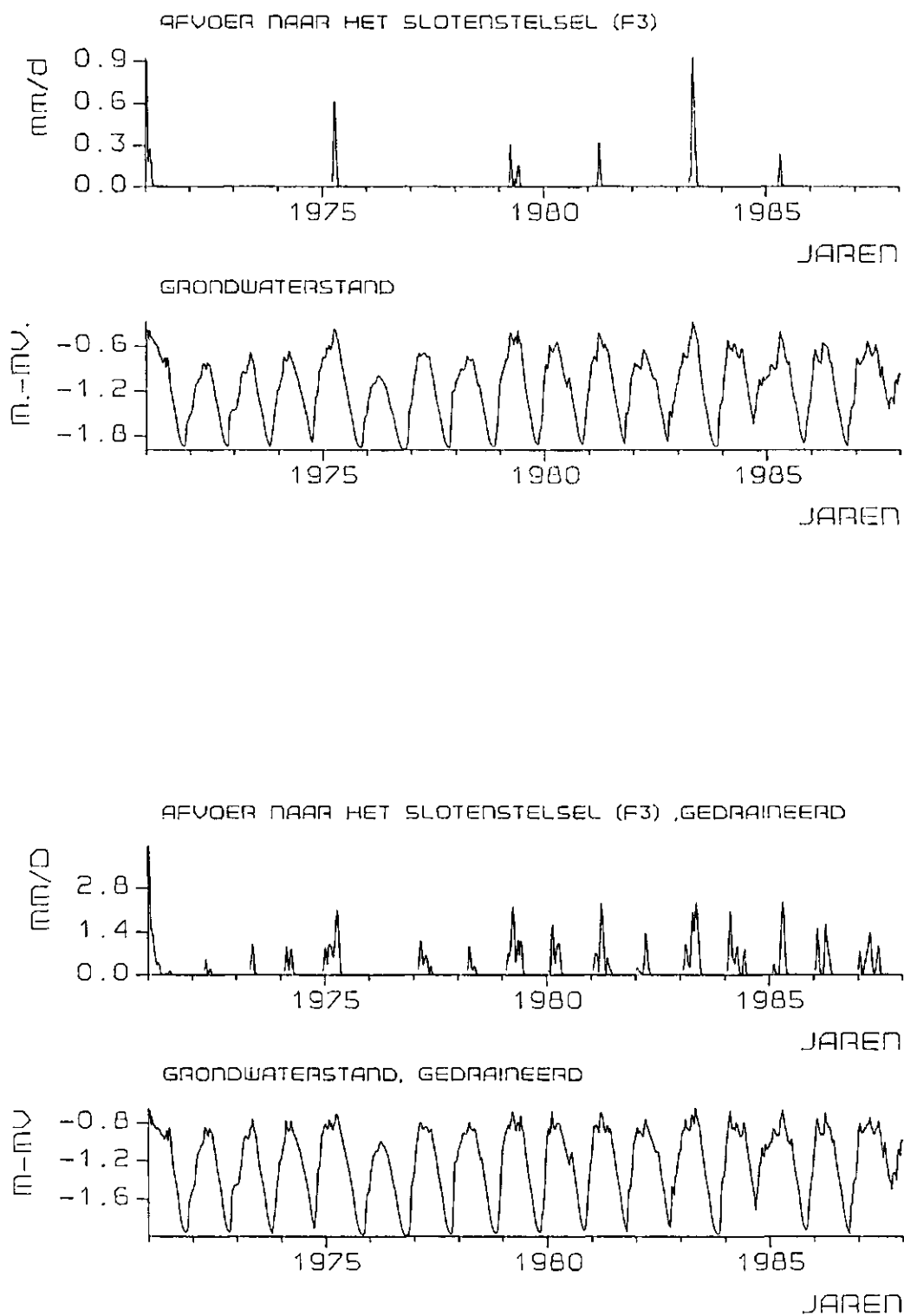
Om nu toch een idee van de orde van grootte van het effect van drainage op de oppervlakkige uitspoeling te krijgen is hiervoor een schatting gemaakt op basis van de onderstaande redenering.

De hoeveelheid nitraat die oppervlakkig uitspoelt is sterk afhankelijk van de grootte van de derde orde flux. In de ANIMO-berekeningen is aangenomen dat het nitraat dat boven het niveau van 1 m - mv. tot afvoer komt overeenkomt met het nitraat dat via de derde orde flux tot afvoer komt (de dra-term). De rest (de leak-term) is in principe de hoeveelheid nitraat die via de eerste en tweede orde flux tot afvoer (naar het grondwater) komt.



Figuur 8 Verloop in de tijd (over de periode 1971-1987) voor simulatie-eenheid 22 (gras, Gt III) in de oorspronkelijke en de gedraineerde situatie van:

- de derde orde flux (mm/d)
- de grondwaterstand (m - mv)



Figuur 9 Verloop in de tijd (over de periode 1971-1987) voor simulatie-eenheid 27 (maïs, Gt VI) in de oorspronkelijke en de gedraineerde situatie van:

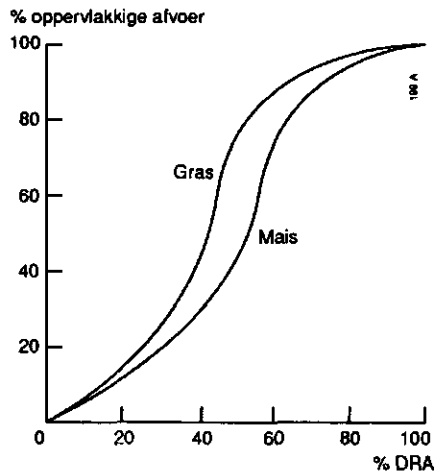
- de derde orde flux (mm/d)
- de grondwaterstand (m - mv)

Indien er sprake is van kwel is afvoer van nitraat naar het grondwater alleen via de tweede orde flux mogelijk. Nu is per combinatie van gewas en Gt voor de minerale simulatie-eenheden onderzocht in hoeverre de verhoudingen van de WATBAL-fluxen gecorreleerd zijn aan de verhoudingen tussen de met ANIMO berekende leak- en dra-termen van de nitraatuitspoeling. Daartoe is per combinatie van gewas en Gt bepaald wat het aandeel van de derde orde flux is op de totale afvoer. In geval van wegzijging is de totale afvoer gelijk aan het neerslagoverschot, in geval van kwel is de totale afvoer gelijk aan de som van de tweede en derde orde flux. Vervolgens zijn deze verhoudingen vergeleken met de verhouding van de dra-term tot de totale nitraatuitspoeling (dra+leak-term). Het resultaat hiervan staat in tabel 7. In tabel 7 staat tevens het aandeel van de derde orde flux op de totale afvoer voor de simulatie-eenheden in gedraineerde toestand.

Tabel 7 Percentage van het neerslagoverschot in gedraineerde en ongedraineerde toestand en de oppervlakkige nitraatuitspoeling als percentage van de totale nitraatuitspoeling voor de minerale SE, gemiddeld per combinatie van bodemgebruik en Gt, over de periode 1971-1987.

Gewas	Gt	Neerslagoverschot		Nitraatuitspoeling
		niet gedraineerd %	gedraineerd %	%
Gras	III	60	93	45
Gras	V-V*	24	70	30
Gras	VI	3	29	3
Mais	III-V*	19	44	31
Mais	VI	2	24	3

In figuur 10 is voor gras en maïs het percentage oppervlakkige afvoer (NN) uitgezet tegen het percentage nitraat dat oppervlakkig uitspoelt (dra).



Figuur 10 Percentage oppervlakkige nitraatuitspoeling (% dra) als functie van het percentage oppervlakkige afvoer.

Voor de gedraineerde situatie is het percentage oppervlakkige afvoer bekend (tabel 7). Met behulp van figuur 8 zijn nu de bijbehorende percentages voor de oppervlakkige nitraatuitspoeling voor de gedraineerde situatie geïnterpoleerd. Het resultaat staat in tabel 8. In deze tabel is tevens de procentuele toename van de totale nitraatuitspoeling (de leak+dra-term) als gevolg van drainage gegeven. Deze percentages zijn bepaald door de resultaten van tabel 25 met de resultaten van tabel 33 met elkaar te vergelijken. Uit tabel 8 blijkt dat als gevolg van drainage de stikstofbelasting van het oppervlaktewater met 10% in drogere gronden tot 75% in natte gronden kan toenemen.

Tabel 8 Oppervlakkige afvoer als percentage van de totale afvoer (NN), geschatte nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater (dra) als percentage van de totale nitraatuitspoeling in de gedraineerde situatie, en de procentuele toename van de totale nitraatuitspoeling (TOT-N) als gevolg van drainage per combinatie van bodemgebruik en Gt.

Gewas	Gt	NN	Dra	Toename TOT-N

		%		

gras	III	93	75	65 1)
gras	V-V*	70	49	49
gras	VI	29	33	9
maïs	III-V*	44	48	75 1)
maïs	VI	24	35	9

1) Aangenomen wordt dat deze percentages ook gelden voor de moerige gronden.

7 OPPERVLAKKIGE AFSPOELING

7.1 Modelsimulatie WATBAL

Omdat voor de WATBAL-simulaties met klimaatsgegevens op decadebasis wordt gewerkt, wordt het effect van hevige regenbuien uitgemiddeld over 10 dagen met als gevolg dat de oppervlakkige afspoe-ling vrijwel altijd gelijk aan nul is. Onder oppervlakkige afspoe-ling wordt hier verstaan de afvoer van neerslag over het maaiveld (runoff).

Uit de resultaten van de WATBAL-berekeningen bleek dat door toepassing van de dagklimaatcijfers van 1978 voor simulatie-eenheid 6 (zie hoofdstuk 6) de runoff nul bleef, gelijk aan de resultaten na toepassing van de decadeklimaatcijfers. Runoff treedt op indien de neerslag hoog is en de bergingscapaciteit in het profiel klein (als de grondwaterstand hoog is). Runoff zal daarom het hoogst zijn op de slechtst ontwaterde gronden. Bij toepassing van de dagklimaatcijfers t.b.v. WATBAL-berekeningen voor de natste gronden (natte simulatie-eenheden 2, 4, 5, 11, 12, 13, Gt II) blijkt dat ook voor deze gronden geen runoff optreedt en er dus ook geen nitraat oppervlakkig kan afstromen.

7.2 Modelsimulatie DEMGEN

In de PAWN-vermestingsstudie (in voorbereiding) wordt met het hydrologische model DEMGEN gewerkt waarbij oppervlakkige afvoer wel is meegenomen. Daar komt men uit op een oppervlakkige afspoe-ling van ca. 20 mm/j (grof gemiddelde, het betreft hier een landelijke studie). Uitgaande van een oppervlakkige afspoe-ling van 20 mm/j is voor drie natte simulatie-eenheden voor de cali-bratieperiode op kunstmatige wijze oppervlakkige afspoe-ling in-gebracht door te manipuleren met de resultaten van de WATBAL-simulaties.

Indien in een decade de derde orde flux een bepaalde drempelwaar-de overschrijdt (hoge afvoer naar de sloten, natte omstandighe-den) dan wordt voor die decade kunstmatig een bepaalde hoeveel-heid runoff ingevoerd zodanig dat de runoff gemiddeld 20 mm/j bedraagt. De runoff die wordt ingevoerd wordt in mindering gebracht bij de derde orde flux. Met deze gemanipuleerde WATBAL-fluxen zijn ANIMO-berekeningen uitgevoerd. Het resultaat is dat de hoeveelheid nitraat die via oppervlakkige afspoe-ling in de sloten terechtkomt gemiddeld 1 kg/ha N per jaar bedraagt. In de PAWN-vermestingsstudie, waar uitgegaan wordt van een runoff van ca. 20 mm/j resulteert dit in nitraatafspoelingen in de orde van enkele kilo's (1-5 kg N).

7.3 Empirische gegevens

In een aantal beregeningsproeven op vier proefvelden (met bodem-gebruiksvorm gras) te Achterveld is de oppervlakkige afstroming van Kjeld-N (dit is de totale hoeveelheid stikstof exclusief nitraat en nitriet) gemeten voor verschillende bemestingsniveaus (Oosterom, 1980). (Uit een in datzelfde onderzoek uitgevoerde beregeningsproef, waarbij vooraf 35 ton/ha runderdrijfmest is toegediend, bleek dat de hoeveelheid nitraat die oppervlakkig afstroomt verwaarloosbaar klein is in vergelijking met de hoe-veelheid Kjeld-N). Er is gemeten voor vier bemestingsniveau's waarbij 0, 7, 17 en 27 ton/ha runderdrijfmest in een keer is opgebracht. Dit komt overeen met 0, 31, 76 en 120 kg/ha N. Vervolgens is op 1, 3, 8 en 15 dagen na de bemesting berekend (de

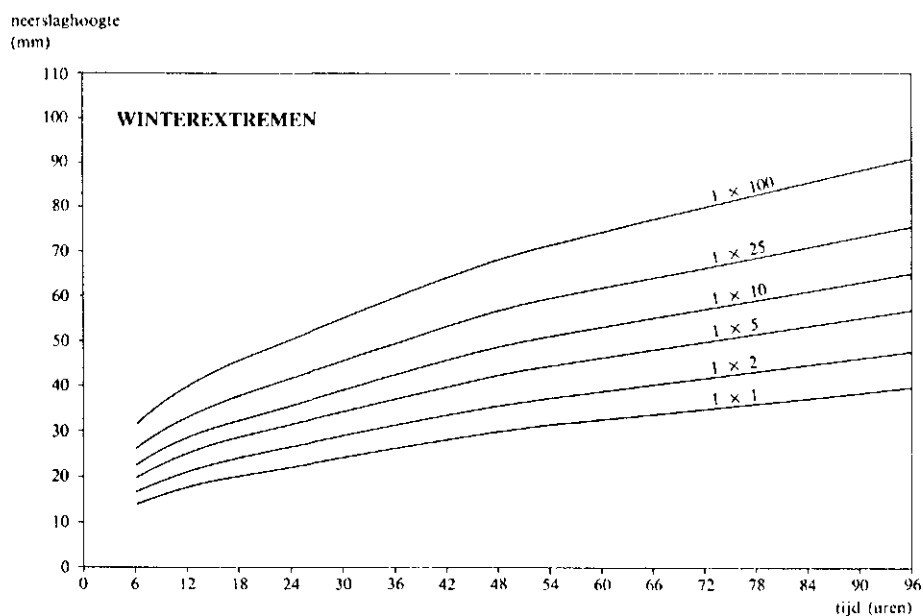
beregeningsduur bedroeg 3-4 uur per keer) en is de daarbij optredende oppervlakkige afstroming gemeten. De resultaten staan in tabel 9.

Tabel 9 Berekening, afspoeling van neerslag en afspoeling van stikstof (Kjeld-N) voor verschillende bemestingsniveaus bij vier achtereenvolgende berekeningen, voor de meetproef in Achterveld. De bemesting met runderdrijfmest (RDM) werd uitgevoerd op 11/2.

	Bemesting vooraf							
	geen				7 ton/ha RDM			
	12/2	14/2	19/2	26/2	12/2	14/2	19/2	26/2
Beregend (mm)	22	22	35	25	30	28	32	33
Afspoeling (mm)	6	7	15	5	9	12	9	8
Kjeld-N (kg/ha N)	0.14	0.05	0.15	0.05	1.80	0.50	0.13	0.07
	17 ton/ha RDM				27 ton/ha RDM			
	12/2	14/2	19/2	26/2	12/2	14/2	19/2	26/2
	12/2	14/2	19/2	26/2	12/2	14/2	19/2	26/2
Beregend (mm)	22	28	19	34	19	16	26	25
Afspoeling (mm)	7	6	6	13	6	5	11	9
Kjeld-N (kg/ha N)	3.50	0.85	0.23	0.22	5.16	1.25	0.70	0.33

Als gevolg van de vier berekeningen steeg de grondwaterstand in het profiel achtereenvolgens van 0.14 naar 0.07, van 0.07 naar 0.03, van 0.33 naar 0.07 en van 0.50 naar 0.09 m - mv. Uit tabel 9 blijkt dat voor het hoogste bemestingsniveau na vier keer berekenen in totaal 7.4 kg/ha Kjeld-N afspoelt. De totale runoff bedraagt 31 mm.

Wat is nu de kans dat een dergelijke afspoeling optreedt? In figuur 11 zijn winterextremen van de neerslaghoogte voor regenduren van 6 tot 96 uren gegeven.



Figuur 11 Neerslaghoogte te De Bilt (winterextremen op basis van een partiele reeks) voor uren van 6 uren tot 96 uren (4 dagen) bij een herhalings-tijd T_p van 1, 2, 5, 10, 25 en 100 jaar (Naar: Bouwknecht, 1986; uit Cultuurtechnisch Vademecum).

De cijfers zijn neerslaggegevens van De Bilt. Ruwweg geldt dat de extremen evenredig zijn met de normalen. Voor een andere plaats kan de neerslagsom bij een bepaalde herhalingstijd worden benaderd door de extreme waarde voor De Bilt te vermenigvuldigen met de verhoudingen tussen de normaalwaarden van de betreffende plaats en die van De Bilt. De normaal van de neerslagsom voor het winterhalfjaar voor De Bilt bedraagt 390 mm, voor de regio Chaam is dit 400, zodat de verhouding praktisch gelijk is aan 1 (1.03 om precies te zijn).

Uit figuur 11 blijkt dat voor een herhalingstijd van 1 jaar de extreme neerslag in 6 uur ca. 12 mm bedraagt, de maximale dagsom bedraagt ca. 21 mm. Dit betekent dat er gemiddeld slechts 1 keer per winterhalfjaar binnen 6 uur meer dan 12 mm, en op een dag meer dan 21 mm neerslag valt. Uit tabel 9 blijkt dat als er in 3-4 uur 19 mm neerslag valt en als er de dag ervoor 120 kg/ha N is toegevoegd er ca. 5 kg/ha Kjeld-N oppervlakkig afstroomt. Het kan echter ook zo zijn dat er na bemesting neerslag valt zonder dat er runoff optreedt. Indien daarna nogmaals neerslag valt waarbij wel runoff optreedt zal de afspoeling van stikstof weer lager zijn omdat een gedeelte van de mest dan al in de bodem geïnfiltreerd zal zijn.

Nijboer (1986) heeft voor twee stroomgebieden op de Veluwe (het Lunterse beekgebied en het Hierdense beekgebied) onderzoek gedaan naar de uit- en afspoeling van stikstof afkomstig van bemesting in de landbouw. Hiertoe zijn voor beide stroomgebieden water- en stikstofbalansen opgesteld en is de stikstofbelasting van het oppervlaktewater afkomstig van de landbouw bepaald. Voor beide gebieden zijn gedurende de balansperioden (Lunterse beekgebied; 1/10 '82 - 1/6 '83, Hierdense beekgebied; 1/1 '84 - 31/12 '84 en 1/1 '85 - 1/9 '85) de beekdebieten via continue metingen van overstorthoogten bepaald, en zijn frequent concentratie-metingen van het nitraat- en Kjeld-N-gehalte van het beekwater uitgevoerd.

Voor beide stroomgebieden bleek dat de hoeveelheid Kjeld-N die via runoff tot afspoeling komt slechts ca. 2-7% van de totale hoeveelheid af/uitgespoelde hoeveelheid stikstof bedraagt. In kilo's betekent dit ca. 1-10 kg/ha Kjeld-N.

7.4 Conclusies

Op grond van het bovenstaande wordt er in deze studie vanuitgegaan dat de runoff van nitraat te verwaarlozen is en dat de runoff van Kjeld-N ca. 3 kg/ha.jaar N bedraagt.

8 RUIMTELIJKE EXTRAPOLATIE

8.1 Gebiedsschematisatie Chaamse bekengebied

In tabel 10 staat een overzicht van de oppervlakten per combinatie van bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het Chaamse bekengebied.

Tabel 10 Oppervlakten cultuurgrond per combinatie van bodemtype, bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het Chaamse bekengebied. De totale oppervlakte cultuurgrond bedraagt 2452 ha.

Bodemtype	Bodemgebruik	Gt	Oppervlakte (ha)
Moerige gronden	gras		345
	maïs		27
Niet-moerige gronden	gras	VI	394
	maïs	VI-VII	233
	gras	II-V	604
	gras	V*	617
	maïs	II-V	66
	maïs	V*	166

(Uit: Landinrichtingsdienst, 1989)

Uit een veldinventarisatie uitgevoerd door de Landinrichtingsdienst is voor een gedeelte van het stroomgebied (243 ha) het aandeel gedraineerde gronden bepaald, waarbij onderscheid is gemaakt tussen natte moerige gronden, overige natte gronden en droge gronden. Hierbij werden de reservaatgronden buiten beschouwing gelaten. Het resultaat staat in tabel 11.

Tabel 11 Aandeel gedraineerde gronden onderverdeeld naar groepskenmerken in ha en als percentage van de geïnventariseerde oppervlakte.

Groepskenmerk	Geïnventariseerd (ha)	Gedraineerd (ha)	(%)
Moerige gronden, Gt II-V	87	25	29
Natte min. gronden, Gt II-V	74	19	25
Min. gronden, Gt V*	50	10	20
Min. gronden, Gt VI-VII	32	1	3

Deze percentages zijn geëxtrapolleerd naar het totale areaal cultuurgrond in het stroomgebied. Daarnaast is er een onderverdeling van de gedraineerde arealen aangenomen voor de verschillende typen bodemgebruik. Voor deze onderverdeling is aangenomen dat voor de natte gronden (Gt II-V) alle bouwlanden gedraineerd zijn. Voor de gronden met Gt V*-VII is aangenomen dat 50% van het gedraineerde areaal uit bouwland bestaat en 50% uit grasland. De geschatte gedraineerde arealen staan in tabel 12.

8.2 Nitraatbelasting van het oppervlaktewater van het Chaamse bekengebied, afkomstig van cultuurgrond.

De oppervlakkige uitspoeling van nitraat voor het stroomgebied wordt nu in twee stappen bepaald. Als eerste wordt de nitraatbelasting van het oppervlaktewater exclusief de invloed van drainage bepaald door de oppervlakten van de verschillende arealen per combinatie van bodemgebruik en Gt met de berekende oppervlakkige uitspoelingscijfers per ha te vermenigvuldigen. Hierbij is gebruik gemaakt van de uitspoelingscijfers zoals die bepaald zijn over de periode 1987-1990 als jaargemiddelden, voor toekomstscenario 0 (tabel 23). Uit tabel 13 kan voor het Chaamse bekengebied een totale $\text{NO}_3\text{-N}$ belasting ten gevolge van oppervlakkige uitspoeling van 45 022 kg/jaar N worden afgeleid.

Tabel 12 Arealen gras en maïs onderverdeeld naar bodemtype en grondwatertrap, het percentage gedraineerde gronden op basis van een steekproef en de geschatte arealen gras en maïs die gedraineerd zijn.

Gras	Maïs	Totaal	Drainage		Geschatte areaal drainage	
(ha)	(ha)	(ha)	%	(ha)	Gras (ha)	Maïs (ha)
Moerige gronden						
345	27	372	29	93	66	27
Minerale gronden, Gt II-V						
604	66	670	25	168	102	66
Minerale gronden, Gt V*						
617	166	783	20	157	79	78
Minerale gronden, Gt VI-VII						
394	233	627	3	19	9	10

Tabel 13 Oppervlakte cultuurgronden (Opp) uitgesplitst naar bodemtype, bodemgebruik en grondwatertrap, stikstofuitspoeling (dra) en nitraatbelasting van het oppervlaktewater (N-bel) voor het stroomgebied van de Chaamse beken exclusief drainage-invloed. Periode 1987-1990, toekomst-scenario 0.

	Moerig			Mineraal					
	gras maïs			gras			maïs		
	II, III, V			II-V	V*	VI	II-V	V*	VI-VII
Opp. (ha)	345	27		604	617	394	66	166	233
Dra (kg/ha.jr N)	7	12)	1	26	23	5	37	42	6
N-bel (kg/jr N)	2415	324		15704	14191	1576	2442	6972	1398

1) Afgeleid uit de verhouding van de dra-termen tussen gras Gt II-V en maïs, Gt II-V

Als tweede wordt de extra nitraatbelasting berekend als gevolg van de invloed van drainage op basis van de eerder besproken berekeningen en schattingen. Hiervoor wordt voor toekomstscenario 0 per deelgroep de totale nitraatuitspoeling bepaald (leak+dra-term) voor de niet-gedraineerde situatie. De procentuele toename van de totale nitraatuitspoeling als gevolg van drainage is bekend (tabel 8) zodat voor de gedraineerde situatie de totale nitraatuitspoeling bekend is. Het aandeel van de oppervlakkige nitraatuitspoeling op de totale nitraatuitspoeling voor de gedraineerde toestand is reeds bepaald (in tabel 8) zodat voor de gedraineerde situatie de oppervlakkige nitraatuitspoeling bepaald kan worden. De extra nitraatbelasting als gevolg van drainage wordt ten slotte afgeleid uit het verschil in oppervlakkige nitraatuitspoeling tussen de gedraineerde en niet-gedraineerde situatie, vermenigvuldigd met de gedraineerde oppervlakte. De resultaten van deze procedure zijn weergegeven in tabel 14. Hierbij moet worden opgemerkt dat de extra nitraatuitspoeling als gevolg van drainage een substitutie is van de stikstofbelasting die via runoff tot stand komt in de vorm van Kjeld-N.

Uit tabel 14 kan worden afgeleid dat, als gevolg van drainage, in het gebied de nitraatbelasting met 16 020 kg/jaar N toeneemt.

Conclusies.

De totale nitraatbelasting van het oppervlaktewater is dus gelijk aan de som van het resultaat van tabel 13 en tabel 14 en wel 61 042 kg/jaar N. In aanhangsel 11 is de nitraatbelasting van het oppervlaktewater voor drie deelstroomgebieden apart berekend. Bij deze berekening werd wel rekening gehouden met drainage binnen reserveraatsgebieden. Het percentage gedraineerde natte moerige gronden werd daartoe gecorrigeerd naar 25% in plaats van 29% (zie tabel 11).

Tabel 14 Nitraatuitspoeling naar grondwater (leak) en oppervlaktewater (dra) voor en na drainage, en de toename in de nitraatbelasting van het oppervlaktewater van het Chaamse bekengebied na drainage. De verschillende termen zijn onderverdeeld naar bodemtype, bodemgebruik en grondwatertrap. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0.

	Moerig		Mineraal					
	gras	maïs	gras			maïs		
	II, III, V		II-V	V*	VI	II-V	V*	VI-VII
Leak+dra (kg/ha.jr N) ongedraineerd	7	12	53	67	138	85	151	214
Leak+dra (kg/ha.jr N) gedraineerd	12	21	87	100	150	149	264	233
Toename leak+dra (%) na drainage	65	75	65	49	9	75	75	9
Dra (%)	100	100	75	49	33	48	48	35
Dra (kg/ha.jr N) gedraineerd	12	21	66	49	50	72	127	82
Dra (kg/ha.jr N) ongedraineerd	7	12	26	23	5	49	42	6
Toename dra (kg/ha.jr N)	5	9	40	26	45	23	85	76
Opp. gedraineerd (ha)	66	27	102	79	9	66	78	10
Toename N-belasting (kg/jr N)	330	243	4080	2054	405	1518	6630	760

Uit de resultaten van de haalbaarheidsstudie ecologische doelstelling Chaamse beken (Latour et al., 1988) wordt de stikstofbelasting van het oppervlaktewater voor 1985 bepaald op 117 972 kg N. Verondersteld wordt dat gedurende het transport van de stikstof vanaf het punt waar het in het oppervlaktewater terechtkomt tot het meetpunt 18% gedenitrificeerd wordt, zodat de werkelijke stikstofbelasting van het oppervlaktewater in 1985 143 868 kg N bedraagt. Het aandeel van de landbouw hierin wordt gesteld op 123 403 kg N.

Voor stikstof zijn de concentraties Kjeld-N en nitraat plus nitriet-N apart in Latour et al. (1988) vermeld. Hieruit blijkt dat ca. 35% van de totale stikstofbelasting uit Kjeld-N bestaat en voor ca. 65% uit nitraat-N (de gemeten nitrietconcentraties zijn erg laag in verhouding tot de nitraatconcentraties). Dit zou betekenen dat vanuit de landbouw de nitraatbelasting van het oppervlaktewater voor 1985 volgens Latour et al. (1988) ca. 80 000 kg N bedraagt (en de Kjeld-N belasting ca. 43 000 kg N). Deze waarde komt in orde van grootte redelijk overeen met de in deze studie bepaalde waarde. Het is echter belangrijk op te merken dat de waarde die door Latour et al. (1988) genoemd wordt op geheel andere wijze bepaald is dan de in deze studie bepaalde waarde.

- De door Latour et al. (1988) bepaalde waarde is gebaseerd op meetgegevens aan de uitlaat van het gebied over het totale debiet van het stroomgebied en concentratie-metingen voor het jaar 1985. Dit betekent dat in de studie van Latour et al. de stikstofbelasting bepaald is die afkomstig is van het derde en het tweede orde drainagesysteem. De in onze studie bepaalde stikstofbelasting is alleen afkomstig van het derde orde drainagesysteem.
- In de studie van Latour et al. is de totale stikstofvrucht aan de uitlaat van het gebied bepaald door het jaardebiet van 1985 te vermenigvuldigen met een gemiddelde concentratie gebaseerd op ca. 10 metingen in 1985. In die studie blijkt echter ook dat de gebiedsafvoer in korte tijd grote fluctuaties kan vertonen vanwege het feit dat het afvoersysteem snel reageert op de neerslag. Dit

betekent dat het erg belangrijk is de gemeten concentratie te correleren aan de afvoer van dat moment en op die manier een gewogen gemiddelde concentratie te bepalen en die te vermenigvuldigen met de totale jaarafvoer.

- De in onze studie bepaalde stikstofbelasting is bepaald m.b.v. de weersgegevens van 1978. In de studie van Latour et al. is de stikstofbelasting bepaald voor het jaar 1985. Vanwege de sterke samenhang tussen neerslag en de afvoer voor dit gebied dient daarom de nodige voorzichtigheid in acht te worden genomen bij het vergelijken van beide onderzoeksresultaten. Dit blijkt ook uit resultaten van berekeningen van het Hoogheemraadschap West-Brabant waar, op analoge wijze als in de studie van Latour et al., de stikstofbelasting van het oppervlaktewater afkomstig van de landbouw voor het Chaamse bekengebied bepaald is voor de jaren 1986 t/m 1988. Voor die drie jaren zijn de berekende stikstofvrachten voor het oppervlaktewater afkomstig van de landbouw voor het Chaamse bekengebied resp. 138 967, 201 942 en 180 128 kg N. Hierbij wordt echter opgemerkt dat de wijze waarop de stikstofvracht berekend wordt van grote invloed op het eindresultaat is. Wordt bijv. voor 1986 de jaarlijkse stikstofvracht berekend door de maanddebieten te vermenigvuldigen met de bijbehorende gemiddelde stikstofconcentraties per maand dan wordt de stikstofvracht over 1986 berekend op 215 127 kg N een verschil dus van 55% (!) met de waarde die verkregen wordt indien met jaardebieten en jaargemiddelde concentraties gerekend wordt.

Ten slotte blijkt uit de studie van Latour et al. dat nitraat niet de enige vorm van stikstof is die een rol speelt bij de belasting van het oppervlaktewater. Ook de oppervlakkige uitspoeling van Kjeld-N blijkt aanzienlijk te zijn (ca. 1/3 van de totale stikstofvracht). Ook uit de concentratiemetingen van de beekafvoeren van de studie van Nijboer (1986) blijkt dat het aandeel van de Kjeld-N belasting aanzienlijk is (ook hier ca. 1/3 van de totale stikstofvracht).

9 CONCLUSIES

Voor het stroomgebied van de Chaamse beken is via oppervlakkige uitspoeling een totale nitraatbelasting van ca. 61 000 kg/jaar N berekend voor het oppervlaktewater. Uit ons onderzoek blijkt dat de nitraatbelasting van het oppervlaktewater voornamelijk afkomstig is van natte minerale gronden (Gt II-V*), die niet tot moerige of venige bodemtypen gerekend worden.

De nitraatuitspoeling naar het oppervlakkige drainagesysteem afkomstig van natte gronden met een hoog organische-stofgehalte in de bodem (d.w.z. moerige of venige gronden) is gering, evenals de oppervlakkige nitraatuitspoeling van de drogere gronden (Gt VI-VII). De oppervlakkige afspoeling van nitraat als gevolg van runoff is voor de totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater van ondergeschikte betekenis.

Een verlengd uitrijverbod leidt, volgens de gebruikte rekenmethode, voor gras tot een geringe verhoging van de uitspoeling van nitraat en voor maïs tot een reductie van de nitraatuitspoeling. In beide gevallen is het effect echter gering.

Het opleggen van een maximum niveau voor de totale toegestane stikstofgift (300 kg N-effectief) blijkt wel te leiden tot een reductie in de uitspoeling van nitraat. Voor grasland zijn daarbij reducties van 30-45% in de nitraatuitspoeling naar het oppervlaktewater te verwachten.

Als gevolg van drainage kan volgens de gebruikte rekenmethode een toename in de nitraatuitspoeling van 50-75% worden verwacht op de nattere gronden (Gt II-V*). Voor drogere gronden (Gt VI-VII) blijft deze toename beperkt tot 10%. Op basis van deze rekenresultaten en veldschattingen van het areaal gedraineerde gronden (18%) kon worden berekend dat door drainage de nitraatbelasting van het oppervlaktewater met 26% is toegenomen.

LITERATUUR

Adriaanse, P.I., 1988. Lokale waterhuishouding en stikstofhuishouding in een beekdal langs de Dommel; toepassing van de modellen WATBAL en ANIMO. Wageningen, ICW. Nota 1874.

Adriaanse, P.I. en R.H. Kemmers, 1988. Bufferzones tegen nitraatinspoeling in beekdalen; ontwikkeling van een methode voor het vastleggen van de ligging en breedte. Wageningen, ICW. Rapport 27.

Bakker, J.W., F.R. Boone en P. Boekel, 1987. Diffusie van gassen in grond en zuurstofdiffusiecoëfficiënten in Nederlandse akkerbouwgronden. Wageningen, ICW. Rapport 20.

Berghuis-Van Dijk, J.T., 1985. WATBAL, a simple water balance model for a unsaturated/saturated soil profile. Wageningen, ICW. Nota 1670.

Bolt, F.J.E. van der, in voorbereiding. Voorl. titel: Onderzoek naar de stikstofhuishouding in de bodem. Wageningen, Staring Centrum.

Bouwknacht Cultuurtechnisch vademecum, 1988. Wageningen, Cultuurtechnische vereniging.

Dort, T.C.M. van en R.H. Kemmers, 1988. Bufferzones tegen nitraatinspoeling in beekdalen; vuistregels voor de bepaling van de omvang. Wageningen, ICW. Rapport 35.

Dort, T.C.M. van en R.H. Kemmers, 1990. Het bepalen van de ligging en omvang van bufferzones tegen inspoeling van nitraat voor een viertal beekdalen in Noord-Brabant. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 37.

Grashoff, P.S., M.A. Menke, C.H. van Belois en E.F.W. Ruygh, 1989. PAWN-vermesting; verzamelen en berekenen van invoergegevens ten behoeve van waterkwaliteitsberekeningen. Delft, Waterloopkundig Laboratorium. Rapport T420.

Kolenbrander, G.I., 1981. Leaching of nitrogen in agriculture. In: J.C. Brogan et al. Nitrogen losses and surface runoff from landspreading of manures. Development in plant soil sciences 2. Den Haag, Nijhof, Junk.

Kroes, J.G., 1988. ANIMO version 2, User guide. Wageningen, ICW. Nota 1848.

Latour, P.J.M., et al. 1988. Haalbaarheidsstudie ecologische doelstelling Chaamse beken. Wageningen, Vakgroep Natuurbeheer Landbouwuniversiteit. Werkrapport.

Nijboer, L.F., 1986. Uit- en afspoeling van fosfor en stikstof afkomstig van bemesting in de landbouw. Wageningen, ICW. Nota 1742.

Oosterom, H.P. en J.A.H.M. Steenvoorden, 1980. Chemische samenstelling van oppervlakkig afstromend water (proefveld-onderzoek te Achterveld. Wageningen, ICW. Nota 1237.

Ruilverkavelingsrapport Baarle Nassau, 1980. Wageningen, Stiboka.

Steenvoorden, J.A.H.M., 1983. Nitraatbelasting van het grondwater in zandgebieden; denitrificatie in de ondergrond. Wageningen, ICW. Nota 1799.

Walsum, P.E.V. van, 1989. SLAPP, een rekenprogramma voor het genereren van bemestingsscenario's (betreffende dierlijke mest en stikstofmest) t.b.v. milieu-effectonderzoek. Wageningen, ICW. Nota 1920.

Wesseling, J., 1987. Water in de landbouw: altijd te veel of te weinig. Cultuurtechnisch tijdschrift 26(5). Wageningen, Cultuurtechnische vereniging.

Wijvekate, M.L., 1970. Verklarende statistiek. Utrecht, Spectrum.

AANHANGSEL 1

Overzicht van de drainagefluxen in relatie tot de grondwatertrap en het neerslagoverschot (NN) in relatie tot het grondgebruik voor de geselecteerde simulatie-eenheden over de periode 1971-1987.

Tabel 15 Resultaten van de WATBAL-simulaties voor de minerale simulatie-eenheden.

SE	Bodem- type	Gt	Bodem- gebruik	Drainagefluxen			NN
				eerste	tweede	derde	
(mm/d)							
2	Hn21t	V*	gras	0.049	0.435	0.287	0.771
3	Hn21t	VI	gras	0.061	0.702	0.074	0.837
4	Hn23t	V	gras	0.167	0.466	0.111	0.744
5	cHn23t	V*	gras	0.227	0.385	0.158	0.770
6	E2g23t	III	gras	0.127	0.241	0.339	0.707
7	Hn23t	V*	gras	0.563	0.140	0.050	0.753
8	zE223	VI	gras	0.714	0.081	0.007	0.802
9	cHn21	VI	maïs	0.131	0.723	0.034	0.888
10	Hn21	V*	maïs	-0.862	1.093	0.630	0.861
11	Hn21	V*	gras	-0.699	1.189	0.279	0.769
12	Hn21	VI	gras	-0.399	1.202	0.018	0.821
13	Hn21	VI	maïs	0.728	0.235	0.005	0.968
14	Hn21	V*	gras	0.621	0.081	0.069	0.771
15	p2n23t	III	gras	0.083	0.191	0.398	0.672
16	Hn21	VI	gras	0.529	0.279	0.010	0.818
17	zE223	VI	maïs	0.662	0.155	0.044	0.861
18	zE223	V*	maïs	0.483	0.326	0.052	0.861
19	Hn21	V*	maïs	0.662	0.302	0.011	0.975
20	zE223	V*	gras	0.089	0.405	0.252	0.746
21	Hn21	V*	gras	0.239	0.108	0.404	0.751
22	p2n23t	III	gras	-0.213	0.121	0.767	0.675
24	E2g23t	III	gras	-0.155	0.131	0.718	0.694
25	zE221	V*	gras	0.312	0.294	0.154	0.760
26	zE221	VI	gras	0.278	0.538	0.010	0.826
27	zE221	VI	maïs	0.191	0.754	0.011	0.956
28	p2n21t	III	maïs	-0.492	0.893	0.465	0.866
29	cHn21	VI	gras	0.708	0.098	0.017	0.820
30	p2g23	III	gras	0.246	0.118	0.372	0.736
31	cHn21	VI	maïs	0.825	0.047	0.015	0.887
32	cHn21	VI	gras	0.750	0.000	0.068	0.818
33	p2g23	III	gras	-0.086	0.402	0.391	0.707
34	zE223	VI	maïs	0.587	0.271	0.043	0.901
35	zE223	VII	maïs	0.455	0.432	0.000	0.887
36	cHn21	VI	maïs	0.380	0.500	0.005	0.885
37	cHn21	VI	gras	0.314	0.507	0.003	0.824
38	cHn21	VI	maïs	0.378	0.499	0.009	0.886
39	cHn23	VI	maïs	0.496	0.356	0.008	0.860
40	cHn23	VI	gras	0.665	0.064	0.007	0.736
41	p2g23	III	gras	0.253	0.141	0.326	0.720

Tabel 16 Resultaten van de WATBAL-simulaties voor de natte simulatie-eenheden.

SE	Bodem- type	Gt	Bodem- gebruik	Drainagefluxen			NN
				eerste	tweede	derde	
				mm per dag			
1	zWz	III	gras	-0.070	0.227	0.518	0.675
2	zVz	II	gras	-0.273	0.233	0.713	0.673
3	aWz	III	gras	-0.361	0.519	0.523	0.681
4	aVz	II	gras	-0.350	0.242	0.778	0.670
5	aWz	II	gras	-0.575	0.434	0.814	0.673
6	E2g35	III	gras	-0.060	0.416	0.323	0.679
7	c2g37	III	gras	-0.029	0.436	0.274	0.681
8	t2g45	III	gras	0.095	0.190	0.401	0.686
9	c2g45	V	gras	0.441	0.099	0.150	0.690
10	t2g45	V	gras	0.398	0.211	0.082	0.691
11	aWz	II	gras	-0.667	0.538	0.802	0.673
12	aVz	II	gras	-0.618	0.508	0.782	0.672
13	aVz	II	gras	-0.002	0.386	0.293	0.677

AANHANGSEL 2

Referentiedata die gebruikt zijn voor de calibratie van de ANIMO-berekeningen.

Tabel 17 Bruto stikstofbemestingsniveaus voor bodemgebruik gras en maïs betreffende het bufferzone-onderzoek voor regio Nuenen in kg/ha.jr N.

Periode	Gras			Maïs		
	KM-N	DM-N	TOT-N	KM-N	DM-N	TOT-N
1971-1975	223	264	487	62	162	224
1976-1980	262	628	890	62	268	330
1981-1985	325	450	775	60	289	349

Tabel 18 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) in kg/ha N, voor de simulatie-eenheden met bodemgebruiksvorm gras en maïs betreffende het bufferzone-onderzoek voor regio Nuenen (Adriaanse en Kemmers, 1988)

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode					
			1971-1975		1976-1980		1981-1985	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra
5	gras	II	1.	*	10.	*	6.	*
7	gras	II	18.	*	25.	*	24.	*
17	gras	II	2.	*	2.	*	2.	*
22	gras	II	14.	*	20.	*	21.	*
1	gras	III	2.	*	27.	*	13.	*
4	gras	III	3.	*	19.	*	22.	*
14	gras	III	1.	*	8.	*	14.	*
15	gras	III	9.	*	28.	*	32.	*
16	gras	III	7.	*	22.	*	25.	*
29	gras	III	3.	*	14.	*	22.	*
24	gras	V	3.	*	47.	*	47.	*
10	gras	V*	23.	*	86.	*	42.	*
21	gras	VI	49.	*	169.	*	122.	*
23	gras	VI	61.	*	196.	*	164.	*
25	gras	VI	5.	*	49.	*	45.	*
28	gras	VI	77.	*	212.	*	234.	*
19	gras	VII	70.	*	191.	*	224.	*
9	maïs	V	32.	*	56.	*	53.	*
8	maïs	V*	13.	*	25.	*	15.	*
2	maïs	VI	49.	*	77.	*	48.	*
3	maïs	VI	123.	*	154.	*	144.	*
13	maïs	VI	43.	*	70.	*	67.	*
20	maïs	VI	38.	*	68.	*	64.	*
27	maïs	VI	43.	*	69.	*	70.	*
30	maïs	VI	35.	*	62.	*	48.	*
6	maïs	VII	42.	*	74.	*	90.	*
11	maïs	VII	45.	*	69.	*	52.	*
12	maïs	VII	46.	*	88.	*	103.	*
18	maïs	VII	42.	*	72.	*	88.	*

Tabel 19 Bruto stikstofbemestingsniveaus (TOT-N), uitgesplitst naar kunstmest (KM-N) en dierlijke mest (DM-N), voor bodemgebruik gras en maïs betreffende onderzoek in Gelderland uitgedrukt in kg/ha.jr N.

Periode	Gras			Maïs		
	KM-N	DM-N	TOT-N	K-N	DM-N	TOT-N
1971-1975	251	229	480	55	480	535
1976-1980	281	256	537	61	537	598
1981-1985	310	283	593	68	594	663

Tabel 20 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, in verschillende perioden voor een aantal plots in Gelderland.

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode					
			1971-1975		1976-1980		1981-1986	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra
1	gras	V	2	0	2	0	2	0
2	gras	V	13	0	7	0	66	0
3	gras	V	1	0	1	0	8	0
4	gras	V	2	0	2	0	5	0
5	gras	V	2	0	1	0	15	0
6	gras	VI	100	0	91	0	133	0
7	maïs	V	68	0	137	0	217	0
8	maïs	VI	104	0	176	0	283	0

AANHANGSEL 3

Resultaten van de ANIMO-calibraties over de periode 1971-1986.

Tabel 21 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam voor de calibratieperiode.

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode					
			1971-1975		1976-1980		1981-1986	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra
6	gras	III	13.	18.	19.	34.	29.	39.
15	gras	III	0.	3.	0.	1.	0.	0.
22	gras	III	12.	23.	25.	10.	17.	19.
24	gras	III	2.	11.	16.	11.	11.	8.
30	gras	III	24.	6.	48.	8.	25.	5.
33	gras	III	18.	25.	27.	24.	23.	30.
41	gras	III	16.	11.	26.	27.	13.	12.
2	gras	V*	23.	11.	33.	21.	36.	17.
4	gras	V	23.	2.	46.	8.	21.	1.
5	gras	V*	37.	5.	51.	11.	22.	5.
7	gras	V*	14.	0.	25.	1.	15.	0.
11	gras	V*	34.	21.	61.	39.	44.	27.
14	gras	V*	38.	1.	56.	5.	24.	3.
20	gras	V*	6.	11.	25.	24.	28.	23.
21	gras	V*	18.	17.	30.	29.	20.	14.
25	gras	V*	3.	4.	9.	10.	5.	10.
3	gras	VI	101.	6.	156.	18.	171.	18.
8	gras	VI	95.	1.	152.	2.	164.	2.
12	gras	VI	78.	2.	131.	6.	103.	6.
16	gras	VI	92.	2.	148.	4.	131.	4.
26	gras	VI	77.	3.	136.	6.	129.	6.
29	gras	VI	85.	1.	138.	3.	121.	3.
32	gras	VI	83.	0.	140.	2.	121.	2.
37	gras	VI	83.	2.	135.	5.	122.	5.
40	gras	VI	55.	0.	84.	1.	94.	2.
10	maïs	V*	77.	99.	65.	106.	38.	73.
18	maïs	V	90.	4.	137.	8.	39.	10.
19	maïs	V*	249.	4.	243.	6.	199.	7.
28	maïs	III	82.	134.	99.	96.	61.	62.
9	maïs	VI	252.	11.	220.	15.	184.	17.
13	maïs	VI	293.	3.	270.	5.	237.	5.
17	maïs	VI	274.	5.	241.	10.	211.	12.
27	maïs	VI	294.	8.	277.	11.	243.	11.
31	maïs	VI	251.	1.	225.	2.	191.	2.
34	maïs	VI	292.	3.	276.	5.	241.	5.
35	maïs	VI	298.	0.	285.	0.	266.	0.
36	maïs	VI	272.	7.	247.	8.	211.	8.
38	maïs	VI	274.	7.	251.	9.	226.	10.
39	maïs	VI	319.	5.	278.	7.	240.	7.

Tabel 22 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam voor de calibratieperiode.

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode					
			1971-1975		1976-1980		1981-1986	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra
1	gras	III	0.	2.	0.	8.	0.	10.
2	gras	II	0.	0.	0.	2.	0.	4.
3	gras	III	0.	1.	0.	13.	0.	5.
4	gras	II	0.	1.	0.	11.	0.	4.
5	gras	II	0.	2.	0.	11.	0.	9.
6	gras	III	0.	2.	0.	4.	0.	5.
7	gras	III	0.	4.	0.	7.	0.	9.
8	gras	III	0.	1.	0.	4.	0.	4.
9	gras	V	0.	0.	0.	1.	0.	1.
10	gras	V	0.	0.	0.	1.	0.	1.
11	gras	II	0.	2.	0.	5.	0.	6.
12	gras	II	0.	3.	0.	8.	0.	14.
13	gras	II	0.	2.	0.	4.	0.	7.

Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 0.

Tabel 23 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft voor gras de periode 1 okt. - 1 dec. en voor maïs de periode oogst - 1 nov. (toekomstscenario 0).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode					
			1987-1990		1991-1994		1995-1998	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra
6	gras	III	43.	35.	56.	45.	59.	46.
15	gras	III	0.	0.	0.	0.	0.	0.
22	gras	III	19.	19.	37.	30.	39.	31.
24	gras	III	22.	18.	44.	33.	46.	34.
30	gras	III	58.	20.	109.	31.	111.	32.
33	gras	III	17.	51.	43.	78.	48.	80.
41	gras	III	31.	37.	66.	59.	68.	60.
gem.			27.	26.	51.	39.	53.	40.
procentuele verd.			51%	49%	56%	44%	57%	43%
2	gras	V*	43.	35.	56.	45.	59.	46.
4	gras	V	64.	13.	124.	21.	126.	21.
5	gras	V*	61.	20.	113.	31.	114.	30.
7	gras	V*	58.	4.	103.	6.	106.	7.
11	gras	V*	41.	41.	77.	59.	81.	60.
14	gras	V*	59.	5.	112.	8.	113.	8.
20	gras	V*	22.	39.	39.	54.	47.	55.
21	gras	V*	31.	39.	69.	65.	72.	67.
25	gras	V*	20.	14.	42.	19.	51.	19.
gem.			44.	23.	81.	34.	85.	35.
procentuele verd.			66%	34%	70%	30%	71%	29%
3	gras	VI	206.	17.	190.	21.	193.	21.
8	gras	VI	207.	2.	202.	2.	205.	2.
12	gras	VI	103.	5.	148.	6.	152.	6.
16	gras	VI	123.	3.	176.	4.	177.	5.
26	gras	VI	132.	6.	183.	8.	186.	8.
29	gras	VI	117.	2.	163.	2.	167.	2.
32	gras	VI	112.	1.	160.	1.	162.	1.
37	gras	VI	112.	5.	158.	7.	161.	7.
40	gras	VI	88.	1.	122.	1.	128.	1.
gem.			133.	5.	167.	6.	170.	6.
procentuele verd.			96%	4%	97%	3%	97%	3%
10	maïs	V*	25.	80.	25.	83.	22.	74.
18	maïs	V	72.	10.	107.	11.	107.	10.
19	maïs	V*	192.	3.	166.	3.	150.	3.
28	maïs	III	26.	61.	24.	67.	22.	63.
gem.			79.	39.	81.	41.	75.	38.
procentuele verd.			67%	33%	66%	34%	66%	34%
9	maïs	VI	176.	15.	144.	12.	132.	11.
13	maïs	VI	223.	4.	184.	3.	165.	3.
17	maïs	VI	180.	11.	151.	10.	138.	8.
27	maïs	VI	220.	7.	187.	6.	165.	5.
31	maïs	VI	171.	2.	151.	1.	134.	1.
34	maïs	VI	229.	4.	189.	3.	165.	3.
35	maïs	VI	230.	0.	199.	0.	179.	0.
36	maïs	VI	212.	7.	173.	6.	150.	5.
38	maïs	VI	213.	7.	174.	6.	150.	6.
39	maïs	VI	228.	5.	195.	5.	175.	4.
gem.			208.	6.	174.	5.	155.	5.
procentuele verd.			97%	3%	97%	3%	97%	3%

Tabel 24 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. (toekomstscenario 0).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
1	gras	III	0.	11.	0.	10.	0.	10.	0.	10.
2	gras	II	0.	4.	0.	5.	0.	5.	0.	13.
3	gras	III	0.	7.	0.	7.	0.	6.	0.	6.
4	gras	II	0.	6.	0.	8.	0.	8.	0.	15.
5	gras	II	0.	15.	0.	15.	0.	14.	0.	16.
6	gras	III	0.	3.	0.	2.	0.	2.	0.	2.
7	gras	III	0.	7.	0.	7.	0.	6.	0.	6.
8	gras	III	0.	5.	0.	5.	0.	5.	0.	5.
9	gras	V	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	1.
10	gras	V	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	1.
11	gras	II	0.	7.	0.	6.	0.	6.	0.	6.
12	gras	II	0.	15.	0.	14.	0.	14.	0.	15.
13	gras	II	0.	7.	0.	7.	0.	7.	0.	8.
gem.			0.	7.	0.	7.	0.	6.	0.	8.
procentuele verd.			0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%

Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 1.

Tabel 25 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. (toekomstscenario 1).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
6	gras	III	46.	60.	61.	66.	64.	69.	72.	76.
15	gras	III	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
22	gras	III	20.	20.	40.	33.	42.	34.	59.	46.
24	gras	III	25.	21.	52.	39.	54.	40.	57.	42.
30	gras	III	61.	20.	114.	33.	115.	33.	115.	33.
33	gras	III	18.	56.	47.	84.	51.	85.	54.	87.
41	gras	III	32.	38.	69.	61.	70.	61.	74.	64.
gem.			29.	31.	55.	45.	57.	46.	62.	50.
procentuele verd.			48%	52%	55%	45%	55%	45%	55%	45%
2	gras	V*	41.	37.	62.	49.	65.	50.	71.	54.
4	gras	V	67.	13.	130.	21.	132.	21.	131.	21.
5	gras	V*	65.	20.	116.	31.	117.	31.	118.	31.
7	gras	V*	63.	4.	113.	7.	115.	7.	124.	8.
11	gras	V*	42.	42.	80.	62.	83.	62.	88.	64.
14	gras	V*	62.	5.	117.	9.	117.	9.	122.	9.
20	gras	V*	24.	39.	42.	55.	51.	56.	89.	64.
21	gras	V*	32.	40.	71.	66.	74.	68.	78.	70.
25	gras	V*	22.	13.	46.	19.	56.	19.	64.	20.
gem.			46.	23.	86.	35.	90.	36.	98.	38.
procentuele verd.			67%	33%	71%	29%	72%	28%	72%	28%
3	gras	VI	210.	17.	192.	21.	195.	21.	201.	21.
8	gras	VI	213.	2.	205.	2.	207.	2.	213.	2.
12	gras	VI	105.	5.	147.	6.	153.	6.	175.	7.
16	gras	VI	123.	3.	178.	5.	179.	5.	189.	5.
26	gras	VI	135.	6.	190.	8.	192.	8.	200.	8.
29	gras	VI	116.	2.	167.	2.	170.	2.	176.	2.
32	gras	VI	113.	1.	165.	1.	168.	1.	174.	1.
37	gras	VI	113.	5.	162.	7.	164.	7.	171.	7.
40	gras	VI	88.	1.	123.	1.	127.	1.	132.	1.
gem.			135.	5.	169.	6.	173.	6.	181.	6.
procentuele verd.			96%	4%	97%	3%	97%	3%	97%	3%
10	maïs	V*	21.	63.	19.	63.	18.	60.	18.	62.
18	maïs	V	77.	6.	100.	9.	96.	8.	93.	9.
19	maïs	V*	173.	3.	142.	2.	130.	2.	142.	2.
28	maïs	III	28.	63.	28.	62.	22.	57.	18.	55.
gem.			75.	34.	72.	34.	67.	32.	67.	50.
procentuele verd.			69%	31%	68%	32%	67%	33%	57%	43%
9	maïs	VI	172.	13.	127.	11.	119.	10.	121.	10.
13	maïs	VI	222.	3.	165.	3.	151.	2.	147.	2.
17	maïs	VI	181.	10.	138.	8.	132.	8.	130.	8.
27	maïs	VI	223.	6.	172.	5.	151.	5.	145.	4.
31	maïs	VI	153.	2.	125.	1.	119.	1.	116.	1.
34	maïs	VI	236.	4.	176.	3.	155.	3.	149.	3.
35	maïs	VI	221.	0.	186.	0.	170.	0.	165.	0.
36	maïs	VI	213.	6.	158.	5.	138.	4.	134.	4.
38	maïs	VI	217.	7.	158.	5.	139.	5.	135.	5.
39	maïs	VI	223.	5.	181.	4.	162.	4.	158.	4.
gem.			206.	6.	158.	5.	143.	4.	140.	4.
procentuele verd.			96%	4%	97%	3%	97%	3%	97%	3%

Tabel 26 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. (toekomstscenario 1).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
1	gras	III	0.	11.	0.	10.	0.	10.	0.	9.
2	gras	II	0.	4.	0.	4.	0.	4.	0.	14.
3	gras	III	0.	6.	0.	6.	0.	6.	0.	5.
4	gras	II	0.	6.	0.	8.	0.	6.	0.	16.
5	gras	II	0.	14.	0.	14.	0.	14.	0.	15.
6	gras	III	0.	3.	0.	2.	0.	2.	0.	2.
7	gras	III	0.	6.	0.	5.	0.	6.	0.	6.
8	gras	III	0.	5.	0.	5.	0.	5.	0.	5.
9	gras	V	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	1.
10	gras	V	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	1.
11	gras	II	0.	6.	0.	5.	0.	5.	0.	5.
12	gras	II	0.	14.	0.	13.	0.	13.	0.	14.
13	gras	II	0.	7.	0.	7.	0.	7.	0.	8.
gem.			0.	6.	0.	6.	0.	6.	0.	7.
procentuele verd.			0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%

Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 2.

Tabel 27 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met de bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 15 feb. (toekomstscenario 2).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
6	gras	III	50.	65.	69.	74.	72.	76.	77.	80.
15	gras	III	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
22	gras	III	22.	22.	45.	36.	46.	37.	61.	47.
24	gras	III	29.	25.	60.	45.	63.	47.	64.	48.
30	gras	III	67.	22.	124.	36.	124.	36.	122.	35.
33	gras	III	20.	61.	52.	93.	57.	94.	58.	92.
41	gras	III	36.	41.	76.	67.	78.	68.	78.	67.
gem.			32.	34.	61.	50.	63.	51.	66.	53.
Procentuele verd.			48%	42%	55%	45%	55%	45%	55%	45%
2	gras	V*	48.	41.	73.	57.	76.	57.	80.	60.
4	gras	V	74.	14.	145.	23.	144.	23.	140.	22.
5	gras	V*	69.	22.	128.	35.	130.	35.	128.	35.
7	gras	V*	70.	5.	126.	8.	127.	8.	131.	8.
11	gras	V*	45.	45.	89.	68.	92.	68.	96.	69.
14	gras	V*	68.	6.	129.	9.	129.	9.	131.	9.
20	gras	V*	27.	42.	50.	60.	62.	61.	92.	66.
21	gras	V*	35.	43.	79.	73.	82.	74.	85.	76.
25	gras	V*	27.	15.	58.	20.	67.	21.	73.	21.
gem.			51.	26.	97.	39.	102.	40.	106.	41.
Procentuele verd.			66%	34%	71%	29%	72%	28%	72%	28%
3	gras	VI	218.	18.	204.	22.	206.	22.	209.	22.
8	gras	VI	221.	2.	217.	2.	219.	2.	222.	2.
12	gras	VI	111.	5.	153.	6.	161.	6.	190.	7.
16	gras	VI	129.	4.	190.	5.	191.	5.	196.	5.
26	gras	VI	140.	6.	204.	9.	205.	9.	211.	9.
29	gras	VI	122.	2.	179.	2.	181.	2.	184.	2.
32	gras	VI	119.	1.	178.	1.	179.	1.	182.	1.
37	gras	VI	118.	5.	174.	7.	176.	7.	178.	8.
40	gras	VI	92.	1.	134.	1.	136.	1.	139.	1.
gem.			141.	5.	181.	6.	184.	6.	190.	6.
Procentuele verd.			97%	3%	97%	3%	97%	3%	97%	3%
10	maïs	V*	19.	56.	18.	57.	17.	55.	16.	55.
18	maïs	V	77.	4.	94.	6.	92.	7.	90.	8.
19	maïs	V*	156.	2.	131.	2.	121.	2.	138.	2.
28	maïs	III	31.	67.	31.	66.	24.	56.	17.	52.
gem.			71.	32.	69.	33.	64.	30.	65.	29.
Procentuele verd.			69%	31%	68%	32%	62%	39%	69%	31%
9	maïs	VI	165.	12.	119.	9.	113.	9.	118.	9.
13	maïs	VI	215.	3.	156.	2.	141.	2.	143.	2.
17	maïs	VI	175.	8.	133.	7.	123.	7.	128.	7.
27	maïs	VI	215.	6.	164.	5.	145.	4.	141.	4.
31	maïs	VI	139.	1.	113.	1.	113.	1.	111.	1.
34	maïs	VI	231.	3.	171.	3.	151.	2.	146.	2.
35	maïs	VI	216.	0.	180.	0.	165.	0.	161.	0.
36	maïs	VI	207.	6.	150.	4.	133.	4.	130.	4.
38	maïs	VI	212.	6.	151.	5.	133.	5.	131.	4.
39	maïs	VI	221.	4.	174.	3.	159.	3.	155.	3.
gem.			200.	5.	151.	4.	138.	4.	136.	4.
Procentuele verd.			98%	2%	98%	2%	97%	3%	97%	3%

Tabel 28 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 15 feb. (toekomstscenario 2).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
1	gras	III	0.	11.	0.	9.	0.	9.	0.	9.
2	gras	II	0.	4.	0.	4.	0.	4.	0.	13.
3	gras	III	0.	6.	0.	5.	0.	5.	0.	5.
4	gras	II	0.	5.	0.	8.	0.	8.	0.	16.
5	gras	II	0.	13.	0.	13.	0.	13.	0.	15.
6	gras	III	0.	4.	0.	3.	0.	3.	0.	3.
7	gras	III	0.	6.	0.	5.	0.	5.	0.	5.
8	gras	III	0.	5.	0.	4.	0.	4.	0.	5.
9	gras	V	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	1.
10	gras	V	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	1.
11	gras	II	0.	6.	0.	5.	0.	5.	0.	5.
12	gras	II	0.	13.	0.	12.	0.	12.	0.	13.
13	gras	II	0.	6.	0.	6.	0.	7.	0.	8.
gem.			0.	6.	0.	6.	0.	6.	0.	7.
procentuele verd.			0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%

Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 3.

Tabel 29 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 sept. - 1 april (toekomstscenario 3).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
1	gras	III	0.	9.	0.	8.	0.	7.	0.	7.
2	gras	II	0.	3.	0.	4.	0.	5.	0.	15.
3	gras	III	0.	5.	0.	5.	0.	5.	0.	4.
4	gras	II	0.	5.	0.	7.	0.	8.	0.	16.
5	gras	II	0.	10.	0.	10.	0.	11.	0.	11.
6	gras	III	0.	3.	0.	2.	0.	2.	0.	3.
7	gras	III	0.	4.	0.	3.	0.	3.	0.	3.
8	gras	III	0.	3.	0.	2.	0.	2.	0.	2.
9	gras	V	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
10	gras	V	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
11	gras	II	0.	4.	0.	3.	0.	3.	0.	3.
12	gras	II	0.	7.	0.	6.	0.	6.	0.	6.
13	gras	II	0.	3.	0.	3.	0.	4.	0.	4.
gem.			0.	4.	0.	4.	0.	4.	0.	6.
procentuele verd.			0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%

Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 4.

Tabel 30 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met de bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. Het maximale totale bemestingsniveau bedraagt 300 kg/ha N-effectief, het aandeel dierlijke mest hierin is gelimiteerd aan de hand van de fosfaatnorm van 125 kg/ha P (toekomstscenario 4).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
6	gras	III	36.	43.	32.	38.	33.	39.	35.	41.
15	gras	III	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
22	gras	III	19.	18.	39.	31.	39.	31.	39.	31.
24	gras	III	15.	13.	29.	24.	31.	24.	33.	25.
30	gras	III	40.	14.	74.	22.	75.	22.	74.	21.
33	gras	III	14.	39.	31.	58.	33.	58.	34.	58.
41	gras	III	22.	26.	46.	41.	46.	41.	46.	41.
gem.			21.	22.	36.	31.	37.	31.	37.	31.
procentuele verd.			49%	41%	54%	46%	54%	46%	54%	46%
2	gras	V*	84.	30.	27.	23.	28.	24.	29.	24.
4	gras	V	45.	10.	86.	15.	86.	15.	83.	14.
5	gras	V*	43.	15.	79.	22.	78.	21.	77.	21.
7	gras	V*	45.	3.	84.	5.	92.	6.	91.	6.
11	gras	V*	29.	29.	49.	40.	50.	40.	51.	40.
14	gras	V*	39.	4.	71.	6.	71.	6.	71.	6.
20	gras	V*	15.	26.	20.	34.	22.	34.	23.	34.
21	gras	V*	19.	26.	41.	41.	43.	42.	43.	42.
25	gras	V*	8.	9.	13.	11.	17.	12.	20.	12.
gem.			36.	17.	52.	22.	54.	22.	54.	22.
procentuele verd.			68%	32%	70%	30%	71%	29%	71%	29%
3	gras	VI	137.	11.	101.	11.	101.	11.	101.	11.
8	gras	VI	138.	1.	111.	1.	112.	1.	113.	1.
12	gras	VI	73.	3.	101.	4.	102.	4.	102.	4.
16	gras	VI	85.	3.	106.	3.	107.	3.	108.	3.
26	gras	VI	89.	4.	94.	4.	95.	4.	95.	4.
29	gras	VI8	1.	1.	100.	1.	101.	1.	102.	1.
32	gras	VI	79.	1.	98.	1.	99.	1.	100.	1.
37	gras	VI	79.	4.	97.	4.	98.	4.	99.	4.
40	gras	VI	67.	1.	78.	1.	80.	1.	80.	1.
gem.			92.	3.	98.	3.	98.	3.	98.	3.
procentuele verd.			97%	3%	97%	3%	97%	3%	97%	3%
10	maïs	V*	22.	58.	18.	61.	18.	60.	18.	60.
18	maïs	V	74.	7.	98.	8.	97.	8.	94.	8.
19	maïs	V*	150.	2.	137.	2.	137.	2.	137.	2.
28	maïs	III	26.	56.	24.	58.	23.	56.	20.	52.
gem.			68.	31.	69.	32.	69.	32.	67.	31.
procentuele verd.			69%	31%	68%	32%	68%	32%	68%	32%
9	maïs	VI	143.	12.	120.	10.	120.	10.	121.	10.
13	maïs	VI	187.	3.	157.	3.	157.	2.	157.	3.
17	maïs	VI	150.	9.	130.	8.	130.	8.	130.	8.
27	maïs	VI	186.	5.	164.	5.	163.	5.	162.	5.
31	maïs	VI	136.	1.	130.	1.	129.	1.	126.	1.
34	maïs	VI	197.	3.	169.	3.	169.	3.	168.	3.
35	maïs	VI	194.	0.	180.	0.	179.	0.	178.	0.
36	maïs	VI	177.	6.	151.	5.	151.	5.	151.	5.
38	maïs	VI	180.	6.	152.	5.	152.	5.	152.	5.
39	maïs	VI	194.	4.	169.	4.	170.	4.	171.	4.
gem.			174.	5.	152.	4.	152.	4.	152.	4.
procentuele verd.			97%	3%	97%	3%	97%	3%	97%	3%

Tabel 31 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de natte simulatie-eenheden (1 : 10 000) met bodemgebruiksvorm gras voor de regio Chaam. Het uitrijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. Het maximale totale bemestingsniveau bedraagt 300 kg/ha N-effectief, het aandeel dierlijke mest hierin is gelimiteerd aan de hand van de fosfaatsnorm van 125 kg/ha P (toekomstscenario 4).

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
1	gras	III	0.	10. 0.	9. 0.	9. 0.	9. 0.	9.		
2	gras	II	0.	4. 0.	4. 0.	7. 0.	18.			
3	gras	III	0.	5. 0.	5. 0.	6. 0.	7.			
4	gras	II	0.	5. 0.	7. 0.	11. 0.	18.			
5	gras	II	0.	13. 0.	14. 0.	14. 0.	14.			
6	gras	III	0.	4. 0.	3. 0.	4. 0.	4.			
7	gras	III	0.	5. 0.	4. 0.	4. 0.	4.			
8	gras	III	0.	4. 0.	4. 0.	4. 0.	4.			
9	gras	V	0.	1. 0.	2. 0.	2. 0.	2.			
10	gras	V	0.	1. 0.	1. 0.	1. 0.	1.			
11	gras	II	0.	5. 0.	4. 0.	4. 0.	4.			
12	gras	II	0.	11. 0.	12. 0.	12. 0.	12.			
13	gras	II	0.	6. 0.	7. 0.	7. 0.	9.			
	gem.		0.	6. 0.	6. 0.	6. 0.	7.			
	procentuele verd.		0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%

AANHANGSEL 9

Overzicht van de drainagefluxen in relatie tot de grondwatertrap en het bodemgebruik en het neerslagoverschot (NN) voor de gedraineerde geselecteerde simulatie-eenheden over de periode 1971-1987.

Tabel 32 Resultaten van de WATBAL-simulaties voor de gedraineerde minerale simulatie-eenheden

SE	Gt	Bodem- gebruik	Drainagefluxen eerste	tweede	derde	NN
mm/d						
2	V*	gras	-0.248	0.358	0.708	0.818
3	VI	gras	-0.047	0.631	0.271	0.854
4	V	gras	-0.071	0.213	0.655	0.797
5	V*	gras	-0.010	0.264	0.564	0.818
6	III	gras	-0.419	0.135	1.047	0.763
7	V*	gras	0.227	0.078	0.503	0.808
8	VI	gras	0.572	0.047	0.209	0.828
9	VI	maïs	-0.028	0.654	0.272	0.898
10	V*	maïs	-0.882	0.759	0.998	0.875
11	V*	gras	-0.446	0.558	0.694	0.806
12	VI	gras	0.170	0.438	0.237	0.845
13	VI	maïs	0.579	0.157	0.251	0.987
14	V*	gras	0.246	0.018	0.549	0.813
15	III	gras	-0.510	0.072	1.143	0.705
16	VI	gras	0.407	0.190	0.247	0.845
17	VI	maïs	0.500	0.124	0.239	0.863
18	V*	maïs	0.340	0.264	0.259	0.863
19	V*	maïs	0.541	0.207	0.239	0.987
20	V*	gras	-0.162	0.278	0.672	0.787
21	V*	gras	-0.095	0.049	0.843	0.797
22	III	gras	-0.791	0.021	1.470	0.700
24	III	gras	-0.773	0.023	1.503	0.752
25	V*	gras	-0.033	0.207	0.635	0.809
26	VI	gras	0.194	0.422	0.231	0.847
27	VI	maïs	0.147	0.615	0.205	0.966
28	III	maïs	-1.128	0.715	1.286	0.872
29	VI	gras	0.567	0.042	0.236	0.845
30	III	gras	-0.139	0.024	0.884	0.769
31	VI	maïs	0.669	0.018	0.210	0.897
32	VI	gras	0.581	0.000	0.261	0.841
33	III	gras	-0.634	0.282	1.113	0.761
34	VI	maïs	0.451	0.225	0.187	0.863
35	VI	maïs	0.485	0.391	0.011	0.887
36	VI	maïs	0.245	0.380	0.271	0.896
37	VI	gras	0.210	0.401	0.235	0.846
38	VI	maïs	0.226	0.400	0.269	0.896
39	VI	maïs	0.343	0.284	0.232	0.859
40	VI	gras	0.471	0.022	0.246	0.739
41	III	gras	-0.263	0.037	0.991	0.765

AANHANGSEL 10

Resultaten van de ANIMO-berekeningen voor toekomstscenario 1 voor de gedraineerde minerale simulatie-eenheden.

Tabel 33 Nitraatuitspoeling naar het grondwater (leak) en het oppervlaktewater (dra) in kg/ha N, voor de gedraineerde minerale simulatie-eenheden (1 : 50 000) met de bodemgebruiksvorm gras en maïs voor de regio Chaam. Het uitruijverbod in het najaar betreft de periode 1 okt. - 1 jan. (toekomstscenario 1)

SE	Bodem- gebruik	Gt	Periode							
			1987-1990		1991-1994		1995-1998		1999-2010	
			leak	dra	leak	dra	leak	dra	leak	dra
6	gras	III	100.	58.	105.	67.	110.	70.	119.	75.
15	gras	III	1.	1.	3.	2.	3.	2.	7.	3.
22	gras	III	58.	30.	90.	45.	91.	45.	107.	52.
24	gras	III	48.	30.	78.	46.	81.	47.	85.	49.
30	gras	III	99.	18.	156.	28.	159.	28.	159.	28.
33	gras	III	58.	80.	73.	105.	73.	105.	74.	106.
41	gras	III	86.	28.	134.	43.	136.	44.	136.	44.
gem.			64.	35.	91.	48.	93.	49.	98.	51.
Procentuele verd.			64%	36%	65%	35%	65%	35%	66%	34%
2	gras	V*	86.	29.	102.	36.	104.	37.	111.	39.
4	gras	V*	85.	23.	141.	36.	140.	36.	138.	35.
5	gras	V*	81.	22.	124.	32.	127.	33.	135.	34.
7	gras	V*	80.	9.	130.	13.	133.	13.	143.	14.
11	gras	V*	63.	46.	96.	66.	97.	66.	102.	70.
14	gras	V*	84.	10.	132.	15.	132.	15.	134.	15.
20	gras	V*	58.	72.	95.	108.	95.	108.	98.	110.
21	gras	V*	63.	28.	103.	43.	103.	43.	105.	44.
25	gras	V*	44.	40.	72.	60.	74.	61.	81.	66.
gem.			72.	31.	111.	45.	112.	46.	116.	47.
Procentuele verd.			70%	30%	71%	29%	71%	29%	71%	29%
3	gras	VI2	11.	31.	189.	36.	191.	36.	197.	37.
8	gras	VI	223.	7.	206.	8.	208.	8.	214.	8.
12	gras	VI	109.	15.	158.	21.	160.	21.	172.	23.
16	gras	VI	122.	16.	168.	22.	170.	22.	177.	23.
26	gras	VI	125.	37.	164.	49.	166.	50.	174.	52.
29	gras	VI	124.	5.	168.	7.	170.	8.	189.	8.
32	gras	VI	122.	4.	167.	5.	169.	5.	175.	5.
37	gras	VI	118.	12.	160.	16.	162.	16.	177.	18.
40	gras	VI	89.	4.	120.	5.	124.	5.	129.	5.
gem.			138.	15.	167.	19.	169.	19.	178.	20.
Procentuele verd.			90%	10%	90%	10%	90%	10%	90%	10%
10	maïs	V*	63.	94.	50.	85.	46.	77.	45.	73.
18	maïs	V	90.	4.	121.	6.	122.	6.	119.	6.
19	maïs	V*	196.	15.	165.	13.	150.	12.	149.	12.
28	maïs	III	106.	196.	77.	158.	67.	138.	63.	130.
gem.			114.	77.	103.	63.	96.	58.	94.	55.
Procentuele verd.			60%	40%	63%	38%	62%	38%	63%	37%
9	maïs	VI	180.	32.	141.	30.	124.	26.	120.	24.
13	maïs	VI	231.	10.	174.	9.	154.	8.	151.	7.
17	maïs	VI	214.	14.	177.	13.	159.	11.	153.	11.
27	maïs	VI	216.	35.	160.	34.	141.	29.	136.	27.
31	maïs	VI	173.	4.	136.	3.	131.	3.	133.	3.
34	maïs	VI	252.	6.	189.	5.	165.	5.	158.	4.
35	maïs	VI	220.	0.	185.	0.	169.	0.	164.	0.
36	maïs	VI	219.	12.	161.	11.	140.	9.	135.	9.
38	maïs	VI	221.	17.	159.	15.	138.	13.	133.	12.
39	maïs	VI	241.	13.	188.	12.	166.	10.	159.	10.
gem.			217.	14.	167.	13.	149.	11.	144.	11.
Procentuele verd.			94%	6%	93%	7%	93%	7%	93%	7%

AANHANGSEL 11

Stroomgebied van de Broekse beek.

Tabel 34 Oppervlakten cultuurgrond en het geschatte gedraineerde deel daarvan per combinatie van bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het stroomgebied van de Broekse beek.

Gras (ha)	Maïs (ha)	Totaal (ha)	Drainage (%)	Drainage (ha)	Onderverdeling Gras (ha)	drainage Maïs (ha)
Moerige gronden						
23	1	24	25	6	5	1
Minerale gronden Gt II-V*						
58	12	70	25	18	6	12
Minerale gronden Gt VI-VII						
41	24	65	3	2	1	1

Tabel 35 Nitraatbelasting (kg/jaar N) van het oppervlaktewater, afkomstig van cultuurgrond, van het stroomgebied van de Broekse beek exclusief drainage-invloed. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0.

Bodemgebruik	Moerig		Mineraal			
	gras	maïs	gras	maïs		
Gt	II, III, V		II-V* VI		II-V*	VI-VII
Opp. (ha)	23	1	58	41	12	24
Dra (kg/ha.jr)	7	12	25*	5	39**	6
Bel. (kg/jr N)	161	12	1450	205	468	144
Tot. nitraatbelasting (kg/jr N)						2436
Extra nitraatbelasting als gevolg van drainage:						
Leak+dra (kg/ha.jr N) ongedraineerd	7	12	60	138	118	214
Toename leak+dra (%)	65	75	55#	9	75	9
Leak+dra (kg/ha.jr N) gedraineerd	12	21	93	150	207	223
Dra (%)	100	100	62##	33	48	35
Dra (kg/ha.jr N) gedraineerd	12	21	58	50	99	82
Dra (kg/ha.jr N) ongedraineerd	7	12	25	5	39	6
Toename dra (kg/ha.jr N)	5	9	33	45	60	76
Opp. gedraineerd (ha)	5	1	6	1	12	13
Extra belast. (kg/jr N)	25	9	198	45	720	76
Tot. extra nitraatbelasting (kg/jr N)						1073
Nitraatbelasting opp. water Broekse beek (kg/jr N)						3513

* Gemiddelde van de dra-termen voor gras, Gt III en gras V-V*

** Gemiddelde van de dra-termen voor maïs, Gt III-V*

Procentuele toename van het gemiddelde van de totale nitraattuitspoeling voor gras Gt III en gras Gt V-V*, in de gedraineerde en ongedraineerde situatie.

Omdat de oppervlakteverdeling voor de deelgebieden voor gras Gt III en gras Gt V-V* niet apart bekend is, is hier het gemiddelde percentage van beide (75% resp. 49%) genomen.

Stroomgebied van de Roode beek.

Tabel 36 Oppervlakten cultuurgrond en het geschatte gedraineerde deel daarvan per combinatie van bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het stroomgebied van de Roode beek.

Gras (ha)	Maïs (ha)	Totaal (ha)	Drainage (%) (ha)		Onderverdeling Gras (ha)	drainage Maïs (ha)
Moerige gronden						
41	3	44	25	11	8	3
Minerale gronden Gt II-V*						
197	37	234	25	59	22	37
Minerale gronden Gt VI-VII						
205	121	326	3	10	5	5

Tabel 37 Nitraatbelasting (kg N/jaar) van het oppervlaktewater, afkomstig van cultuurgrond, van het stroomgebied van de Roode beek exclusief drainage-invoed. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0.

Bodemgebruik	Moerig		Mineraal			
	gras	maïs	gras		maïs	
Gt	II, III, V		II-V*	VI	II-V*	VI-VII
Opp. (ha)	41	3	197	205	37	121
Dra (kg/ha.jr)	7	12	25	5	39	6
Bel. (kg/jr N)	287	36	4225	1025	1443	726
Tot. nitraatbelasting(kg/jr N)						7742
Extra nitraatbelasting als gevolg van drainage:						
Leak+dra (kg/ha.jr N) ongedraineerd	7	12	60	138	118	214
Toename leak+dra(%)	65	75	55	9	75	9
Leak+dra (kg/ha.jr N) gedraineerd	12	21	93	150	207	223
Dra (%)	100	100	62	33	48	35
Dra (kg/ha.jr N) gedraineerd	12	21	58	50	99	82
Dra (kg/ha.jr N) ongedraineerd	7	12	25	5	39	6
Toename dra (kg/ha.jr N)	5	9	33	45	60	76
Opp.gedraineerd(ha)	8	3	22	5	37	5
Extra bel. (kg/jr N)	40	27	726	225	2220	380
Tot.extra bel. (kg/jr N)						3618
Nitraatbelasting opp.water Roodebeek(kg/jr N)						11360

Stroomgebied van de Chaamse beek.

Tabel 38 Oppervlakten cultuurgrond en het geschatte gedraineerde deel daarvan per combinatie van bodemgebruiksvorm en grondwatertrap voor het stroomgebied van de Chaamse beek.

Gras	Maïs	Totaal	Drainage		Onderverdeling	drainage
(ha)	(ha)	(ha)	(%)	(ha)	Gras (ha)	Maïs (ha)
Moerige gronden						
73	6	79	25	20	14	6
Minerale gronden Gt II-V*						
155	30	185	25	46	16	30
Minerale gronden Gt VI-VII						
194	115	309	3	9	5	5

Tabel 39 Nitraatbelasting (kg/jr N) van het oppervlaktewater, afkomstig van cultuurgrond, van het stroomgebied van de Chaamse beek exclusief drainage-invloed. Periode 1987-1990, toekomstscenario 0.

Bodemgebruik	Moerig		Mineraal			
	gras	maïs	gras		maïs	
Gt	II, III, V		II-V*	VI	II-V*	VI-VII
Opp. (ha)	73	6	155	194	30	115
Dra (kg/ha.jr N)	7	12	25	5	39	6
Bel. (kg/jr N)	511	72	3875	776	1170	690
Totale bel. (kg/jr N)						7094
Extra nitraatbelasting als gevolg van drainage:						
Leak+dra (kg/ha.jr N) ongedraineerd	7	12*	60	138	118	214
Toename leak+dra (%)	65	75	55	9	75	9
Leak+dra (kg/ha.jr N) gedraineerd	12	21	93	150	207	223
Dra (%)	100	100	62	33	48	35
Dra (kg/ha.jr N) gedraineerd	12	21	58	50	99	82
Dra (kg/ha.jr N) ongedraineerd	7	12	25	5	39	6
Toename dra (kg/ha.jr N)	5	9	33	45	60	76
Opp. gedraineerd (ha)	14	6	16	5	30	5
Extra bel. (kg/jr N)	70	54	528	225	1800	380
Tot. Extra bel. (kg/jr N)						3057
Nitraatbelasting opp. water Chaamse beek (kg/jr N)						10151