

Rapport 500031003/2005

Nutriëntenbelasting van bodem en water
Verkenning van de gevolgen van het nieuwe mestbeleid

WJ Willems¹, A.H.W. Beusen¹, L.V. Renaud², H.H. Luesink², J.G. Conijn²,
H.P Oosterom², G.J. v.d. Born¹, J.G. Kroes², P. Groenendijk² en O.F. Schoumans²

Contact:
W.J. Willems
Landbouw en Duurzaamheid Landelijk gebied
jaap.willems@mnp.nl

¹ Milieu- en Natuurplanbureau
² Wageningen-UR



Dit project is mede in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV) uitgevoerd en is onderdeel van het project Evaluatie Mestbeleid (nr. 500031)

Milieu- en Natuurplanbureau, Postbus 303, 3720 AH Bilthoven, telefoon: 030-274 27 45; fax: 030-274 44 79

Rapport in het kort

Nutriëntenbelasting van bodem en water: verkenning van de gevolgen van het nieuwe mestbeleid

Nieuw mestbeleid brengt milieudoelstellingen binnen bereik

Het nieuwe mestbeleid met een stelsel van gebruiksnormen dat van kracht wordt per 1 januari 2006 brengt de milieudoelstellingen op een tweetal aspecten (evenwichtsbemesting fosfaat en nitraat in grondwater) binnen bereik. De reductiedoelstelling voor belasting van het oppervlaktewater blijft buiten bereik.

Vrijwel evenwichtsbemesting voor fosfaat

De indicatieve fosfaatgebruiksnormen tot 2015 leiden tot een aanzienlijke daling van het fosfaatoverschot; het resterende overschot wordt geraamd op gemiddeld circa 3-6 kg/ha. Voor gronden met een fosfaattoestand 'voldoende' tot 'ruim voldoende' is dit als evenwichtsbemesting te beschouwen inclusief een 'onvermijdelijk verlies'. Voor gronden rijk aan fosfaat, ondermeer de fosfaatverzadigde gronden, verdient het aanbeveling om in elk geval daar waar de risico's voor de belasting van het oppervlaktewater groot zijn, op zo kort mogelijk termijn het landbouwkundig bemestingsadvies te doen toepassen (fosfaatgift = 0).

Nitraatdoelstelling grondwater binnen bereik

In 2009 zal de nitraatconcentratie in het totale Nederlandse zandgebied, na correctie voor de grote variatie als gevolg van weersinvloeden, nog rond de 70 mg/l liggen als gevolg van najleffecten in de bodem. Maar in de periode daarna (2010-2015) zal de concentratie de doelstelling van 50 mg/l benaderen. Naar verwachting zal in het zuidelijk zandgebied de nitraatnorm ook na 2009 nog aanzienlijk worden overschreden (gemiddeld circa 80 mg/l).

Reductie in belasting oppervlaktewater te beperkt

De OSPAR-doelstelling van 50% reductie van de belasting van oppervlaktewater in 2010 ten opzichte van 1985, toegepast op de af- en uitspoeling van landbouwgronden, blijft buiten bereik. Het nieuwe mestbeleid verlaagt de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor ten opzichte van medio jaren '80 met circa 32% (stikstof) en circa 13% (fosfor).

Trefwoorden: gebruiksnormen, dierlijke mest, kunstmest, stikstof, fosfor, grondwaterkwaliteit, af- en uitspoeling, oppervlaktewater.

Abstract

Emission of nutrients to soil and water: a survey of the effects of the new fertiliser policy

Environmental objectives within reach as a result of the new fertiliser policy

On 1 January 2006 in Dutch agriculture a new regulatory system of nutrient application standards will become effective. On two aspects the environmental objectives are within reach: equilibrium fertilisation with phosphorus and nitrate in groundwater. The nutrient emission to surface waters caused by leaching will only slightly be reduced.

Nearly equilibrium between input and crop uptake of phosphate

Reaching equilibrium between input and crop uptake of phosphorus in 2015 taking into account an extra input to compensate for inevitable losses; However in soils with a high phosphorus status no application is needed according to the actual fertiliser recommendations.

Nitrate objective comes within reach

The nitrate objective of 50 mg/l, as a result of the 2009 nitrogen application standards, comes within reach in the sandy regions of the Netherlands in the period 2010-2015. This is possible when concentration values are averaged between dry and wet sandy soils. In the southern sand area the nitrate standard will be exceeded after 2009 (average value approximately 80 mg/l).

Reduction of nutrient emission to surface water is limited

The objective of OSPAR to reduce the emission of nutrients to surface water with 50% in 2010 compared to the 1985 level, and applied to leaching from agricultural land, is hard to achieve. The emission to surface waters is reduced with approximately 32% (N) and approximately 13% (P).

Key words: application standards, manure, chemical fertiliser, nitrogen, phosphorus, groundwater quality, leaching, surface water

Voorwoord

Dit rapport is een vervolg op het rapport 'Quick Scan van de milieukundige effecten van een aantal voorstellen voor gebruiksnormen' dat in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2004 in april 2004 is uitgebracht (Schoumans *et al.*, 2004).

Na het uitkomen van die rapportage hebben de gebruiksnormen een meer concrete invulling gekregen in het Derde Actieprogramma in het kader van Nitraatrichtlijn (versie september 2004) en het voorstel tot wijziging van de Meststoffenwet van december 2004.

Eind december 2004 is door het Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Voedselkwaliteit opdracht gegeven tot het uitvoeren van deze studie. Eind januari 2005 zijn nadere afspraken gemaakt over de uitvoering en invulling van de scenario's voor de periode na 2008.

De uitkomsten zijn eind juli voorgelegd aan een aantal onderzoekers en beleidsmedewerkers:

Ir E.E. Biewinga, Ministerie LNV
Dr P.C.M. Boers, RIZA
Drs D.J. Jonkers, Ministerie VROM
Prof. dr ir O. Oenema, Alterra
Ir A.C .C. Plette, RIZA
Drs M. van Rietschoten, Ministerie LNV
Ir S. Smeulders, Ministerie VROM
Ir W. van Zeventer, Ministerie VenW
Ir R. v.d. Berg, MNP-RIVM
Dr ir J.J.M. van Grinsven, MNP-RIVM

Ontvangen reacties en commentaren zijn verwerkt in deze versie van het rapport.

De resultaten van deze studie vormen een tussenstand. De doorgerkende mestgiften behorend bij de gebruiksnormen voor stikstof zijn gebaseerd op de situatie zoals die medio 2004 bekend was. Nadien zijn de stikstofgebruiksnormen en bemestingsadviezen voor bepaalde akker- en tuinbouwgewassen nader ingevuld en/of gewijzigd.

INHOUD

| | |
|---|------------|
| SAMENVATTING..... | 9 |
| 1. INLEIDING..... | 13 |
| 2. WERKWIJZE | 15 |
| 2.1 INLEIDING | 15 |
| 2.2 VOORGESTELDE GEBRUIKSNORMEN..... | 15 |
| 2.3 SCENARIO'S VAN BEMESTING | 17 |
| 2.4 MILIEUDOELLEN IN RELATIE TOT HET GEBRUIK VAN MESTSTOFFEN IN DE LANDBOUW | 20 |
| 3. ONTWIKKELING VAN DE MESTGIFT | 23 |
| 4. MODELINSTRUMENTARIUM..... | 29 |
| 4.1 INLEIDING | 29 |
| 4.2 MODELSCHEMATISATIE EN MODELINVOER..... | 29 |
| 4.3 MODELVERSIE EN MODEL AANPASSINGEN | 30 |
| 5. BEREKENINGSRESULTATEN | 33 |
| 5.1 STIKSTOF- EN FOSFAATOVERSCHOTTEN VAN LANDBOUWGRONDEN | 33 |
| 5.2 NITRAAT IN HET BOVENSTE GRONDWATER IN 2003, 2009 EN 2010-2015 | 38 |
| 5.3 STIKSTOF- EN FOSFORBELASTING VAN HET OPPERVLAKTEWATER..... | 48 |
| 5.4 SYNTHESE BEREKENINGSRESULTATEN | 53 |
| 5.5 STONE EN WOD: VERGELIJKING VAN MODEL BENADERINGEN | 54 |
| 6. DISCUSSIE | 61 |
| 6.1 INLEIDING | 61 |
| 6.2 TOETSING VAN MODELUITKOMSTEN | 61 |
| 6.3 ONZEKERHEDEN | 62 |
| 7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 67 |
| 7.1 CONCLUSIES..... | 67 |
| 7.2 AANBEVELINGEN | 71 |
| REFERENTIES | 73 |
| BIJLAGE 1. VERGELIJKING BEREKENINGEN STONE MET METINGEN (LMM) | 77 |
| BIJLAGE 2. BEMESTING BIJ DE SCENARIO'S 'BASIS' EN 'STRENG' (2015)..... | 81 |
| BIJLAGE 3. DIERLIJKE MEST EN KUNSTMEST PER VARIANT | 86 |
| BIJLAGE 4. VERSCHILLEN TUSSEN STONE VERSIE 2.1.1 EN STONE VERSIE 2.2..... | 88 |
| BIJLAGE 5. DOELSTELLING VOOR NITRAAT IN GRONDWATER..... | 95 |
| BIJLAGE 6. PERIODE VAN MEST AANWENDING BIJ AKKERBOUW OP KLEI..... | 97 |
| BIJLAGE 7. WEERJAARREEKSEN EN TOELICHTING OP GEMIDDELD WEERJAAR 1985 | 99 |
| BIJLAGE 8. KENMERKEN DRAINAGE NAAR OPPERVLAKTEWATER | 103 |
| BIJLAGE 9. N- EN P CONCENTRATIES PER KRW-STROOMGEBIED | 105 |
| BIJLAGE 10. VERGELIJKING BODEMBALANS STONE MET CBS..... | 107 |
| BIJLAGE 11. ANALYSE VAN HET EFFECT VAN HET VANGGEWAS NA MAÏS OP ZAND | 109 |

Samenvatting

Dit rapport verkent de verwachte gevolgen van het nieuwe mestbeleid op de emissie van nutriënten (stikstof en fosfor) naar bodem en oppervlaktewater.

De Meststoffenwet ondergaat met ingang van 2006 een grondige wijziging. Het sinds 1998 bestaande stelsel van verliesnormen (MINAS) wordt vervangen door een nieuw stelsel van gebruiksnormen dat per 1 januari 2006 in werking treedt. Verder wordt nog een aantal aanvullende maatregelen ingevoerd. In deze verkenning zijn betrokken:

- het vanggewas na maïs op zandgrond (met ingang van 2006 verplicht);
- het uitrijverbod bij akkerbouw op klei (periode in najaar wordt met ingang van 2005 ingesteld op 2 maanden en verlengd naar 4,5 maand in 2009).

Hoofdconclusies

Nieuw mestbeleid brengt milieudoelstellingen binnen bereik

Het nieuwe mestbeleid met een stelsel van gebruiksnormen dat van kracht wordt per 1 januari 2006 brengt de milieudoelstellingen op een tweetal aspecten (evenwichtsbemesting fosfaat en nitraat in grondwater) binnen bereik. De reductiedoelstelling voor belasting van het oppervlaktewater blijft buiten bereik.

De indicatieve fosfaatgebruiksnormen tot 2015 leiden tot een aanzienlijke daling van het fosfaatoverschot; het resterende overschot wordt geraamd op gemiddeld circa 3-6 kg/ha. Voor gronden met een fosfaattoestand 'voldoende' tot 'ruim voldoende' is dit als evenwichtsbemesting te beschouwen inclusief een 'onvermijdelijk verlies'. Voor gronden rijk aan fosfaat, ondermeer de fosfaatverzadigde gronden, verdient het aanbeveling om in elk geval daar waar de risico's voor de belasting van het oppervlaktewater groot zijn, op zo kort mogelijk termijn het landbouwkundig bemestingsadvies te doen toepassen (fosfaatgift = 0).

In 2009 zal de nitraatconcentratie in het totale Nederlandse zandgebied, na correctie voor de grote variatie als gevolg van weersinvloeden, nog rond de 70 mg/l liggen als gevolg van naijleffecten in de bodem. Maar in de periode daarna (2010-2015) zal de concentratie de doelstelling van 50 mg/l benaderen. Naar verwachting zal in het zuidelijk zandgebied de nitraatnorm ook na 2009 nog aanzienlijk worden overschreden (gemiddeld circa 80 mg/l).

De OSPAR-doelstelling van 50% reductie van de belasting van oppervlaktewater in 2010 ten opzichte van 1985, toegepast op de af- en uitspoeling van landbouwgronden, blijft buiten bereik. Het nieuwe mestbeleid verlaagt de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor ten opzichte van medio jaren '80 met circa 32% (stikstof) en circa 13% (fosfor).

Vrijwel evenwichtsbemesting voor fosfaat

De evenwichtsbemesting voor fosfaat komt op basis van de indicatieve fosfaatsnormen van 2015 binnen bereik. Uitgaande van de definitie van evenwichtsbemesting 'Gift = onttrekking + onvermijdelijk verlies', liggen de berekende fosfaatoverschotten of 'verliezen' (3 - 6 kg/ha) binnen de range van in de praktijk optredende 'onvermijdelijke' verliezen bij een fosfaattoestand 'voldoende' tot 'ruim voldoende'. Toepassen van evenwichtsbemesting doet geen recht aan gronden die rijk zijn aan fosfaat (fosfaattoestand 'hoog'). Hier zou de gift moeten worden afgestemd op de fosfaattoestand van de bodem. In situaties met een hoge P-toestand kan volgens de bemestingsadviezen iedere fosfaatbemesting achterwege blijven.

Op landelijke schaal komt de ophoping van fosfaat in landbouwgronden vrijwel tot stilstand, als rekening wordt gehouden met af- en uitspoeling naar oppervlaktewater. Het basisscenario (gebaseerd op LEI-berekeningen voor het landelijk mestoverschot in 2006 en 2009) leidt vanaf 2015 tot een iets lager overschot dan het strenge scenario (dat van het basisscenario verschilt door 10% lagere N-giften in de periode 2009-2015). Als gevolg van de lagere stikstofgift neemt de afvoer van fosfaat via het geoogste gewas bij het scenario 'streng' af. De interactie tussen de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat is een onderwerp dat nadere aandacht behoeft.

Nitraatdoelstelling grondwater binnen bereik

De berekende gemiddelde nitraatconcentratie van het bovenste grondwater onder alle cultuurgrond in Nederland (zand, klei en veen) voldoet in 2009 aan de 50 mg/l doelstelling. In 2009 zal de gemiddelde nitraatconcentratie in het totale Nederlandse zandgebied, gecorrigeerd voor weersinvloeden, nog rond de 70 mg/l liggen als gevolg van naijleffecten in de bodem.

Voor de jaren 2010-2015 wordt een gemiddelde nitraatconcentratie van circa 56 mg/l verwacht.

Rekening houdend met:

- a. een lichte overschatting van deze berekende concentraties vergeleken met metingen uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM);
- b. een waarschijnlijke overschatting in het model (STONE) van het percentage droge zandgronden;

leidt dit ertoe dat de doelstelling van 50 mg/l in de jaren na 2009 binnen bereik komt.

Uit een differentiatie van de gemiddelde nitraatconcentraties onder landbouwgronden naar stroomgebieden blijkt dat voor het gehele zuidelijk zandgebied (Noord-Brabant en noord- en midden Limburg; Grondwaterlichaam Maas-zand) gemiddeld over de periode 2010-2015 nog nitraatwaarden aanzienlijk hoger dan 50 mg/l worden verwacht (gemiddeld circa 80 mg/l).

Het effect van droge en natte jaren op de berekende nitraatconcentratie is groot. Dit betekent dat hiervoor aandacht dient te zijn bij de analyse van de monitoringgegevens van de toekomst en dat voor een betrouwbare vergelijking de weergecorrigeerde concentraties worden gebruikt.

Het effect van het tot de gebruiksnorm van 2009 opvullen met kunstmest op de gemiddelde nitraatconcentratie in de zandgebieden is beperkt.

Het vanggewas dat na de oogst van maïs moet worden gebruikt, leidt tot duidelijk lagere nitraatconcentraties. De verwachting is dat dit effect na verloop van tijd zal afnemen.

Het vanggewas na maïs op zandgrond heeft bij natte en matig droge zandgronden een groter effect op de nitraatconcentratie dan het aanscherpen van de gebruiksnorm. Dit komt door een toename van de denitrificatie.

Reductie in belasting oppervlaktewater te beperkt

De af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater van stikstof en fosfor daalt onder invloed van het scenario 'streng' ten opzichte van 2003 met een gelijk percentage (respectievelijk 12% en 11%). Bij zandgronden is de afname het grootst (respectievelijk 22% en 18%).

De beoogde 50% reductie van de af- en uitspoeling van stikstof- en fosfor naar het oppervlaktewater in 2010 ten opzichte van 1985 komt ook bij het scenario 'streng' nog niet binnen bereik. De berekende reductie is voor stikstof circa 32% en voor fosfor circa 13%.

De afname van de stikstof- en fosfaatoverschotten komt maar ten dele tot uiting in de afname van de belasting van het oppervlaktewater omdat deze in sterke mate door de bodemvoorraden wordt gestuurd.

Het effect van het uitrijverbod bij akkerbouw op kleigrond in najaar en winter, dat tot 2009 wordt uitgebreid naar 4,5 maand, bedraagt voor stikstof de helft van de totale afname maar voor fosfor is de bijdrage van deze maatregel beperkt. Dit effect kan onderschat zijn, omdat bij de mestgift mogelijk onvoldoende rekening is gehouden met een verschuiving van najaarstoediening naar voorjaarstoediening (verhouding voorjaar/najaar is in de berekeningen gewijzigd van 25/75 tot 2006 naar 50/50 in 2009 en de jaren daarna).

1. Inleiding

Op 2 oktober 2003 is Nederland door het Europese Hof van Justitie veroordeeld vanwege het feit dat Nederland de verplichtingen van de Nitraatrichtlijn niet is nagekomen. Om hieraan wel te voldoen is in 2004 met de Europese Commissie een akkoord bereikt over de aanpassingen in de Nederlandse mestregelgeving. Als uitvloeisel hiervan wordt de Meststoffenwet en het daaraan gerelateerde Besluit gebruik meststoffen aangepast. Belangrijkste element van de aanpassing is het vervangen van de verliesnormen volgens het mineralen aangiftesysteem (MINAS) door een stelsel van gebruiksnormen voor organische en anorganische meststoffen.

Deze studie beoogt in beeld te brengen wat de gevolgen van het meststoffengebruik in de landbouw zijn voor de water- en bodembelasting met nutriënten, onder invloed van de aangepaste mestregelgeving die per 1 januari 2006 ingaat.

In het voorliggende rapport ligt de nadruk op de volgende aspecten:

- De ontwikkeling van de bodemoverschotten van stikstof en fosfaat;
- Het bereiken van de doelstelling voor nitraat in grondwater als gevolg van de gebruiksnormen van 2009;
- De ontwikkeling van nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater met accent op de ontwikkeling in de jaren 2015 tot en met 2030.

De bemesting met stikstof en fosfaat waarmee in deze studie is gerekend is gebaseerd op de berekening van het landelijk mestoverschot in 2006 en 2009 (De Hoop *et al.*, 2004). De hoogte van de stikstofgebruiksnormen en bemestingsadviezen voor stikstof is een weergave van de situatie zoals die medio 2004 bekend was.

In het voorliggende rapport wordt ook een vergelijking gemaakt met de modelbenadering zoals die door de Werkgroep Onderbouwing Derogatie is ontwikkeld en toegepast (Schröder *et al.*, 2005).

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de gevolgde werkwijze en bevat de gehanteerde uitgangspunten en aannamen bij dit onderzoek.

In hoofdstuk 3 wordt de verwachte ontwikkeling van de mestgift behandeld.

Een beschrijving van het gehanteerde modelinstrumentarium en de aanpassingen daarin wordt in hoofdstuk 4 gegeven.

De resultaten van de modelsimulaties worden gepresenteerd en toegelicht in hoofdstuk 5.

In hoofdstuk 6 worden de resultaten, voor zover mogelijk, vergeleken met andere data (berekeningen en metingen). Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een beschouwing over onzekerheden.

Hoofdstuk 7 bevat de conclusies en aanbevelingen van deze studie.

2. Werkwijze

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat een toelichting op de wijze waarop de voorgenomen gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat zijn vertaald in scenario's van bemesting.

Verder wordt ingegaan op de uitgangspunten, de gevolgde werkwijze en aannamen en wordt beschreven welke milieudoelen in verband met het gebruik van meststoffen worden nagestreefd en waaraan getoetst zal worden.

2.2 Voorgestelde gebruiksnormen

Het Derde Actieprogramma inzake de Nitraatrichtlijn (Tweede Kamer, 2004a) en de ontwerp-wijziging van de Meststoffenwet (Tweede Kamer, 2004b) en bevatten voorlopige waarden voor gebruiksnormen voor gewassen op zand-, klei- en veengronden in 2006 tot 2009. Voor de periode tot 2015 zijn indicatieve normen voor fosfaat in de Memorie van Toelichting vermeld (Tabel 2.1 en 2.2).

Tabel 2.1 Bemestingsnormen voor werkzame stikstof in kg/ha (bron: Memorie van Toelichting ontwerp-wijziging Meststoffenwet; Tweede Kamer, 2004b)

| | advies ¹ | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Grasland beweid | | | | | |
| Klei | 345 | 345 | 345 | 325 | 310 |
| Veen | 265 | 290 | 290 | 265 | 265 |
| Zand en löss | 315 (325/285) | 300 | 290 | 275 | 260 |
| Grasland 100% maaien | | | | | |
| Klei | 385 | 385 | 385 | 365 | 350 |
| Veen | 300 | 330 | 330 | 300 | 300 |
| Zand en löss | 355 (365/325) | 355 | 350 | 345 | 340 |
| Maïs | | | | | |
| Klei | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| Zand en löss | 160 | 155 | 155 | 155 | 150 |
| Cons. aardappel | | | | | |
| Klei | 250 | 275 | 275 | 250 | 250 |
| Zand en löss | 265 | 265 | 250 | ntb ² | ntb ² |
| Wintertarwe | | | | | |
| Klei | 220 | 240 | 240 | 220 | 220 |
| Zand en löss | 160 | 160 | 160 | ntb ² | ntb ² |
| Suikerbieten | | | | | |
| Klei | 150 | 165 | 165 | 150 | 150 |
| Zand en löss | 150 | 150 | 145 | ntb ² | ntb ² |
| Overige AT gewassen | | | | | |
| | ntb ³ | ntb ³ | ntb ³ | ntb ³ | ntb ³ |

¹) Voor grasland zijn er bemestingsadviezen voor droog en nat zand (Tussen haakjes: hoogste waarde nat; laagste waarde droog). In de tabel zijn deze gemiddeld in een areaalverhouding van droog en nat zand (inclusief löss) van 1:3 (250.000 ha droog en 750.000 ha overig)

²) Deze normen worden per Ministeriële Regeling vastgesteld.

³) Deze normen moeten nog worden uitgewerkt. Hiervoor zijn de geldende bemestingsadviezen gebruikt.

Tabel 2.2 Gebruiksnormen voor fosfaat (kg/ha) in de periode 2005 tot en met 2015¹
(bron: Memorie van Toelichting ontwerp-wijziging Meststoffenwet)

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------|------------------------|---------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Grasland | 130 (110) ² | 110 | 105 | 100 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 90 |
| Bouwland | 115 (85) ² | 95(85) ² | 90(85) ² | 85 | 80 | 75 | 70 | 70 | 65 | 65 | 60 |

¹) De normen voor 2009 en daarna zijn indicatief en zullen bij AMvB worden vastgesteld

²) Tussen haakjes de maximale fosfaatgift met dierlijke mest.

In het nieuwe mestbeleid zullen ook wettelijke normen voor de stikstofwerking van dierlijke mest worden vastgesteld. De werkingscoëfficiënt voor stikstof bepaalt hoeveel kunstmest er nog binnen de gebruiksnorm voor de totale stikstofbemesting aangewend kan worden.

Tabel 2.3 geeft de waarden voor de werking van varkensdrijfmest en runderdrijfmest. Voor de overige dierlijke mestsoorten zijn de waarden van varkensdrijfmest gebruikt.

De werking van stikstofkunstmest is op 100% gesteld. Hetzelfde geldt voor de werking van fosfaat in dierlijke mest en kunstmest.

Bij rundermest is de werking van weidemest lager dan van drijfmest uit de stal. Daarom is bij bedrijven die zowel maaien en weiden de werking lager gesteld dan bij bedrijven die alleen maaien. De Hoop *et al.* (2004) hebben voor de berekening van het landelijk mestoverschot gerekend met een gemiddelde waarde. Thans is najaarstoediening van dierlijke mest op kleibouwland nog toegestaan. De geleidelijke verhoging van de werkingscoëfficiënt beoogt de verschuiving van najaarstoediening naar voorjaarstoediening te stimuleren.

Tabel 2.3 Wettelijke normen voor de werkingscoëfficiënt van stikstof in drijfmest van rundvee en varkens uitgedrukt in % ten opzichte van kunstmest (bron: Memorie van Toelichting ontwerp-wijziging Meststoffenwet)

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--|------|------|------|---------------------|
| Eigen runderdrijfmest (weiden+maaien) ¹ | 35 | 35 | 45 | 45 |
| Eigen runderdrijfmest (maaien) ² | 60 | 60 | 60 | 60 |
| aangevoerde runderdrijfmest | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Varkensdrijfmest | 60 | 60 | 60 | 60 |
| najaarstoediening op kleigrond | 30 | 40 | 50 | verbod ³ |

¹) gewogen gemiddelde van stalmest en weidemest (geldig voor grasland)

²) geldig voor grasland dat alleen gemaaid wordt en voor het bouwland op rundveebedrijven

³) geldig voor de periode 15 september tot 1 februari

Overige aangekondigde maatregelen

In het nieuwe mestbeleid zijn de volgende aanvullende maatregelen aangekondigd:

1. Verplicht vanggewas na maïs op zand- en lössgrond met ingang van 2006;
2. Periode waarin het niet toegestaan is om dierlijke mest bij akkerbouw op klei toe te dienen wordt met ingang van 2005 geleidelijk aangescherpt. In 2005 geldt een verbod voor de periode 1 december tot 1 februari (2 maanden). In 2009 is het tussen 15 september en 1 februari niet toegestaan dierlijke mest uit te rijden (4,5 maand);
3. Mestvrije zones langs bepaalde waterlopen (beken) in het hoger gelegen deel van Nederland;
4. Nadere regels voor het scheuren van grasland in het najaar. Op zandgrond is scheuren toegestaan van 1 februari tot 10 mei en op klei- en veengrond van 1 februari tot 15 september.

2.3 Scenario's van bemesting

Het Ministerie van LNV heeft in januari 2005 een tweetal scenario's gedefinieerd voor de bemesting vanaf 2006 tot en met 2015, namelijk een basisscenario en een streng scenario (Tabel 2.4).

Voor de jaren 2004 en 2005 is de bemesting constant gehouden op het niveau van 2003. Hoewel de verliesnormen binnen de systematiek van MINAS in deze jaren nog iets omlaag gaan, beschikken veel landbouwbedrijven over een zodanig hoog MINAS-saldo dat niet aan te nemen valt dat de aangescherpte verliesnormen zullen worden opgevolgd.

De bemesting behorende bij de gebruiksnormen van 2006 en 2009 is gebaseerd op berekeningen door het LEI voor de raming van het landelijk mestoverschot in 2006 en 2009 (MAM model; De Hoop *et al.*, 2004). Voor de akker- en tuinbouwgewassen in 2008 en 2009 zijn de mestgiften gebaseerd op de adviesgiften als vermeld in Schröder *et al.* (2004).

Voor de bemesting in 2015 heeft het LEI een aanvullende prognose gemaakt (zie Bijlage 2).

Tabel 2.4 Scenario's voor bemesting

| Naam scenario | 'Historie' | | Toekomst: gebruiksnormen | | |
|---------------|------------|-----------|--------------------------|------|----------------|
| | t/m 2003 | 2004+2005 | 2006 | 2009 | 2015 en verder |
| Basis | Hist | 2003 | 2006 | 2009 | 2015b |
| Streng | Hist | 2003 | 2006 | 2009 | 2015s |

Basisscenario: vertrekpunt is de bemesting in 2003 welke is doorgetrokken naar 2005. Vervolgens zijn de voorgestelde gebruiksnormen van 2006 en 2009 toegepast. Voor 2015 is uitgegaan van de indicatieve fosfaatnormen en daarvan afgeleide stikstofgiften. Voor de jaren tussen 2009 en 2015 zijn de mestgiften geïnterpoleerd.

Streng scenario: deze variant verschilt alleen voor stikstof van de basisvariant. Voor 2015 geldt een 10% lagere totaal-N gift voor alle gewassen. Voor de jaren tussen 2009 en 2015 zijn de mestgiften geïnterpoleerd.

Uitgangspunten voor de berekening van de bemesting door LEI

Om de gevolgen van het op 1 juli 2004 bereikte akkoord tussen Nederland en de Europese Commissie over het nieuwe mestbeleid voor het landelijk mestoverschot in beeld te brengen, heeft het LEI een prognose gemaakt van de binnenlandse afzet op landbouwgronden van dierlijke mest en kunstmest uitgaande van de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat in 2006 en 2009 (De Hoop *et al.*, 2004). De uitgangspunten voor die berekening zijn vastgesteld op de wijze die beschreven is in het 'Protocol en uitgangspunten voor berekening landelijk mestoverschot onder een stelsel van gebruiksnormen' (Commissie van Deskundigen Meststoffenwet, 2004). De uitgangspunten zijn wetenschappelijk onderbouwd en geaccordeerd door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet.

Voor de nieuwe berekeningen met STONE voor het jaar 2015 en daarna, zijn ook gegevens over de bemesting nodig voor het jaar 2015. Om aan te sluiten op de gegevens hierover voor de jaren 2006 en 2009, zijn die met hetzelfde instrumentarium (MAM) berekend als die voor het Mestakkoord. De resultaten voor het jaar 2015 zijn een indicatie van de verwachte situatie in 2015. De uitgangspunten voor de berekeningen van de bemesting met mineralen voor het jaar 2015 zijn niet vastgesteld op de wijze zoals in het bovengenoemde protocol is beschreven. Ook is de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet niet betrokken geweest bij het vaststellen van die uitgangspunten.

In Bijlage 2 is aangegeven welke uitgangspunten voor de bemesting van 2015 zijn gehanteerd.

Aanpassing ten opzichte van de door het LEI berekende bemesting

Voor de berekening van het landelijk mestoverschot in 2006 en 2009 is het LEI uitgegaan van de forfaitaire excretie van graasdieren gebaseerd op een inschatting van de gemiddelde excretie van graasdieren in 2006 en 2009. Voor rundvee is deze vermeld in het rapport van de Commissie Tamminga (Tamminga *et al.*, 2004). Deze forfaitaire waarde ligt op 95% van de geschatte werkelijke excretie. Voor de milieuberekeningen is deze forfaitaire excretie gecorrigeerd naar de werkelijke excretie: voor rundvee is 100% van de verwachte excretie volgens het rapport van de Commissie Tamminga genomen, omdat bij de werkelijke stikstof- en fosfaataanvoer via bemesting uitgegaan moet worden van de werkelijke excretie. De bemesting in 2006 en in 2009 is gebaseerd op een inschatting die het LEI gemaakt heeft van het verwachte mestgebruik door de melkvee- en akkerbouwbedrijven in die jaren. Het blijkt dat de gebruiksnormen niet overal zijn opgevuld. Dit heeft te maken met het voorkomen van extensieve bedrijven, naast intensieve bedrijven. Er zijn voor 2006 en 2009 twee extra varianten doorgerekend (hierna aangeduid als de varianten 2006n en 2009n) waarbij de gebruiksnormen volledig zijn opgevuld. Hiermee wordt bereikt dat de effecten van de maximaal mogelijke milieudruk in beeld worden gebracht.

Uitgangspunten en werkwijze van de modelberekeningen

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Er geldt een derogatie van 250 kg/ha stikstof uit dierlijke mest voor bedrijven met 70% gras. In de LEI-berekeningen is aangenomen dat bedrijven die in 2002 60% of meer grasland hebben in 2006 een derogatie zullen vragen. De derogatie geldt voor onbepaalde tijd;
- De gebruiksnormen van 2006 en daarna worden niet overschreden;
- Er is geen rekening gehouden met de mogelijkheid van een hogere fosfaat-kunstmestgift bij gronden die een lage P-toestand hebben of die fosfaatfixerend zijn;
- Er treden geen veranderingen op in het landgebruik op: gewasarealen blijven constant;
- Voor de jaren 2003 tot en met 2005 is geen rekening gehouden met afwijkende N-giften op nitraat-uitspoelingsgevoelige zand- en lössgronden.

In de berekeningen zijn de volgende ‘overige maatregelen’ meegenomen:

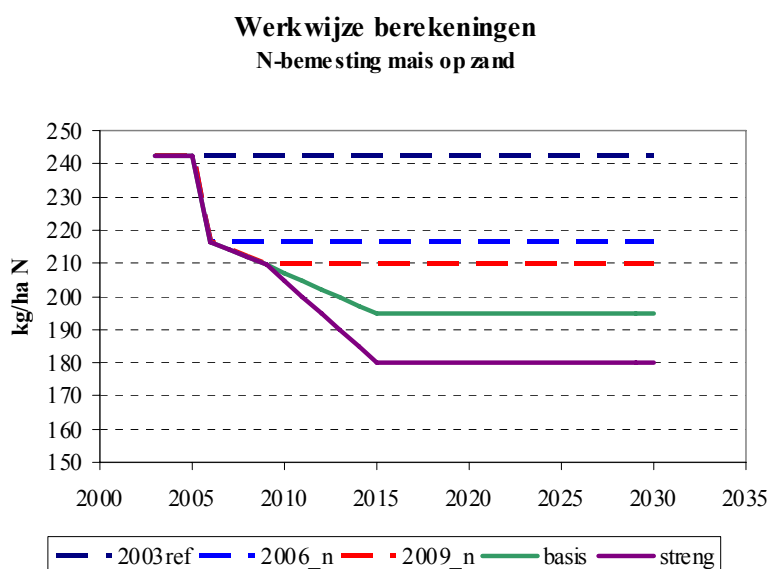
- Als vanggewas na maïs op zandgrond is uitgegaan van winterrogge met ingang van 2006;
- De geleidelijke aanscherping van het uitrijverbod op kleibouwland met ingang van 2005. In 2005 geldt een uitrijverbod voor dierlijke mest van 1 december tot 1 februari. Deze verbodsperiode wordt uitgebreid tot 4,5 maand in 2009 en daarna (16 september tot 1 februari; zie Bijlage 6).

Andere maatregelen in het nieuwe mestbeleid die zich richten op tijdstip en wijze van bemesten betreffen het toepassen van een bemestingsvrije zone langs bepaalde waterlopen en een verbod tot het scheuren van grasland in het najaar. Naar het scheuren van grasland is in indicatieve zin onderzoek gedaan (Velthof, 2005), maar het verwachte effect was gering en wog niet op tegen de grote inspanning om het model in die zin aan te passen. Voor berekening van het milieueffect van bemestingsvrije zones langs bepaalde waterlopen (beken) leent het huidige STONE instrumentarium zich niet goed. Om deze redenen zijn beide maatregelen niet meegenomen in deze studie.

Er is bij de modelberekeningen op de volgende manier te werk gegaan:

1. Er is gekeken naar de milieugevolgen van de afzonderlijke mestgiften met name die van 2003 (= referentie) en van 2009;
2. De milieugevolgen van de scenario's 'basis' en 'streng' zijn beschouwd. Het basisscenario is samengesteld uit de mestgiften van 2003, 2006n, 2009n en 2015b met interpolatie voor tussengelegen jaren. Het strenge scenario is samengesteld uit de mestgiften van 2003, 2006n, 2009n en 2015s. Voor tussenliggende jaren is geïnterpoleerd.

De eerste aanpak is vooral van belang voor grondwater in verband met de nitraatdoelstelling voor 2009. Daarom is vooral gekeken naar de gevolgen van de mestgiften behorende bij de gebruiksnormen van 2009. Met de tweede aanpak is gekeken naar de ontwikkeling van de overschotten en naar de belasting van het oppervlaktewater op de langere termijn (tot 2030). Figuur 2.1 illustreert de gevolgde werkwijze aan de hand van de stikstofbelasting van maïs op zandgrond.



Figuur 2.1 Wijze waarop de verschillende bemestingen zijn doorgerekend. De referentie 2003 en de aanscherpingen in 2006 en in 2009 zijn apart doorgerekend. De mestgiften behorend bij de reeks gebruiksnormen van 2006, 2009, 2015b en de reeks 2006, 2009, 2015s leiden respectievelijk tot de scenario's 'basis' en 'streng'. Na 2015 is de bemesting constant gehouden tot 2030¹.

De mestgift voor de jaren 2007 en 2008 en in de jaren 2010-2015 is geïnterpoleerd waarbij het verloop van de fosfaatgebruiksnormen van Tabel 2.3 leidend is geweest.

Weerjaren

Uit metingen en uit eerdere modelberekeningen blijkt dat meteorologische condities in een bepaald jaar een groot effect hebben op onder meer de afvoer van nutriënten met de gewasoogst, de nitraatconcentraties in het grondwater en op de afspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater.

¹ De resultaten van de gebruiksnorm 2006 (een tussenjaar) zijn hier niet getoond

Omdat het niet bekend is welke weerscondities zich in de toekomst zullen voordoen (bijvoorbeeld wat betreft de grootte van de neerslag en de opeenvolging van droge en natte jaren) moet worden uitgegaan van weersomstandigheden zoals die zich in het verleden hebben voorgedaan. Voor dit doel zijn er reeksen van historische weerjaren samengesteld en doorgerekend (zie Bijlage 7 voor nadere toelichting).

Behalve een variabele weerjaarreeks is ook een weerjaarreeks met constant weer doorgerekend, waarbij de meteorologische omstandigheden van één weerjaar, namelijk dat van 1985, zijn herhaald. Voor de afvoer van het neerslagoverschot naar het oppervlaktewater blijkt 1985 een redelijk gemiddeld weerjaar te zijn (zie Bijlage 7 voor een nadere analyse van het weerjaar 1985). Bovendien is 1985 het referentiejaar voor de in 1987 gemaakte afspraken over emissiereductie van nutriënten naar het oppervlaktewater in het kader van het Rijnactieprogramma (RAP) en het Noordzeeactieprogramma (NAP).

Om de gevoeligheid van maatregelen en effecten van verschillende weerjaren na te gaan zijn enkele subvarianten van de basisvariant beschouwd waarbij gekeken is naar het effect van een droog en een nat weerjaar in 2009 en het al dan niet toepassen van een uitrijverbod op klei (bouwland) en een vanggewas na maïs op zandgrond. Deze maatregelen hebben namelijk ook een effect op de verdamping en daarmee op het neerslagoverschot.

Voor al deze varianten zijn aparte weerjaarreeksen samengesteld en doorgerekend.

2.4 Milieudoelen in relatie tot het gebruik van meststoffen in de landbouw

Algemeen doel

In de Memorie van Toelichting bij de wijziging van de Meststoffenwet (Tweede Kamer, 2004b) is als algemeen doel van het mestbeleid geformuleerd dat de verontreiniging van bodem en water door meststoffen, in het bijzonder stikstof en fosfaat, verder beperkt moet worden.

Stikstof

Voor Stikstof is de Nitraatrichtlijn (EU, 1991) het belangrijkste kader.

De normstelling voor het gebruik van stikstofmeststoffen is gericht op realiseren van de maximale waarde voor nitraat in grondwater (50 mg/l) en 11,3 mg/l voor stikstof in zoet oppervlaktewater.

Daarnaast geldt als algemene doelstelling het tegengaan van eutrofiëring van zoet oppervlaktewater, kustwater en zeewater.

Ter bescherming van de Noordzee is van belang dat Nederland zich in het kader van OSPAR-verdrag (Oslo-Paris Convention) heeft verplicht om in 2010 de N-belasting uit alle bronnen met tenminste 50% terug te brengen ten opzichte van 1985. In deze studie is aangenomen dat deze doelstelling ook geldt voor de afspoeling van landbouwgrond.

De Kaderrichtlijn Water (EU, 2000) is van belang voor de bescherming van ecosystemen. De richtlijn bevat geen specifieke normen/drempelwaarden voor het bereiken van de goede ecologische toestand (GET) of het goede ecologische potentieel (GEP). Dit hangt af van de nog te formuleren doelstelling van het betreffende watersysteem. Hieraan wordt momenteel invulling gegeven.

Voorlopig geldt de waarde van 2,2 mg/l N (10 mg/l NO₃) als nationale richtinggevende waarde.

Geldigheidsgebied nitraatdoelstelling voor grondwater

Overeenkomstig de afspraak van de Nederlandse regering met de Europese Commissie over de Nederlandse derogatie in het kader van de Nitraatrichtlijn is voor nitraat is als doel geformuleerd dat de stikstofgebruiksnormen van 2009 ertoe moeten leiden dat in het bovenste grondwater onder landbouwgronden, waaronder op zand en lössgrond, aan de norm van 50 mg/l voldaan moet worden.

Het onderscheid tussen de voor nitraat-uitspoelingsgevoelige zand- en lössgronden en overige zand- en lössgronden met hun aparte normen komt in het nieuwe stelsel per 1/1/2006 te vervallen.

De regering heeft ervoor gekozen om voor het gehele areaal zand- en lössgronden scherpere normen vast te stellen gericht op de realisatie van de 50 mg nitraatdoelstelling voor het gehele areaal. De vaststelling van de gebruiksnormen geschiedt op basis van een gewogen gemiddelde van de normen die zouden gelden als het onderscheid tussen verschillende zandgronden wel in stand zou blijven. Er vindt op gebiedsniveau een middeling plaats zowel ten aanzien van de gebruiksnormen als ten aanzien van de kwaliteitsdoelstelling in het bovenste grondwater. Bij de formulering van de stikstofgebruiksnormen van 2009 is uitgegaan van een verdeling van het in Nederland voorkomende areaal uitspoelingsgevoelige en niet-uitspoelingsgevoelige zandgronden van 25%:75%. Aangezien deze middeling over het gehele zand- en lössgebied heeft plaatsgevonden zullen de resultaten ook als gemiddelde voor het gehele zand- en lössgebied beschouwd worden.

In de officiële documenten wordt echter ook gerefereerd aan het bereiken van de nitraatdoelstelling in de grondwaterlichamen van de Kaderrichtlijn Water.

In verband hiermee wordt in dit rapport behalve aan het gehele zandgebied ook aandacht gegeven aan de verwachte nitraatconcentratie onder landbouwgronden in de verschillende grondwaterlichamen.

In de officiële stukken is het bereiken van de nitraatdoelstelling zowel voor het jaar 2009 als voor een niet nader gedefinieerde periode daarna geformuleerd. In dit rapport wordt aan beide formuleringen uitwerking gegeven.

Bijlage 5 geeft een nadere toelichting op het geldigheidsgebied van de nitraatdoelstelling.

Fosfaat

Voor de sturing op fosfaat zijn verschillende Europese richtlijnen van belang.

De belangrijkste is de Kaderrichtlijn Water (EU, 2000). Deze schrijft voor dat verontreiniging van grondwater en oppervlaktewater niet direct of indirect mag toenemen

De KRW richt zich op het bereiken van doelen ten aanzien van de goede ecologische toestand (GET) of het goede ecologische potentieel (GEP). Uiterlijk in 2015 moeten de geformuleerde doelen gerealiseerd worden. De maatregelen die nodig zijn om de doelen te bereiken hebben betrekking op emissies, lozingen en stoffenverlies uit alle soorten bronnen waaronder agrarische bronnen.

In 2009 moet het maatregelenprogramma gereed zijn en uiterlijk in 2012 dient het programma operationeel te zijn.

Wel is er een mogelijkheid tot uitstel: doelbereiking mag worden gefaseerd tot uiterlijk 2027.

Er kan voor de gewenste waterkwaliteit voor P niet bij exacte drempelwaarden worden aangesloten. Dit hangt samen met de gewenste ecologische doelen per watersysteem.

In de vierde Nota Waterhuishouding (NW4, VenW, 2000) is een minimale nationale doelstelling voor P geformuleerd van 0,15 mg/l P. Als streefwaarde geldt de waarde van 0,05 mg/l P.

Wat betreft emissies geldt dat net als voor stikstof in het kader van het OSPAR verdrag ter bescherming van de Noordzee is afgesproken om in 2010 een reductie van emissies met

tenminste 50% ten opzichte van 1985 te bereiken. In deze studie is aangenomen dat deze doelstelling ook geldt voor de af- en uitspoeling van fosfor uit landbouwgrond.

Overschotten en evenwichtsbemesting

Voor het maximale stikstofoverschot geldt geen specifieke doelstelling. Voor fosfaat geldt het volgende.

Met de Europese Commissie is in verband met de onderhandelingen over de Nederlandse derogatie in het kader van de Nitraatrichtlijn afgesproken dat Nederland zo spoedig mogelijk zal komen tot evenwichtsbemesting op met name fosfaatverzadigde gronden.

De regering heeft daarom besloten om de fosfaatgebruiksnormen (dierlijke mest en kunstmest) zodanig aan te scherpen dat in 2015 evenwichtsbemesting wordt bereikt. Onder evenwichtsbemesting wordt verstaan dat de fosfaataanvoer via bemesting gelijk is aan de gewasonttrekking rekening houdend met een onvermijdelijk verlies.

Een samenvatting van de milieudoelen is weergegeven in Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Milieudoelen in relatie tot het gebruik van meststoffen in de Nederlandse landbouw

| Doel | Stikstof | Fosfor |
|-------------------------------|--|---|
| Overschot | geen doel | evenwichtsbemesting in 2015 ¹⁾ |
| kwaliteit grondwater | max. 50 mg/l nitraat in 2009 ²⁾ | geen doel |
| kwaliteit oppervlaktewater | 2,2 mg/l N (10 mg/l nitraat) ³⁾ | 0,15 mg/l P; 0,05 mg/l P ⁴⁾ |
| Emissie naar oppervlaktewater | 50% reductie in 2010 t.o.v. 1985 | 50% reductie in 2010 t.o.v. 1985 |

¹⁾ dit is de aanvoer van fosfaat via meststoffen verminderd met de gewasonttrekking plus onvermijdelijke verliezen. Deze doelstelling geldt in algemene zin, dus ook voor gronden die rijk zijn aan fosfaat waaronder fosfaatverzadigde gronden.

²⁾ van toepassing op het gehele Nederlandse landbouwgebied, maar ook specifiek op zand-en lössgronden. Voor dit laatste gebied zijn de gebruiksnormen naar het totale in Nederland voorkomende areaal droge- en niet-droge gronden gewogen. Ook wordt gerefereerd aan de grondwaterlichamen van de Kaderrichtlijn Water. Of dit doel ook al in 2009 gerealiseerd moet worden staat wel in officiële documenten, maar het is niet bekend of Nederland hieraan gehouden zal worden. Bijlage 5 bevat een nadere toelichting op het geldigheidsgebied.

³⁾ voorlopige drempelwaarde voor alle oppervlaktewateren waaronder door de landbouw beïnvloede oppervlaktewateren ; te bereiken in 2015 tenzij doelbereiking wordt gefaseerd tot maximaal 2027.

⁴⁾ 0,15 mg/l is minimale nationale doelstelling; 0,05 mg/l is de streefwaarde; te bereiken in 2015 tenzij doelbereiking wordt gefaseerd tot maximaal 2027.

In hoofdstuk 5 (uitkomsten van de berekeningen) zal worden nagegaan of de gestelde milieudoelen worden gerealiseerd. In dit hoofdstuk worden de doelen evenwichtsbemesting (voor fosfaat), nitraat in grondwater en emissies van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater behandeld.

3. Ontwikkeling van de mestgift

De ontwikkeling van de gemiddelde stikstof- en fosfaatgift via meststoffen voor de belangrijkste combinaties van grondsoort en gewas is vermeld in Tabel 3.1 en 3.2. (zie ook Bijlage 3). De N-giften zijn inclusief niet-werkzame stikstof maar na aftrek van NH₃-emissie bij beweiden en uitrijden.

Voor de jaren 2006 en 2009 zijn de mestgiften gehanteerd waarbij is aangenomen dat overal in Nederland de ‘mestruimte’ binnen de gebruiksnormen volledig wordt benut.

Tabel 3.1 Gemiddelde stikstofgiften per combinatie van gewas en grondsoort (kg/ha)

| Variant → ref 2003 | | | | | | Afname ten opzichte van ref 2003 | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | 2009n | 2015b | 2015s | 2009n | 2015b | 2015s |
| Zichtjaar → | | | | | | kg/ha | kg/ha | kg/ha | % | % | % |
| 2003 | 2006 | 2009 | 2015 | 2015 | 2009 | 2015 | 2015 | 2009 | 2015 | 2015 | |
| gras zand | 453 | 429 | 374 | 366 | 338 | 80 | 88 | 115 | 18 | 19 | 25 |
| maïs zand | 244 | 216 | 209 | 195 | 180 | 35 | 49 | 64 | 14 | 20 | 26 |
| bouwland zand | 196 | 197 | 183 | 175 | 148 | 13 | 20 | 48 | 7 | 10 | 25 |
| gras klei | 426 | 468 | 417 | 409 | 378 | 9 | 17 | 48 | 2 | 4 | 11 |
| maïs klei | 225 | 264 | 220 | 204 | 188 | 4 | 20 | 36 | 2 | 9 | 16 |
| bouwland klei | 211 | 206 | 175 | 178 | 159 | 36 | 33 | 52 | 17 | 16 | 25 |
| gras veen | 396 | 416 | 374 | 365 | 339 | 23 | 31 | 57 | 6 | 8 | 14 |
| <i>cultuurgrond</i> | 322 | 323 | 287 | 281 | 256 | 35 | 41 | 66 | 11 | 13 | 20 |

De N-giften laten vanaf 2003 een continue afname zien voor de zandgronden en een verwachte (tijdelijke) toename bij de kleigronden (normen van 2006). Per 2009 is sprake van een zodanige aanscherping dat ook bij kleigronden de mestgift lager is vergeleken met die in 2003. Bij gras op klei en veen en maïs op kleigebieden de gebruiksnormen van 2006 meer ruimte ten opzichte van de situatie in 2003. Met ingang van 2009 zijn de normen zodanig dat de N-gift lager uitkomt dan in 2003.

Het basisscenario (ref 2003 tot en met 2015b) leidt voor landbouw op zand tot de grootste afname (19-20%) en voor gras op klei en veen en maïs op klei tot de kleinste (4-9%). Voor bouwland op klei daalt de N-gift met 16%. Het strenge scenario (2003 tot en met 2015s) leidt tot N-giften die circa 25% lager zijn dan in 2003 (landbouw op zand en bouwland op klei).

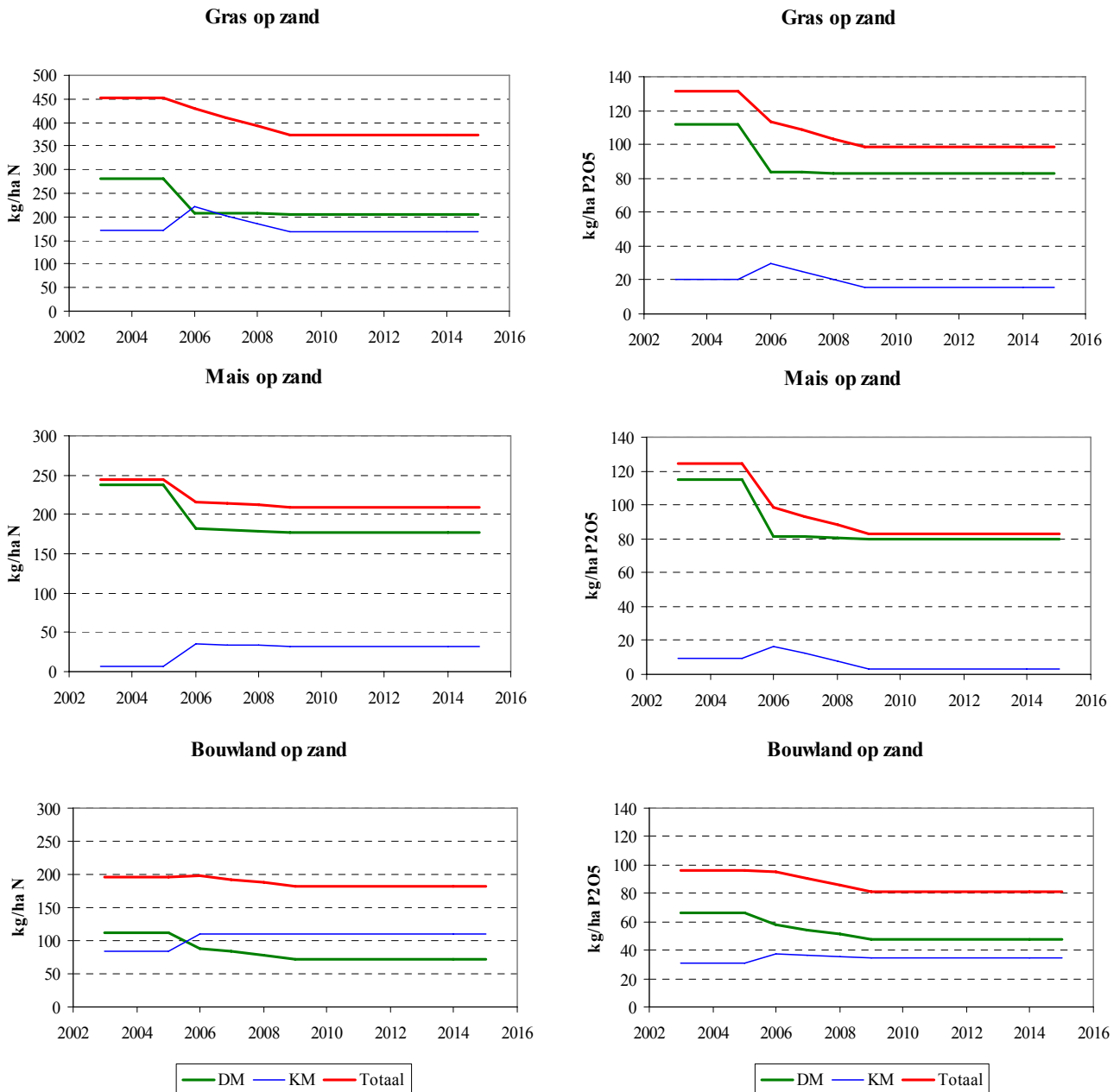
Voor gras en maïs op klei en gras op veen zijn de N-belastingen 11-16% lager. Voor de totale cultuurgrond daalt de N-belasting met 11% (2009n) met 13% (2015b) en 20% (2015s).

Tabel 3.2 Gemiddelde fosfaatgiften per combinatie van gewas en grondsoort (kg/ha)

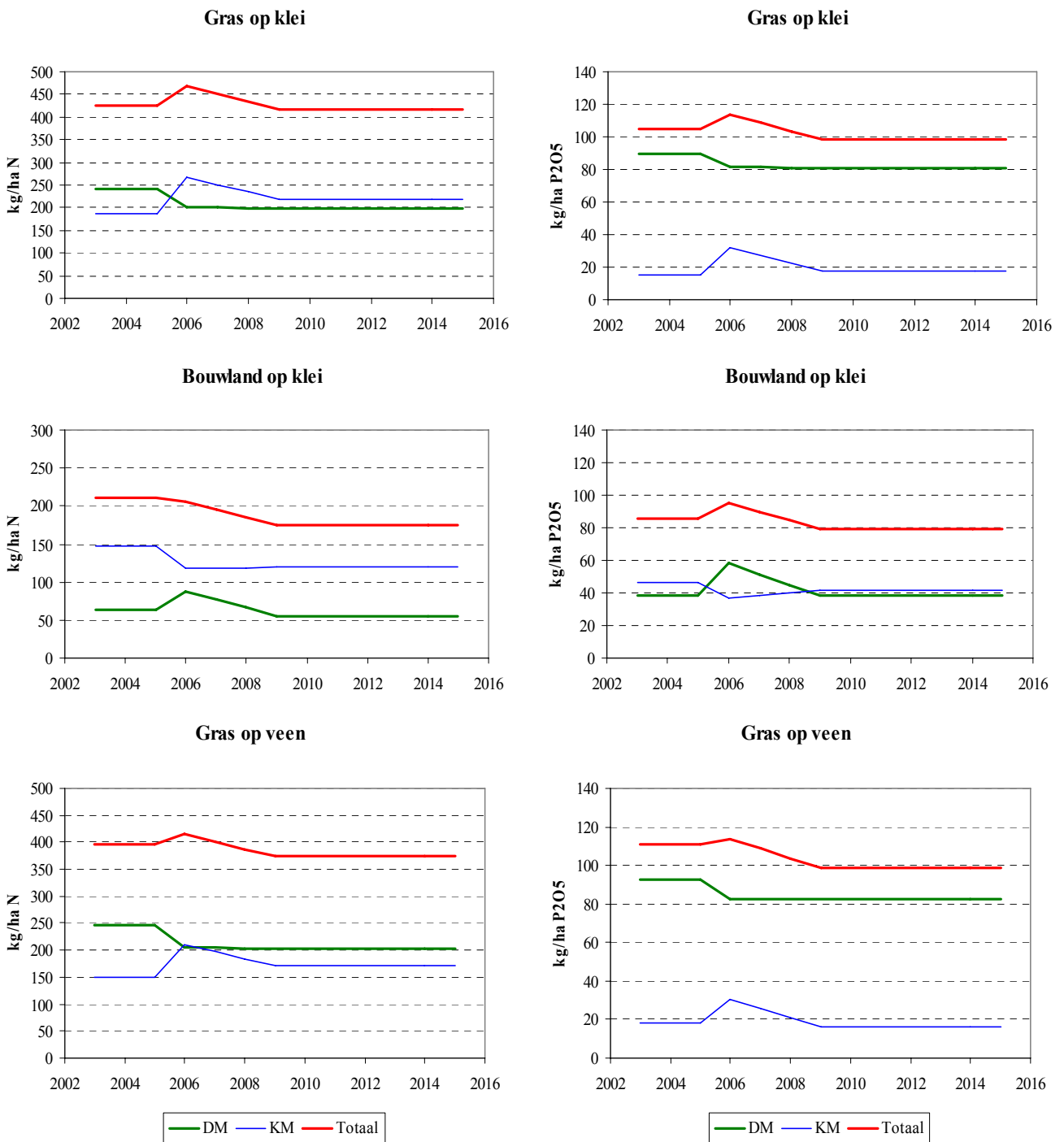
| | | | | | | Afname ten opzichte van ref 2003 | | | | | |
|---------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Variant → ref 2003 | | 2006n | 2009n | 2015b | 2015s | 2009n | 2015b | 2015s | 2009 | 2015b | 2015s |
| Zichtjaar → | | 2003 | 2006 | 2009 | 2015 | 2009 | 2015 | 2015 | % | % | % |
| gras zand | 132 | 113 | 98 | 93 | 93 | 33 | 39 | 39 | 25 | 29 | 29 |
| maïs zand | 124 | 98 | 83 | 63 | 63 | 41 | 61 | 61 | 33 | 49 | 49 |
| bouwland zand | 96 | 95 | 81 | 61 | 61 | 15 | 35 | 36 | 16 | 37 | 37 |
| gras klei | 105 | 113 | 98 | 93 | 93 | 6 | 12 | 12 | 6 | 11 | 11 |
| maïs klei | 116 | 99 | 84 | 63 | 63 | 32 | 52 | 52 | 28 | 45 | 45 |
| bouwland klei | 85 | 95 | 79 | 61 | 63 | 6 | 24 | 22 | 7 | 29 | 26 |
| gras veen | 111 | 114 | 99 | 93 | 93 | 13 | 18 | 18 | 11 | 16 | 16 |
| <i>cultuurgrond</i> | <i>107</i> | <i>104</i> | <i>89</i> | <i>77</i> | <i>78</i> | <i>18</i> | <i>30</i> | <i>29</i> | <i>17</i> | <i>28</i> | <i>27</i> |

De gebruiksnormen van 2006, 2009 en 2015 leiden voor alle combinaties tot een afname van de fosfaatgift, behalve een tijdelijke verhoging in 2006 voor bouwland op zand en op klei en bij gras op veen. De grootste daling treden op bij maïs (zand: 49%; klei: 45%). De varianten 2015b en 2015s zijn voor fosfaat gelijk. Gemiddeld voor alle cultuurgrond neemt de fosfaatgift op basis van de 2009 normen af met 17% en als gevolg van de indicatieve 2015 normen met 27-28%.

De ontwikkeling van de stikstof- en fosfaatgift via dierlijke mest en kunstmest voor zand, klei en veen (grasland) behorend bij de gebruiksnormen van 2009 staat in Figuur 3.1 (zand) en 3.2 (klei en veen).



Figuur 3.1 Aangenomen verloop van de stikstofbemesting (linker figuren) en de fosfaatbemesting (rechter figuren) via dierlijke mest en kunstmest van gras, maïs en bouwland op zandgrond tot 2015 gebaseerd op de gebruiksnormen van 2009 inclusief voorgeschiedenis vanaf 2003 na aftrek van gasvormige N-verliezen. Er is met kunstmest opgevuld tot de gebruiksnorm.



Figuur 3.2 Aangenomen verloop van de stikstofbemesting (linker figuren) en de fosfaatbemesting (rechter figuren) via dierlijke mest en kunstmest van gras en bouwland op kleigrond en van gras op veengrond tot 2015 gebaseerd op de gebruiksnormen van 2009 inclusief voorgeschiedenis vanaf 2003, na aftrek van gasvormige N-verliezen. Er is met kunstmest opgevuld tot de gebruiksnorm.

Met de invoering van het nieuwe stelsel van gebruiksnormen per 2006 daalt de verwachte N-aanvoer in 2006 ten opzichte van de voorgaande periode behalve bij klei en veen. Door de norm voor stikstof uit dierlijke mest (170 kg/ha en 250 kg/ha in geval van derogatie) daalt de N-aanvoer via dierlijke mest bij alle gewas-bodem combinaties. Hierdoor is bij de meeste

situaties sprake van een toename van de kunstmestgift, die grotendeels tijdelijk van aard is. Bij maïs en bouwland op zand blijft de kunstmestgift echter op een hoger niveau.

De Hoop *et al.* (2004) verwachten als gevolg van de gebruiksnormen van 2006 bij bouwland op klei een iets grotere afzet van dierlijke mest, hetgeen tot uiting komt in een tijdelijke toename van de dierlijke mestgift. De gebruiksnorm biedt hier minder ruimte voor extra kunstmest.

Voor fosfaat is sprake van een continue afname van de dierlijke mestgift behalve bij bouwland op klei waar op basis van de gebruiksnormen 2006 tijdelijk een hogere gift wordt verwacht. De aanvoer van fosfaatkunstmest vertoont net als bij stikstof een tijdelijke toename (piek) in 2006.

Bijlage 3 geeft per gewas-bodem combinatie ook de aanvoer van dierlijke mest en kunstmest voor de overige varianten (2015b en 2015s).

Mestgiften in 2009: effect van al dan niet opvullen tot de gebruiksnorm

Het LEI heeft de verwachte stikstof- en fosfaatgiften behorende bij de gebruiksnormen van 2009 berekend voor de raming van het landelijk mestoverschot in 2009 (De Hoop *et al.*, 2004)

Niet in alle situaties zijn de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat volledig opgevuld. Dat heeft de volgende redenen:

- biologische bedrijven gebruiken geen kunstmest en bemesten daardoor minder dan de adviesgift;
- op grasland is de adviesgift afhankelijk van de intensiteit van het graslandgebruik. De normen in de wetgeving zijn gebaseerd op intensief gebruikt grasland. Voor extensief gebruikt grasland (naar schatting 25 a 30% van het areaal; De Hoop *et al.*, 2004) zijn de adviesgiften en ook de werkelijke giften lager dan bij intensief gebruikt grasland;
- in de akkerbouw zijn de adviesgiften nauwkeuriger (wordt rekening gehouden met de werkelijke Nmin in voorjaar en bij aardappelen is de adviesgift bijvoorbeeld ras-afhankelijk) dan bij de algemene adviesgiften waarbij in de wetgeving van wordt uitgegaan.

Dit leidt tot een lager kunstmestgebruik vergeleken met de situatie waarbij tot de gebruiksnorm wordt aangevuld.

Voor deze studie zijn de milieugevolgen van de verwachte stikstof- en fosfaatgiften doorgerekend waarbij de gebruiksnormen van 2009 zowel niet als wel volledig met kunstmest zijn opgevuld (Tabel 3.3). Dit zijn de varianten 2009 en 2009n.

Met name bij kleigrond (gras en bouwland), bij gras op veen en bij bouwland op zand blijkt er nog ruimte te zijn voor extra kunstmest ten opzichte van de variant 2009.

In de variant 2009 lag de N-gift op maïs iets boven de norm en voor gras onder de norm. Op bedrijfsniveau (melkveebedrijven) is dit mogelijk omdat de mestregelgeving zich richt op het bedrijfsniveau. Daardoor kan op sommige percelen of gewassen meer mest worden gegeven dan de gebruiksnorm, als dat maar gecompenseerd wordt door op andere percelen of gewassen minder te geven. In de variant 2009n daalt de gift op maïs en wordt op gras meer gegeven. De verwachting is dat de meeste melkveebedrijven met zowel gras als snijmaïs dit zullen doen.

Gemiddeld voor alle cultuurgrond is er voor stikstof 20 kg/ha en voor fosfaat 10 kg/ha extra ruimte voor kunstmest ten opzichte van de mestgiften zoals vermeld in De Hoop *et al.* (2004).

Tabel 3.3 Verschil tussen de gemiddelde stikstof- en fosfaatgiften bij de variant 2009n met volledige opvulling van de gebruiksnorm met kunstmest met de variant waarbij de gebruiksnorm van 2009 niet volledig wordt opgevuld (variant 2009). Hoeveelheden in kg/ha.

| Gewas | Bodem | Stikstof | Fosfaat |
|--------------|-------|------------------|------------------|
| | | 2009n minus 2009 | 2009n minus 2009 |
| gras | zand | 7 | 9 |
| maïs | zand | -17 | -5 |
| bouwland | zand | 48 | 20 |
| gras | Klei | 59 | 13 |
| maïs | Klei | -17 | -4 |
| bouwland | Klei | 17 | 12 |
| gras | veen | 16 | 12 |
| cultuurgrond | Alle | 20 | 10 |

Stikstofgift via dierlijke mest

De Nitraatrichtlijn schrijft een maximale N-gift uit dierlijke mest van 170 kg/ha voor. Nederland heeft een derogatie gevraagd van 250 kg/ha voor bedrijven met meer dan 70% gras. De gebruiksnormen voor 2006 leiden tot een daling van de N-gift via dierlijke mest van gemiddeld 252 naar 212 (gras op zand), van 237 kg/ha naar 208 (gras op klei) en van 240 naar 213 (gras op veen; Tabel 3.4). Voor maïs ligt de gemiddelde N-gift in 2006 en 2009 boven de 170 kg/ha, maar dat kan verklaard worden doordat voor melkveebedrijven de derogatie ook geldt voor het areaal maïs op deze bedrijven.

Tabel 3.4 Gemiddelde N-gift (kg/ha) via dierlijke mest op zand- en klei en veengrond ten tijde van uitrijden (de gasvormige N-emissies bij stal en opslag zijn in mindering gebracht).

| Gewas | Grondsoort | Jaar en variant | | | | |
|----------|------------|-----------------|------|------|------------|-------------|
| | | 2003 | 2006 | 2009 | 2015 basis | 2015 streng |
| Gras | Zand | 252 | 212 | 208 | 204 | 204 |
| | Klei | 237 | 208 | 205 | 201 | 201 |
| | Veen | 240 | 213 | 210 | 204 | 205 |
| Maïs | Zand | 274 | 209 | 204 | 160 | 161 |
| | Klei | 254 | 216 | 209 | 160 | 160 |
| Bouwland | Zand | 149 | 121 | 106 | 92 | 87 |
| | Klei | 94 | 103 | 69 | 59 | 60 |

Bij bouwland ligt de gemiddelde N-gift via dierlijke mest onder de maximale waarde van 170 kg/ha.

Uit Tabel 3.4 blijkt de gemiddelde N-gift via dierlijke mest te voldoen aan de vereisten van de Nitraatrichtlijn, rekening houdend met een derogatie van 250 kg/ha

4. Modelinstrumentarium

4.1 Inleiding

De milieugevolgen van de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat zijn verkend met behulp van het modelinstrumentarium STONE. STONE staat voor ‘**S**amen **T**e **O**ntwikkelen **N**utriënten **E**missiemodel’. Voor nadere toelichting op het instrumentarium wordt verwezen naar Beusen *et al.* (2004), Overbeek *et al.* (2000) en Wolf *et al.* (2003).

STONE is ontwikkeld om op nationale schaal effecten van mestbeleid (rekenvarianten van dierlijke mest- en kunstmestgiften) zichtbaar te maken voor verschillende combinaties aan bodemgebruik, grondsoort en hydrologische omstandigheden. Hiervoor is Nederland opgedeeld in circa 6400 ruimtelijke eenheden of plots. Elke plot kan beschouwd worden als een unieke eenheid die volledig homogeen is wat betreft hydrologie, bodemtype en bodemgebruiksvorm. De dikte van het bodemprofiel in de modelsimulaties bedraagt 13 meter. De grootte van de plots varieert van 25 tot circa 21.500 ha (mediaanwaarde: 288 ha). Plots bestaan meestal niet uit één aaneengesloten gebied.

Van iedere plot wordt de water- en nutriëntenbalans berekend.

4.2 Modelschematisatie en modelinvoer

Het landgebruik in STONE is gebaseerd op LGN 3+ met opnamen tussen 1995 en 1999. (De Wit *et al.*, 1999). In STONE wordt met de volgende arealen landbouwgrond gerekend (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Arealen landbouwgrond (1000 ha)

| | zand | Klei | Veen ¹⁾ | Totaal |
|----------|------|------|--------------------|--------|
| Bouwland | 283 | 463 | - | 746 |
| Gras | 440 | 318 | 227 | 984 |
| Maïs | 189 | 33 | - | 221 |
| Totaal | 911 | 814 | 227 | 1,952 |

¹⁾ bouwland op veen (35.000 ha) en maïs op veen (9.000 ha) zijn toegekend aan zand

Het STONE instrumentarium bestaat uit een aantal afzonderlijke modelcomponenten. Het ANIMO model berekent de af- en uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater. Voor toepassing van ANIMO binnen STONE is informatie van andere modellen nodig (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Modelcomponenten

| Invoergegevens | Model |
|--|---------------------|
| N-depositie | OPS |
| Hydrologische gegevens (neerslag, verdamping) | SWAP |
| Bemestingsgegevens (dierlijke mest, kunstmest) | CLEAN ¹⁾ |
| N en P-gewasopname (vraag) | QUADMOD |

¹⁾ Voor de hier uitgevoerde berekeningen zijn, met uitzondering van de variant 2003, de resultaten van het MAM-instrumentarium van het LEI als invoer gebruikt.

De hydrologische modelberekeningen (neerslag en verdamping) gebeuren met het model SWAP en vinden buiten STONE plaats. Er is geen terugkoppeling als bijvoorbeeld door een afnemende N-gift de gewasproductie en daarmee de gewasverdamping terugloopt.

De mestgiften zijn berekend met het MAM instrumentarium van het LEI en, na enige conversie, direct als invoer voor STONE gebruikt.

De mestgiften worden per gewas-bodemcombinatie aangeleverd. Er worden 31 verschillende LEI regio's onderscheiden. De mestgiften worden per gewas-bodemcombinatie per regio geconverteerd naar de STONE plots, waarbij de mestgift zo goed mogelijk wordt doorgegeven, maar door verschil in schematisatie tussen de regio's en de STONE plots, kan de totale mestgift maximaal circa 5% per LEI gebied afwijken van de LEI gegevens. Binnen STONE worden drie groepen landbouwgewassen gehanteerd namelijk gras, maïs en bouwland.

Bij de berekening van de mestgift van bouwland is rekening gehouden met de grote variatie aan gewassen en zijn de giften naar rato van het areaal van de afzonderlijke gewassen gewogen. Echter binnen STONE wordt de gewasopname voor drie akkerbouwgewassen gesimuleerd (wintertarwe, consumptieaardappelen en suikerbieten) en wordt de af- en uitspoeling berekend voor de categorie 'bouwland' waarbij geen onderscheid tussen gewassen wordt gemaakt. De drie gewassen, waarvoor de gewasopname wordt gesimuleerd, beslaan circa 42% van het totale areaal akker- en tuinbouwgewassen (situatie 2002).

4.3 Modelversie en modelaanpassingen

In de voorliggende studie is gerekend met STONE versie 2.2. Deze wijkt op een aantal onderdelen af van de versie (STONE 2.1.1) waarmee een verkenning van de milieugevolgen van varianten van gebruiksnormen is doorgerekend (Schoumans *et al.*, 2004).

Op de volgende punten heeft aanpassing van het modelinstrumentarium plaatsgehad; detail-informatie is opgenomen in Bijlage 4. De aanpassingen hebben vooral betrekking op stikstof.

N-depositie

Door de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG; Schröder *et al.*, 2004) en in de ex-ante berekeningen 2004 met STONE 2.1.1 (Schoumans *et al.*, 2004) zijn verschillende cijfers voor de stikstofdepositie gehanteerd. Beiden waren gedateerd. In STONE zijn nu cijfers ingevoerd die consistent zijn met het Milieucompendium (MNP en CBS, 2005). Voor de toekomst is aangenomen dat de ontwikkeling van de NH₃ depositie gelijke trend houdt met de stikstofaanvoer via mest. Voor de ontwikkeling van de NO_x depositie is geen rekening gehouden met mogelijke ontwikkelingen. Deze is constant gehouden op het niveau van 2002.

Aanpassing van de gewasopname-module in STONE

Controle van de uitgangspunten van de QUADMOD implementatie is uitgevoerd. Dit heeft geresulteerd in enkele aanpassingen. De gewasopname in STONE 2.2 wordt hierdoor hoger berekend dan in de vorige modelversie

Afstemming van werkingscoëfficiënten in de MAM-STONE-keten

Voor de berekening van de gewasopname is wat betreft de werkingscoëfficiënt van dierlijke mest aangesloten bij de aannames in het MAM modelinstrumentarium van het LEI. Hierdoor ontstaan verschillen in de gewasopnameberekeningen van STONE 2.1.1 en STONE 2.2. Een voordeel hiervan is een grotere consistentie met de aannames die in MAM worden gehanteerd.

Gewasopname-reductie als gevolg van N-tekorten

Bij maïs en bouwland trad in STONE 2.1.1. het verschijnsel op dat de door QUADMOD berekende gewasopname in ANIMO niet werd gerealiseerd. QUADMOD berekent de opname voor een geheel jaar op basis van een geschat N-leverend vermogen en een werkzame

N-dosering. In ANIMO worden de processen met een tijdstap van 10 dagen doorgerekend. De door QUADMODO berekende opname wordt gereduceerd als blijkt dat er in de wortelzone geen nieuwe stikstof beschikbaar komt. Dan zal de door ANIMO berekende jaaropname lager uitvallen dan de door QUADMODO berekende opname. Met name bij aangescherpte bemestingsniveaus trad dit verschijnsel regelmatig op. De oorzaken hiervan en de aangebrachte aanpassingen zijn nader beschreven in Bijlage 4.

Ondanks deze aanpassingen blijft er verschil bestaan tussen de QUADMODO-resultaten en de ANIMO-resultaten. De verschillen zijn het grootst voor veengronden en voor de nattere gronden waar de meeste kans is op het optreden van een N-tekort.

Denitrificatie

Bij gereed maken van STONE 2.1.1 voor de berekeningen in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet 2004 (RIVM, 2004) is geconstateerd dat de vochtresponsfunctie voor denitrificatie een groot effect heeft op de berekende nitraatconcentraties in zandgronden. Bij gelijke N-overschotten en gelijke mineralisatiesnelheden kan een geringe verandering van de genoemde functie al tot grote verschillen in nitraatconcentratie leiden. In de literatuur wordt voor de betreffende functie een grote bandbreedte aangegeven. Het is niet mogelijk om de parameters van de functie a-priori goed in te stellen. Geconcludeerd is dat de vochtresponsfunctie gekalibreerd dient te worden op veldgegevens. In STONE 2.1.1 zijn de nitraatconcentraties van het droge deel van de zandgronden in STONE gebruikt voor de kalibratie van de functie aan de nitraatconcentraties van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM). Omdat er bij de ontwikkeling van STONE 2.2 enkele verbeteringen zijn doorgevoerd en de parameters zijn aangepast, was een nieuwe kalibratie noodzakelijk. Deze is uitgevoerd met behulp van het protocol dat in de zomer van 2004 gereed was gekomen. In dit protocol is per meetpunt een toewijzing naar STONE-plots gemaakt op basis van de ligging van de meetpunten en wordt er niet alleen gekeken naar droge zandgronden.

Aanpassing P-kunstmest in periode voor 1985

In STONE 2.1.1 komen de resultaten van de fosfaatophoping in grote lijnen overeen met het gemiddelde beeld dat de metingen van de Landelijke Steekproef Kaarteenheden (Schoumans, 2004) geven. Wanneer naar de resultaten per gewas worden bekeken, valt op dat in STONE de fosfaatophoping onder maïsland wordt overschat en onder grasland wordt onderschat. Dit wordt onder andere veroorzaakt door:

- de inschatting van de bemesting in de periode tussen 1941 en 1985 (modelinitialisatie);
- de aanname dat het landgebruik constant is (eenmaal maïs altijd maïs). In de praktijk worden op een melkveebedrijf gras en maïs met een zekere regelmaat afgewisseld.

Via de herverdeling van de P-kunstmestgiften in het verleden is gepoogd de invloed van de dynamiek in grondgebruik op de P-ophoping te simuleren. De dierlijke mestgiften zijn niet aangepast om de voor het verleden berekende P-overschotten te handhaven.

Netto effect van de modelaanpassingen

Voor zandgrond neemt de netto afvoer van stikstof met het geoogste gewas toe ten opzichte van de vorige versie. Maar de mineralisatie van N uit de bodemvoorraad neemt sterker toe, terwijl de denitrificatie afneemt. Het netto effect is dat de uitspoeling van nitraat-stikstof groter wordt waardoor hogere nitraatconcentraties in het grondwater worden voorspeld. Er is netto ook meer stikstof beschikbaar voor af- en uitspoeling: de stikstofvracht naar het oppervlaktewater neemt dan ook toe, met gemiddeld 12% ten opzichte van de vorige STONE versie.

Voor fosfor is het effect van de modelaanpassingen niet groot. De af- en uitspoeling wordt voornamelijk gestuurd door de bodemvoorraden en de bindingscapaciteit en deze zijn slechts

zeer beperkt aangepast. De af- en uitspoeling van P naar het oppervlaktewater vertoont dan ook vrijwel geen verschil met de uitkomsten van de vorige modelversie.

5. Berekeningsresultaten

5.1 Stikstof- en fosfaatoverschotten van landbouwgronden

Algemeen

Het stikstofoverschot van de cultuurgrond is vastgesteld als de aanvoer via meststoffen en depositie minus de afvoer via het geogoste gewas.

Voor fosfaat geldt dezelfde aanpak alleen is geen depositie in rekening gebracht omdat deze verwaarloosbaar is.

Het overschot bij de varianten ref2003, 2009n, 2015b en 2015s is als gemiddelde berekend voor de periode 2015-2030 uitgaande van een reeks variabele weerjaren. Op deze manier kunnen variaties in natte en droge jaren worden uitgemiddeld. Daarnaast is ook de ontwikkeling van de overschotten weergegeven als met identieke weerjaren wordt gerekend.

Stikstofoverschotten

De stikstofoverschotten per grondsoort en voor de totale cultuurgrond staan in Tabel 5.1 en 5.2.

Tabel 5.1 N-overschot van de landbouwgrond. Tussen haakjes het overschot bij doorrekenen met identieke weerjaren (kg/ha)

| | ref 2003 | 2009n | 2015b | 2015s |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Zand | 141 (153) | 103 (115) | 95 (107) | 85 (98) |
| Klei | 122 (140) | 100 (121) | 99 (120) | 90 (111) |
| Veen (gras) | 166 (214) | 152 (200) | 148 (196) | 141 (187) |
| Cultuurgrond totaal | 135 (153) | 107 (127) | 102 (122) | 93 (113) |

Tabel 5.2 Reductie van het N-overschot ten opzichte van de referentie 2003 in de periode 2015-2030 Tussen haakjes de afname bij doorrekenen met identieke weerjaren (kg/ha)

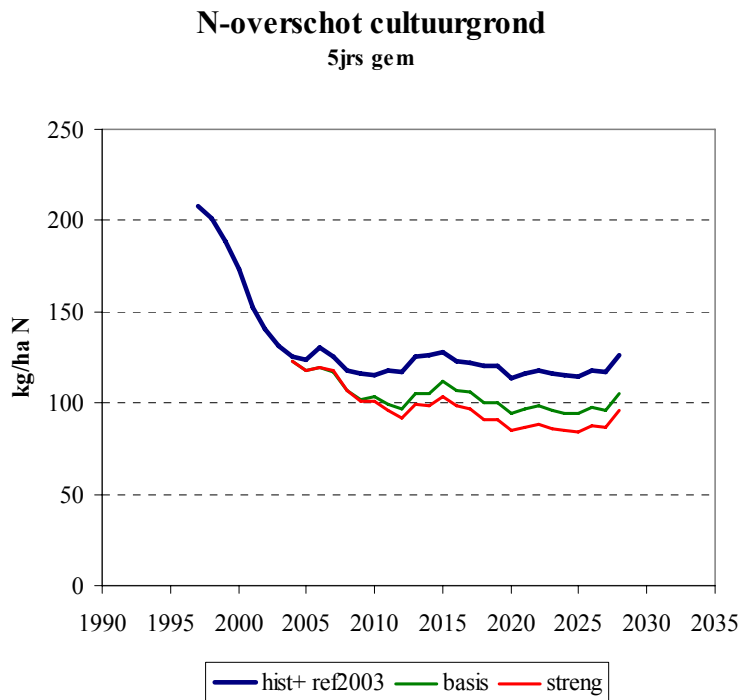
| Variant | 2009n | 2015b | 2015s |
|--------------|---------|---------|---------|
| Zand | 38 (38) | 46 (46) | 56 (55) |
| Klei | 22 (19) | 24 (20) | 33 (29) |
| Veen (gras) | 14 (14) | 18 (18) | 25 (27) |
| Cultuurgrond | 28 (27) | 32 (31) | 42 (40) |

De absolute hoogte van het N-overschot is gevoelig voor de keuze van weerjaren. Rekenen met een reeks identieke weerjaren (1985) leidt tot lagere N-opname en tot hogere N-overschotten dan het gemiddelde van de reeks met variabele weerjaren. De verschillen zijn het grootst bij klei en veen.

Echter het verschil tussen de referentievariant en het scenario streng is weinig gevoelig voor de keuze van de weerjaren.

Als de beide scenario's ('basis' en 'streng') worden vergeleken met het overschotniveau van 2003 neemt het N-overschot van de cultuurgrond af met gemiddeld 24% ('basis') en 31% ('streng'; variabel weer). Bij identieke weerjaren daalt het N-overschot met 20% ('basis') en 26% ('streng'). Figuur 5.1 geeft de ontwikkeling van het N-overschot van de cultuurgrond bij variabel weer. Ter vergelijking is de ontwikkeling vanaf 1995 ook gegeven. Na 2003 is de afname veel geringer dan in de periode 1995-2003 werd gerealiseerd. Om effecten van schommelingen in weerjaren te dempen is het 5 jaars voortschrijdend gemiddelde genomen.

Hierbij wordt voor een bepaald jaar de waarde van de 2 voorafgaande en de 2 opvolgende jaren meegenomen.

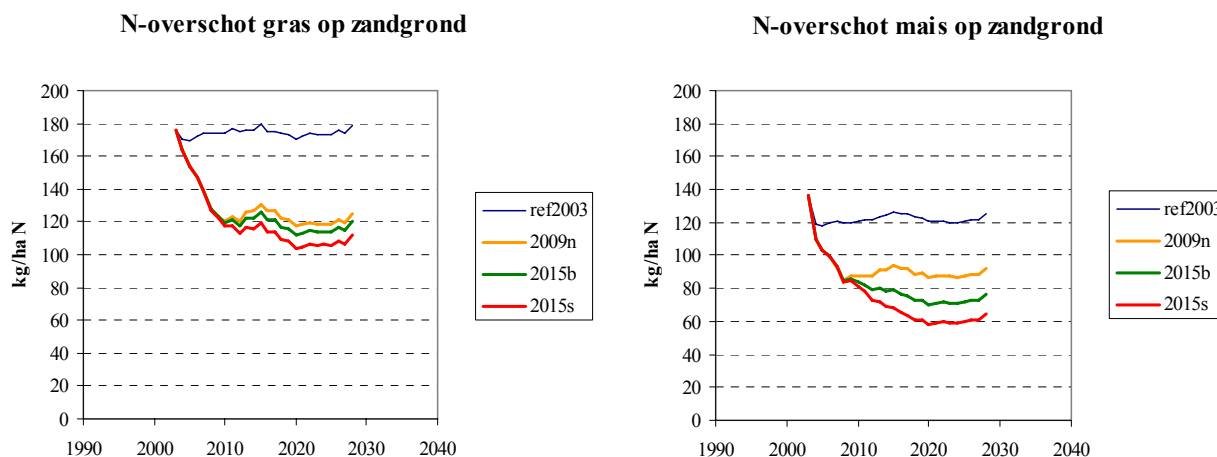


Figuur 5.1 Ontwikkeling van het N-overschot van de cultuurgrond voor de scenario's basis en streng vergeleken met de referentievariant (variabel weer). Weergegeven is het voortschrijdend gemiddelde.

Ontwikkeling per grondsoort en gewas

Uit Tabel 5.1 blijkt dat er per grondsoort duidelijk verschillen zijn. Bij zand leiden de gebruiksnormen van 2009 tot een afname met 40 kg/ha die groter is dan bij klei en veen (15-20 kg/ha). De indicatieve normen van 2015 laten grotere dalingen zien. Voor zand geldt een afname van 47-58 kg/ha. Bij klei daalt het overschot met 21-30 kg/ha. Voor veen-grasland is sprake van een afname van 19-27 kg/ha.

Voor de beoordeling van de milieugevolgen van de gebruiksnormen op de kwaliteit van het grondwater is het zandgebied van belang. De ontwikkeling van de N-overschotten van gras en maïs is weergegeven in Figuur 5.2. Om de effecten van droge en natte weerjaren uit te middelen is ook hier het 5 jaars voortschrijdende gemiddelde weergegeven.



Figuur 5.2 Vijfjaars voortschrijdend gemiddeld N-overschot van gras en maïs op zandgrond bij verschillende rekenvarianten.

Gemiddeld over de periode 2015-2030 daalt het N-overschot bij gras op zand van 175 (referentie 2003) naar 123 kg/ha (gebruiksnormen 2009). Dit is een afname van 52 kg/ha. De indicatieve normen van 2015 leveren nog een iets lager overschot. (118 respectievelijk 111 kg/ha voor 2015 basis en 2015 streng).

Voor maïs op zand is berekend dat ten opzichte van het niveau van 2003, het N-overschot daalt van 123 naar 90 kg/ha. (gebruiksnormen van 2009). Bij de 2015 normen neemt het overschot nog verder af tot gemiddeld 74 kg/ha en 62 kg/ha voor respectievelijk basis en streng.

Fosfaatoverschotten

Tabel 5.3 en 5.4 geeft de berekende gemiddelde fosfaatoverschotten per grondsoort en voor de totale cultuurgrond als gemiddelde voor de periode 2015-2030.

Tabel 5.3 Fosfaatoverschot van de landbouwgrond. Tussen haakjes het overschot als gerekend wordt met identieke weerjaren (kg/ha)

| | ref 2003 | 2009n | 2015b | 2015s |
|---------------------|----------|---------|--------|--------|
| Zand | 48 (43) | 19 (19) | 7 (7) | 8 (8) |
| Klei | 23 (23) | 16 (16) | 2 (2) | 5 (5) |
| Veen (gras) | 12 (9) | 0 (4) | -5 (3) | -4 (3) |
| Cultuurgrond totaal | 33 (34) | 15 (16) | 3 (5) | 6 (7) |

Tabel 5.4 Reductie van het fosfaatoverschot ten opzichte van de referentie 2003 in de periode 2015-2030 Tussen haakjes de afname bij identiek weer (in kg/ha)

| Variant | 2009n | 2015b | 2015s |
|--------------|---------|---------|---------|
| Zand | 29 (24) | 41 (37) | 40(35) |
| Klei | 7 (7) | 21 (21) | 18 (18) |
| Veen (gras) | 12 (5) | 17 (6) | 16 (6) |
| Cultuurgrond | 17 (17) | 29 (29) | 27 (27) |

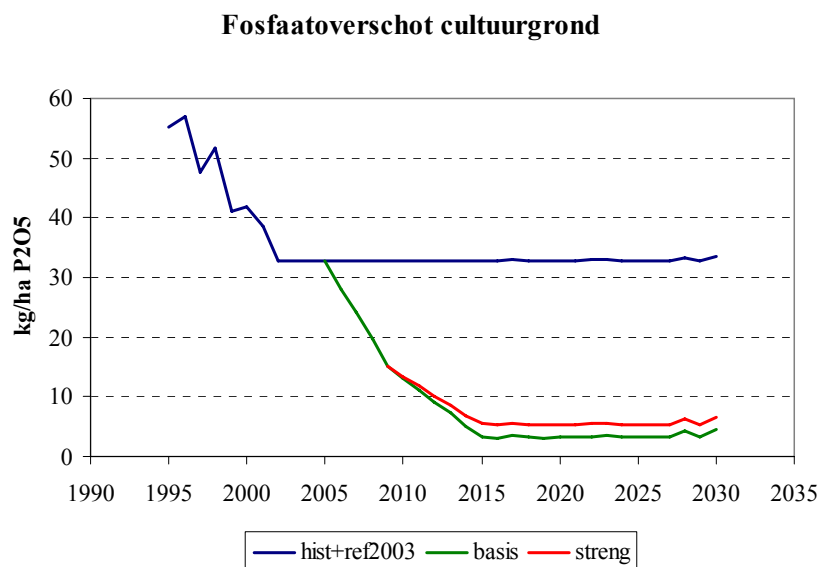
De fosfaatoverschotten in 2003 zijn bij landbouw op zand het hoogst (48 kg/ha) en bij gras op veen (5 kg/ha) het laagst.

De hoogte van het fosfaatoverschot is minder gevoelig voor de keuze van de weerjaren dan voor stikstof het geval is. Berekeningen met identieke weerjaren (hier: 1985) leiden tot gelijke of iets hogere fosfaatoverschotten dan de hier gekozen variabele weerjaren-reeks. Bij grasland op veen worden bij variabel weer bij de normen van 2015 negatieve fosfaatoverschotten berekend, maar bij vast weer wordt een toename van het overschot gesimuleerd. De mineralisatie en plantopname van P zijn bij het doorrekenen met een reeks identieke weerjaren lager. De precieze achtergrond hiervan zal nader moeten worden onderzocht. Net als voor stikstof is het effect van het voorgenomen beleid op de verandering van de fosfaatoverschotten (uitgezonderd gras op veen) zeer goed vergelijkbaar tussen beide reeksen van weerjaren (Tabel 5.4).

Als gevolg van de gebruiksnormen 2009 nemen de fosfaatoverschotten sterk af voor zand en veen (halveren) maar voor klei is de afname kleiner. De indicatieve normen voor 2015 geven voor alle grondsoorten een sterke afname van de overschotten te zien. De fosfaatoverschotten dalen tot gemiddeld 3-6 kg/ha. Alleen bij veengronden treedt volgens de berekeningen met variabele weerjaren geen ophoping meer op.

De afname van het fosfaatoverschot in de periode 2006-2015 is vrijwel even groot als in de periode 1995-2002 werd gerealiseerd (Figuur 5.3).

Opvallend is dat bij de variant 2015s de fosfaatoverschotten iets groter zijn dan bij de basisvariant. Dit wordt vooral veroorzaakt door lagere gewasafvoeren als gevolg van de lagere N-giften bij de variant 'streng'. Het verschil is het grootst bij kleigrond. Het is aan te bevelen om bij het formuleren van de gebruiksnormen voor fosfaat na 2008 rekening te houden met de hoogte van de gebruiksnorm voor stikstof.



Figuur 5.3 Ontwikkeling van het fosfaatoverschot van de cultuurgrond voor de scenario's basis en streng vergeleken met het niveau 2003.

Uit Figuur 5.3 kan de conclusie getrokken worden dat er met de 2015 normen nog geen evenwichtsbemesting gerealiseerd wordt. In paragraaf 2.4 is aangegeven dat dit voor fosfaat gedefinieerd is als:

$$\text{aanvoer via mest} = \text{gewasonttrekking} + \text{onvermijdelijk verlies}$$

Gewasonttrekking is in dit rapport opgevat als afvoer via de oogst. Onder onvermijdelijk verlies wordt verstaan de onomkeerbare (irreversibele) vastlegging in de bodem en uitspoeling uit de bouwvoor.

Bij een fosfaattoestand in de bodem van ‘voldoende’ tot ‘ruim voldoende’ zijn onvermijdelijke verliezen in de orde van 3-6 kg/ha fosfaat niet onrealistisch (Schröder en Corréd., 2000; Van der Salm *et al.*, 2005). In die zin zou geconcludeerd kunnen worden dat met de fosfaatgebruiksnormen van 2015 evenwichtsbemesting wordt bereikt.

Echter bij landbouwgronden met een fosfaattoestand ‘hoog’ zijn de verliezen met name door uitspoeling veel hoger. Het verlies bij een dergelijk hoge fosfaattoestand is bovendien niet volledig ‘onvermijdelijk’ te noemen.

Deze definitie van evenwichtsbemesting houdt geen rekening met de fosfaattoestand van veel Nederlandse landbouwgronden: circa 30% heeft een toestand ‘hoog’ (Willems *et al.*, 2003).

In situaties met een hoge fosfaattoestand zijn de gewenste gewasopbrengsten, conform het bemestingsadvies, zelfs te bereiken zonder fosfaatgift. Zonder getalsmatige invulling van het begrip onvermijdelijke verliezen heeft de definitie van evenwichtsbemesting slechts beperkte betekenis.

Fosfaatoverschot en fosfaatophoping in de bodem

Wanneer het overschotniveau van 2003 doorgetrokken wordt naar 2030 dan zou zich, als geen rekening wordt gehouden met afvoer naar het oppervlaktewater, in die periode gemiddeld per hectare cultuurgrond nog circa 920 kg fosfaat ophopen (Tabel 5.5).

Bij het basisscenario is het cumulatieve overschot 286 kg/ha. Het scenario ‘streng’ leidt tot een iets groter overschot namelijk 324 kg/ha om de reden die hierboven is aangegeven.

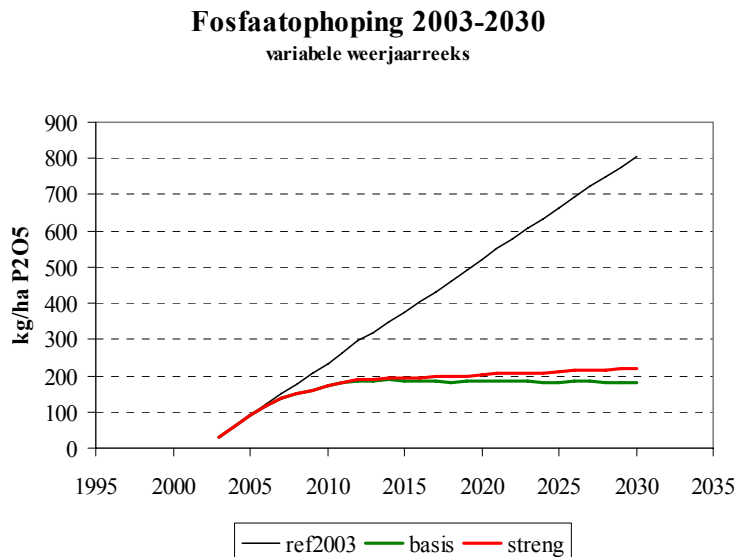
Bij zandgronden is het overschot het grootst, bij grasland op veen het laagst. Opvallend is dat bij veen (grasland) sprake is van een omkering naar een negatief overschot (uitmijnen).

Opgemerkt zij dat de uitspraak voor veengrond onder voorbehoud is. Bij identiek weer vertoont gras op veen een lagere opname en als gevolg daarvan een toenemend overschot (vgl. Tabel 5.3).

Tabel 5.5 Cumulatief fosfaatoverschot per grondsoort in de periode 2003-2030 (kg/ha P₂O₅)

| Variant | ref2003 | Basis | Streng |
|--------------|---------|-------|--------|
| Zand | 1350 | 420 | 448 |
| Klei | 639 | 237 | 293 |
| Veen (gras) | 323 | -49 | -32 |
| Cultuurgrond | 919 | 286 | 324 |

Om een indicatie te geven van de ophoping in de bodem (die zich voornamelijk in de bovenste bodemlagen voordoet) is het berekende fosfaatoverschot van Tabel 5.5 gecorrigeerd voor de afvoer naar het oppervlaktewater via oppervlakkige afstroming en de drainage naar het oppervlaktewater via greppels/kavelsloten en drainbuizen (Figuur 5.4).



Figuur 5.4 Indicatie van de cumulatieve fosfaatophoping in de Nederlandse cultuurgrond in de periode 2003-2030 rekening houdend met ondiepe afvoer naar het oppervlaktewater (in kg/ha P₂O₅).

Bij het basisscenario komt de ophoping in de bodem na 2020 tot stilstand. Bij de variant 'streng' neemt de ophoping nog enigszins toe.

5.2 Nitraat in het bovenste grondwater in 2003, 2009 en 2010-2015

Inleiding

De milieudoelstelling voor nitraat in het bovenste grondwater heeft betrekking op het gehele areaal cultuurgrond en ook op het areaal zand- en lössgrond waarbij met ingang van 2006 geen onderscheid gemaakt wordt in voor nitraat uitspoelingsgevoelige en overige zand- en lössgronden (zie paragraaf 2.4 en Bijlage 5). Voor het zand- en lössgebied geldt dat de nitraatconcentratie mag worden gewogen naar areaal uitspoelingsgevoelige (droge) gronden en het areaal niet-droge gronden. Om die reden wordt eerst ingegaan op de verdeling van het zand- en lössgebied (hierna zandgebied genoemd) in droogteklassen (nat, matig droog en droog).

Vervolgens wordt het effect getoond van de gebruiksnorm 2009 (variant 2009n inclusief de voorgeschiedenis van de jaren 2003-2008) op de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in het zandgebied in 2009 en in de periode 2010-2015. Hierbij wordt ook het effect van weersomstandigheden (natte en droge jaren) zichtbaar gemaakt.

In deze paragraaf komt ook aan de orde wat het effect is van het per 2006 verplichte vanggewas na maïs op zandgrond.

Behalve voor het totale zandgebied worden de resultaten ook per grondwaterlichaam gepresenteerd.

Verdeling van het zandgebied naar droogteklassen

Tot het zandgebied worden gerekend zandgronden (in strikte zin; 766.000 ha), dalgronden (voormalige veenontginningsgronden; 70.000 ha) en leemgronden (31.000 ha) waaronder de löss in Zuid Limburg (27.000 ha). In totaal bedraagt het areaal zandgrond volgens de STONE schematisatie 867.000 ha (Tabel 5.6).

Tabel 5.6 Areaal landbouw op zandgrond in Nederland

| | Areaal (1000 ha) |
|-----------|------------------|
| Zandgrond | 766 |
| Dalgrond | 70 |
| Leemgrond | 31 |
| Totaal | 867 |

Met de combinatie van de hydrologisch modellen SWAP (bovengrond) en NAGROM (ondergrond) is op basis van de meest recente meteorologische data een verdeling berekend van gronden die als droog zijn aan te merken (met Gt 7 en 7*/8), gronden die als matig droog gezien worden (Gt 6) en gronden die als 'nat' gekarakteriseerd kunnen worden (Gt 1 tot en met 5). Tabel 5.7 geeft de arealen.

Tabel 5.7 Verdeling van het areaal bouwland, grasland en maïs op zandgronden inclusief leem naar Gt klasse (1000 ha).

| Gt-klasse | 1 (Nat) | 2 (M. droog) | 3 (Droog) | Totaal |
|------------|---------|--------------|-----------|--------|
| Bouwland | 58 | 50 | 140 | 248 |
| Gras | 137 | 146 | 157 | 440 |
| Maïs | 41 | 41 | 98 | 180 |
| totaal | 236 | 236 | 395 | 867 |
| totaal (%) | 27 | 27 | 46 | 100 |

Het areaal droge gronden is iets kleiner dan het areaal niet-droge gronden. De verdeling droge en niet-droge zandgronden volgens de hydrologische modelberekeningen is 46% : 54%. Omdat de modelschematisatie van STONE voor de lössgronden tamelijk grof is, worden in deze studie, als uitspraken over het zandgebied worden gedaan, de lössgronden van Zuid Limburg (areaal circa 27.000 ha) buiten beschouwing gelaten. Na correctie voor het areaal lössgronden verandert de droog niet-droog verhouding overigens maar weinig (droog: niet-droog = 44%:56%; Tabel 5.8).

Tabel 5.8 Verdeling van het areaal bouwland, grasland en maïs op zandgronden exclusief lössleemgronden in Zuid Limburg naar Gt klasse (1000 ha).

| Gt-klasse | 1 (Nat) | 2 (M. droog) | 3 (Droog) ¹ | Totaal |
|------------|---------|--------------|------------------------|--------|
| Bouwland | 57 | 50 | 127 | 234 |
| Gras | 135 | 146 | 148 | 430 |
| Maïs | 41 | 41 | 96 | 177 |
| Totaal | 233 | 236 | 371 | 841 |
| Totaal (%) | 29 | 27 | 44 | 100 |

¹) als criterium voor droog is in deze studie uitgegaan van Grondwatertrappen 7 en 8 met een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) van 80 cm. Uit onderzoek voor de Evaluatie Meststoffenwet (RIVM, 2004) is gebleken dat de grens beter bij GHG 70 cm gelegd kan worden.

Bij de beantwoording van de vraag of de nitraatdoelstelling gemiddeld genomen in het zandgebied gerealiseerd wordt, is uitgegaan van de areaalverdeling van het zandgebied zonder de lössgronden (Tabel 5.8).

Het totale areaal zandgrond is dan 841.000 ha, waarvan 371.000 ha als droog wordt aangemerkt. Zowel voor maïs als voor bouwland is het areaal droog groter dan de beide andere Gt klassen tezamen. Bij gras is sprake van een meer gelijkmatige verdeling. Hier zijn alle Gt klassen qua areaal nagenoeg even groot.

Van Kekem *et al.* (2005) hebben recent het resultaat gepubliceerd van een onderzoek naar de grootte van het areaal voor nitraat uitspoelingsgevoelige zandgronden.

Uit deze studie blijkt een andere verdeling van het areaal droge en niet-droge zand- en lössgronden dan de voor STONE berekende hydrologie. Zij komen tot een verhouding van het areaal droge en niet-droge gronden van 28%:72% (zie voor een vergelijking Tabel 5.9).

Verschillen in arealen zandgrond zijn verklaarbaar en worden veroorzaakt door de verschillen in ruimtelijke resolutie (van Kekem: gridcellen van 25x25 m; STONE/SWAP: rekeneenheden van 250x 250m). Het 25x25 m gridcellenbestand is afgeleid van satellietopnamen en geeft altijd een groter areaal landbouw, omdat hier ook bermen, sportterreinen, ponyweiden e.d. worden meegeteld.

Tabel 5.9 Verdeling van het zandgebied naar Gt klassen volgens van Kekem et al.,(2005) en SWAP (exclusief Zuid Limburg)

| Gt-klasse | Kartering | | STONE/SWAP | |
|-------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | areaal (1000 ha) | % van zandgebied | areaal (1000 ha) | % van zandgebied |
| 1 (Nat) | 351 | 37 | 244 | 29 |
| 2 (Matig droog) | 332 | 35 | 230 | 27 |
| 3 (Droog) | 260 | 28 | 366 | 44 |
| Totaal | 943 | 100 | 841 | 100 |
| Droog/niet- droog | | 28/72 | | 44/56 |

Om de oorzaak van het verschil in areaalverhouding ‘droog’ en ‘niet-droog’ te achterhalen is een nadere analyse van de verschillende methoden uitgevoerd (Van Bakel *et al.*, 2005). Hieruit blijkt dat in de voor STONE gebruikte hydrologie het areaal droge zandgronden met circa 5% overschat en de recente kartering het areaal onderschat (circa 7%). De precieze omvang van het areaal blijft onzeker.

Berekende nitraatconcentratie van het bovenste grondwater in 2009

Voor de totale cultuurgrond is de gemiddelde nitraatconcentratie van het bovenste grondwater in 2009 uitgaande van de gebruiksnormen 2009 rekening houdend met de voorgeschiedenis (periode tot 2009) berekend op 36 mg/l. Deze waarde ligt onder de 50 mg/l omdat bij klei en veen lage concentraties worden berekend (gemiddelde waarde voor klei: 17 mg/l; voor veen: 5 mg/l²).

Voor het zandgebied is de areaalgewogen gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in het jaar 2009 berekend, eveneens uitgaande van de gebruiksnormen in de periode 2006-2009. Hierbij is ook nagegaan wat het effect van het weerjaar is. Daartoe is onderzocht wat het effect op de nitraatconcentratie is als 2009 een nat jaar is en als 2009 een droog jaar is. Bovendien is nagegaan wat de nitraatconcentratie is als het weer in 2009 overeenkomt met dat van een gemiddeld weerjaar. Als gemiddeld weerjaar is het jaar 1985 gekozen.

Bij gemiddeld weer in 2009 is de gemiddelde nitraatconcentratie voor het hele zandgebied 67 mg/l. Als 2009 een nat jaar is, is de nitraatconcentratie iets lager (66 mg/l) en in het geval 2009 een droog jaar is, bedraagt de nitraatconcentratie 79 mg/l. Hoewel uit Bijlage 7 blijkt dat 1985 wat betreft uitspoeling van water in zandgronden als een redelijk gemiddeld jaar

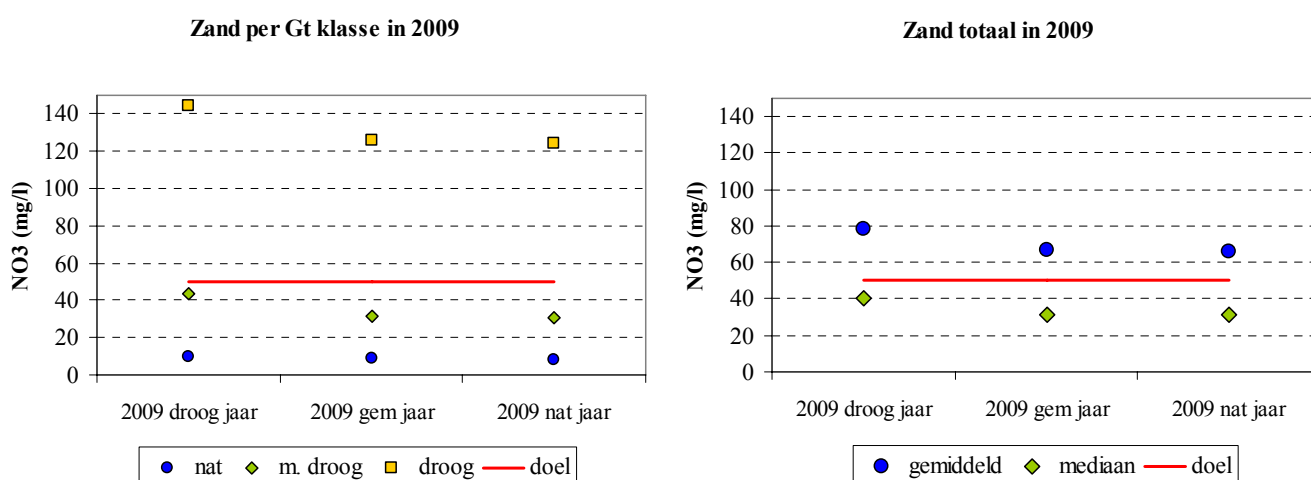
² In drainwater van kleigebieden dat in najaar en winter naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd wordt de nitraatnorm van 50 mg/l wel frequent overschreden (vgl. Fraters *et al.*, 2004). Bij de berekening met STONE komt dit niet tot uiting in de jaargemiddelde nitraatconcentratie van de bovenste meter grondwater.

beschouwd kan worden, ligt de nitraatconcentratie bij gemiddeld weer veel dichterbij die van een nat jaar. Een droog jaar leidt tot een grotere afwijking van het gemiddelde.

De nitraatconcentratie bij droge gronden (Gt klasse 3) varieert van 125 mg/l (nat jaar) tot 145 mg/l (droog jaar). Bij beide andere Gt klassen ligt de gemiddelde nitraatconcentratie voor alle weerjaren onder de 50 mg/l. Het verschil tussen het natte en droge jaar 2009 is bij droge gronden (20 mg/l) veel groter dan bij natte gronden (1 mg/l).

De mediane nitraatconcentratie ligt op 32 mg/l (met gemiddeld weer in 2009) en is duidelijk lager dan de gemiddelde waarde van 67 mg/l. Dit duidt op een scheve verdeling met een klein aantal relatief hoge nitraatconcentraties.

Figuur 5.5 geeft de gemiddelde concentratie per Gt klasse en de areaalgewogen gemiddelde en mediane concentratie voor het gehele zandgebied.



Figuur 5.5 Nitraatconcentratie van het bovenste grondwater in het zandgebied (exclusief löss) in 2009 bij verschillend weer (links: de gemiddelde concentraties per Gt klasse; rechts de gemiddelde en de mediane concentratie).

De gemiddelde concentratie is onder gras het laagst en onder maïs het hoogst. Bij maïs is ook het verschil tussen een droog en een nat jaar 2009 groter dan bij de andere gewassen (Tabel 5.10).

Tabel 5.10 Effect van de stikstofgebruiksnormen van 2009 op de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van het zandgebied (exclusief löss) in het jaar 2009, aannemend dat het jaar 2009 een nat, een gemiddeld en een droog jaar is (mg/l)

| | 2009= droog | 2009= gem. | 2009= nat | Vershil droog-nat jaar |
|----------|-------------|------------|-----------|------------------------|
| Bouwland | 74 | 67 | 66 | 8 |
| Gras | 66 | 54 | 54 | 12 |
| Maïs | 115 | 98 | 95 | 20 |
| Totaal | 79 | 67 | 66 | 13 |

Met de stikstofgebruiksnormen van 2009 wordt beoogd de nitraatdoelstelling gemiddeld voor het zandgebied te realiseren.

In 2009 kan het effect van de gebruiksnormen 2009 om twee redenen nog niet volledig zijn doorgewerkt. In de eerste plaats is de reistijd bij droge gronden met diepe grondwaterstanden langer dan één jaar, en ten tweede is er nog sprake van najling als gevolg van de hogere stikstofgiften in de voorgaande jaren (zie Figuur 3.1).

Daarom kan de doelstelling voor nitraat in grondwater (gemiddelde waarde voor het zandgebied ≤ 50 mg/l) in dat jaar nog niet bereikt zijn. De gemiddelde concentratie ligt volgens de berekeningen in het traject van 66-79 mg/l. Bij extremere weerjaren (natter en droger dan hier beschouwd) kan de bandbreedte nog groter zijn.

Effect van de gebruiksnormen 2009 op langere termijn (zandgebied)

Door een langer tijdvak te nemen en door te middelen, om weerjaarfluctuaties te dempen, zijn de resultaten weergegeven als gemiddelde over de jaren 2010-2015.

De naar areaal (droog en niet-droog) gewogen gemiddelde nitraatconcentratie voor het zandgebied in deze periode wordt geraamd op 56 mg/l. Dat is 6 mg/l hoger dan de doelstelling van 50 mg/l (zie Bijlage 5 voor achtergrond van de doelstelling). Uitschieters boven de 50 mg/l zijn de waarden voor maïs op zand (gemiddeld 81 mg/l) en voor landbouw op droge zandgrond (gemiddeld 99 mg/l; Tabel 5.11).

Tabel 5.11 Areaalgewogen gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) van het bovenste grondwater in het zandgebied per bodemgebruik en Gt-klasse in 2010-2015

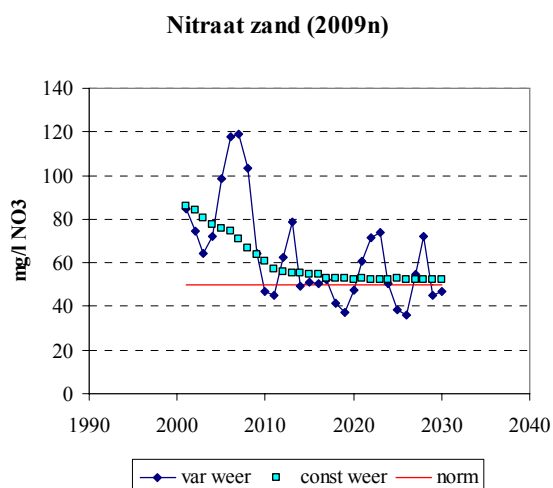
| | 1 (Nat) | 2 (M. droog) | 3 (Droog) | Gemiddeld |
|----------|---------|--------------|-----------|-----------|
| Bouwland | 14 | 35 | 83 | 56 |
| Gras | 9 | 32 | 95 | 47 |
| Maïs | 12 | 41 | 128 | 81 |
| Totaal | 11 | 34 | 99 | 56 |

De middeling van de nitraatconcentraties over droge en niet-droge zandgronden heeft een duidelijk effect. Zelfs bij een groter aandeel droge gronden dan de 25% genoemd in het Derde Actieprogramma, komt de gewogen gemiddelde nitraatconcentratie redelijk dicht in de buurt van de doelstelling van 50 mg/l.

Als nader naar droog zand wordt gekeken blijkt dat voor maïs en gras de hoogste nitraatconcentraties verwacht worden.

Het effect van de gebruiksnormen 2009 op de nitraatconcentratie op nog langere termijn (tot 2030) is weergegeven in Figuur 5.6. Er is onderscheid gemaakt in een reeks identieke weerjaren ('vast') en een variabele weerjarenreeks. Als de nitraatconcentratie over de periode 2015-2030 wordt gemiddeld dan daalt deze nog verder tot 52 mg/l bij variabel weer en tot 53 mg/l bij gebruik maken van identieke weerjaren.

Beide weerjaarreeksen laten een najling zien. Uit het verloop van de vaste weerjaarreeks is af te leiden dat het model pas in 2020 geen daling meer berekent.



Figuur 5.6 Verloop van de berekende nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van het zandgebied in de periode 2001-2030 als gevolg van de gebruiksnormen van 2009 (variant 2009n) bij variabel en 'vast' weer.

Figuur 5.6 geeft het beeld voor de zandgronden. De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van alle cultuurgrond bedraagt in de periode 2015-2030 gemiddeld 32 mg/l.

Vergelijking van de variant 2009n met de referentievariant 2003

Ten opzichte van de situatie in 2003 (referentievariant) is bij de gebruiksnormen van 2009 (variant 2009n) sprake van een lagere N-gift en van het toepassen van een vanggewas na maïs op zandgrond met ingang van 2006.

Deze varianten zijn vergeleken en de uitkomsten staan in Tabel 5.12 en 5.13. Doortrekken van de N-belasting van 2003 naar 2010-2015 leidt tot een gewogen gemiddelde nitraatconcentratie van 69 mg/l. Door de aanscherping van de mestnormen en de toepassing van het vanggewas na maïs daalt de gemiddelde nitraatconcentratie tot 56 mg/l. Per gewas treedt de grootste daling op bij maïs (20 mg/l). Per Gt groep is de daling bij droge gronden groter dan bij niet-droge gronden (Tabel 5.13).

Tabel 5.12 Areaalgewogen gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in het zandgebied per bodemgebruik in de periode 2010-2015 voor de referentie 2003 en de variant 2009n

| | ref2003 | 2009n | afname |
|----------|---------|-------|--------|
| Bouwland | 63 | 56 | 7 |
| Gras | 59 | 47 | 12 |
| Maïs | 100 | 81 | 20 |
| Totaal | 69 | 56 | 12 |

Tabel 5.13 Areaalgewogen gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in het zandgebied per groep van Gt klassen in de periode 2010-2015 voor de referentie 2003 en de gebruiksnormen 2009

| | ref 2003 | 2009n | afname |
|--------|----------|-------|--------|
| Droog | 118 | 99 | 19 |
| Midden | 45 | 34 | 11 |
| Nat | 14 | 11 | 3 |
| Totaal | 69 | 56 | 12 |

Effect van het verplichte vanggewas bij maïs op zandgrond

Om na te gaan wat het effect is van de gebruiksnormen in 2006 en 2009 ten opzichte van het met ingang van 2006 verplichte vanggewas na maïs op zand, zijn een aantal rekenvarianten met en zonder vanggewas vergeleken.

Tabel 5.14 geeft de berekeningsresultaten voor de periode 2010-2015 en 2016-2030.

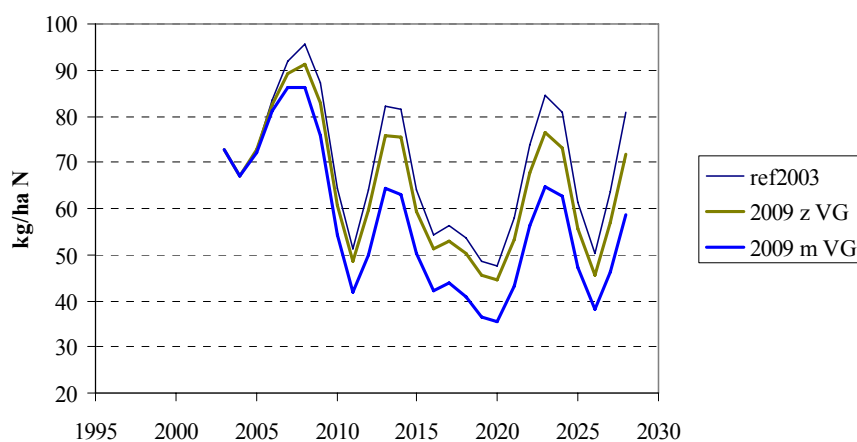
Tabel 5.14 N-uitspoeling van maïs op zand en verwacht effect van maatregelen (kg/ha N)

| Rekenvariant | gem. 2010-2015 | gem. 2016-2030 |
|-------------------------------|----------------|----------------|
| ref 2003 zonder vanggewas (a) | 68 | 65 |
| 2009n zonder vanggewas (b) | 62 | 58 |
| 2009n met vanggewas (c) | 52 | 48 |
| effect bemesting (a-b) | 6 | 7 |
| effect vanggewas (b-c) | 10 | 10 |
| afname N-uitspoeling (a-c) | 16 | 17 |

Ten opzichte van de referentievariant neemt de berekende N-uitspoeling met 16-17 kg/ha af. De bijdrage van de aangescherpte gebruiksnormen in 2006 en 2009 is berekend op 6-7 kg/ha. De resterende 10 kg/ha kan worden toegeschreven aan het vanggewas.

Uit het verloop van de uitspoeling in de periode 2003-2030 (Figuur 5.7) blijkt dat het effect van de mestmaatregelen geleidelijk effectief wordt. Voorts wordt berekend dat het vanggewas een groter effect heeft in perioden met veel neerslag.

N-uitspoeling maïs op zand



Figuur 5.7 N-uitspoeling bij maïs op zandgrond; effect van normaanscherping en vanggewas (periode 2003-2030; kg/ha N)

Tabel 5.15 geeft de berekende nitraatconcentraties in het bovenste grondwater voor de drie Gt klassen (nat, matig droog en droog).

Tabel 5.15 Nitraatconcentratie (mg/l NO₃) in het bovenste grondwater onder maïs op zand en effect van maatregelen op de concentratie voor de periode 2010-2015.

| Rekenvariant | 1 (Nat) | 2 (M. droog) | 3. (Droog) |
|-------------------------------|----------|--------------|------------|
| ref 2003 zonder vanggewas (a) | 19 | 59 | 153 |
| 2009n zonder vanggewas (b) | 18 | 56 | 143 |
| 2009n met vanggewas (c) | 12 | 41 | 128 |
| effect bemesting (a-b) | 1 | 3 | 10 |
| effect vanggewas (b-c) | 6 | 15 | 15 |
| totaal effect (a-c) | 7 | 18 | 25 |

Uit de vergelijking blijkt dat de aanscherping van de gebruiksnormen in 2006 en 2009 vooral bij droge gronden een gunstig effect heeft op de nitraatconcentratie. Bij de overige gronden is er weinig effect merkbaar.

Toepassen van een na- of vanggewas lijkt wel een duidelijk positief effect te hebben.

Berekend wordt een daling van 6 mg/l bij nat zand, 15 mg/l bij matig droog en droog zand.

In totaal daalt de verwachte concentratie in het bovenste grondwater met 7 mg/l (nat zand), met 18 mg/l (matig droog zand) en met 25 mg/l (droog zand).

Het effect van het vanggewas op de nitraatconcentratie, zoals berekend door STONE, komt door twee verschillende processen tot stand:

1. er spoelt minder N uit door een hogere denitrificatie;
2. er wordt meer N vastgelegd in bodemorganische stof.

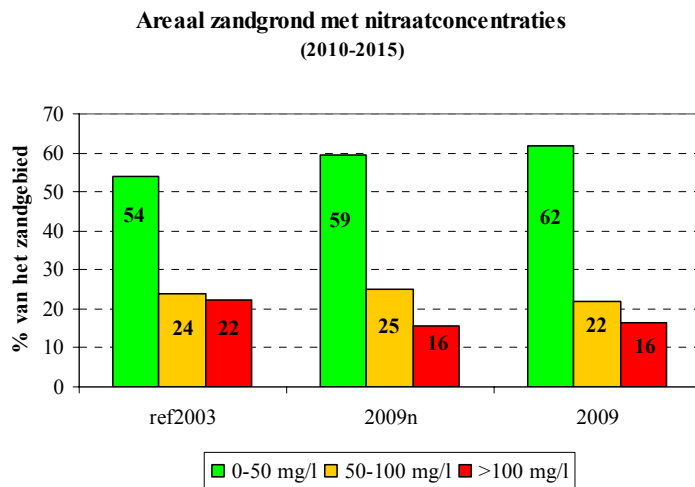
Hierbij zijn in de modelberekeningen dezelfde gebruiksnormen gebruikt voor beide situaties (i.c. met en zonder vanggewas). Na verloop van tijd, als een evenwichtssituatie is bereikt, zal alleen de bijdrage van denitrificatie ‘overblijven’ omdat de N-opname door het vanggewas gelijk zal zijn aan de extra mineralisatie van de organisch gebonden stikstof in de bodem.

Bijlage 11 geeft een nadere toelichting op de effecten van het vanggewas.

Areaal zandgrond met nitraatconcentraties boven/onder de doelstelling

Figuur 5.8 toont het effect van de gebruiksnormen van 2009 op het areaal landbouw op zand met concentraties ten opzichte van de normwaarde van 50 mg/l. Hierbij is gemiddeld over de periode 2010-2015.

De gebruiksnormen van 2009 leiden er naar verwachting toe dat bij 59% van het zandgebied voldaan wordt aan de nitraatdoelstelling (≤ 50 mg/l). Ten opzichte van de referentie is dit een toename van 5% van het areaal. Het aandeel zandgronden met een concentratie groter dan 100 mg/l daalt van 22% naar 16%. De variant 2009 zonder opvulling van de gebruiksnormen van 2009 met kunstmest (variant 2009) leidt tot een groter areaal beneden de 50 mg/l (62%). Het areaal boven/onder de norm is gevoelig voor verschillen in mestgiften.

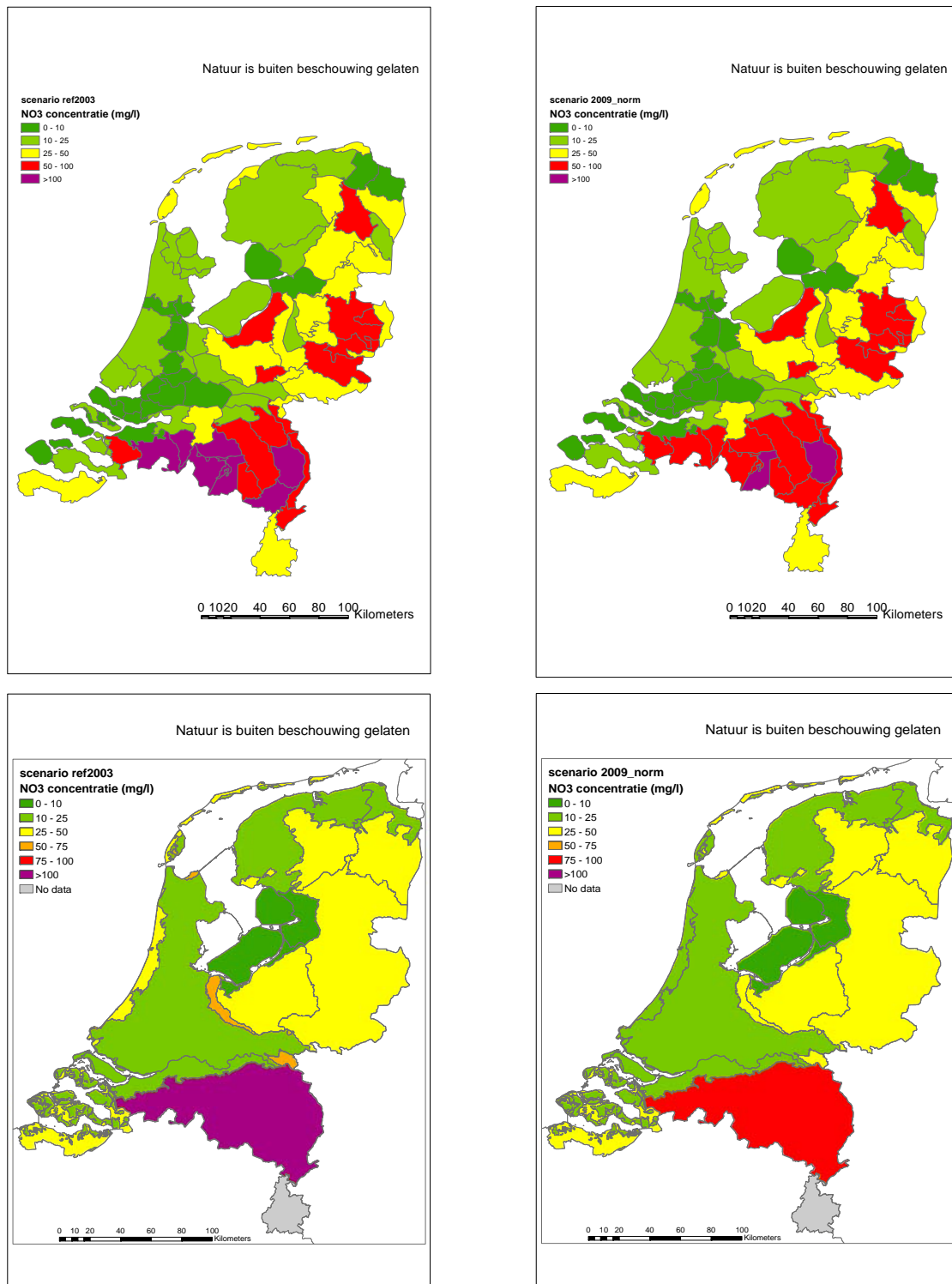


Figuur 5.8 Procentuele verdeling van het areaal zandgrond met een gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in de periode 2010 – 2015 (variabele weerjarenreeks).

Ruimtelijk beeld van de gemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgrond

Figuur 5.9 geeft een ruimtelijk beeld van de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater onder landbouwgrond in de periode 2010-2015 als resultaat van de gebruiksnormen 2009 (variant 2009n) vergeleken met de referentie 2003. De resultaten zijn weergegeven per PAWN district en per grondwaterlichaam. In verband met de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water is Nederland ingedeeld in 20 grote grondwaterlichamen (VROM, 2005).

In het noordelijke, centrale en oostelijke zandgebied komen districten voor waar de gemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgrond, uitgaande van de 2009 normen, nog boven de 50 mg/l ligt. In het zuidelijke zandgebied (Noord-Brabant en noord- en midden Limburg) worden op basis van de gebruiksnormen van 2009 de hoogste concentraties berekend. En hoewel het aantal districten met een concentratie boven de 100 mg/l afneemt, wordt voor het gehele gebied (i.c. het grondwaterlichaam Maas-zand) nog wel een overschrijding van de norm verwacht (gemiddelde waarde circa 80 mg/l).



Figuur 5.9 Gemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgrond per PAWN district (boven) en per Grondwaterlichaam (onder) in de periode 2010-2015. Links op basis van het meststoffengebruik uit 2003, rechts op basis van de gebruiksnormen 2009 (variant 2009n; natuur en bebouwd gebied zijn buiten beschouwing gelaten)

5.3 Stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater

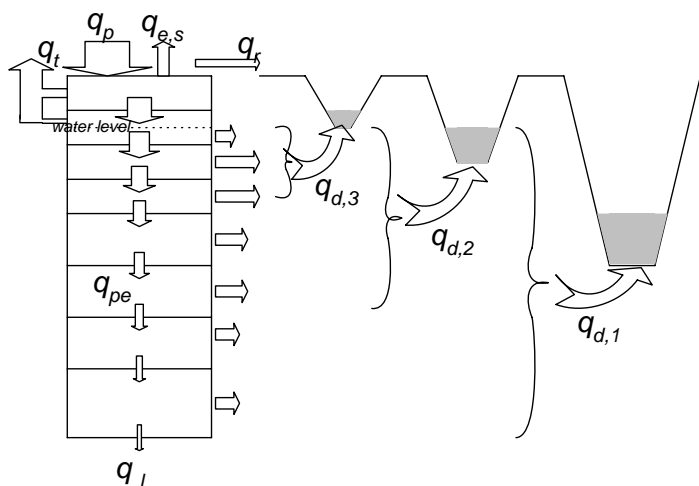
Inleiding

De met STONE berekende nutriëntenbelasting is het totaal van afvoer over het maaiveld (surface runoff of afspoeling) en afvoer door de bodem via verschillende drainagestelsels naar het oppervlaktewater (uitspoeling; Figuur 5.10). Er is geen rekening gehouden met eventuele afbraak van nitraatstikstof bij uittreden van water in slootwanden en vastlegging (P) en afbraak van N in watergangen, tezamen retentie genoemd. Alleen de afbraak van nitraatstikstof is als ‘verdwinproces’ te beschouwen. Bij de overige retentie verdwijnen de nutriënten niet uit het water/bodemsysteem. De berekende nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater is als bruto belasting te beschouwen.

STONE berekent de water- en nutriëntenafvoer naar verschillende ontwateringssytemen. De afvoer over het bodemoppervlak (surface runoff) wordt apart gesimuleerd. De afvoer via greppels/kavelsloten en via drainbuizen wordt met drainagesysteem 3 (d3) gesimuleerd. De afvoer via drainagesysteem 2 (d2) vindt plaats naar grotere sloten/waterlopen. De veelal diepere afvoer naar vaarten en kanalen wordt gesimuleerd met drainagesysteem 1 (d1). In de hydrologische schematisering geldt dat vaarten en kanalen ook water en stoffen uit het ondiepe drainagesysteem afvoeren. Dit is ook het geval bij de grotere sloten/watergangen (zie de overlap in Figuur 5.10).

Globaal geldt dat meer dan 50% van de totale waterafvoer uit de laag tussen GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) en onderrand afkomstig is. Voor stikstof en fosfor heeft de afvoer uit de bovenste lagen in de meeste situaties de grootste omvang.

Bijlage 8 geeft een voorbeeld van de relatieve bijdrage van de verschillende drainagestelsels aan de belasting van het oppervlaktewater. Met uitzondering van kleigronden is surface run-off van geringe betekenis. De afvoer van stikstof en fosfor via drainagesysteem 3 is bij alle grondsoorten qua omvang veruit het meest belangrijk. Naarmate gronden droger zijn (diepere grondwaterstanden) wordt de bijdrage van de drainagesystemen 2 en 1 groter. In Figuur 5.10 stroomt water naar grotere diepte over de onderrand. Hier is sprake van infiltratie (q_i) In het geval er netto water over de onderrand binnenkomt is sprake van kwel.

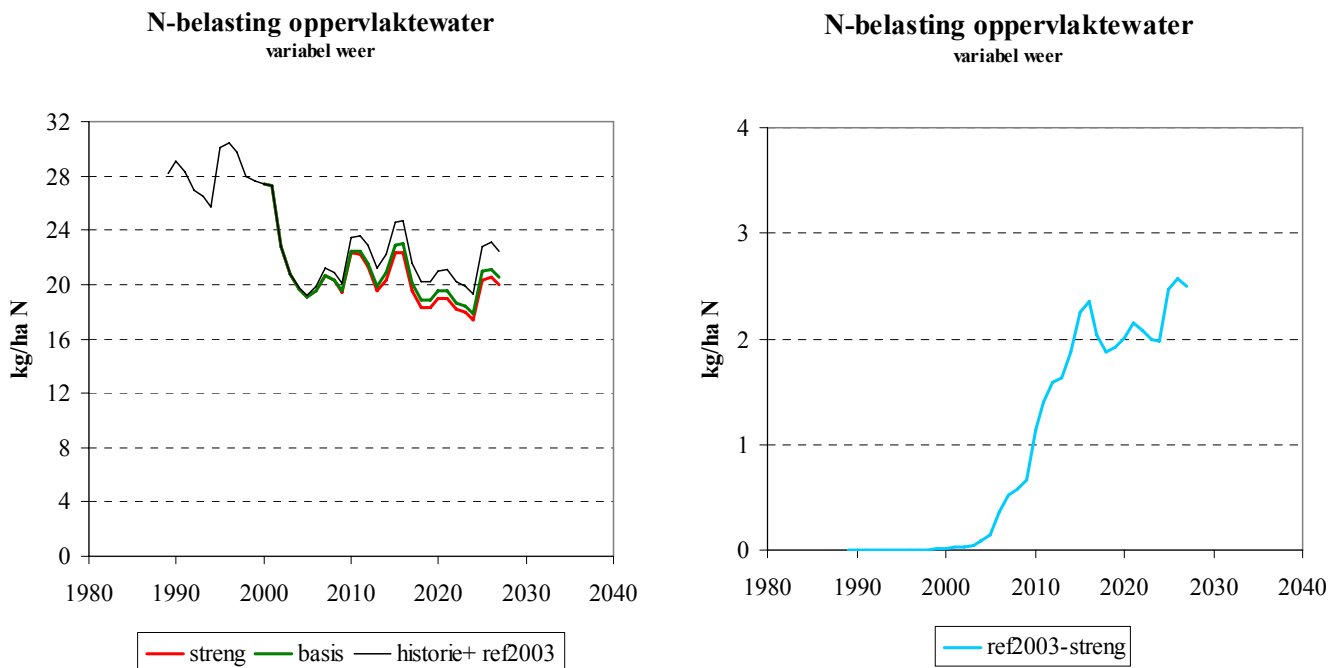


Figuur 5.10 Onderverdeling van drainagesystemen en afvoer van water en stoffen naar de verschillende ontwateringsmiddelen.

Resultaten verkenning

De berekende jaarlijkse bruto N- en P-vrachten uitgedrukt in kg/ha zijn weergegeven in Figuur 5.11 en Figuur 5.12. Hierbij worden de uitkomsten van de scenario's 'basis' en 'streng' vergeleken met de resultaten van de referentievariant 2003, berekend als gemiddelde over de periode 2015-2030. Getoond worden de resultaten gesimuleerd met een reeks variabele weerjaren.

Om de door de weersomstandigheden veroorzaakte variatie te dempen is hier het 7 jaars voortschrijdende gemiddelde genomen (drie voorafgaande en drie opvolgende jaren).

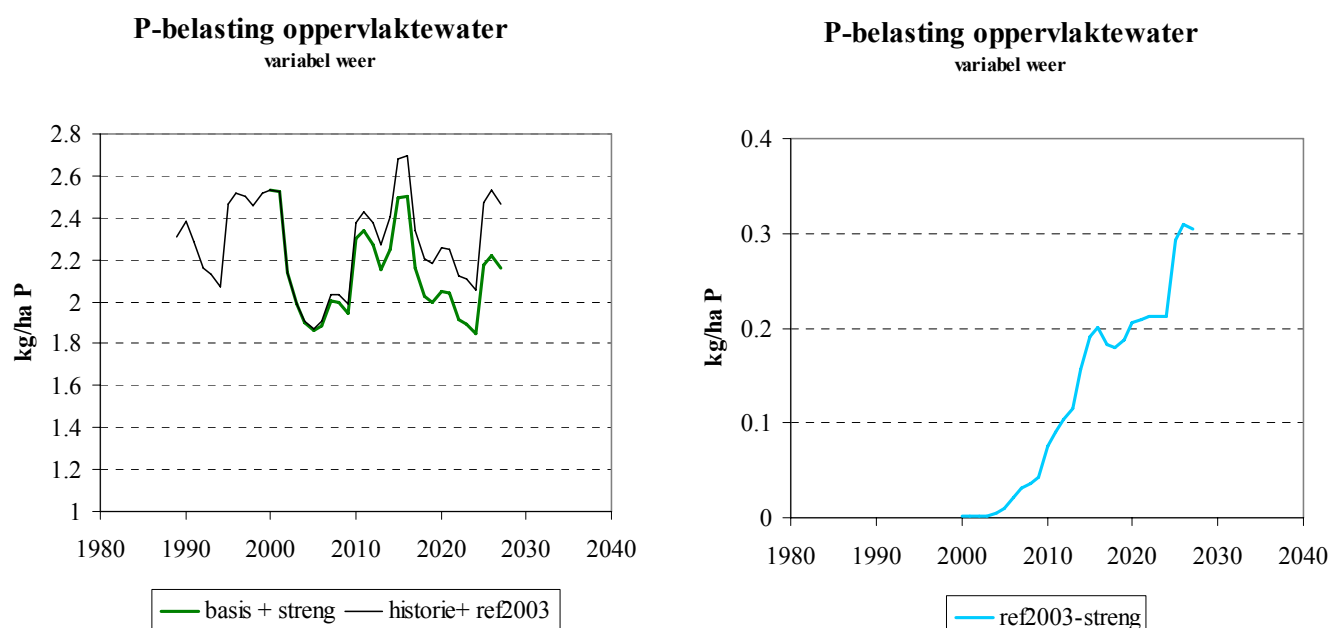


Figuur 5.11 N- belasting van het oppervlaktewater door af- en uitspoeling van de landbouwgronden in de periode 1986-2030 en het verschil tussen de referentie2003 en de scenario 'streng' (voortschrijdend gemiddelde waarde in kg/ha N).

Voor N daalt de afvoer als gemiddelde over de periode 2015 –2030 van 22 kg/ha (referentieniveau) naar 19 kg/ha bij het scenario 'streng' (afname 12%). Voor de verschillende grondsoorten is sprake van enige variatie (Tabel 5.16). Bij veengronden is de af- en uitspoeling het grootst. De afname is het grootst bij zandgronden (22%).

Tabel 5.16 N-belasting van het oppervlaktewater door af- en uitspoeling van landbouwgronden op zand, klei en veen-grasland in de periode 2015-2030 (kg/ha)

| Periode 2015-2030 | Zand | Klei | Veen | Cultuurgrond |
|-------------------|------|------|------|--------------|
| Ref 2003 | 17 | 23 | 36 | 22 |
| Streng | 14 | 21 | 33 | 19 |
| Afname | 4 | 2 | 3 | 3 |
| Afname in % | 22 | 7 | 7 | 12 |



Figuur 5.12 P- belasting van het oppervlaktewater door af- en uitspoeling van de landbouwgronden in de periode 1986-2030 en het verschil tussen de referentie2003 en de scenario 'streng' (voortschrijdend gemiddelde waarde in kg/ha).

Het scenario 'streng' leidt voor P tot een 0,3 kg/ha lagere af- en uitspoeling ten opzichte van de referentie. Dit komt neer op een reductie van 11%. De af- en uitspoeling van veen-grasland is aanmerkelijk hoger dan van zand en klei. Net als bij stikstof wordt bij zand de grootste afname verwacht (18%).

Tabel 5.17 P-belasting van het oppervlaktewater door af- en uitspoeling van landbouwgronden op zand, klei en veen(grasland) in de periode 2015-2030 (kg/ha)

| Periode 2015-2030 | zand | klei | veen | cultuurgrond |
|-------------------|------|------|------|--------------|
| ref 2003 | 1,9 | 2,2 | 3,9 | 2,4 |
| Streng | 1,6 | 2,1 | 3,7 | 2,1 |
| Afname | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| Afname in % | 18 | 6 | 6 | 11 |

Effect uitrijverbod bouwland op klei

Met ingang van najaar 2005 wordt het uitrijden van dierlijke mest in het najaar geleidelijk beperkt. Per 2006 geldt een verbodsperiode van 2,5 maand die tot 2009 wordt uitgebreid naar 4,5 maand (16 september-1 februari; zie Bijlage 6). In Tabel 5.18 is het effect van het uitrijverbod nader gekwantificeerd en vergeleken met het effect van normaanscherping.

Tabel 5.18 Effect van uitrijverbod bij bouwland op klei met ingang van 2006 op de af- en uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater (vrachten in kg/ha gemiddeld voor de periode 2010-2030).

| Rekenvariant | Stikstof (N) | Fosfor (P) |
|----------------------------------|--------------|------------|
| ref 2003 zonder uitrijverbod (a) | 24 | 2,5 |
| 2015s zonder uitrijverbod (b) | 23 | 2,4 |
| 2015s met uitrijverbod (c) | 22 | 2,3 |
| effect bemesting (a-b) | 1 | 0,1 |
| effect uitrijverbod (b-c) | 1 | <0,1 |
| totaal effect (a-c) | 2 | 0,1 |

Voor stikstof komt de helft van de totale reductie van 2 kg/ha voor rekening van het uitrijverbod. Voor fosfor is de afname van de af- en uitspoeling beperkt en de bijdrage van het uitrijverbod daaraan is eveneens zeer klein.

Bij de modelsimulatie is aangenomen dat met ingang van 2009 nog 50% van de dierlijke mestgift voor 15 september wordt uitgereden. Mogelijk is dit niet realistisch en zal dit verbod een groter effect hebben op de totale hoeveelheid dierlijke mest die op klei-bouwland zal worden toegediend.

Toetsing aan emissiereductie doelstellingen

In 1987 is door de landen in het stroomgebied van de Rijn en door landen grenzend aan de Noordzee in actieprogramma's (respectievelijk RAP en NAP) afgesproken dat de emissie van nutriënten in 1995 met 50% verminderd zou moeten zijn. In deze rapportage is ervan uitgegaan dat deze doelstelling voor alle bronnen geldt.

Uit Figuur 5.11 en 5.12 blijkt de af- en uitspoeling van stikstof en fosfor medio jaren '80 circa 28 kg/ha respectievelijk circa 2,4 kg/ha te bedragen. De N-emissie is sinds medio jaren '80 duidelijk afgenomen (circa 8 kg/ha). Voor P is echter geen sprake van een duidelijke afname. Als de waarde van 28 kg/ha als referentie wordt genomen dan zou de afgesproken reductiedoelstelling van 50% ten opzichte van het niveau van 1985 betekenen dat de N-vracht door af- en uitspoeling van landbouwgrond tot 14 kg/ha moet worden teruggebracht.

Langs dezelfde lijn redenerend geldt voor de P-emissie dat deze tot circa 1,2 kg/ha moet verminderen. In OSPAR-verband is afgesproken dat deze 50% reductiedoelstelling in 2010 bereikt moet worden (zie paragraaf 2.4).

Uit Tabel 5.16 blijkt dat de scenario 'streng' gemiddeld over de periode 2015-2030 leidt tot een N-vracht van 19 kg/ha. Dat is een reductie van circa 32%.

Voor P blijkt uit Tabel 5.17 dat de gemiddelde af- en uitspoeling in de periode 2015-2030 2,1 kg/ha bedraagt. Dit is een reductie van circa 13%. Om de OSPAR doelstelling te realiseren zou deze vracht nog bijna moeten halveren.

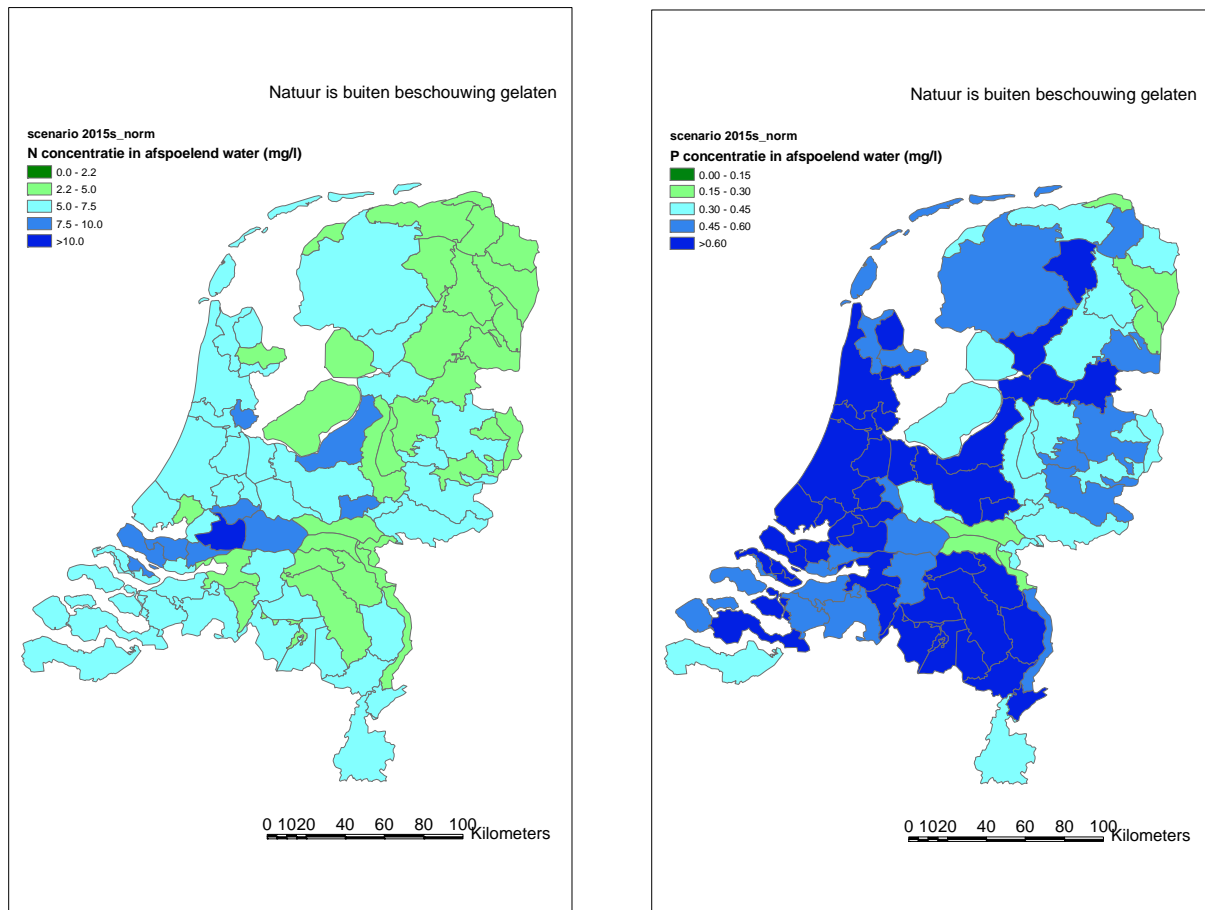
De RAP/NAP reductiedoelstelling uit 1987 (overgenomen door OSPAR) toegepast op de emissie uit landbouwgronden ligt bij de hier doorgerekende gebruiksnormen nog niet binnen bereik.

Stikstof- en fosforconcentraties in afspoelend water

Voor een landelijk beeld van de N- en P-concentraties in het afspoelende water van landbouwgronden zijn de modeluitkomsten weergegeven als gemiddelde per PAWN district waarvan er 80 zijn onderscheiden (Figuur 5.13)

In Bijlage 9 zijn de gesimuleerde concentraties weergegeven voor de 7 stroomgebieden van de Kaderrichtlijn Water.

De vergelijking met milieudoelstellingen voor het oppervlaktewater is indicatief, omdat er tijdens transport naar het oppervlaktewater en in kleine wateren processen optreden waardoor de concentraties verlaagd wordt (retentie). In welke mate dit gebeurt is niet goed bekend en vereist nader onderzoek.



Figuur 5.13 Landelijk beeld van de N- en P concentratie in afspoelend water afkomstig van landbouwgrond weergegeven per PAWN district (effect van de scenario 'streng' in de periode 2015-2030).

Figuur 5.13 geeft het resultaat van de doorrekening van het scenario 'streng' in 2015-2030. De laagste concentratieklasse heeft betrekking op water dat voldoet aan de "doelstellingen" voor N en P respectievelijk 2,2 mg/l N en 0,15 mg/l P. Deze klasse komt bij de hier gebruikte schematisatie niet voor.

Relatief hoge concentraties komen niet alleen in de klei- en veengebieden voor (westen en noorden met van nature meer nutriëntrijke bodems), maar ook in de zandgebieden. Het zuidelijk zandgebied wordt gekenmerkt door hoge fosforconcentraties.

De N-concentratie in het afspoelende water van landbouwgronden ligt als gemiddeld wordt over alle districten ruim 2,5 maal hoger dan de drempelwaarde voor oppervlaktewater van 2,2 mg/l. Het district met de laagste waarde heeft een concentratie van 1,5 maal de drempelwaarde. De hoogste waarde bedraagt 5 maal de drempelwaarde.

Voor P is de gemiddelde districtconcentratie 4 maal de nationale MTR-waarde van 0,15 voor oppervlaktewater met een minimum van 1,3 maal de MTR en een maximum van 10 maal deze waarde. De afstand tot de milieudoelen is voor fosfor groter dan voor stikstof.

5.4 Synthese berekeningsresultaten

In deze paragraaf wordt de ontwikkeling van de mestgift vergeleken met de ontwikkeling van respectievelijk de gewasafvoer, het overschot, de uitspoeling naar het grondwater (op GLG niveau) en de af- en uitspoeling vanuit het gehele bodemprofiel (13 m). Hierbij worden de uitkomsten van het scenario ‘streng’ vergeleken met de resultaten van de referentievariant 2003, berekend als gemiddelde over de periode 2015-2030. Getoond worden de resultaten gesimuleerd met een reeks variabele weerjaren.

Stikstof

Uit de modelsimulaties blijkt dat de afname van de N-gift tot een kleinere daling van het N-overschot leidt. Dit komt omdat bij een lagere N-gift ook de N-afvoer via het geoogste gewas terugloopt.

Vergeleken met de afname van de N-gift is de daling van de uitspoeling naar het grondwater en de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater klein (Tabel 5.19).

Tabel 5.19 Afname van de N-gift, de N-afvoer via het geoogste gewas, het N-overschot en de af- en uitspoeling van N gemiddeld over de jaren 2015-2030 ten opzichte van de referentie 2003 (in kg/ha N).

| Afname van: | Cultuurgrond | Zandgrond | Kleigrond | Veengrond (gras) |
|----------------------------|--------------|-----------|-----------|------------------|
| N-gift ¹ | 66 | 85 | 50 | 57 |
| N-afvoer gewas | 25 | 31 | 18 | 33 |
| N-overschot | 42 | 56 | 33 | 25 |
| N-uitspoeling ² | 7 | 15 | 1 | 1 |
| N-af/uitspoeling | 3 | 4 | 2 | 3 |

¹ Exclusief N-depositie. Deze aanvoer neemt af met circa 1-2 kg/ha

² Uitspoeling naar het grondwater

Het overschot is een goede indicator van de milieudruk op het grond- en oppervlaktewater. Als de afname van het N-overschot op 100 kg/ha wordt gesteld, dan neemt de N-uitspoeling bij zand sterker af dan bij klei- en veengrond (Tabel 5.20). Bij zandgrond leidt een 100 kg/ha lager N-overschot tot 27 kg/ha minder uitspoeling. Bij klei en veen is de afname van de uitspoeling klein (3 kg/ha).

Ook het effect op de af- en uitspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater is beperkt. Per 100 kg lager N-overschot daalt de af- en uitspoeling bij zand en klei met 7 respectievelijk 5 kg. Bij gras op veen neemt de af- en uitspoeling af met 10 kg. Voor de totale cultuurgrond is de afname van de af- en uitspoeling 7 kg per 100 kg lager overschot. Dit is duidelijk lager dan de 12 kg die De Willigen *et al* (2003) eerder rapporteerden.

Tabel 5.20 Respons van de N-uitspoeling naar het grondwater en af- en uitspoeling van N naar het oppervlaktewater op de afname van het N-overschot in de periode 2015-2030 (de afname van het N-overschot is gesteld op 100 kg/ha)

| Afname van: | Cultuurgrond | Zandgrond | Kleigrond | Veengrond (gras) |
|----------------------------|--------------|-----------|-----------|------------------|
| N-overschot | 100 | 100 | 100 | 100 |
| N-uitspoeling ¹ | 17 | 27 | 3 | 3 |
| N-af/uitspoeling | 7 | 7 | 5 | 10 |

¹ Uitspoeling naar het grondwater

Fosfor

De daling van de P-gift heeft als effect dat het overschot vrijwel in gelijke mate afneemt, omdat de afvoer via het geoogste gewas nauwelijks vermindert (Tabel 5.21).

Ten opzichte van de lagere P-bemesting is de afname van de uitspoeling (vooral relevant bij zand) en van de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater zeer beperkt.

Tabel 5.21 Afname van de P-gift, de P-afvoer via het geoogste gewas, het P-overschot en de af- en uitspoeling van P gemiddeld over de jaren 2015-2030 ten opzichte van de referentie 2003 (in kg/ha P).

| Afname van: | Cultuurgrond | Zandgrond | Kleigrond | Veengrond (gras) |
|----------------------------|--------------|-----------|-----------|------------------|
| P-gift | 12,9 | 18,5 | 8,4 | 7,8 |
| P-afvoer gewas | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 1,0 |
| P-overschot | 12,0 | 17,4 | 7,7 | 6,9 |
| P-uitspoeling ¹ | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,1 |
| P-af/uitspoeling | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,2 |

¹ Uitspoeling naar het grondwater

Per 100 kg lager P-overschot neemt de uitspoeling bij zandgrond met 1 kg/ha af (Tabel 5.22). De af- en uitspoeling van P reageert nauwelijks op veranderingen van het P-overschot. Per 100 kg/ha lager P-overschot neemt de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater met 2-3 kg/ha af.

Tabel 5.22 Respons van de uitspoeling van P naar het grondwater en de af- en uitspoeling van P naar het oppervlaktewater op de afname van het P-overschot in de periode 2015-2030 (de afname van het P-overschot is gesteld op 100 kg/ha)

| Afname van: | Cultuurgrond | Zandgrond | Kleigrond | Veengrond (gras) |
|----------------------------|--------------|-----------|-----------|------------------|
| P-overschot | 100 | 100 | 100 | 100 |
| P-uitspoeling ¹ | 1 | 1 | 0 | 1 |
| P-af/uitspoeling | 2 | 2 | 2 | 3 |

¹ Uitspoeling naar het grondwater

Uit de modelsimulaties blijkt dat de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater eerder door de in de bodem aanwezige voorraden wordt bepaald, dan door de ontwikkeling van het stikstof- en fosforoverschot.

5.5 STONE en WOD: vergelijking van modelbenaderingen

Inleiding

Resultaten van STONE worden in deze paragraaf vergeleken met de benadering die door de Werkgroep Onderbouwing Derogatie (WOD) is gekozen bij het bepalen van de toegestane (kunst)mestgiften op maïs- en grasland in de Nederlandse landbouw (Schröder *et al.*, 2005). Voor deze vergelijking zijn een aantal kentallen van de bodem N-balans uitgerekend van beide benaderingen en aan de hand van deze kentallen worden de verschillen hier besproken. Deze vergelijking is uitgevoerd voor maïs en gras op zandgrond met Gt-klasse 2 (Matig droog; Gt 6) en Gt-klasse 3 (Droog; Gt 7 en 8). De kentallen van de N-balans in de Tabellen 5.23 en 5.24 hierna geven niet alle afzonderlijke balansposten weer, omdat bij de vergelijking de aandacht uitging naar nitraatconcentratie in het bovenste grondwater (zo is het N-verlies door zijwaartse uitstroom naar oppervlaktewater niet vermeld).

Bij STONE is de mestgift behorend bij de variant 2009n doorgetrokken naar de periode 2016-2030 (langetermijneffect van de gebruiksnormen van 2009).

Casus 1: maïs op zandgrond met Gt-klasse 2 en 3

In Tabel 5.23 staan de berekende kentallen voor maïsteelt op zandgrond van de twee droogste Gt-klassen (Gt klasse 2, Midden en Gt klasse 3, Droog). Bij Gt-klasse 2 zijn de verschillen in de aanvoer en afvoer van N tussen STONE en WOD relatief klein. De berekeningen van STONE lijken dus voor deze situatie overeen te komen met de goede groeiomstandigheden zoals door WOD gedefinieerd is. Echter, de verschillen in het lot van het N overschot tussen STONE en WOD bij Gt-klasse 2 zijn erg groot. Hierbij vallen twee aspecten op:

- in STONE neemt de voorraad N in de bodem tussen maaiveld en GLG niveau jaarlijks met 46 kg N/ha af en dit wordt toegevoegd aan het overschot dat ontstaat door het verschil in aanvoer en afvoer met gewas (zie ‘Overschot’, ‘Extra verlies’ en ‘Totaal verlies’ in Tabel 5.23);
- de nitraatconcentratie die ontstaat als functie van het totaal verlies aan N is bij WOD groter dan bij STONE (bij matig droog zand zelfs een factor 3 groter, zie ‘Ratio nitraat/verlies’ in Tabel 5.23).

Ondanks het extra verlies van 46 kg/ha (52 % meer ten opzichte van ‘Overschot’), is de nitraatconcentratie van maïs op matig droog zand bij STONE beduidend lager dan bij WOD, omdat er in STONE een veel lagere fractie van het totale verlies als nitraat in het grondwater wordt berekend (grotere denitrificatie).

Bij maïs op droog zand (Gt-klasse 3) zijn de verschillen in de aan- en afvoer met het gewas tussen STONE en WOD iets groter, waardoor het overschot bij STONE bijna twee keer zo groot is als het overschot bij WOD (83 respectievelijk 43 kg N/ha). Ook bij Gt-klasse 3 wordt er een aanzienlijke bijdrage geleverd door de bodemvoorraad van STONE (43 kg/ha meer). Daarentegen lijken beide benaderingen op elkaar bij de berekening van de nitraatconcentratie als functie van het totale verlies (ratio is 0,9 en 1,0 voor respectievelijk STONE en WOD).

Tabel 5.23 Kentallen van de N-balans in de bodem volgens STONE en WOD voor maïs op zand. Waarden van STONE zijn gemiddelden voor de periode 2016-2030. Waarden van de WOD zijn afkomstig van Tabel 10 in Schröder et al. (2005) en gelden voor goede teeltomstandigheden met vermijding van P-accumulatie. Alle eenheden zijn $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$ tenzij anders vermeld.

| Model | STONE | WOD | STONE | WOD |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gt-klasse | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Gt-klasse | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Scenario | 2009n | Evenwicht | 2009n | Evenwicht |
| Periode | 2016-2030 | - | 2016-2030 | - |
| Depositie | 38 | 31 | 38 | 31 |
| Kunstmest | 32 | 41 | 33 | 19 |
| Dierlijke mest ¹ | 179 | 161 | 177 | 147 |
| Totale input | 248 | 233 | 248 | 197 |
| Afvoer met gewas | 160 | 163 | 165 | 154 |
| Overschot ² | 88 | 70 | 83 | 43 |
| Extra verlies ³ | 46 | 0 | 43 | 0 |
| Totaal verlies ⁴ | 135 | 70 | 126 | 43 |
| Nitraatconcentratie ⁵ | 34 | 53 | 111 | 45 |
| Ratio nitraat/verlies ⁶ | 0,25 | 0,76 | 0,88 | 1,05 |

¹) Zowel de STONE-waarde als de WOD-waarde voor dierlijke mest zijn gecorrigeerd voor NH_3 vervluchtiging bij uitrijden (bij WOD is 5 % vervluchtiging aangenomen)

²) Overschot = depositie + kunstmest + dierlijke mest – afvoer met gewas

³) Bijdrage van de bodemvoorraad (0 – GLG niveau) aan totaal verlies (bij WOD per definitie gelijk aan 0)

⁴) Totaal verlies = overschot + extra verlies. Totaal verlies is ook gelijk aan denitrificatie (bodemplaan 0 – GLG niveau) + uitspoeling door GLG-niveau + zijwaartse uitstroom van N (bodemplaan 0 – GLG niveau)

⁵) Gemiddelde nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater (mg/l NO_3)

⁶) Ratio = nitraatconcentratie / totaal verlies

Casus 2: gras op zandgrond met Gt-klasse 2 en 3

In Tabel 5.24 staan de berekende kentallen voor grasland op zandgrond van de twee droogste Gt-klassen (Gt klasse 2, Midden en Gt klasse 3, Droog). Bij beide Gt-klassen zijn er relatief weinig verschillen in de aanvoer en afvoer van N tussen STONE en WOD en daardoor is ook het N overschot in beide gevallen goed vergelijkbaar (123 respectievelijk 136 bij Gt-klasse 2 en 118 respectievelijk 105 bij Gt-klasse 3). De berekeningen van STONE lijken dus voor deze situatie overeen te komen met het gemiddelde van (sub)optimale groeiomstandigheden met gemengd gebruik (maaieren en weiden) zoals door WOD gedefinieerd is.

De bijdrage van de bodemvoorraad in de laag tussen maaiveld en GLG- niveau aan het totale verlies is bij gras veel lager dan bij maïs (voor gras gemiddeld 18 $\text{kg/ha}\cdot\text{jr}$ in vergelijking met 44 $\text{kg/ha}\cdot\text{jr}$ bij maïs). Echter, het verschil tussen STONE en WOD in de ratio nitraatconcentratie en totaal verlies, is vooral bij gras op matig droog zand (Gt-klasse 2) vrij groot. In de STONE berekening bij Gt-klasse 2 is de nitraatconcentratie circa 20 mg/l lager vergeleken met de WOD benadering bij een vrijwel gelijk totaal N- verlies. Bij Gt-klasse 3 is de situatie omgekeerd met een lagere nitraatconcentratie per kg/ha totaal N-verlies bij WOD in vergelijking met STONE. Indien het overschot van STONE bij Gt-klasse 3 (= 142) gecombineerd zou worden met de ratio nitraat/verlies van WOD (0,49), dan zou de nitraatconcentratie dalen van 87 mg/l (berekend door STONE) naar 69 mg/l (gecombineerd effect van verschil in ratio en verschil in extra verlies).

Tabel 5.24 Kentallen van de N-balans in de bodem volgens STONE en WOD voor gras op zand. Waarden van STONE zijn gemiddelden voor de periode 2016-2030. Waarden van WOD zijn afkomstig van Tabel 10 en 11 in Schröder et al. (2005) en zijn gemiddeld voor (sub)optimale teeltomstandigheden met vermindering van P-accumulatie en gemengd gebruik. Alle eenheden zijn $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jaar}^{-1}$ tenzij anders vermeld.

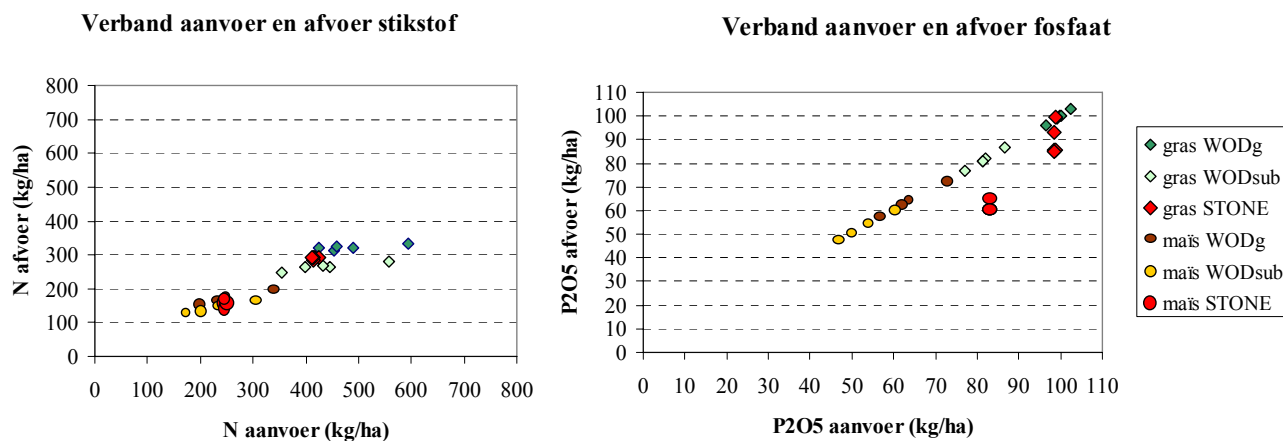
| Model | STONE | WOD | STONE | WOD |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gt-klasse | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Scenario | 2009n | Evenwicht | 2009n | Evenwicht |
| Periode | 2016-2030 | - | 2016-2030 | - |
| Depositie | 36 | 31 | 35 | 31 |
| Kunstmest | 172 | 166 | 171 | 133 |
| Dierlijke mest ¹ | 207 | 233 | 206 | 226 |
| Totale Input | 416 | 430 | 412 | 390 |
| Afvoer met gewas | 292 | 294 | 294 | 285 |
| Overschot ² | 123 | 136 | 118 | 105 |
| Extra verlies ³ | 16 | 0 | 23 | 0 |
| Totaal verlies ⁴ | 139 | 136 | 142 | 105 |
| Nitraatconcentratie ⁵ | 33 | 51 | 87 | 51 |
| Ratio nitraat/verlies ⁶ | 0,24 | 0,38 | 0,61 | 0,49 |

Zie voor de verklaring van de legenda van Tabel 5.23. Echter hier is een NH_3 vervluchtigingspercentage voor gras aangenomen van 6 - 7% voor totale dierlijke mest, gebaseerd op gewogen gemiddelde van de vervluchtiging bij het uitrijden van mest (5%) en bij weidemest (8%).

Verband tussen aanvoer en afvoer via de oogst van stikstof en fosfaat

De WOD heeft onderscheid gemaakt in situaties met goede en suboptimale groei- en managementomstandigheden.

Figuur 5.13 geeft de relatie tussen aanvoer en afvoer via het geoogste gewas van stikstof en fosfaat en vergelijkt de WOD resultaten met de uitkomsten van de STONE berekeningen.



Figuur 5.13 Verband tussen de aanvoer en afvoer van stikstof en fosfaat bij gras en maïs: vergelijking van de resultaten van WOD (Tabel 10 en 11 in rapport) en STONE (variant 2009n), periode 2015-2030.

Voor stikstof (grasland) liggen de STONE uitkomsten tussen 'goed' en suboptimaal. Bij maïs wijken de STONE resultaten niet af van de WOD uitkomsten ('goed' en 'suboptimaal' van WOD overlappen). Voor fosfaat liggen de STONE punten in de grafiek rechts van de WOD punten. Dit komt omdat in STONE gerekend is met een hogere fosfaataanvoer waarbij, in

tegenstelling tot de WOD benadering, niet is uitgegaan van evenwichtsbemesting. Wordt hiermee rekening gehouden dan zijn de gewasafvoeren zoals STONE die berekent voor gras in het bereik tussen ‘suboptimaal’ en goed. De hoogste fosfaatafvoeren worden berekend voor gras op klei en veen (respectievelijk gemiddeld 93 en 99 kg/ha in het bereik ‘goed’). Voor gras op zand ligt de afvoer gemiddeld op 85-86 kg/ha, dat wil zeggen in het bereik ‘suboptimaal’.

Opvallend is verder dat er weinig spreiding te zien is in de STONE resultaten. Dit komt mede door het ‘platslaan’ van de stikstofgebruiksnormen bij droog en niet-droog zand.

Daarnaast ondervinden zowel gras en maïs op droog zand gemiddeld genomen in STONE weinig hinder van vochttekorten in verband met de aanname van beregening in veel plots met droog zand.

Evaluatie van de verschillen tussen STONE en WOD

Wat betreft het agronomische deel van de N-balans (aanvoer via bemesting, gewasafvoer en overschot) zijn de verschillen tussen STONE en de WOD in 3 van de 4 onderzochte situaties relatief klein. Alleen bij maïs op droog zand (Gt-klasse 3) leiden verschillen tussen aanvoer en afvoer tot een twee keer zo groot overschot bij STONE in vergelijking met de WOD. In STONE wordt voor deze situatie ruim 40 kg/ha meer N via (kunst)mest aangevoerd dan in de WOD benadering, maar dit leidt slechts tot een verschil in de N-afvoer van 11 kg/ha. Dit verschil is zo gering in STONE, omdat bij de berekeningen in STONE de maximale N-afvoer al bereikt wordt bij een lagere N-aanvoer. De grotere N-aanvoer leidt dan niet tot een grotere N-afvoer via het geoogste gewas. Hierdoor leidt die extra aanvoer tot een hoger overschot. De WOD heeft toegestane mestgiften bepaald voor een situatie die in evenwicht is. In het evenwicht geldt dat het N-verlies gelijk is aan het overschot (aanvoer - afvoer). Bij STONE kan pas na de berekeningen, dat wil zeggen achteraf, bepaald worden in welke mate er sprake is van een evenwichtssituatie. Nu blijkt dat voor maïs de afwijking ten opzichte van het evenwicht aanzienlijk is, waardoor de relatie tussen N-overschot en nitraatconcentratie sterk beïnvloed wordt. Bij maïs in STONE is de toename van het verlies door verandering van de organische N-voorraad van de bodem ruim 50% en dit leidt tot een verhoging van de nitraatconcentratie van 12 mg/l (Gt-klasse 2) en 37 mg/l (Gt-klasse 3) ten opzichte van de evenwichtssituatie (berekend met behulp van de kentallen van Tabel 5.23). Bij gras zijn de verschillen minder groot en bedragen de verhogingen in nitraatconcentratie 4 mg/l en 13 mg/l voor Gt-klassen 2 respectievelijk 3. Of het verschil tussen de STONE resultaten van de periode 2016-2030 en STONE-in-evenwicht werkelijk zo groot zal zijn, is niet goed in te schatten, omdat het erg lang duurt voordat STONE ‘in evenwicht’ komt. Het is onduidelijk of de afname in bodemvoorraad N, zoals berekend door STONE over de periode 2016-2030 (in totaal gemiddeld circa 44 en 18 kg/ha per jaar voor respectievelijk maïs en gras op zandgrond met Gt-klassen 2 en 3) ook in werkelijkheid zal plaatsvinden en of de tijd die nodig is om het evenwicht te bereiken zo lang gaat duren. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de initialisatie van STONE (mesthistorie tot 1985) en bij de berekeningen voor de periode daarna, omdat een plot die bijvoorbeeld in 1975 met maïs is begroeid ook in alle jaren daarna met maïs begroeid blijft, in tegenstelling tot de praktijk waarbij maïs vaak in rotatie met gras geteeld wordt.

De WOD heeft gebruik gemaakt van metingen uit het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM) om waargenomen nitraatconcentraties te relateren aan het N-overschot. Deze relatie wordt weergegeven door de ratio nitraat/verlies in de Tabellen 5.23 en 5.24. In STONE wordt het verlies en de nitraatconcentratie berekend als functie van een aantal bodemprocessen, waarbij achteraf die ratio ook berekend kan worden. Er blijken aanzienlijke verschillen te bestaan in de ratio tussen STONE en WOD en daarmee ook tussen STONE en LMM, voornamelijk bij maïs op matig droog zand (Gt-klasse 2). Ook bij gras op matig droog (Gt-

klasse 2) zand leidt STONE tot een lagere nitraatconcentratie. Dit duidt erop dat in STONE bij nattere gronden de denitrificatie groter is.

Echter, bij de WOD benadering is het onzeker of de N-balans van de bodem in evenwicht was ten tijde van de metingen (1992 – 2001). Indien er bijvoorbeeld in die jaren een afname in bodem- N optrad in de percelen die bemonsterd zijn, dan zou de ratio te hoog voor een evenwichtssituatie zijn en vice versa. Daarnaast heeft de WOD in haar analyse gebruik gemaakt van gemeten nitraatconcentraties uit de laatste decade van de vorige eeuw. Over het algemeen waren toen de bodemoverschotten hoger dan nu toegestaan wordt bij het behalen van de nitraatnorm. Het is onzeker of dezelfde functie (zie de ratio nitraat/verlies in de Tabellen 5.23 en 5.24) gebruikt kan worden om de nitraatconcentratie in het grondwater als functie van het bodemoverschot te berekenen in situaties waarbij de overschotten lager zijn. Berekeningen met het model CNGRAS geven aan dat deze ratio voor gras niet constant is, maar afhankelijk is van de hoogte van het overschot (Conijn en Henstra, 2003).

De onzekerheden in de STONE simulaties worden in hoofdstuk 6 besproken. Een vergelijking van STONE resultaten voor de periode 1992 – 2001 en de metingen van het LMM, waar de WOD uitkomsten deels op gebaseerd zijn, kunnen meer inzicht verschaffen in de onzekerheden (zie hoofdstuk 6 en Bijlage 1).

6. Discussie

6.1 Inleiding

Het doel van deze studie is om het effect van voorgenomen maatregelen in het kader van het Nederlandse meststoffenbeleid te kwantificeren. Hierbij is het van belang dat het effect hiervan kan worden onderscheiden van ‘natuurlijke’ factoren als weerjaren en nalevering die het gevolg is van opgebouwde voorraden nutriënten in het bodemsysteem. In hoofdstuk 5 is dit al aan de orde geweest.

Op een aantal punten is het mogelijk de berekeningsresultaten te vergelijken met andere informatiebronnen. Dit wordt in paragraaf 6.2 behandeld.

Daar waar geen toetsingsmateriaal voorhanden is, moet volstaan worden met een beoordeling van de onzekerheden van de uitspraken. In paragraaf 6.3 wordt aan enkele aspecten van onzekerheid aandacht besteed, waar mogelijk in kwantitatieve zin.

6.2 Toetsing van modeluitkomsten

In hoofdstuk 4 en Bijlage 4 is beschreven dat met name voor stikstof de nieuwe modelversie tot een hogere af- en uitspoeling leidt. Daarom is het van belang na te gaan hoe deze versie zich verhoudt tot metingen en andere data. Op onderdelen is een dergelijke vergelijking mogelijk.

Historische stikstof- en fosfaatoverschotten

Globale vergelijking van de met STONE berekende N- en P overschotten in de periode 2000 tot en met 2002 met gegevens van het CBS laat zien dat deze gemiddeld 8-9% lager zijn dan uit CBS gegevens is af te leiden (zie Bijlage 10 voor vergelijking en discussie). De aanvoer via dierlijke mest en kunstmest komt redelijk goed overeen (1-4% verschil), maar STONE berekent hogere gewasafvoeren. Met name voor fosfaat is er een vrij groot verschil: de STONE afvoer is 12% hoger.

Het is niet onwaarschijnlijk dat de berekende gewasafvoeren van STONE systematisch te hoog zijn. Mogelijk wordt een te groot areaal landbouwgrond als hoog productief beschouwd.

Historische metingen van grond- en oppervlaktewater

Uit de vergelijking van de STONE berekeningsuitkomsten met resultaten van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) voor het zandgebied in de periode 1992-2002, blijkt dat STONE hogere nitraatconcentraties berekent dan uit de metingen volgt (gemiddeld over de laatste vijf jaren circa 15 mg/l; vergelijk Bijlage 1). Deze vergelijking is overigens niet geheel onafhankelijk, omdat STONE ook gekalibreerd is aan de LMM waarnemingen.

Op gewasniveau (bouwland, gras en maïs op zandgrond) vertonen de resultaten voor bouwland en gras een redelijk goede overeenkomst. Voor maïs berekent STONE echter duidelijk hogere concentraties. Dit blijkt uit de verhouding van de nitraatconcentratie bij gras en maïs. Bij STONE wijkt deze af van het LMM. Het is niet uitgesloten dat de overschatting van STONE in het zandgebied aan de te hoge concentraties bij maïs toegeschreven moet worden. Dit heeft te maken met de grote nalevering uit de bodemvoorraad bij maïs vermoedelijk door het ontbreken van gewasrotatie: het model komt pas op langere termijn in evenwicht. Veldmetingen geven aan dat nalevering veel minder groot is en ook dat in kortere tijd een evenwicht bereikt wordt (Willems *et al.*, 2005).

Voor het oppervlaktewater is geen recente vergelijking met metingen uitgevoerd. Uit een eerder uitgevoerde vergelijking, bleken de met STONE gesimuleerde concentraties in het afspoelende water hoger te zijn dan metingen in het door de landbouw beïnvloede oppervlaktewater (Tiktak *et al.*, 2003). Dit verschil is deels toe te schrijven aan het niet meenemen van retentie in slootwand, slootbodem en oppervlaktewater in STONE. De met STONE berekende concentraties zijn dus niet direct vergelijkbaar met metingen in het oppervlaktewater.

6.3 Onzekerheden

Bij het aanduiden van onzekerheden kan onderscheid gemaakt worden tussen de aangenomen mestgiften en de onzekerheden als gevolg van het toepassen van het STONE model (inclusief de aangeleverde hydrologische gegevens door NAGROM/SWAP).

De ruimteschaal (nationaal en specifiek voor het zandgebied) en de tijdschaal (kort, middellang en lang), waarop de analyses zijn uitgevoerd, hebben eveneens effect op de resultaten.

Regionale effecten kunnen nationaal uitmiddelen. Verschillen die op korte termijn optreden kunnen op langere termijn wegvallen. Aan de andere kant kunnen onvolkomenheden in de beschrijving van bepaalde processen (bijvoorbeeld het gedrag van P bij gras op veen) op termijn een groter effect hebben.

De tabellen 6.1- 6.4 geven een indruk van de effecten van onzekerheden per groep van factoren. Hierbij is een indicatieve score toegekend, waarbij beoordeeld is wat de richting en de grootte van de effecten van een aantal onzekerheden zijn op de N- en P overschotten, de nitraatconcentratie in grondwater (zandgebied) en de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater.

Mestgift en mestverdeling (modelinvoer)

Het LEI heeft een uitvoerige beschouwing gegeven van de onzekerheden van het geraamde mestoverschot (De Hoop *et al.*, 2004).

Met name de onzekerheden rond de binnenlandse afzet van dierlijke mest (acceptatie van overschotmest) raken aan de resultaten van dit rapport. Een te hoge of te lage afzet van dierlijke mest heeft gevolgen voor de verhouding tussen de hoeveelheid dierlijke mest en kunstmest binnen de gebruiksnormen.

Wat het effect is van het regionaal uitmiddelen van de mestgift (A1) is niet eenvoudig na te gaan. Zeker is dat contrasten (hogere en lagere giften) hierdoor wegvallen. Het netto effect hiervan op de milieubelasting is echter niet op voorhand duidelijk. Eenzelfde effect heeft het opvullen tot de gebruiksnorm met kunstmest (A2; zie effectbeschrijving hierna). Hierdoor worden alle bedrijven hoog productief of intensief. Overigens leiden gebruiksnormen waarschijnlijk tot minder grote contrasten in de giften dan onder MINAS mogelijk was. Er zijn aanwijzingen dat de gasvormige N-verliezen uit stallen- en mestopslagen (A3) in de LEI berekening als te hoog zijn ingeschat (Van Grinsven en De Haan, 2005). Het effect hiervan op de berekende af- en uitspoeling is echter nihil, omdat bij doorgifte van de mestgiften in kg/ha stikstof, het niet uitmaakt of hier teveel of te weinig gasvormig N-verlies in rekening is gebracht. Hooguit verschuift de verdeling kunstmest-dierlijke mest hierdoor. Voor de nationale N-balans en voor de totale emissie naar de atmosfeer maakt het wel verschil.

Tabel 6.1 Inschatting van de richting van de gevolgen als rekening wordt gehouden met onzekerheden m.b.t. de mestgift

(Verwachting: 0 = geen of gering effect; + = toename; - = afname)

| A. Mestgift/mestverdeling | Overschot | Nitraat in grondwater | Af- en uitspoeling naar oppervlaktewater |
|--|-----------|-----------------------|--|
| A1. Uitmiddeling mestgiften per regio | 0 | 0 | 0 |
| A2. Opvullen kunstmest tot de gebruiksnorm | + | + | + |
| A3. Raming gasvormige N-verliezen | 0 | 0 | 0 |

Tabel 6.2 Inschatting van de grootte van de gevolgen als rekening wordt gehouden met onzekerheden m.b.t. de mestgift

(Verwachting: 0 = geen of gering effect; + = matig groot effect; ++ = groot effect)

| A. Mestgift/mestverdeling | Overschot | Nitraat in grondwater | Af- en uitspoeling naar oppervlaktewater |
|--|-----------|-----------------------|--|
| A1. Uitmiddeling mestgiften per regio | 0 | 0 | 0 |
| A2. Opvullen kunstmest tot de gebruiksnorm | + | 0 | + |
| A3. Raming gasvormige N-verliezen | 0 | 0 | 0 |

Onzekerheden als gevolg van de ruimtelijke schematisering en de modelprocessen

Het effect van een ander c.q. kleiner areaal droog zand op de gemiddelde nitraatconcentratie in het zandgebied (B1) kan goed gekwantificeerd worden (zie hierna).

Voorbeelden van onzekerheden rond de gewasopname (B2) betreffen onder andere akkerbouwgewassen (STONE rekent met 3 akkerbouwgewassen die niet het gehele akkerbouwareaal dekken), het vrijwel niet voorkomen van oogstdepressies door vochttekorten bij droge gronden (opname te hoog) en de te lage gewasopname van P en N bij natte gronden (met name bij gras op veen). Dit heeft gevolgen voor de overschotten (bij veen mogelijk te hoog) en bij gras en maïs op droog zand mogelijk te laag.

Effecten van verschillende weerjaren (B3) op de milieuresultaten zijn in deze studie kwantitatief onderzocht en behandeld in hoofdstuk 5. Zowel een toename als een afname zijn mogelijk en de effecten zijn groot, met name voor stikstof.

Wat betreft weersfluctuaties van korte duur (B4) kan opgemerkt worden dat het model rekent met tijdstappen van 10 dagen. Situaties met hoge neerslag die in enkele dagen valt, kunnen hierdoor gemist worden. Het is uit de praktijk bekend dat hierdoor de oppervlakkige afstroming van nutriënten via maaiveld en greppels kan optreden, waarbij een groot deel van de jaarafvoer in enkele dagen plaatsvindt. Dit type omstandigheden wordt met de huidige aanpak gemist. Het leidt mogelijk tot een onderschatting van de uit- en afspoeling.

De nalevering uit de in het verleden opgebouwde N- voorraad (B5) is groot. Dit leidt mogelijk tot te hoge nitraatconcentraties met name bij maïs op zand. Het effect op de af- en uitspoeling lijkt beperkt.

Bij de plaatsing van dierlijke mest op klei-boulevard (B6) is mogelijk onvoldoende rekening gehouden met een verschuiving van de gift naar het voorjaar. Nu is aangenomen dat 50% van de dierlijke mestgift nog in het najaar kan worden aangewend. Mogelijk is dat teveel en leidt dit tot een onderschatting van het effect van het uitrijverbod.

Met name bij nattere gronden is de denitrificatie die STONE berekent erg groot (B7). Dit leidt er onder andere toe dat er bij kleigronden lage nitraatconcentraties worden gesimuleerd. Met name de metingen aan drainwater laten zien dat in het recent gevormde grondwater van kleigronden hoge nitraatconcentraties kunnen voorkomen. Door de hoge denitrificatie is er ook weinig stikstof meer beschikbaar voor af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater. In het

model wordt geen rekening gehouden met het versnelde transport van stoffen door scheuren. Bij kleigronden kan hierdoor een grote bijdrage aan de afvoer naar drains optreden. Door het niet meenemen van dit verschijnsel is de contacttijd in de bodem te hoog en wordt ook een hoge denitrificatie berekend.

Tabel 6.3 Inschatting van de richting van de gevolgen als rekening wordt gehouden met onzekerheden m.b.t. de schematisatie en modelprocessen (Verwachting: 0 = geen of gering effect; + = toename; - = afname)

| B. STONE incl SWAP | Overschot | NO ₃ conc. in grondwater | Af- en uitspoeling naar oppervlaktewater |
|---|----------------|-------------------------------------|--|
| B1. Areal droog zand te groot | 0 | - | 0 |
| B2. Gewasopname ¹⁾ ²⁾ | - (v) + (z+kl) | + (z) | - (v) + (z+kl) |
| B3. Weerjaar | variabel | variabel | variabel |
| B4. Weerfluctuaties < 10 dagen worden gemist | 0 | 0 | + |
| B5. Nalevering van N en P in bodem te groot | - | - | 0 |
| B6. Plaatsing diermest op klei-bouwland | 0 | 0 | - |
| B7. Denitrificatie te groot (gescheurde klei) | 0 | + | + |

¹⁾ bij gras op veen (v) mogelijk te laag;

²⁾ bij gras en maïs op droog zand (z) en bij bouwland op zand (z) en klei (kl) mogelijk te hoog.

Tabel 6.4 Inschatting van de grootte van de gevolgen als rekening wordt gehouden met onzekerheden m.b.t. de schematisatie en modelprocessen (Verwachting: 0 = geen of gering effect; + = matig groot effect; ++ = groot effect)

| B. STONE incl SWAP | Overschot | NO ₃ conc. in grondwater | Af- en uitspoeling naar oppervlaktewater |
|---|-------------|-------------------------------------|--|
| B1. Areal droog zand te groot | 0 | ++ | 0 |
| B2. Gewasopname ¹⁾ ²⁾ | + | + | + |
| B3. Weerjaar | ++(N) 0 (P) | ++ | ++ |
| B4. Weerfluctuaties < 10 dagen worden gemist | 0 | 0 | ++ |
| B5. Nalevering van N en P in bodem te groot | ++ | ++ | + |
| B6. Plaatsing diermest op klei-bouwland | 0 | 0 | +(++) |
| B7. Denitrificatie te groot (gescheurde klei) | 0 | ++ | ++ |

¹⁾ bij gras op veen (v) mogelijk te laag;

²⁾ bij gras en maïs op droog zand (z) en bij bouwland op zand (z) en klei (kl) mogelijk te hoog.

Uitwerking van enkele voorbeelden voor nitraat in grondwater

Effect van het opvullen met kunstmest (gebruiksnormen 2009)

Nagegaan is hoe hoog de gemiddelde nitraatconcentratie in de periode 2010-2015 per gewas en per droogteklasse is, als de gebruiksnormen van 2009 al dan niet worden opgevuld met kunstmest (Tabel 6.5 en 6.6).

Tabel 6.5 Nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van de zandgebieden als de gebruiksnorm van 2009 niet met kunstmest wordt aangevuld (variant 2009; concentraties in mg/l NO₃)

| Arealen | Nat | M. droog | Droog | Totaal |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bouwland | 14 | 30 | 71 | 48 |
| Gras | 9 | 32 | 94 | 46 |
| Maïs | 13 | 45 | 138 | 88 |
| <i>Totaal zand</i> | <i>11</i> | <i>34</i> | <i>97</i> | <i>55</i> |

Tabel 6.6 Nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van de zandgebieden als de gebruiksnorm van 2009 wel met kunstmest wordt aangevuld (variant 2009n; concentraties in mg/l NO₃)

| Arealen | Nat | M. droog | Droog | Totaal |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bouwland | 14 | 35 | 83 | 56 |
| Gras | 9 | 32 | 95 | 47 |
| Maïs | 12 | 41 | 128 | 81 |
| <i>Totaal zand</i> | <i>11</i> | <i>34</i> | <i>99</i> | <i>56</i> |

Voor gras wordt er vrijwel geen effect van al dan niet opvullen met kunstmest gesimuleerd. Bij opvullen wordt gemiddeld maar 11 kg/ha stikstof meer gegeven. Bij maïs neemt de concentratie af als opgevuld wordt tot de gebruiksnorm. Dit lijkt onlogisch maar dit komt omdat in de situatie zonder opvullen de gift iets hoger was dan de gebruiksnorm (zie de toelichting bij Tabel 3.3 in hoofdstuk 3). Bij bouwland is de N-gift bij opvullen groter en dit leidt tot een duidelijk hogere nitraatconcentratie vooral bij droog zand. Omdat bij maïs en bouwland de effecten op de nitraatconcentratie elkaar grotendeels opheffen, is het totale effect voor het gehele zandgebied klein (1 mg/l).

Effect van het areaal uitspoelingsgevoelige zandgronden

In Tabel 6.7 zijn de gemiddelde nitraatconcentraties behorende bij de verschillende arealen droog en niet-droog zand vergeleken. De STONE arealen zijn gebaseerd op de grondwaterstanden berekend met het model NAGROM (diepe ondergrond) in combinatie met het model SWAP (bovengrond). Deze zijn vergeleken met het resultaat van de recente Gd-kartering van Alterra (Gd = grondwaterdynamiek; van Kekem *et al.*, 2005).

Tabel 6.7 Effect van het areaal droog zand op de gemiddelde nitraatconcentratie in de zandgebieden bij de gebruiksnormen 2009 (variant 2009n met kunstmest aangevuld tot de gebruiksnorm; periode 2010-2015)

| Arealen | STONE-areaal | Nitraat (mg/l) | Areaal Gd-kartering | Nitraat (mg/l) |
|--------------------|--------------|----------------|---------------------|----------------|
| Droog ¹ | 44% | 99 | 28% | 99 |
| M. droog | 28% | 34 | 35% | 34 |
| Nat | 28% | 11 | 37% | 11 |
| <i>Totaal zand</i> | <i>100%</i> | <i>56</i> | <i>100%</i> | <i>44</i> |

¹) als 'droog' zijn hier beschouwd zandgronden met Grondwatertrap 7 en 8. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) is gelijk of groter dan 80 cm onder maaiveld.

Het kleinere areaal droog zand volgens de Gd-kartering leidt tot een lagere gemiddelde nitraatconcentratie in de zandgebieden dan bij het areaal volgens STONE. De areaalgewogen gemiddelde concentratie bedraagt respectievelijk 44 mg/l en 56 mg/l. Op basis van een nader onderzoek naar de achtergrond van de verschillende arealen droog zand komen Van Bakel *et al.* (2005) tot de conclusie dat STONE het areaal overschat en dat de Gd-kartering het areaal onderschat. Een groot deel van het verschil in areaal kan worden verklaard. De exacte omvang van het areaal droog zand ligt tussen 28% en 44% van het zandgebied, maar is niet precies aan te geven.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

In deze studie is met behulp van het model STONE onderzocht wat de gevolgen zijn van de voorgestelde gebruiksnormen van 2006 en 2009 in de Meststoffenwet voor de emissie van nutriënten naar bodem en water. Tevens is nagegaan wat de gevolgen zijn voor de nitraatconcentratie in het grondwater. Naast de gebruiksnormen is ook het effect van een aantal aanvullende maatregelen beschouwd, die in 2005/2006 van kracht worden. Dit zijn het uitrijverbod in najaar en winter van dierlijke mest bij bouwland op kleigrond (2005) en het vanggewas na maïs op zandgrond (2006).

Behalve de gebruiksnormen van 2006 en 2009 zijn ook de effecten van indicatieve gebruiksnormen van 2015 onderwerp van onderzoek geweest. Hierbij is een basis scenario en een streng scenario samengesteld. Deze scenario's verschillen alleen wat betreft stikstof van elkaar.

De resultaten van de modelsimulaties zijn beschreven in termen van de verwachte:

- mestgiften in de periode 2003 – 2015;
- stikstof- en fosfaatoverschotten met toetsing aan het doel van evenwichtsbemesting voor fosfaat in 2015;
- effecten van de gebruiksnormen 2009 op de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in 2009 en latere jaren, met nadruk op zandgronden in verband met de doelstelling voor nitraat (50 mg/l als gewogen gemiddelde van uitspoelingsgevoelige en niet-uitspoelingsgevoelige zandgronden);
- effecten van de gebruiksnormen op de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater in 2010 in verband met de OSPAR doelstellingen van emissiereductie.

Verwachte ontwikkeling van de mestgift

De stikstofgebruiksnormen van 2009 leiden gemiddeld voor de cultuurgrond tot een 11% lagere totaal-N gift vergeleken met het niveau van 2003. Vergeleken hiermee is bij grasland en maïs op zand en bouwland op klei de afname groter (14-18%). Voor de overige gewas-bodem combinaties zijn de giften 2-7% lager ten opzichte van het niveau van 2003.

Door de fosfaatgebruiksnormen van 2009 daalt de fosfaatgift van de cultuurgrond met 17% ten opzichte van het 2003 niveau. Bij gras en maïs op zand en maïs op klei ligt de fosfaatgift 25-33% lager dan in 2003. Voor gras en bouwland op klei is de afname kleiner (6-7%).

De indicatieve gebruiksnormen van 2015 (basis scenario) leiden voor stikstof tot een 13% lagere N-gift dan in 2003 (gemiddeld voor alle cultuurgrond). De fosfaatgift daalt in dit scenario sterker: 28%.

In het strenge scenario, dat zich alleen voor stikstof onderscheidt van het basisscenario, is de N-gift van 2015 gemiddeld voor alle cultuurgrond 20% lager dan het niveau 2003.

Verwachte stikstof- en fosfaatoverschotten van de landbouwgrond

Het berekende stikstofoverschot van de cultuurgrond op basis van de 2009 gebruiksnormen is gemiddeld 28 kg/ha (21 %) lager dan het niveau van 2003. Voor landbouw op zand is de afname groter (38 kg/ha of 27% lager dan 2003). Voor 2015 (basisscenario en strenge scenario) neemt het N-overschot van de cultuurgrond verder af met respectievelijk 32 kg/ha

(24%) en 42 kg/ha (31%) ten opzichte van het 2003 niveau. De grootste afname doet zich voor bij landbouw op zand: respectievelijk 46 en 56 kg/ha voor 'basis' en 'streng'. Het fosfaatoverschot van de landbouwgrond op basis van de 2009 normen ligt gemiddeld op 15 kg/ha. Dat is 17 kg/ha of 53% lager dan het niveau van 2003.

De indicatieve gebruiksnormen van 2015 leiden tot een verdere afname van het fosfaatoverschot. Dit komt uit op 3 kg/ha (basisscenario) en 6 kg/ha (streng scenario) een afname van respectievelijk 90% en 83%. Het scenario 'streng' leidt tot een iets hoger fosfaatoverschot dan het basisscenario. Dit hangt vooral samen met de lagere fosfaatafvoer via het geogste gewas bij de variant 'streng'. Als gevolg van de lagere stikstofnorm bij het scenario 'streng' neemt niet alleen de opname van stikstof maar ook die van fosfaat af.

Gemiddeld voor de cultuurgrond leiden de indicatieve fosfaatnormen van 2015 ertoe dat voldaan wordt aan de doelstelling van evenwichtsbemesting, waarbij de bemesting gelijk is aan de afvoer via het geogste gewas plus een onvermijdelijk verlies. De grootte van het resterende fosfaatoverschot (3-6 kg/ha) komt redelijk overeen met de huidige inzichten over de grootte van het onvermijdelijk verlies (vastlegging en uitspoeling) bij landbouwgronden met een fosfaattoestand 'voldoende' tot 'ruim voldoende'. De geformuleerde doelstelling van evenwichtsbemesting houdt echter geen rekening met dat deel van de landbouwgronden dat een fosfaattoestand 'hoog' heeft.

Als rekening wordt gehouden met de afvoer via ondiepe drainage naar het oppervlaktewater dan leiden de fosfaatnormen van 2015 gemiddeld voor alle cultuurgrond tot een beëindiging van de fosfaatophoping in de bodem.

Verwachte nitraatconcentratie van het bovenste grondwater m.n. in het zandgebied

De gebruiksnormen van 2009 leiden al in 2009 tot het voldoen aan de nitraatdoelstelling voor het gehele Nederlandse landbouwgebied. Dit komt omdat de berekende nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van klei- en veengronden heel laag is.

Specifiek voor zandgronden geldt het volgende:

Het voor deze studie beschouwde areaal zandgronden is 851.000 ha. Dit is exclusief circa 27.000 ha lössgronden in Zuid Limburg. Vanwege de grove schematisatie van lössgronden zijn deze in de voorliggende studie buiten beschouwing gelaten.

Het areaal zand dat als 'droog' kan worden aangemerkt, bedraagt 371.000 ha. De verhouding droog en niet-droog waarmee met STONE is gerekend bedraagt 44%: 56%. Volgens de STONE schematisatie is er aanmerkelijk meer droog zand dan waar beleidsmatig mee gerekend is (25%:75%) en dit areaal is ook groter dan recent gerapporteerd op basis van een grondwaterkartering in het zandgebied (28%:72%).

Een aanvullende beschouwing over de oorzaken van deze verschillen leidt tot de conclusie dat STONE het areaal uitspoelingsgevoelig zand overschat en de recente kartering het areaal onderschat.

Het effect van de gebruiksnormen van 2009 op de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van zandgronden, is gesimuleerd voor een gemiddeld, een nat en een droog jaar 2009. De nitraatconcentratie varieert van 66 tot 79 mg/l.

De gebruiksnormen die in 2009 van kracht worden, kunnen in het jaar 2009 nog niet volledig doorwerken op de grondwaterkwaliteit. Om rekening te houden met najiling (nawerking van eerdere mestgiften en de reistijd van water in de bodem) en variaties in weersomstandigheden is ook de gemiddelde nitraatconcentratie voor de jaren 2010-2015 berekend. Deze bedraagt 56 mg/l. Op langere termijn (2015-2030) daalt de concentratie nog verder tot 52 mg/l (variabel weer) en 53 mg/l bij constant weer.

Voor natte en matig droge zandgronden leiden de gebruiksnormen van 2009 tot gemiddelde nitraatconcentraties in de periode 2010-2015 die met 11 mg/l en 34 mg/l beneden de 50 mg/l liggen. Maar voor droge zandgronden wordt een gemiddelde concentratie van circa 100 mg/l berekend.

Uit een vergelijking van STONE met metingen van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) in de periode 1992-2002 blijkt dat STONE de nitraatconcentratie in de meeste jaren overschat. Als deze overschatting geëxtrapolerd wordt naar de toekomst, dan is de verwachting dat als gevolg van de gebruiksnormen van 2009 de nitraatdoelstelling, als gemiddelde voor het zandgebied, binnen bereik komt.

De weging van de nitraatconcentratie naar het areaal droge en niet-droge zandgronden, zoals afgesproken met de Europese Commissie in het kader van het Derde Nederlandse Actieprogramma, heeft een duidelijk effect en maakt dat het doel van 50 mg/l, als gemiddelde voor het gehele zandgebied, haalbaar wordt, zij het niet in het jaar 2009, maar in de jaren daarna.

Het areaal zandgronden met een nitraatconcentratie kleiner of gelijk aan 50 mg/l neemt toe van 54% (2003 niveau) naar 59% (gebruiksnormen 2009). Het areaal met concentraties groter dan 100 mg/l daalt van 22% naar 16%.

Het kaartbeeld van de nitraatconcentratie onder landbouwgrond op de schaal van PAWN districten (totaal aantal: 80) laat zien dat gebieden met waarden groter dan 50 mg/l in het noordelijke, centrale en oostelijke zandgebied verspreid voorkomen. Echter voor het gehele zuidelijke zandgebied (Noord Brabant en noord- en midden Limburg) blijft volgens de berekeningen de concentratie als gevolg van de gebruiksnormen van 2009, en inclusief het vanggewas na maïs, met circa 80 mg/l nog boven de 50 mg/l.

De bijdrage van de aangescherpte mestnormen en het verplichte vanggewas na maïs op zandgrond is het grootst bij maïs op droog zand. De nitraatconcentratie daalt hier van 153 naar 128 mg/l. De bijdrage van het vanggewas is iets groter dan die van de mestnormen (respectievelijk 15 en 10 mg/l). Bij maïs op matig droge en natte gronden is de bijdrage van het vanggewas echter veel groter dan de bijdrage van normaanscherping (gebruiksnormen 2009 ten opzichte van referentie 2003).

De lagere nitraatconcentratie door het vanggewas wordt veroorzaakt door een grotere denitrificatie en een extra vastlegging van organisch-N in de bodem door het vanggewas. Op termijn zal, als er een nieuw evenwicht in de bodem is ingesteld, alleen het effect van extra denitrificatie overblijven.

Vergelijking tussen de modelbenadering van STONE en de WOD (werkgroep Onderbouwing Derogatie) laat zien dat er voor gras en maïs aanmerkelijke verschillen zijn. Deels hebben die te maken met verschillende uitgangspunten van bemesting, deels komen die door verschillen in aannamen (WOD veronderstelde evenwicht: geen veranderingen in de N-voorraad van de bodem; bij STONE is er geen evenwicht). Ook de relatie tussen N-overschot en de nitraatconcentratie speelt hierbij een rol.

Vooraf bij maïs zijn de verschillen groot. Deze kunnen verklaard worden uit de grote nalevering uit de bodemvoorraad (droog zand) en uit de grote denitrificatie (matig droog zand) bij STONE. In de STONE simulaties treden bij gras en maïs op droog zand vrijwel geen vochttekorten op door toepassen van beregening. Hierdoor vertonen de gewasafvoeren in relatie tot de aanvoer via mest in STONE vrijwel geen spreiding. Bij de WOD is sprake van een aanmerkelijke spreiding tussen nat en droog zand.

Verwachte stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater

De met STONE berekende stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater is de bruto belasting. Processen als denitrificatie (in slootwanden) en vastlegging in slootbodems en opname door de watervegetatie zijn hierbij niet meegenomen.

Vergelijking van het niveau van 2003 met het scenario 'streng' voor de jaren 2015-2030 (langetermijneffect) laat zien dat de af- en uitspoeling van N naar het oppervlaktewater vanuit de Nederlandse landbouwgronden daalt van 22 naar 19 kg/ha (afname 12%). Bij zandgronden is de afname het grootst: daling van 17 naar 14 kg/ha, ofwel een afname 22%. Bij klei- en veengronden is de af- en uitspoeling groter (respectievelijk 23 en 36 kg/ha) en hier is de verwachte afname kleiner (7%).

De af- en uitspoeling van P neemt in het scenario 'streng' af van 2,4 naar 2,1 kg/ha (afname: 11%).

Voor P is de vracht in kg/ha eveneens bij veengronden (gras) het grootst (4 kg/ha) en bij zand de helft hiervan (circa 2 kg/ha).

Het effect van de uitbreiding van het uitrijverbod bij akkerbouw op klei na 2006 op de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater, is alleen voor bouwland onderzocht. De dierlijke mestgift verschuift hierdoor deels naar het voorjaar. Door de betere werking van mest in het voorjaar kan de aanvullende kunstmestgift worden beperkt. Voor stikstof is de berekende reductie van de af- en uitspoeling 2 kg/ha. Deze wordt voor de helft door het uitrijverbod veroorzaakt. Voor fosfor is de afname van de af- en uitspoeling slechts 0,1 kg/ha en de bijdrage van het uitrijverbod hieraan is nihil. Mogelijk is het effect van het uitrijverbod onderschat omdat in de modelberekeningen is aangenomen dat na 2009 nog 50% van de dierlijke mestgift in het najaar wordt aangewend (voor 15 september).

De in OSPAR kader afgesproken 50% reductiedoelstelling in 2010 ten opzichte van de belasting van medio jaren '80, en toegepast op de af- en uitspoeling vanuit landbouwgronden, komt zelfs met het scenario 'streng' niet binnen bereik. Als gemiddelde over de jaren 2015-2030 wordt voor N een reductie berekend van circa 32% en voor P een afname van circa 13% ten opzichte van medio jaren '80.

Voor een landelijk beeld van de N- en P-concentraties in het af- en uitspoelende water zijn de modeluitkomsten berekend als gemiddelde per PAWN district (aantal: 80) en ook als gemiddelde voor de 7 stroomgebieden van de Kaderrichtlijn Water. De N-concentratie in het afspoelende water van landbouwgronden ligt gemiddeld ruim 2,5 maal hoger dan de drempelwaarde van 2,2 mg/l met een variatie van minimaal 1,5 maal tot maximaal 5 maal de drempelwaarde. Voor P is de gemiddelde concentratie 4 maal de nationale MTR-waarde van 0,15. De afstand tot de MTR waarde varieert van 1,3 tot 10 maal deze waarde. De retentie door processen in slootwand en sloot is hierbij buiten beschouwing gebleven.

Effect van de afname van de overschotten op de af- en uitspoeling van N en P

Als de berekende afname van het N-overschot op 100 kg/ha wordt gesteld (scenario 'streng' ten opzichte van niveau 2003) dan daalt de N-uitspoeling van de cultuurgrond met 17 kg/ha (zandgrond 27 kg/ha). De af- en uitspoeling neemt echter met 7 kg/ha af.

Voor fosfor geldt dat per 100 kg/ha lager overschot (als P) de uitspoeling naar het grondwater met 1 kg/ha afneemt (zandgrond: 1 kg/ha). De af- en uitspoeling van P naar het oppervlaktewater neemt slechts met 2 kg/ha af.

De af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater reageert maar zeer beperkt op de afname van de overschot. Daarbij is de respons van N iets groter dan van P. De respons wordt vooral gestuurd door de in de bodem aanwezige voorraden. Een afname van het overschot heeft hier maar beperkte invloed op.

Onzekerheden in de verwachtingen

Aan modelberekeningen zijn onzekerheden verbonden. Deze hebben te maken met onzekerheden in de modelinvoer (de bemesting) en met de modelschematisatie en de wijze waarop de processen in het model worden gesimuleerd. Voor een aantal factoren is de onzekerheid gekwantificeerd. Dat betreft het effect van het weerjaar (groot effect) en het al dan niet opvullen van de gebruiksnormen met kunstmest (effect gering). Een kleiner areaal droog zand heeft een duidelijk effect op het bereiken van de doelstelling voor nitraat in grondwater.

Voor de overige factoren is een kwalitatieve inschatting gemaakt van richting en omvang.

7.2 Aanbevelingen

De voorliggende verkenning bevat de gebruiksnormen zoals die in de versie van het Derde Actieprogramma van september 2004 zijn vermeld. Deze vormden de basis van de mestoverschotberekeningen (De Hoop *et al.*, 2004).

Na september 2004 zijn de gebruiksnormen op onderdelen nog gewijzigd. Deze wijziging heeft vooral betrekking op een aantal akker- en tuinbouwgewassen (LNV, 2005). Om de effecten hiervan in de komende periode goed in beeld te brengen is het nodig de categorie 'bouwland' binnen STONE, die bestaat uit een combinatie van wintertarwe, consumptieaardappelen en suikerbieten, te verfijnen.

Voorts is het van belang om te komen tot een verbeterde schatting van de omvang en ligging van de droge zandgronden. Het model overschat dit areaal, terwijl de recent gereedgekomen kartering het areaal onderschat.

Omdat de lössgronden (Zuid Limburg) niet nauwkeurig geschematiseerd zijn, worden in dit rapport geen uitspraken voor deze gronden gedaan. Het verdient aanbeveling de schematisatie van deze gronden op korte termijn te verbeteren.

Om de lange termijn effecten van mestmaatregelen te kunnen scheiden van de bijdrage van de bodem (nauwkeurig door uitputting van bodemvoorraden), gelet op maatregelen die in verband met de Kaderrichtlijn Water genomen moeten worden, is het zinvol de initialisatie van het model (periode 1940-1985) en met name de historische bemesting per gewas en regio te herzien.

Voor de vertaling van berekende stikstof- en fosforconcentraties in de af- en uitspoeling naar nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater is het essentieel te kunnen beschikken over naar regio en grondsoort gedifferentieerde retentiefactoren (denitrificatie in sloten, vastlegging in slootbodem en opname in waterplanten).

In hoofdstuk 6 worden een aantal modelprocessen benoemd die verbetering behoeven.

Belangrijk in dit verband zijn de effecten van lagere gebruiksnormen op de gewasopname, het uitrijverbod op klei-bouwland op de plaatsing van dierlijke mest (jaartotaal en verdeling over de seizoenen) en de denitrificatie m.n. bij natte gronden (onder andere klei).

Voor een nauwkeurige omschrijving van het begrip evenwichtsbemesting is het nodig om de 'onvermijdelijke verliezen' bij verschillende niveaus van de fosfaattoestand getalsmatig, op basis van actuele data, vast te stellen.

Tenslotte verdient het aanbeveling onzekerheden in de uitspraken nader te kwantificeren.

Referenties

- Bakel, J. van, H. Massop en T. Hoogland (2005). Analyse van de verschillen in arealen droge landbouw op zandgronden tussen Gd kaart en STONE 2.1. Rapport Alterra (in voorbereiding).
- Beusen, A.H.W., C.C.G. Schotten, J. Roelsma en P. Groenendijk (2004) STONE 2.1, technische documentatie. Intern rapport MNP-RIVM (IMP rapport nr. M004/04), Bilthoven.
- Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (2004). Protocol en uitgangspunten voor berekening landelijk mestoverschot onder een stelsel van gebruiksnormen. WUR, reeks Milieu en Landelijk gebied nr. 26, Wageningen.
- Conijn, J.G. en P. Henstra (2003). Effecten van bemestingsstrategieën op grasopbrengsten en stikstofverliezen onder gemaaid grasland. Een simulatiestudie. Wageningen, PRI rapport 66.
- MNP en CBS (2005). Vermestende depositie 1981-2003. In: Milieu- en NatuurCompendium, MNP, Bilthoven; CBS, Den Haag; <http://www/mnp.nl/mnc/index-nl>
- EU (1991). Richtlijn 91/676/EU van de Raad van 31 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen; Publicatieblad L 375.
- EU (2000) Richtlijn 2000/60/EU van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. Publicatieblad L 327.
- Fraters, B., P.H. Hotsma, V.T. Langenberg, T.C. van Leeuwen, A.P.A. Mol, C.S.M. Olsthoorn, C.G.J. Schotten en W.J. Willems (2004). Agricultural practice and water quality in the Netherlands in the 1992-2002 period. Background information for the third EU Nitrate Directive Member States report. RIVM Rapport 500003002, Bilthoven.
- Grinsven, J.J.M. van en B.J. de Haan (2005). Onzekerheden in berekening nationale ammoniakemissies. Notitie MNP/LDL voor de Commissie Deskundigen Meststoffenwet. Bilthoven, 16 maart 2005.
- Hoop D.W. de, H.H. Luesink, H. Prins, C.H.G. Daatselaar, K.H.M. van Bommel en L.J. Mokveld (2004). Effecten in 2006 en 2009 van Mestakkoord en nieuw EU-Landbouwbeleid. LEI Rapport 6.04.23, Den Haag.
- Kekem, A.J. van, T. Hoogland en J.B.F. van der Horst (2005) Uitspoelingsgevoelige gronden op de kaart. Alterra rapport nr 1080, Wageningen.
- LNV (2005). Ontwerp-Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Gepubliceerd september 2005.
- Overbeek, G.B.J., A.H.W. Beusen, P.C.M. Boers, G.J. van den Born, P. Groenendijk, J.J.M. van Grinsven, T. Kroon, H.G. van der Meer, H.P. Oosterom, P.J.T.M. van Puijenbroek, J. Roelsma, C.W.J. Roest, R. Rötter, A. Tiktak en S. van Tol (2000) Plausibiliteitsdocument STONE 2.0. RIVM rapport 718501001, Bilthoven.

RIVM (2004) Mineralen beter geregeld, Evaluatie van de werking van de Meststoffenwet 1998-2003. RIVM rapport nr. 500031001, Bilthoven.

Salm, van der, C., J.C. van Middelkoop and P.A.I. Ehlert (2005) The effect of a reduction in phosphate application on soil phosphate pools. Abstract for the International Grassland Congress, 2005. Oxford satellite workshop.

Schoumans, O.F., A.H.W. Beusen, P. Groenendijk, L. Renaud, J. Roelsma, G.J. van der Born en R. van den Berg (2004c). Quick scan van de milieukundige effecten van een aantal voorstellen voor gebruiksnormen. Alterra rapport 730.6, Wageningen.

Schröder, J.J., van Dijk, W. and W.J.M. de Groot (1996). Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. Netherlands Journal of Agricultural Science 44: 293-315.

Schröder J.J. en W.J. Corré red. (2000). Actualisering stikstof- en fosfaat-desk-studies. PRI rapport nr. 122. Wageningen.

Schröder J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof en W.J. Willems (2004): Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. PRI rapport nr 79, Wageningen.

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters en W.J. Willems (2005) Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production in the Netherlands. PRI rapport 93, Wageningen.

Tamminga, S., H.F.M. Aarts, A. Bannink, O. Oenema en G.J. Monteny (2004) Actualisering van geschatte N- en P excreties door rundvee. WUR-rapport Reeks Milieu en Landelijk gebied nr 25, Wageningen.

Tiktak, A., A.H.W. Beusen, L.J.M. Boumans, P. Groenendijk, B.J. de Haan, R. Portielje, C.G.J. Schotten en J. Wolf (2003): Toets van STONE versie 2.0. RIVM rapport 718201007, Bilthoven.

Tweede Kamer (2004a) Derde Actieprogramma inzake de Nitraatrichtlijn. Kamerstukken vergaderjaar 2003-2004, 28385/26729, nr 40.

Tweede Kamer (2004b) De ontwerp-wijziging van de Meststoffenwet. Kamerstukken vergaderjaar 2004-2005, 29930, nr 1-4.

Velthof, G.L.(2005). Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas, periode en bemesting. Alterra rapport nr 1204.

VenW (1999). De Regeringsbeslissing Vierde Nota Waterhuishouding (NW4). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

VROM (2005). Draaiboek monitoring grondwater voor de Kaderrichtlijn Water.

Willems, W.J., B. Fraters, C.R. Meinardi, H.F.R. Reijnders en C.G.E.M. van Beek (2002) Nutriënten in bodem en grondwater: Kwaliteitsdoelstellingen en kwaliteit 1984-2000. RIVM rapport 718201004/2002, Bilthoven.

Willems, W.J., J. Kamps, O.F. Schoumans en G.L. Velthof (2005). Milieukwaliteit en verliesnormen, Deelproject 1 van de Evaluatie Meststoffenwet 2004. RIVM rapport nr 500031002, Bilthoven (in voorbereiding).

Willigen, P. de, P. Cleij, H.P. Oosterom en C.G.J. Schotten (2003). Lot van het stikstofoverschot. Alterra rapport 732, Wageningen.

Wit, A.J.W. de, Th.G.C. van der Heijden and H.A.M. Thunnissen (1999). Vervaardiging en nauwkeurigheid van het LGN3-grondgebruiksbestand, DLO-Staring Centrum. Rapport 663, Wageningen.

Wolf J., Beusen, A.H.W., Groenendijk, P., Kroon, T., Rötter, R. and Van Zeijts, H., (2003). The integrated modelling system STONE for calculating nutrient emissions from agriculture in the Netherlands. Environ. Modell. Softw. 18, pp. 597–617.

Bijlage 1. Vergelijking berekeningen STONE met metingen (LMM)

De vergelijking is gemaakt voor de grondwaterstand en voor de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van het zandgebied

1. Procedure

In het toetsrapport van STONE (Tiktak *et al.*, 2003) is een methode beschreven en toegepast om de berekeningsuitkomsten van STONE te kunnen vergelijken met de metingen die in het kader van het LMM in het zandgebied zijn uitgevoerd. De beschouwde periode is 1992-2002. In 1996 is niet gemeten. Daarom valt dit jaar uit.

De procedure is als volgt:

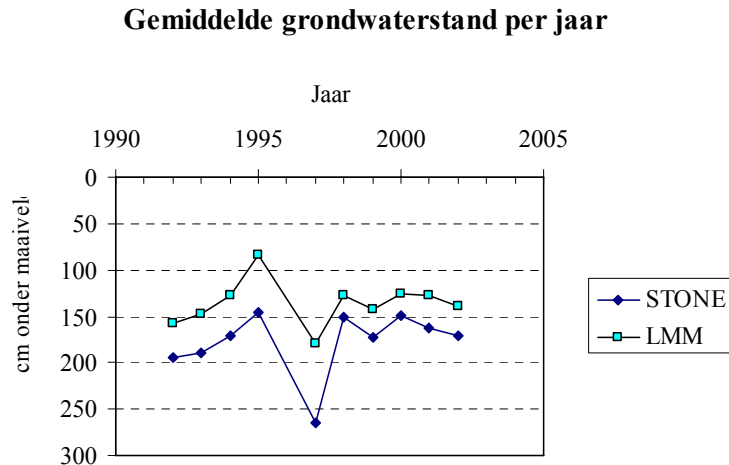
1. In een vierkant rond het LMM bedrijf (waarvan de coördinaten bekend zijn) worden alle STONE plots opgezocht met dezelfde gewas en grondsoort die overeenkomen met de registraties op het betreffende LMM bedrijf. Het zoekgebied betreft een vierkant ter grootte van 5x5 km.
2. de berekende grondwaterstand ten tijde van monsterneming (LMM) wordt opgezocht in de STONE uitvoer. De STONE uitvoer is beschikbaar met een tijd resolutie van 10 dagen. Dit wordt gedaan voor alle plots.
3. de gesimuleerde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater wordt bepaald door de concentraties in de bovenste meter van het grondwater areaal gewogen te middelen. Ook de gemiddelde grondwaterstand wordt op dezelfde manier bepaald.
4. Het gemiddelde van de LMM metingen in een jaar is het gemiddelde van alle LMM metingen in dat jaar. Hier is geen areaal gewogen gemiddelde genomen.

In de voorliggende rapportage is wat betreft nitraat een verfijning op de hier geschetste procedure toegepast. Er is namelijk ook nog een onderscheid gemaakt in droge, matig droge en natte gronden. Hierbij is als criterium gebruikt dat een LMM bedrijf alleen meedoet in de vergelijking als meer dan 50% van het areaal in één van de drie klassen ligt. Voor de verdeling van het bedrijfsareaal naar droogteklassen is gebruik gemaakt van de bodemkaart met Gt informatie. Bekend is dat deze deels verouderd is.

Bedrijven waar het areaal droog, dan wel matig droog dan wel nat kleiner is dan 50% zijn in de vergelijking buiten beschouwing gelaten.

2. Grondwaterstand

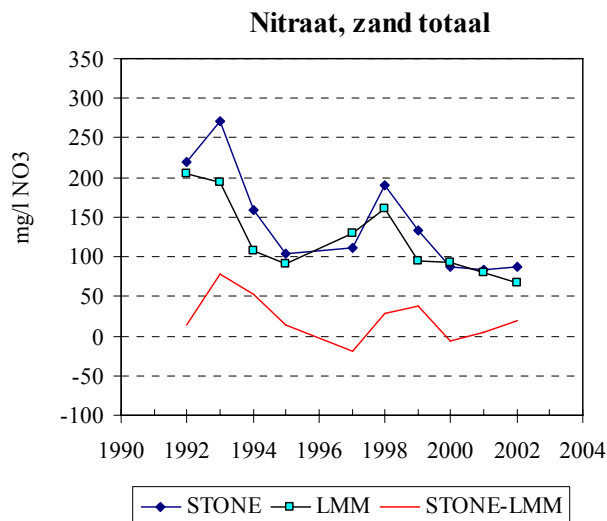
De gesimuleerde grondwaterstand volgens STONE is gemiddeld 41 cm dieper dan gemeten in LMM (range: 23-85 cm; Figuur B.1.1). Het is niet bekend wat de oorzaak van dit verschil is. Als de wachttijd bij de meting op de LMM bedrijven mogelijk niet voldoende is geweest, dan zijn de verschillen tussen STONE en LMM nog groter, omdat in de boorgaten dan een te diepe grondwaterstand is gemeten (evenwicht nog niet bereikt). Het gemiddelde verschil van 41 cm is dan ook een minimum.



Figuur B.1.1 Vergelijking grondwaterstand berekend volgens STONE en gemeten op de LMM bedrijven (zandgrond)

2. Nitraat in bovenste grondwater

In Figuur B.1.2 is een vergelijking gemaakt tussen de berekende nitraatconcentratie ten tijde van de metingen in het kader van het LMM bij landbouwbedrijven op zandgrond.



Figuur B.1.2 Vergelijking nitraatconcentratie berekend volgens STONE en gemeten op de LMM bedrijven (zandgrond)

Uit Figuur B.1.2 blijkt de trend goed gereproduceerd te worden. Bedacht moet echter worden dat STONE op LMM data gekalibreerd is, zodat een vergelijking achteraf niet geheel zuiver is. Tabel B.1.1 geeft het verschil tussen STONE en LMM zowel in absolute zin als in procent ten opzichte van LMM.

Tabel B.1.1 Verschil tussen STONE en LMM (1992-2002)

| STONE-LMM | Absoluut verschil (mg/l NO ₃) | Afwijking in % t.o.v. LMM |
|-------------------|---|---------------------------|
| Nat | 29 | 25 |
| M. droog | 44 | 52 |
| Droog | 42 | 31 |
| Totaal zandgebied | 28 | 23 |

Bij de klasse matig droog en droog is het absolute verschil tussen STONE en LMM 42-44 mg/l

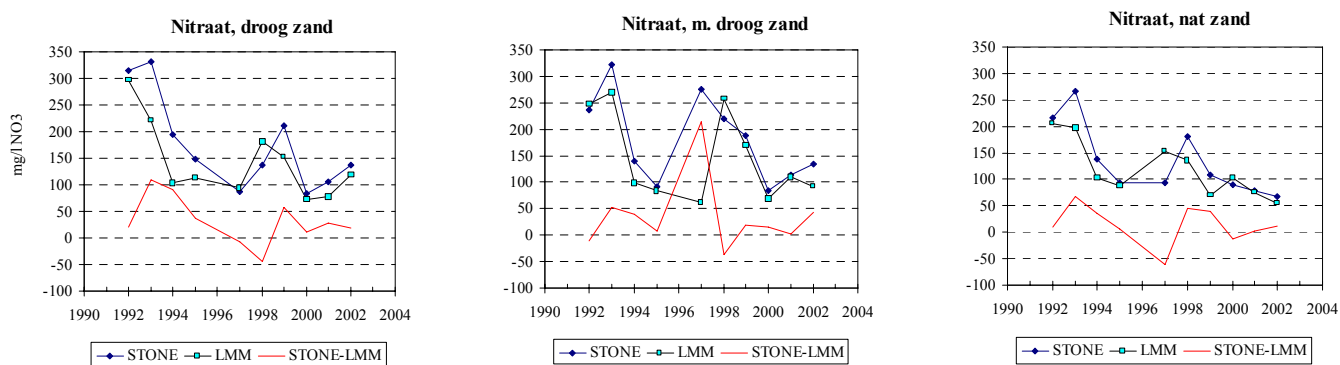
Tabel B.1.2 geeft voor het gehele zandgebied de waarden over het hele tijdvak.

In twee jaar (1997 en 2000) zit STONE lager. Voor de andere jaren overschat STONE de nitraatconcentraties.

Tabel B.1.2 Nitraat in grondwater volgens STONE en volgens LMM voor het gehele zandgebied (1992-2002; mg/l NO₃)

| | STONE | LMM | STONE-LMM |
|-----------|-------|-----|-----------|
| 1992 | 219 | 206 | 14 |
| 1993 | 272 | 194 | 78 |
| 1994 | 159 | 107 | 52 |
| 1995 | 105 | 91 | 13 |
| 1997 | 110 | 130 | -19 |
| 1998 | 190 | 161 | 29 |
| 1999 | 133 | 95 | 38 |
| 2000 | 87 | 94 | -7 |
| 2001 | 84 | 79 | 5 |
| 2002 | 88 | 68 | 20 |
| gemiddeld | | | 22 |

De ontwikkeling per Gt klasse is weergegeven in Figuur B.1.3.



Figuur B.1.3 Vergelijking nitraatconcentratie berekend volgens STONE en gemeten op de LMM bedrijven (nat, matig droog en droog zand)

3. Vergelijking nitraatconcentraties per gewas

Per gewas zijn de gesimuleerde en gemeten nitraatconcentraties weergegeven in respectievelijk Tabel B.1.3 en Tabel B.1.4. Er is hierbij niet gecorrigeerd voor weer.

Tabel B.1.3 Nitraat volgens STONE (mg/l NO₃)

| Jaar | Gras | maïs | bouwland | maïs/gras |
|------|------|------|----------|-----------|
| 2000 | - | - | - | - |
| 2001 | 76 | 130 | 67 | 1.7 |
| 2002 | 59 | 127 | 63 | 2.2 |
| 2003 | 50 | 111 | 56 | 2.2 |

Tabel B.1.4 Nitraat volgens LMM (mg/l NO₃)

| Jaar | gras | maïs | bouwland | maïs/gras |
|------|------|------|----------|-----------|
| 2000 | 65 | 110 | 77 | 1.7 |
| 2001 | 76 | 121 | 86 | 1.6 |
| 2002 | 55 | 73 | 48 | 1.3 |
| 2003 | 43 | 77 | 55 | 1.8 |

Vergelijking per gewas laat zien dat gras en bouwland redelijk goed overeenkomen. Nitraat onder maïs op zand is bij STONE echter hoger. Dit blijkt ook uit de nitraat verhouding tussen maïs en gras: bij STONE is deze hoger, hetgeen duidt op een overschatting van nitraat onder maïs bij de STONE berekeningen.

Bijlage 2. Bemesting bij de scenario's 'basis' en 'streng' (2015)

Invoerdata LEI

De bemestingen voor de jaren 2006-2015 zoals door LEI berekend met tussen haakjes de LEI-codering zijn vermeld in Tabel B.2.1.

Tabel B.2.1 Rekenvariant en LEI codering mestoverschot berekeningen

| Naam variant | LEI data bemesting o.b.v. MAM | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-----------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | t/m 2003 | 2004+2005 | 2006 | 2009 | 2015 |
| Basis | hist | 2003 | 2006 (Makk06) | 2009(Makk09) | 2015b(Makk15) |
| Basis-norm ² | hist | 2003 | 2006n (Makk06 ²) | 2009n(Makk09 ²) | 2015b(Makk15 ²) |
| Streng | hist | 2003 | 2006n(Makk06) | 2009(Makk09b) | 2015s(Makk15str ¹) |
| Streng-norm ² | hist | 2003 | 2006n(Makk06 ²) | 2009n(Makk09b ²) | 2015s(Makk15str ²) |

¹) met een extra N-reductie van 10% voor alle gewassen in 2015, uitgaande van de Makk09-20 bemesting voor N in 2009.

²) met extra kunstmest-N opgevoerd tot de norm

Uitgangspunten bemesting van 2015 (basis en streng)

Om met MAM bemestingsgegevens voor het jaar 2015 te kunnen berekeningen dienen uitgangspunten te worden vastgesteld voor:

1. aantal dieren;
2. excretie en productie van mest en mineralen;
3. gewasarealen;
4. gebruiksnormen;
5. acceptatiegraden voor mest;
6. mestafzet buiten de landbouw en import.

De uitgangspunten voor het jaar 2015 zijn identiek aan die voor de Makk09b variant uit De Hoop *et al.* (2004, Bijlage 3) behalve die voor het aantal dieren en de fosfaat- en stikstofgebruiksnorm. De Makk09b variant is die variant waarbij op zandgrond voor uitspoelingsgevoelige gewassen de stikstofgebruiksnorm 20% lager is dan de adviesgift. In de volgende paragrafen van deze Bijlage wordt ingegaan op die uitgangspunten die afwijken van de Makk09b variant uit De Hoop *et al.* (2004).

1.1 Dieraantallen

Voor de berekeningen voor het jaar 2015 is er van uitgegaan dat het aantal dieren tussen 2009 en 2015 in het zelfde tempo daalt als de daling tussen 2006 en 2009 in De Hoop *et al.* (2004) (Tabel B.2.2).

Tabel B.2.2 Verwachte aantallen dieren in zichtjaren 2006, 2009 en 2015 per diercategorie (x1.000).

| Diercategorieën | Index t.o.v. 2002 | | | Aantal in zichtjaar | | |
|---------------------|-------------------|------|------|---------------------|--------|--------|
| | 2006 | 2009 | 2015 | 2006 | 2009 | 2015 |
| Melk- en kalfkoeien | 96.0 | 93.0 | 87.0 | 1.427 | 1.382 | 1.293 |
| Jongvee | 81.8 | 78.9 | 72.9 | 817 | 788 | 728 |
| Weidend vleesvee | 98.6 | 98.6 | 98.6 | 385 | 385 | 385 |
| Stalvleesvee | 98.8 | 98.8 | 98.8 | 245 | 245 | 245 |
| Vleeskalveren | 98.0 | 98.0 | 98.0 | 699 | 699 | 699 |
| Vleesvarkens | 95.0 | 93.0 | 89.0 | 5.311 | 5.200 | 4.976 |
| Fokvarkens | 93.9 | 91.9 | 87.9 | 1.227 | 1.200 | 1.148 |
| Leghennen | 91.4 | 87.1 | 79.1 | 46.286 | 44.123 | 40.070 |
| Vleeskuikens | 85.0 | 80.0 | 70.0 | 50.932 | 47.936 | 41.950 |
| Paarden | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

1.2 Fosfaatgebruiksnorm

In Tabel B.2.3 wordt vermeld van welke fosfaatgebruiksnormen voor de jaren 2006, 2009 en 2015 is uitgegaan. De tussen haakjes vermelde fosfaatgebruiksnorm voor het jaar 2006 is alleen van toepassing voor dierlijke mest, alle andere zijn van toepassing voor zowel dierlijke- als kunstmest.

Tabel B.2.3 Fosfaatgebruiksnormen, in kg per ha per gewasgroep. Tussen haakjes het maximale P2O5 gebruik uit dierlijke mest in 2006. (Bron: LNV 2004)

| Gewas | Jaar | | |
|----------|--------|------|------|
| | 2006 | 2009 | 2015 |
| Grasland | 110 | 95 | 90 |
| Bouwland | 95(85) | 80 | 60 |

1.3 Stikstofgebruiksnorm

Voor de variant Makk15 zijn de stikstofgebruiksnormen identiek aan de Makk09b variant uit De Hoop et al (2004). De met oppervlakte gewas en grondsoort gewogen gemiddelde stikstofgebruiksnorm die daarbij wordt berekend staat in Tabel 4.10 van Bijlage 3 uit De Hoop et al. (2004). Voor de variant makk15str zijn alle stikstofgebruiksnormen met 10% verlaagd ten opzichte van die van de Makk15 variant. De met oppervlakte gewas en grondsoort gewogen gemiddelde stikstofgebruiksnormen voor de Makk15str variant staan in Tabel B.2.4. Hoeveel stikstof in de vorm van dierlijke mest bij de gebruiksnormen van Tabel 4 nog uitgereden mag worden staat in Tabel B.2.5 (voor de Makk15 variant zie Tabel 4.13 van Bijlage 3 uit De Hoop et al., 2004). Voor grasland worden daarvoor in Tabel 5 geen waarden vermeld, omdat op grasland de stikstofgebruiksnorm in geen enkele situatie beperkend is voor het gebruik van dierlijke mest. In alle situaties is de gebruiksnorm voor dierlijke mest meer beperkend dan de stikstofgebruiksnorm (zie De Hoop et al., 2004; pagina 151).

Tabel B.2.4 De met oppervlakte gewas en grondsoort gewogen gemiddelde stikstofgebruiksnorm per mestregio in kg werkzame stikstof per gewasgroep voor de Makk15_str variant.

| | Grasland | Snijmaïs | Aard | Biet | W tarwe | handel | overig |
|---------------------------------------|----------|----------|------|------|---------|--------|--------|
| Groningen | 265 | 141 | 193 | 122 | 180 | 106 | 81 |
| Noord Friesland | 280 | 143 | 170 | 117 | 194 | 143 | 86 |
| Zuid-West Friesland | 265 | 143 | 189 | 118 | 190 | 83 | 87 |
| De Wouden | 242 | 138 | 160 | 115 | 161 | 91 | 87 |
| Veenkoloniën Drenthe | 241 | 138 | 186 | 127 | 163 | 98 | 79 |
| Drenthe, excl. Veenkoloniën | 240 | 137 | 172 | 124 | 155 | 89 | 72 |
| Noord Overijssel | 246 | 139 | 176 | 128 | 166 | 93 | 82 |
| Salland Twente e.o. | 243 | 136 | 167 | 123 | 150 | 93 | 103 |
| Noord en Oost Veluwe | 251 | 138 | 163 | 127 | 162 | 99 | 101 |
| West Veluwe | 241 | 136 | 144 | 126 | 148 | 92 | 111 |
| Achterhoek e.o. | 251 | 137 | 175 | 121 | 159 | 93 | 103 |
| Betuwe e.o. | 279 | 143 | 130 | 132 | 192 | 58 | 90 |
| Oost Utrecht | 247 | 138 | 124 | 125 | 162 | 168 | 104 |
| West Utrecht | 267 | 144 | 140 | 133 | 195 | 46 | 89 |
| Noord Noord-Holland | 270 | 142 | 153 | 117 | 188 | 47 | 93 |
| Zuid Noord-Holland | 266 | 143 | 198 | 131 | 192 | 95 | 92 |
| Zuid-Holland, excl. Zeeklei | 262 | 144 | 157 | 125 | 195 | 59 | 97 |
| Zeeklei van Zuid-Holland | 282 | 144 | 203 | 132 | 197 | 38 | 90 |
| Walcheren, Noord-Beveland, Schouwen | | | | | | | |
| Duivenland | 282 | 144 | 196 | 131 | 196 | 35 | 81 |
| Zuid-Beveland, Tholen, St.Philipsland | 282 | 144 | 194 | 133 | 196 | 41 | 88 |
| Zeeuwsch Vlaanderen | 278 | 143 | 195 | 127 | 190 | 33 | 97 |
| West Noord-Brabant | 268 | 141 | 163 | 126 | 181 | 45 | 94 |
| Westelijke Kempen | 239 | 135 | 98 | 123 | 145 | 55 | 90 |
| Maask. Meijerij | 250 | 137 | 124 | 126 | 158 | 79 | 106 |
| Oostelijke Kempen | 239 | 135 | 142 | 124 | 145 | 81 | 104 |
| Peel, Land van Cuyk | 243 | 136 | 142 | 125 | 150 | 92 | 110 |
| West Noord Limburg | 240 | 136 | 131 | 125 | 147 | 28 | 103 |
| Noord Limburg, Maasvlakte | 254 | 138 | 140 | 128 | 163 | 55 | 103 |
| Zuid Limburg | 249 | 137 | 178 | 127 | 157 | 163 | 98 |
| Noord Oost Polder | 272 | 142 | 146 | 118 | 188 | 41 | 102 |
| Flevopolders | 282 | 144 | 200 | 129 | 197 | 36 | 86 |

Tabel B.2.5. Randvoorwaarden in MAM (maximum) voor het gebruik van stikstof uit dierlijke mest op basis van de stikstofgebruiksnorm voor zes gewasgroepen voor de Makk15_str variant in kg/ha¹⁾

| | Aard. | Biet | W. tarwe | Handel | Overig | Snijmaïs |
|---|-------|------|----------|--------|--------|----------|
| Groningen | 222 | 137 | 216 | 127 | 101 | 235 |
| Noord Friesland | 183 | 128 | 240 | 188 | 111 | 239 |
| Zuid-West Friesland | 215 | 130 | 234 | 88 | 111 | 238 |
| De Wouden | 167 | 125 | 185 | 101 | 111 | 230 |
| Veenkolonien Drenthe | 210 | 146 | 188 | 114 | 98 | 230 |
| Drenthe, excl. Veenkoloniën | 186 | 140 | 174 | 99 | 87 | 228 |
| Noord Overijssel | 194 | 146 | 193 | 104 | 104 | 231 |
| Salland Twente e.o. | 178 | 139 | 167 | 105 | 139 | 227 |
| Noord en Oost Veluwe | 172 | 145 | 186 | 115 | 135 | 230 |
| West Veluwe | 141 | 143 | 164 | 103 | 152 | 226 |
| Achterhoek e.o. | 192 | 135 | 181 | 104 | 138 | 229 |
| Betuwe e.o. | 117 | 154 | 236 | 47 | 117 | 238 |
| Oost Utrecht | 107 | 142 | 186 | 230 | 139 | 230 |
| West Utrecht | 133 | 155 | 242 | 26 | 115 | 239 |
| Noord Noord-Holland | 155 | 129 | 230 | 29 | 122 | 237 |
| Zuid Noord-Holland | 230 | 151 | 237 | 108 | 120 | 238 |
| Zuid-Holland, excl. Zeeklei | 161 | 141 | 242 | 48 | 129 | 239 |
| Zeeklei van Zuid-Holland | 238 | 153 | 244 | 14 | 117 | 240 |
| Walcheren, Noord-Beveland, Schouwen Duiveland | 227 | 152 | 243 | 9 | 101 | 239 |
| Zuid-Beveland, Tholen, St.Philipsland | 224 | 155 | 243 | 18 | 114 | 239 |
| Zeeuwsch Vlaanderen | 226 | 146 | 234 | 4 | 128 | 238 |
| West Noord-Brabant | 171 | 144 | 218 | 25 | 124 | 235 |
| Westelijke Kempen | 64 | 139 | 159 | 42 | 117 | 225 |
| Maask. Meijerij | 106 | 144 | 180 | 82 | 144 | 229 |
| Oostelijke Kempen | 137 | 141 | 158 | 85 | 139 | 225 |
| Peel, Land van Cuyk | 137 | 142 | 166 | 103 | 150 | 227 |
| West Noord Limburg | 118 | 141 | 162 | -3 | 138 | 226 |
| Noord Limburg, Maasvlakte | 133 | 147 | 189 | 42 | 138 | 230 |
| Zuid Limburg | 197 | 145 | 178 | 222 | 130 | 229 |
| Noord Oost Polder | 144 | 130 | 229 | 19 | 137 | 237 |
| Flevopolders | 233 | 148 | 244 | 10 | 110 | 240 |

¹⁾ De in deze tabel vermelde giften zijn randvoorwaarden voor het maximale gebruik van stikstof in MAM gebaseerd op de stikstofgebruiksnorm. Dat wil niet zeggen dat die giften ook gegeven kunnen worden omdat er ook randvoorwaarden van toepassing zijn die gebaseerd zijn op de gebruiksnorm dierlijke mest en de fosfaatgebruiksnorm (zie De Hoop *et al.*, 2004; Bijlage 3).

2. Resultaten bemesting

In Tabel B.2.6 worden de gerealiseerde bemestingen van dierlijke mest uit stikstof en fosfaat vermeld bij de berekende varianten.

Tabel B.2.6 Gerealiseerde bemestingen uit dierlijke mest (kg/ha) in 2006, 2009 en twee varianten in 2015. Forfait van 95% excretie graasvee gecorrigeerd naar werkelijke excretie.

| Mineraal en gewas | Variant | | | |
|---------------------|---------|--------|--------|-----------|
| | Makk06 | Makk09 | Makk15 | Makk15str |
| Stikstof | | | | |
| - grasland | 211 | 208 | 203 | 203 |
| - snijmaïs | 210 | 204 | 160 | 161 |
| - akker en tuinbouw | 109 | 82 | 72 | 70 |
| - niet-Minas-plicht | 111 | 97 | 70 | 71 |
| Fosfaat | | | | |
| - grasland | 83 | 81 | 79 | 79 |
| - snijmaïs | 82 | 79 | 62 | 62 |
| - akker en tuinbouw | 60 | 46 | 36 | 35 |
| - niet-Minas-plicht | 42 | 37 | 28 | 28 |

Het aanscherpen van zowel de fosfaatgebruiksnormen als de stikstofgebruiksnorm heeft op grasland nauwelijks effect op de gerealiseerde bemestingen uit dierlijke mest. De bemestingen op snijmaïs lopen door het aanscherpen van de fosfaatgebruiksnorm in 2015 met ongeveer 20% terug ten opzichte van de voorgaande jaren. Omdat met het aanscherpen van de fosfaatgebruiksnorm ook de aanwendnorm voor fosfaat naar beneden gaat die op het areaal niet-Minas-plichtig van toepassing is gaat daar de mestgift geleidelijk aan naar beneden. Het grootste effect heeft de invoering van gebruiksnormen op de bemesting van dierlijke mest in de akkerbouw, die daalt met zo'n 40% tussen 2006 en 2015. De oorzaak daarvan is dat vanaf 2009 voor alle stikstof uit dierlijke mest een werkingscoëfficiënt van toepassing is van 60% en dat de gebruiksnormen voor fosfaat in de loop van de jaren worden aangescherpt. Een extra aanscherpen van de gebruiksnorm voor stikstof in 2015 heeft vrijwel geen effect op de hoeveelheid dierlijke mest die wordt toegediend. De bemestingsresultaten van de Makk15 en Makk15str variant zijn immers vrijwel gelijk aan elkaar.

Bijlage 3. Dierlijke mest en kunstmest per variant*A. Dierlijke mest*

Hoeveelheden in kg/ha (P uitgedrukt als fosfaat)

2006

| Gewas | Bodem | P | Nmin | Nejr | Nrest | Nwei | N_tot | N_wrkzm |
|----------|-------|----|------|------|-------|------|-------|---------|
| Bouwland | Klei | 60 | 42 | 32 | 18 | - | 92 | 37 |
| | Veen | 26 | 14 | 16 | 10 | - | 39 | 15 |
| | Zand | 66 | 51 | 34 | 21 | - | 106 | 76 |
| Grasland | Klei | 81 | 61 | 36 | 33 | 69 | 200 | 98 |
| | Veen | 83 | 64 | 38 | 35 | 67 | 204 | 102 |
| | Zand | 84 | 61 | 35 | 31 | 79 | 207 | 98 |
| Snijmaïs | Klei | 84 | 83 | 54 | 52 | - | 189 | 67 |
| | Veen | 86 | 87 | 55 | 52 | - | 194 | 69 |
| | Zand | 83 | 83 | 52 | 49 | - | 184 | 122 |

2009

| Gewas | Bodem | P | Nmin | Nejr | Nrest | Nwei | N_tot | N_wrkzm |
|----------|-------|----|------|------|-------|------|-------|---------|
| Bouwland | Klei | 41 | 28 | 20 | 12 | - | 60 | 31 |
| | Veen | 18 | 10 | 11 | 7 | - | 28 | 13 |
| | Zand | 58 | 44 | 31 | 19 | - | 94 | 67 |
| Grasland | Klei | 80 | 60 | 36 | 34 | 68 | 198 | 97 |
| | Veen | 82 | 64 | 38 | 35 | 67 | 203 | 101 |
| | Zand | 82 | 61 | 35 | 32 | 77 | 205 | 98 |
| Snijmaïs | Klei | 81 | 81 | 51 | 49 | - | 181 | 86 |
| | Veen | 83 | 84 | 52 | 50 | - | 187 | 89 |
| | Zand | 81 | 81 | 51 | 47 | - | 179 | 119 |

2015 b

| Gewas | Bodem | P | Nmin | Nejr | Nrest | Nwei | N_tot | N_wrkzm |
|----------|-------|----|------|------|-------|------|-------|---------|
| Bouwland | Klei | 32 | 24 | 17 | 12 | - | 54 | 27 |
| | Veen | 15 | 9 | 10 | 7 | - | 26 | 12 |
| | Zand | 46 | 39 | 25 | 18 | - | 82 | 58 |
| Grasland | Klei | 78 | 57 | 34 | 32 | 66 | 189 | 92 |
| | Veen | 79 | 60 | 35 | 33 | 64 | 192 | 95 |
| | Zand | 80 | 58 | 33 | 30 | 74 | 195 | 93 |
| Snijmaïs | Klei | 62 | 60 | 39 | 36 | - | 135 | 64 |
| | Veen | 62 | 63 | 39 | 37 | - | 139 | 66 |
| | Zand | 62 | 61 | 39 | 37 | - | 138 | 91 |

2015s

| Gewas | Bodem | P | Nmin | Nejr | Nrest | Nwei | N_tot | N_wrkzm |
|----------|-------|----|------|------|-------|------|-------|---------|
| Bouwland | Klei | 32 | 25 | 17 | 13 | - | 54 | 27 |
| | Veen | 14 | 10 | 9 | 7 | - | 26 | 12 |
| | Zand | 45 | 37 | 24 | 17 | - | 78 | 55 |
| Grasland | Klei | 78 | 57 | 34 | 32 | 66 | 189 | 92 |
| | Veen | 79 | 60 | 36 | 33 | 64 | 192 | 96 |
| | Zand | 80 | 58 | 34 | 30 | 74 | 195 | 93 |
| Snijmaïs | Klei | 62 | 60 | 39 | 36 | - | 135 | 65 |
| | Veen | 62 | 63 | 39 | 37 | - | 139 | 66 |
| | Zand | 63 | 62 | 39 | 37 | - | 138 | 91 |

B. Kunstmest

(zo = door het LEI geschatte gift, zonder opvulling tot norm; norm = met opvullen tot norm)
Hoeveelheden in kg/ha (P uitgedrukt als fosfaat)

2006

| Gewas | Bodem | P_zo | P_norm | N_zo | N_norm |
|----------|-------|------|--------|------|--------|
| Bouwland | Klei | 25 | 36 | 105 | 116 |
| | Veen | 24 | 54 | 96 | 143 |
| | Zand | 9 | 36 | 57 | 103 |
| Grasland | Klei | 16 | 32 | 212 | 268 |
| | Veen | 16 | 31 | 210 | 211 |
| | Zand | 18 | 30 | 222 | 222 |
| Snijmaïs | Klei | 16 | 15 | 56 | 81 |
| | Veen | 15 | 13 | 60 | 30 |
| | Zand | 20 | 16 | 48 | 33 |

2009

| Gewas | Bodem | P_zo | P_norm | N_zo | N_norm |
|----------|-------|------|--------|------|--------|
| Bouwland | Klei | 28 | 40 | 101 | 118 |
| | Veen | 30 | 52 | 96 | 132 |
| | Zand | 9 | 29 | 55 | 103 |
| Grasland | Klei | 5 | 18 | 159 | 218 |
| | Veen | 5 | 17 | 155 | 171 |
| | Zand | 7 | 16 | 161 | 168 |
| Snijmaïs | Klei | 6 | 2 | 55 | 38 |
| | Veen | 5 | 1 | 60 | 33 |
| | Zand | 8 | 3 | 48 | 31 |

2015 b

| Gewas | Bodem | P_zo | P_norm | N_zo | N_norm |
|----------|-------|------|--------|------|--------|
| Bouwland | Klei | - | 28 | - | 120 |
| | Veen | - | 38 | - | 135 |
| | Zand | - | 20 | - | 104 |
| Grasland | Klei | - | 15 | - | 220 |
| | Veen | - | 14 | - | 173 |
| | Zand | - | 13 | - | 170 |
| Snijmaïs | Klei | - | 1 | - | 67 |
| | Veen | - | 0 | - | 62 |
| | Zand | - | 0 | - | 57 |

2015s

| Gewas | Bodem | P_zo | P_norm | N_zo | N_norm |
|----------|-------|------|--------|------|--------|
| Bouwland | Klei | - | 29 | - | 95 |
| | Veen | - | 38 | - | 116 |
| | Zand | - | 21 | - | 80 |
| Grasland | Klei | - | 15 | - | 189 |
| | Veen | - | 14 | - | 146 |
| | Zand | - | 13 | - | 143 |
| Snijmaïs | Klei | - | 1 | - | 51 |
| | Veen | - | 0 | - | 46 |
| | Zand | - | 0 | - | 41 |

Bijlage 4. Verschillen tussen STONE versie 2.1.1 en STONE versie 2.2

In de periode mei tot en met oktober 2004 zijn de uitkomsten van STONE 2.1.1 (versie van april 2004) verder geanalyseerd door o.a. te vergelijken met aannames van de WOG en de interne procedures na te lopen. Dit heeft geleid tot STONE versie 2.2 van maart 2005. De aanpassingen zijn op 5 november 2004 gepresenteerd aan de stuurgroep STONE. Vervolgens is goedkeuring gegeven voor de toepassing voor de verkenning van het effect van de voorgenomen gebruiksnormen.

Depositie

Door de WOG en in de ex-ante berekeningen 2004 met STONE 2.1.1 zijn verschillende cijfers gehanteerd. In STONE zijn nu cijfers ingevoerd die consistent zijn met MilieuCompendium. Tabel B.4.1 geeft een overzicht van de verschillen voor twee tijdvakken.

Tabel B.4.1 N-depositie in STONE 2.1.1 en STONE 2.2 bij het N4P3 scenario

| | | STONE 2.1.1 | | STONE 2.2 | |
|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 |
| Klei | maïs | 29 | 28 | 45 | 33 |
| | akkb | 21 | 22 | 30 | 24 |
| | gras | 23 | 22 | 36 | 27 |
| Veen | maïs | 24 | 23 | 41 | 30 |
| | akkb | 21 | 21 | 33 | 26 |
| | gras | 21 | 20 | 35 | 27 |
| Zand | maïs | 31 | 29 | 55 | 39 |
| | akkb | 24 | 24 | 40 | 30 |
| | gras | 28 | 25 | 50 | 35 |

Inspectie implementatie QUADMODO-module in STONE

Inspectie van de uitgangspunten van de QUADMODO implementatie is uitgevoerd. Dit heeft geresulteerd in enkele aanpassingen:

- berekening van de NLV van een bodem. Het begrip NLV in STONE bleek een andere betekenis te hebben dan in QUADMODO.
- berekening van de gewasopname van niet, gedeeltelijk en geheel beweide grasland in afhankelijkheid van het aantal GVE' en was in STONE 2.1.1 afhankelijk van het aantal GVE's. Besloten is het beweidingspercentage op 40% en het maaipcentage op 60% in te stellen.
- inspectie van de bruto-opname en netto-opname van grasland is uitgevoerd en een fout bij de omrekening van Quadmod-uitvoer naar ANIMO-invoer is geconstateerd.

Afstemming op werkingscoëfficiënten elders in de STONE-keten

De aannames van werkingscoëfficiënten voor de berekening van gewasopname op basis van de NwDose-variabele is consistent gemaakt met de aannames in MAM door middel van het inlezen van een resultaat-bestand van MAM en het achterwege laten van de eigen berekening. Hierdoor ontstaan verschillen in de gewasopnameberekeningen van STONE 2.1.1 en STONE 2.2. Een voordeel is de consistentie met de aannames in MAM.

Gewasopname - reductie als gevolg van N-deficit

Bij maïs en bouwland trad in STONE 2.1.1 het verschijnsel op dat de door QUADMODO berekende gewasopname in ANIMO niet werd gerealiseerd. QUADMODO berekent de opname voor een geheel jaar op basis van een geschat N-leverend vermogen en een werkzame

N-dosering. In ANIMO worden de processen met een tijdstap van 10 dagen doorgerekend. De door QUADMODO berekende opname wordt gereduceerd als blijkt dat in de wortelzone de minerale N-voorraad is uitgeput. Als in het resterende gedeelte van het groeiseizoen geen nieuwe stikstof beschikbaar komt zal de door ANIMO berekende jaaropname lager uitvallen dan de door QUADMODO berekende opname. Met name bij aangescherpte bemestingsniveaus trad dit verschijnsel regelmatig op. Dit heeft te maken met:

- het N-leverend vermogen van de bodem is niet aangepast aan de aangescherpte bemestingsniveaus. Door de overschatting van het NLV zal QUADMODO ook de gewasopname overschatten
- tussen de voorjaars-bemesting en het opnameseizoen was een te lange periode met risico's op verliezen als gevolg.
- Door de 'reparatie' van de NLV-parameter om het qua concept consistent met QUADMODO te laten zijn werden hogere gewasopnamen berekend.

In STONE zijn de volgende aanpassingen aangebracht:

- de jaaropname berekend met QUADMODO wordt gecontroleerd en als geconstateerd wordt dat de opname NLV is soms veel hoger dan de aanvoer N-organisch in dierlijke mest + aanvoer N-organisch gewasresten + depositie + bijdrage mineralisatie 'oude' organische stof wordt een plafond gesteld aan het NLV.
- de tijdstippen van bemesting zijn zodanig aangepast dat er minder verliezen optreden. Bij bouwland worden soms gedeelde kunstmestgiften toegepast in het eerste deel van het groeiseizoen
- de mineralisatie in de bodem is aangepast. Voor wat betreft de mineralisatie van gewasresten van maïs en akkerbouw waren de parameters niet geheel correct in gesteld. Dit is hersteld door de assimilatie/dissimilatieverhouding van deze gewasresten gelijk te stellen aan die van grasresiduen. De mineralisatieconstante van oude organische stof is in geringe mate omhoog bijgesteld om beter dan voorheen de NLV te benaderen en hiermee betere consistentie tussen QUADMODO en ANIMO te bereiken.

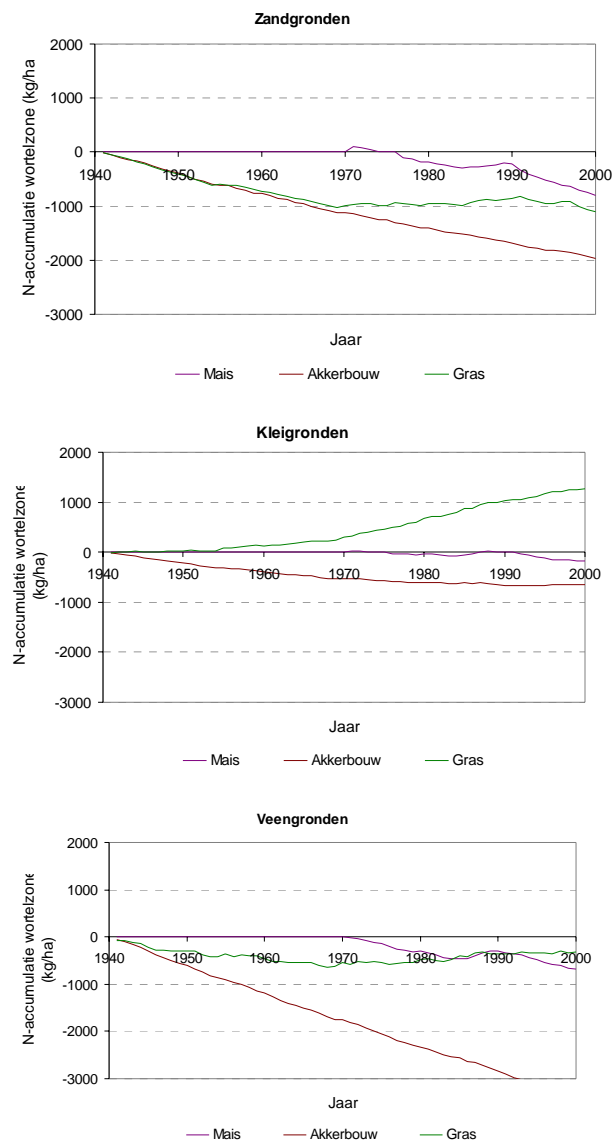
Ondanks de aanpassingen blijft er verschil bestaan tussen de QUADMODO-resultaten en de ANIMO-resultaten. De verschillen zijn het grootst voor veengronden en voor de nattere gronden waar de meeste kans is op het optreden van een N-deficit (Tabel B.4.2).

Tabel B.4.2 Verschil tussen QUADMODO opname en vraag en opname realisatie in ANIMO

| Bodem | Gt klasse | Gras | Maïs | Akkerbouw |
|-------------|-----------|------|------|-----------|
| Klei | | 10 | 15 | 10 |
| Veen | | 83 | 24 | 3 |
| zand nat | 1 t/m 5 | 9 | 22 | 6 |
| zand medium | 6 | 1 | 6 | 13 |
| zand droog | 7 en 8 | 0 | 6 | 10 |

Voor de gronden die het meest gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling is de discrepantie tussen QUADMODO en ANIMO relatief gering.

De N-accumulatie in de wortelzone in de initialisatie-run is weergegeven in figuur B.4.1.



Figuur B.4.1 N-accumulatie in de wortelzone (initialisatierun)

De N-voorraad in de wortelzone van grasland neemt iets toe op de kleigronden. In de zandgronden is de voorraad na 1970 nagenoeg constant. In de veengronden is de voorraad eveneens constant. De N-voorraad in de bouwvoor van maïs neemt voor alle grondsoorten iets af. Voor akkerbouw wordt een duidelijke afname berekend voor de zandgronden en de veengronden, terwijl in de kleigronden de N-voorraad min of meer constant blijft.

Denitrificatie

Bij gereedmaken van STONE 2.1.1 voor de berekeningen Evaluatie Mestwetgeving in 2004 is geconstateerd dat de vochtresponsfunctie voor denitrificatie gevoelig is voor de berekeningen van nitraatconcentraties in zandgronden. Bij gelijke N-overschotten en gelijke mineralisatiesnelheden kan geringe verandering van de genoemde functie al te grote verschillen in nitraatconcentratie leiden. In de literatuur wordt voor de betreffende functie een grote bandbreedte aangegeven. Het is niet mogelijk de functie a-priori goed in te schatten. Geconcludeerd is dat de vochtresponsfunctie gekalibreerd dient te worden op veldgegevens.

In STONE 2.1.1 zijn de nitraatconcentraties van het droge deel van de zandgronden in STONE gebruikt voor de kalibratie van de functie aan de nitraatconcentraties van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid. Omdat er bij de vorming van STONE 2.2 enkele verbeteringen zijn doorgevoerd en parameters zijn aangepast was een nieuwe kalibratie noodzakelijk. Deze is uitgevoerd met behulp van het protocol dat in de zomer van 2004 gereed was gekomen. In dit protocol is per meetpunt ene toewijzing naar STONE-plots gemaakt op basis van de ligging van de meetpunten en wordt niet a-priori een selectie gemaakt van droge zandgronden. De resulterende waarde voor de vochtresponsfunctie is zodanig aangepast dat de functie midden tussen die van STONE versies 2.0 en 2.1.1 ligt. Blijkbaar is de aanpassing voor STONE 2.1.1 te drastisch geweest.

Aanpassing P-kunstmest in periode voor 1985

IN STONE2.1.1 komen de resultaten van de P-ophoping in grote lijnen overeen met het gemiddelde beeld dat de metingen van de LSK geven. Wanneer we per gewassoort naar de resultaten kijken valt op dat in STONE de P-ophoping onder maïsland wordt overschat en onder grasland wordt onderschat (Tabel B.4.3). Dit wordt o.a. veroorzaakt door:

- de inschatting van de bemesting in de periode tussen 1941 en 1985,
- de aanname dat het landgebruik permanent is. In de praktijk zal op een gemengd bedrijf gras- en maïs met een zekere regelmaat worden afgewisseld.

Tabel B.4.3 P₂O₅-voorraad in de laag 0-50 cm beneden maaiveld

| | Maïs | Akkerbouw | Gras |
|------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| klei | 2000 kg te hoog | 800 kg te hoog | 200 kg te laag |
| veen | - | 800 kg te hoog | 1800 kg te laag bij hoogsten |
| zand | 1800 kg te hoog | 1000 kg te hoog | 1800 kg te laag bij hoogsten |

Via herverdeling van P-kunstmestgiften in het verleden is gepoogd de invloed van de dynamiek in grondgebruik op de P-ophoping te simuleren.

De aangenomen totale P-dosering in het verleden staan vermeld in Tabel B.4.4.

Tabel B.4.4 P-giften in de periode 1941-1985 of 1971-1985 (maïs)

| Bodem | Gewas | Dierlijke mest | Kunstmest |
|-------|-----------|----------------|-----------|
| Klei | Maïs | 1745 | 164 |
| | Akkerbouw | 482 | 1773 |
| | Gras | 1238 | 279 |
| Veen | Maïs | 1292 | 166 |
| | Akkerbouw | 565 | 1637 |
| | Gras | 1110 | 70 |
| Zand | Maïs | 1925 | 141 |
| | Akkerbouw | 1664 | 1262 |
| | Gras | 1574 | 349 |

De P-kunstmestgiften zijn aangepast en herverdeeld. De dierlijke mestgiften zijn niet aangepast om de voor het verleden berekende P-overschotten te handhaven.

Af- en uitspoeling van P in ANIMO

In de zomer van 2004 werd een foutje geconstateerd in de berekening van P-belasting door oppervlakkige afspoeling in de post-processing procedure. Dit heeft echter nagenoeg geen effect op het eindresultaat

Resultaat van de aanpassingen

De uitkomst van alle hiervoor beschreven aanpassingen is weergegeven in tabel B.4.5 tot en met Tabel B 4.8.

Tabel B.4.5 Netto N-gewasopname in STONE 2.1.1 en STONE 2.2 bij het N4P3 scenario

| | | STONE2.1.1 | | STONE2.2 | |
|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 |
| Klei | maïs | 179 | 153 | 182 | 166 |
| | akkb | 88 | 81 | 102 | 145 |
| | gras | 371 | 332 | 372 | 303 |
| Veen | maïs | 157 | 146 | 160 | 153 |
| | akkb | 93 | 108 | 110 | 136 |
| | gras | 360 | 311 | 378 | 328 |
| Zand | maïs | 164 | 145 | 169 | 162 |
| | akkb | 108 | 110 | 127 | 139 |
| | gras | 387 | 305 | 383 | 319 |

Tabel B.4.6 Denitrificatie in de laag tot de gemiddeld laagste grondwaterstand in STONE 2.1.1 en STONE 2.2 bij het N4P3 scenario

| | | STONE2.1.1 | | STONE2.2 | |
|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 |
| Klei | maïs | 434 | 236 | 476 | 253 |
| | akkb | 268 | 282 | 303 | 261 |
| | gras | 262 | 202 | 305 | 268 |
| Veen | maïs | 327 | 161 | 364 | 185 |
| | akkb | 165 | 192 | 191 | 199 |
| | gras | 204 | 160 | 229 | 180 |
| Zand | maïs | 201 | 90 | 190 | 80 |
| | akkb | 112 | 103 | 118 | 94 |
| | gras | 215 | 121 | 234 | 129 |

Tabel B.4.7 NO₃-N uitspoeling op GLG-diepte in STONE 2.1.1 en STONE 2.2 bij het N4P3 scenario

| | | STONE2.1.1 | | STONE2.2 | |
|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 |
| Klei | Maïs | 19 | 10 | 21 | 11 |
| | Akkb | 8 | 8 | 9 | 8 |
| | Gras | 9 | 8 | 10 | 9 |
| Veen | Maïs | 19 | 11 | 21 | 12 |
| | Akkb | 16 | 18 | 18 | 21 |
| | Gras | 5 | 5 | 6 | 5 |
| Zand | Maïs | 122 | 42 | 174 | 64 |
| | Akkb | 47 | 40 | 66 | 53 |
| | Gras | 46 | 30 | 78 | 41 |

Tabel B.4.8 N-belasting van oppervlaktewater in STONE 2.1.1 en STONE 2.2 bij het N4P3 scenario

| | | STONE2.1.1 | | STONE2.2 | |
|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 |
| Klei | Maïs | 26 | 16 | 28 | 17 |
| | Akkb | 24 | 25 | 26 | 24 |
| | Gras | 25 | 21 | 26 | 22 |
| Veen | Maïs | 34 | 25 | 35 | 24 |
| | Akkb | 20 | 21 | 20 | 20 |
| | Gras | 24 | 21 | 25 | 21 |
| Zand | Maïs | 28 | 13 | 38 | 18 |
| | Akkb | 16 | 14 | 19 | 16 |
| | Gras | 23 | 17 | 31 | 19 |

Een deel van de effecten in de bovenstaande tabellen is te verklaren door de aanpassing van de mineralisatiesnelheid van ‘oude’ organische stof die is doorgevoerd om de mineralisatie in ANIMO beter in overeenstemming te brengen met de NLV-waarden zoals die voor de QUADMOD-invoer worden geschat. Met deze aanpassing is ook de ‘achtergrondmineralisatie’ in de ondergrond omhoog gegaan. Dit komt onder andere tot uiting in hogere waarden voor de NO₃-N-uitspoeling, de denitrificatie en de N-belasting van het oppervlaktewater.

De uitputting van de bodemvoorraad in beide modelversies is weergegeven in tabel B.4.9.

Tabel B.4.9 N-voorraadverandering in de bodem tussen maaiveld en GLG-niveau berekend met STONE 2.1.1 en STONE 2.2 bij het N4P3 scenario

| | | STONE2.1.1 | | STONE2.2 | | Verschil STONE2.2 – STONE2.1.1 | |
|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------|
| | | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 | Gem. 1986-2000 | Gem. 2001-2015 |
| Klei | maïs | 160 | 151 | 193 | 177 | 32 | 27 |
| | akkb | 148 | 127 | 189 | 167 | 41 | 40 |
| | Gras | 56 | 47 | 88 | 80 | 31 | 33 |
| Veen | maïs | 19 | 55 | 43 | 77 | 24 | 22 |
| | akkb | 88 | 85 | 120 | 117 | 32 | 32 |
| | Gras | -1 | -4 | 22 | 23 | 23 | 27 |
| Zand | maïs | 41 | 36 | 67 | 59 | 27 | 23 |
| | akkb | 47 | 43 | 76 | 70 | 29 | 27 |
| | Gras | -18 | -5 | 11 | 20 | 30 | 25 |

Door de aanpassing van de mineralisatiesnelheid van ‘oude’ organische stof is de uitputting van de bodemvoorraad met circa 35 - 40 kg/ha verhoogd. Een groot deel hiervan is uit de bodem verdwenen door denitrificatie (gemiddeld 25 kg/ha in periode 1986-2000 en 11 kg/ha in periode 2001-2015). Een ander deel heeft bijgedragen aan een hogere uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater

De ‘achtergrondmineralisatie’ onder maïs en akkerbouw op kleigrond in de laag tussen de wortelzone en de grondwaterstand is bijzonder hoog. In de bodemschematisering van STONE is aan de kleigronden een relatief hoog organisch stofgehalte toegekend. In het model wordt aangenomen dat de mineralisatiesnelheden in kleigronden vergelijkbaar zijn met de snelheden in zandgronden. Uit experimenteel onderzoek is bekend dat de invloed van relatief hoge organische stofgehalten op de mineralisatiesnelheid wordt gecompenseerd met een lagere

snelheid per eenheid organische stof. In kleigronden is een deel van de organische stof ingekapseld.

Het verschil in uitputting onder veengronden wordt voor een belangrijk deel toegeschreven aan het verschil in grondwaterstanden. Het veen onder grasland heeft een ondiepere grondwaterspiegel dan het veen onder akkerbouw.

In STONE 2.1.1 vond in grasland op zandgrond nog een kleine toename van de N-voorraad plaats. Door de genoemde modelaanpassingen wordt in de nieuwe modelversie nu ook voor deze gewas/bodem-combinatie een uitputting berekend.

Het gedrag van de organische N-voorraad onder de wortelzone is relatief slecht bekend. Een deel van de uitputting is toe te schrijven aan de na-ijling van omzetting dierlijke mest uit het verleden. Echter het grootste deel komt van de uitputting van de oude organische stof-pool. Door de toegenomen intensivering van de landbouw en de verlaagde grondwaterstand is het te verwachten dat onder veel gronden een geringe uitputting zal plaatsvinden.

Bijlage 5. Doelstelling voor nitraat in grondwater

Geldigheidsgebied nitraatdoelstelling in grondwater

Waar geldt de doelstelling ?

In de Memorie van Toelichting bij de wijziging van de Meststoffenwet (Tweede Kamer, 2004) is de volgende passage opgenomen (paragraaf 3.3.2, pagina 41):

“..Tegen deze achtergrond kiest de regering ervoor om het onderscheid tussen natte en droge gronden te laten vervallen en voor het gehele areaal zand- en lössgronden scherpere normen vast te stellen, gericht op realisatie van de 50 milligram nitraatnorm voor het gehele areaal. De vaststelling van de normen geschiedt op basis van een gewogen gemiddelde van de normen die zouden gelden als het onderscheid tussen de verschillende zandgronden wel in stand zou blijven. Aldus vindt er op gebiedsniveau een middeling plaats, zowel ten aanzien van de normen als ten aanzien van de kwaliteitsdoelstelling in het bovenste grondwater.”

In het Derde Actieprogramma (Tweede Kamer, 2005a) staat op pagina 14:

“To avoid legal procedures, the Netherlands will not again designate soils as prone to leaching, but instead it will drop the differentiation between sandy soils not prone to leaching and sandy soils that are prone to leaching. By way of compensating for not designating soils prone to leaching, application standards will be set for all sandy and loessial soils (approximately 1,000,000 ha) based on a weighted average with the starting point being that 25% of the soils are prone to leaching. In this way the drastic tightening that was foreseen for soils prone to leaching (250,000 ha) will be equally spread out over all sandy and loessial soils. This means that the net reduction in nitrogen application will remain the same.

This approach fits in well with the obligations that result from the coming Groundwater Directive. Within the framework of that Directive member states have to designate groundwater bodies. “

En op pagina 15

“As regards 2008 and beyond, the application standards for arable and marketgarden crops on sandy and loessial soils will be based on the next evaluation of the Fertilisers Act in 2007, by using the cultivation scheme per region to determine the tightening that is needed to achieve the groundwater standard in each region.”

Operationalisering in de STONE berekeningen

Omdat er met STONE geen betrouwbare uitspraken over het Zuid Limburgse lössgebied gedaan kunnen worden (dit is grof geschematiseerd) wordt in dit rapport de toetsing aan de nitraatdoelstelling in zand- en lössgronden beperkt tot zandgronden.

In verband met bovenstaande formuleringen wordt ‘het waar’ van de doelbereiking op twee manieren in beeld gebracht.

1. In lijn met de formulering in de MvT van de Meststoffenwet, wordt bij de beoordeling van de effecten van de gebruiksnormen van 2009 over het gehele zandgebied gemiddeld. Onder het ‘gebiedsniveau’ is hier daarom het gehele zandgebied verstaan.

2. Het Actieprogramma Nitraatrichtlijn refereert aan de grondwaterlichamen op basis van de komende Grondwaterrichtlijn, een dochterrichtlijn van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De KRW verplicht de lidstaten om grondwaterlichamen aan te wijzen.

Deze aanwijzing heeft in Nederland nog niet plaatsgevonden. Wel is er een voorstel gedaan voor een indeling in grondwaterlichamen (VROM, 2005).

In de ex ante studie worden de modeluitkomsten ook per voorgesteld grondwaterlichaam gepresenteerd waarbij ervan uitgegaan wordt dat de 50 mg/l waarde gemiddeld onder landbouwgrond in alle grondwaterlichamen moet worden gerealiseerd.

Wanneer moet aan de doelstelling voldaan worden?

In de MvT bij de wijziging van de Meststoffenwet is aangegeven dat de gebruiksnormen van 2009 ertoe moeten leiden dat in 2009 de nitraatdoelstelling van 50 mg/l wordt gerealiseerd.

In het Derogation Memorandum dat in april 2005 als bijlage bij het formele Nederlandse derogatieverzoek aan de Europese Commissie is gezonden (Tweede Kamer, 2005b; pagina 2) is daarover vermeld:

...”The application standards aim at realisation of 50 mg nitrate per litre or less in the upper groundwater and drainage water in 2009”

In het Derde Actieprogramma (Tweede Kamer, 2005a) is het jaar van doelbereiking genuanceerd. Op pagina 11 wordt gesteld:

“The standards for sandy soils will be gradually tightened each year so as not to exceed the target level of 50 mg/l in the groundwater as a result of the standards in 2009”

Operationalisering in de STONE berekeningen

In verband met deze formuleringen zijn in het ex ante rapport de effecten van de gebruiksnormen van 2009 op twee manieren in beeld gebracht namelijk: voor het jaar 2009 en voor een periode na 2009 namelijk de periode 2010-2015.

Referenties

Tweede Kamer (2004) De ontwerp-wijziging van de Meststoffenwet. Kamerstukken vergaderjaar 2004-2005, 29930, nr 1-4.

Tweede Kamer (2005a) Kamerstukken vergaderjaar 2004-2005, 28385, nr 51 (Bijlage 5: Third Dutch Action Programme 2004-2009).

Tweede Kamer (2005b) Kamerstukken vergaderjaar 2004-2005, 28385, nr 51 (Bijlage 1: Derogation Memorandum).

VROM (2005). Draaiboek monitoring grondwater voor de Kaderrichtlijn Water.

Bijlage 6. Periode van mestaanwending bij akkerbouw op klei

De algemene situatie met ingang van 1996 tot en met 2004 is weergegeven in Figuur B.6.1.

| | Febr | Mrt | Apr | Mei | Jun | Jul | Aug | Sept | Okt | Nov | Dec | Jan |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | Zand en löss gronden | | | | | | | | | | | |
| Gras- en bouwland | | | | | | | | | | | | |
| | Andere grondsoorten (klei en veengronden) | | | | | | | | | | | |
| Gras-land | | | | | | | | | | | | |
| Bouwland | | | | | | | | | | | | |

Legenda:

| | |
|--|--|
| | aanwending toegestaan (mits NH ₃ emissie-arm) |
| | aanwending verboden |

Figuur B.6.1 Regels voor de periode van aanwending van dierlijke mest voor de jaren 1996 tot en met 2004

Veranderingen per 2005

Voor Bouwland (inclusief maïs) op klei gelden met ingang van 2005 de volgende restricties (Figuur B.6.2). Voor de overige gewas-bodemcombinaties gelden de regels ongewijzigd zoals in Figuur B.6.1 is aangegeven.

Akkerbouw op klei

- Tot 2005: geen verbod (zie Figuur B.6.1)
 2005: verbod van 1 dec tot 1 feb (2 mnd)
 2006: verbod van 16 nov-1 feb (2,5 mnd)
 2007: verbod van 1 nov-1 feb (3 mnd)
 2008: verbod van 16 okt-1 feb (3,5 mnd)
 2009 e.v.: verbod van 16 sept- 1 feb (4,5 mnd)

| | Febr | Mrt | Apr | Mei | Jun | Jul | Aug | Sept | Okt | Nov | Dec | Jan |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 2005 | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | | | | | | | | | | | | |
| 2009 | | | | | | | | | | | | |

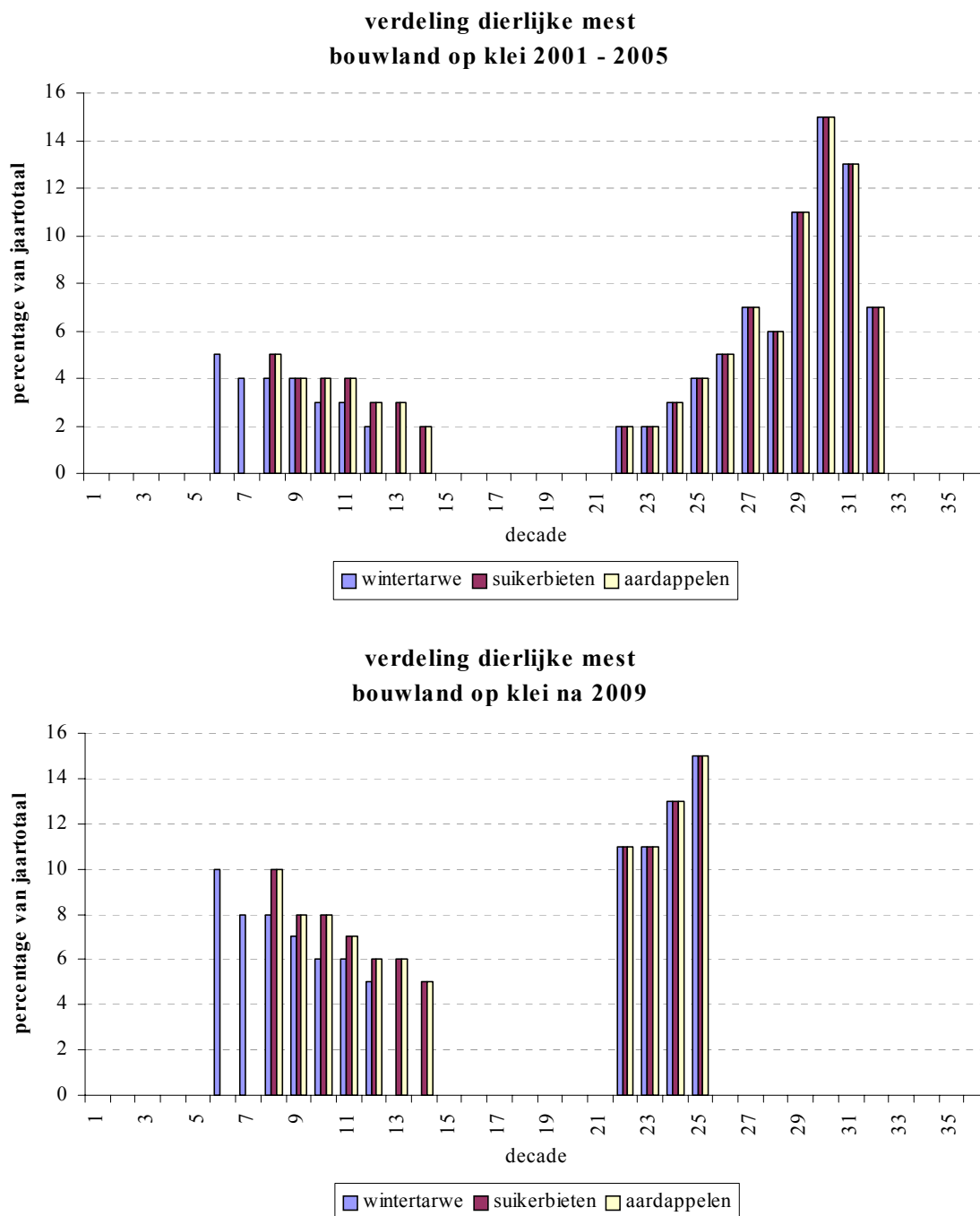
Legenda:

| | |
|--|--|
| | aanwending toegestaan (mits NH ₃ emissie-arm) |
| | aanwending verboden |

Figuur B.6.2 Regels voor de periode van aanwending van dierlijke mest bij akkerbouw op klei met ingang van 2005.

De in STONE aangenomen verdeling van de dierlijke mestgift voor de invoering van het uitrijverbod (2001-2005) en na volledige invoering van het uitrijverbod (2009 en daarna) is weergegeven in Figuur B.6.3.

Van 2001-2005 is de verdeling over het jaar: 25% in voorjaar en 75% in najaar.
 Na 2009 is aangenomen dat de verdeling gelijk is: 50% in beide perioden.



Figuur B.6.3 Verdeling van de dierlijke mestgift van 2001-2005 en na 2009 per bouwlandgewas zoals aangenomen in de STONE berekeningen.

Bijlage 7. Weerjaarsekken en toelichting op gemiddeld weerjaar 1985

Voor de berekeningen met variabel weer zijn de volgende weerjaarsekken (of sessies) doorgerekend

| Sessie 15 | | Sessie 16 | |
|-----------|----------|-----------|----------|
| Rekenjaar | Weerjaar | Rekenjaar | Weerjaar |
| 2001 | 2001 | 2016 | 1986 |
| 2002 | 2002 | 2017 | 1987 |
| 2003 | 2003 | 2018 | 1988 |
| 2004 | 1989 | 2019 | 1989 |
| 2005 | 1990 | 2020 | 1990 |
| 2006 | 1991 | 2021 | 1991 |
| 2007 | 1992 | 2022 | 1992 |
| 2008 | 1993 | 2023 | 1993 |
| 2009 | 1994 | 2024 | 1994 |
| 2010 | 1995 | 2025 | 1995 |
| 2011 | 1996 | 2026 | 1996 |
| 2012 | 1997 | 2027 | 1997 |
| 2013 | 1998 | 2028 | 1998 |
| 2014 | 1999 | 2029 | 1999 |
| 2015 | 1985 | 2030 | 1985 |

Met ingang van 2004 is met historische weerjaren gerekend, waarbij de reeks van 1989 tot en met 1999 zowel in sessie 15 als sessie 16 is opgenomen en over een rekenperiode van 30 jaar tweemaal wordt doorgerekend.

Voor de jaren 2015 en 2030 is het 'gemiddelde' weerjaar 1985 genomen (sessies 20 en 22).

Vergelijking weerjaar 1985 met andere weerjaren

Alle data in mm/jaar. Het verschil (in mm en in %) is uitgedrukt ten opzichte van de gemiddelde waarde van 1986-2002. Accent ligt op het zand- en kleigebied.

1. Neerslag

| Klasse | gem 1986-2002 | 1985 | verschil (mm) | verschil in % |
|---------------|---------------|------|---------------|---------------|
| gras_zand | 854 | 813 | 41 | +5 |
| maïs_zand | 824 | 784 | 40 | +5 |
| bouwland_zand | 838 | 812 | 26 | +3 |
| gras_klei | 854 | 854 | 1 | 0 |
| maïs_klei | 824 | 795 | 28 | +3 |
| bouwland_klei | 841 | 815 | 26 | +3 |

Voor het zandgebied geldt dat 1985 ten opzichte van het gemiddelde van 1986-2002 3-5% droger is. Bij klei wijkt 1985 iets minder af.

2. Verdamping (TP)

| Klasse | gem 1986-2002 | 1985 | verschil (mm) | verschil in % |
|---------------|---------------|------|---------------|---------------|
| gras_zand | 556 | 512 | 44 | +8 |
| maïs_zand | 485 | 431 | 54 | +11 |
| bouwland_zand | 475 | 434 | 41 | +9 |
| gras_klei | 535 | 503 | 32 | +6 |
| maïs_klei | 484 | 415 | 69 | +14 |
| bouwland_klei | 497 | 447 | 50 | +10 |

De gemiddelde verdamping (1986-2002) bij landbouw op zand is 8-11% hoger dan die van het jaar 1985. Bij klei is het verschil vergelijkbaar.

3. Neerslagoverschot (TP)

| Klasse | gem 1986-2002 | 1985 | verschil (mm) | verschil in % |
|---------------|---------------|------|---------------|---------------|
| gras_zand | 298 | 301 | -3 | -1 |
| maïs_zand | 339 | 353 | -14 | -4 |
| bouwland_zand | 363 | 378 | -15 | -4 |
| gras_klei | 319 | 350 | -31 | -10 |
| maïs_klei | 340 | 381 | -41 | -12 |
| bouwland_klei | 343 | 368 | -25 | -7 |

Per saldo is het neerslagoverschot van 1985 voor landbouw op zand iets groter dan het gemiddelde voor de jaren 1986-2002. Het verschil bedraagt 1-4%. Voor klei is het verschil groter (7-10%).

4. Uitspoeling op GLG niveau (GP)

| Klasse | gem 1986-2002 | 1985 | verschil (mm) | verschil in % |
|---------------|---------------|------|---------------|---------------|
| gras_zand | 248 | 249 | -1 | 0 |
| maïs_zand | 279 | 297 | -18 | -6 |
| bouwland_zand | 325 | 337 | -12 | -4 |
| gras_klei | 168 | 174 | -5 | -3 |
| maïs_klei | 179 | 197 | -17 | -10 |
| bouwland_klei | 200 | 209 | -9 | -5 |

De uitspoeling van water op GLG niveau in zandgronden is voor het weerjaar 1985 gelijk (gras) tot iets groter (maïs en bouwland) vergeleken met het gemiddelde.

5. Af- en uitspoeling naar oppervlaktewater (TP)

| Klasse | gem 1986-2002 | 1985 | verschil (mm) | verschil in % |
|---------------|---------------|------|---------------|---------------|
| gras_zand | 299 | 291 | 8 | +3 |
| maïs_zand | 254 | 264 | -10 | -4 |
| bouwland_zand | 265 | 266 | -1 | 0 |
| gras_klei | 369 | 388 | -19 | -5 |
| maïs_klei | 342 | 366 | -24 | -7 |
| bouwland_klei | 423 | 444 | -21 | -5 |

De waterflux naar het oppervlaktewater vertoont een wisselend beeld. Het verschil tussen 1985 en het gemiddelde over de jaren 1986-2002 varieert voor landbouw op zand van -4% (maïs) tot +3% (gras). Bij bouwland op zand is het verschil nihil. De af- en uitspoeling van kleigrond is bij weerjaar 1985 5-7% hoger.

6. Vergelijking van de neerslag in 1985 met andere tijdvakken

Data gebaseerd op 15 KNMI districten, onderverdeeld naar hoofd-bodemtype.

| Periode | zand + löss | klei | veen | Alle |
|-----------------|-------------|------|------|------|
| gemiddeld 72-02 | 793 | 809 | 815 | 801 |
| gemiddeld 82-02 | 827 | 840 | 851 | 834 |
| gemiddeld 92-02 | 851 | 870 | 881 | 861 |
| jaar 1985 | 864 | 797 | 802 | 831 |

Voor het zandgebied en voor het gehele land is 1985 natter dan gemiddeld in de periode 1972-2002. Voor het klei en veengebied geldt het omgekeerde.

Kijken we naar latere tijdvakken dan blijkt de neerslag te zijn toegenomen. De periode 1992-2002 was duidelijk natter. Voor zand neemt het verschil tussen 1985 en de gemiddelde waarden af, voor klei en veen daarentegen wordt het verschil steeds groter (1985 droger). De neerslag van 1985 komt landelijk gezien het best overeen met het gemiddelde voor de periode 1982-2002.

7. Conclusie

Het weerjaar 1985 heeft iets minder neerslag dan het gemiddelde voor de periode 1986-2002. Maar ook de verdamping van 1985 is lager. Het netto effect hiervan is dat het neerslagoverschot van 1985 maar weinig afwijkt van het gemiddelde over de periode 1986-2002. Wat hier niet onderzocht is, is het verloop van neerslag en verdamping binnen het jaar. Voor de uitspoeling (zandgronden) is 1985 iets natter. Wat betreft de af- en uitspoeling komt 1985 voor het zandgebied redelijk overeen met het gemiddelde voor 1986-2002. Voor de af- en uitspoeling van water uit het kleigebied leidt 1985 tot iets grotere waarden.

Vergelijking van de neerslag in 1985 met die van andere tijdvakken laat zien dat 1985 natter is dan het gemiddelde van de periode 1972-2002 (30 jaar). Voor zand wordt het verschil kleiner naarmate er latere tijdvakken worden vergeleken. Voor klei en veen blijft de neerslag van 1985 steeds verder achter.

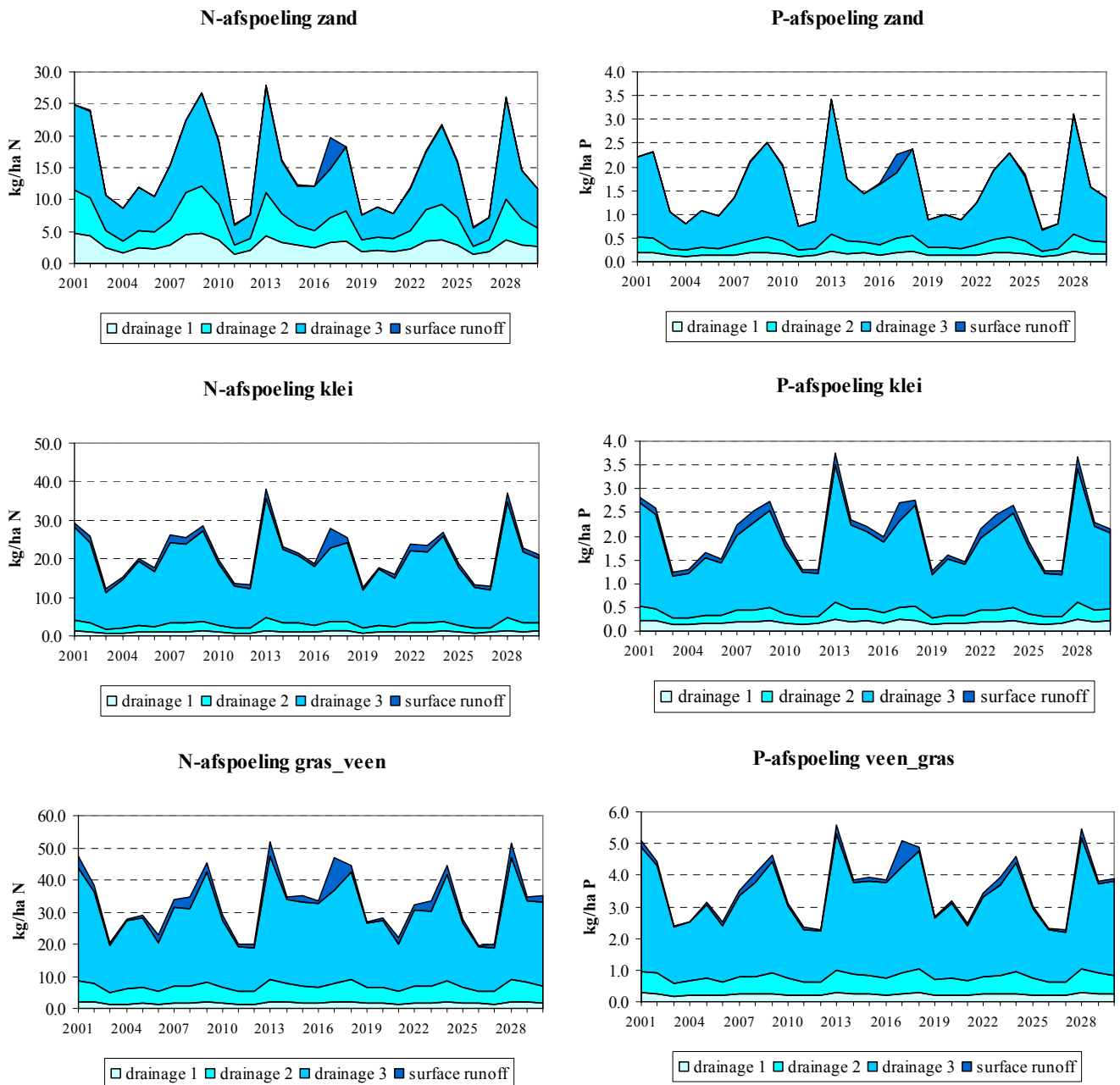
Landelijk gemiddeld komt de neerslag van 1985 goed overeen met het gemiddelde voor de periode 1982-2002 (20 jaars gemiddelde)

De hier gepresenteerde globale vergelijking van 1985 met de periode 1986-2002 laat zien dat het eigenlijk niet goed mogelijk is om één jaar te selecteren dat voor alle gewas-bodemcombinaties en tegelijk voor alle aspecten van de waterhuishouding, namelijk neerslag, verdamping, uitspoeling en afspoeling, als gemiddeld te beschouwen is.

Bijlage 8. Kenmerken drainage naar oppervlaktewater

Bijdrage van de drainagecomponenten aan de af- en uitspoeling van N en P. De afvoer is verdeeld over de volgende componenten:

Oppervlakkige afvoer (surface runoff), ondiepe afvoer via greppels drains, kleine sloten (Drainage 3), middeldiepe afvoer naar diepere sloten en grotere watergangen (Drainage 2) en de diepe afvoer naar kanalen en boezems (Drainage 1; Figuur B.8.1)



Figuur B.8.1 Verdeling van de N- en P vrachten naar het oppervlaktewater via de verschillende drainagecomponenten voor zand, klei en veen.

De procentuele verdeling van de afvoer van water, stikstof en fosfor via de verschillende afvoerroutes naar het oppervlaktewater per bodemtype is weergegeven in Tabel B.8.1- B.8.3 voor respectievelijk zand, klei en veen (grasland). Vermeld is de gemiddelde waarde voor de periode 2015-2030 (scenario 2015 streng).

Tabel B.8.1 Afvoer van water en nutriënten naar het oppervlaktewater bij zandgronden (in % van totale afvoer)

| | Water | Stikstof | Fosfor |
|----------------|-------|----------|--------|
| Surface runoff | 1 | 2 | 1 |
| Drainage 3 | 44 | 53 | 71 |
| Drainage 2 | 26 | 25 | 16 |
| Drainage 1 | 29 | 21 | 12 |
| Totaal | 100 | 100 | 100 |

Tabel B.8.2 Afvoer van water en nutriënten naar het oppervlaktewater bij kleigronden (in % van totale afvoer)

| | Water | Stikstof | Fosfor |
|----------------------------|-------|----------|--------|
| Surface runoff | 10 | 6 | 6 |
| Drainage 3 | 75 | 79 | 74 |
| Drainage 2 | 9 | 10 | 11 |
| Drainage 1 | 5 | 5 | 10 |
| Af- en uitspoeling tot. | 100 | 100 | 100 |

Tabel B.8.3 Afvoer van water en nutriënten naar het oppervlaktewater bij gras op veengrond (in % van totale afvoer)

| | Water | Stikstof | Fosfor |
|----------------------------|-------|----------|--------|
| Surface runoff | 7 | 6 | 4 |
| Drainage 3 | 63 | 72 | 73 |
| Drainage 2 | 20 | 16 | 16 |
| Drainage 1 | 10 | 5 | 7 |
| Af- en uitspoeling tot. | 100 | 100 | 100 |

Surface runoff is bij alle grondsoorten een kleine post. Behalve voor zand en voor P bij kleigrond geldt dit ook voor de diepe drainagecomponent (1). De afvoer via ondiepe drainage (drainage niveau 3) is bij alle grondsoorten het grootst. De verdeling van de afvoercomponenten gaat voor N en P redelijk gelijk op met die van water. Bij zandgronden is voor fosfor het aandeel van de ondiepe drainage (niveau 3) duidelijk groter dan dat van water. De bijdrage van de diepere afvoercomponenten is dan ook lager.

Bijlage 9. N- en P concentraties per KRW-stroomgebied

De ligging van de onderscheiden stroomgebieden is weergegeven in Figuur B.9.1.



Figuur B.9.1 Stroomgebiedsindeling voor de Kaderrichtlijn Water

Per stroomgebied zijn de gemiddelde stikstofconcentraties (Tabel B.9.1) en fosforconcentraties (Tabel B.9.2) in het afspoelende water van landbouw weergegeven.

Tabel B.9.1 Stikstofconcentraties in afspoelend water (mg/l N)

| | Landbouw | | |
|-------------|----------|-------|--------|
| | ref2003 | 2015s | afname |
| Eems | 4,3 | 4,0 | 0,3 |
| Maas | 6,0 | 4,9 | 1,0 |
| Rijn-Midden | 5,3 | 4,8 | 0,5 |
| Rijn-Noord | 5,2 | 5,0 | 0,2 |
| Rijn-Oost | 6,1 | 5,2 | 0,9 |
| Rijn-West | 7,1 | 6,5 | 0,5 |
| Schelde | 6,7 | 6,2 | 0,5 |
| Nederland * | 6,0 | 5,3 | 0,6 |

*) gewogen gemiddeld

Voor stikstof is de concentratieafname het grootst bij Maas en Rijn-Oost (circa 1 mg/l; zandgebieden). In Eems en Rijn –Noord zijn de veranderingen gering. De concentraties liggen duidelijk boven de richtinggevende waarde van 2,2 mg/l.

Tabel B.9.2 Fosforconcentraties in afspoelend water (mg/l P)

| | Landbouw | | |
|-------------|----------|-------|--------|
| | Ref2003 | 2015s | afname |
| Eems | 0,3 | 0,3 | 0,0 |
| Maas | 0,9 | 0,7 | 0,2 |
| Rijn-Midden | 0,6 | 0,5 | 0,1 |
| Rijn-Noord | 0,5 | 0,5 | 0,0 |
| Rijn-Oost | 0,6 | 0,5 | 0,1 |
| Rijn-West | 0,8 | 0,8 | 0,0 |
| Schelde | 0,5 | 0,5 | 0,0 |
| Nederland * | 0,7 | 0,6 | 0,1 |

*) gewogen gemiddeld

Wat fosfor betreft zijn de concentratieveranderingen beperkt. Ook hier is bij Maas de afname groter dan in de andere stroomgebieden.

De gemiddelde fosforconcentratie ligt minimaal een factor 2 boven de MTR-waarde van 0,15 mg/l.

Bijlage 10. Vergelijking bodembalans STONE met CBS

De vergelijking is gebaseerd op vergelijkbare aanvoerposten (o.a. overige meststoffen en retourstromen niet meegenomen). Verder geldt dat op de aanvoer van stikstof via dierlijke mest en kunstmest de gasvormige N-verliezen in mindering zijn gebracht. De aanvoer van CBS is gecorrigeerd voor het kunstmestverbruik in de glastuinbouw (betrokken op het gehele areaal landbouwgrond: gemiddeld 12 kg/ha N en gemiddeld 3 kg/ha fosfaat).

1. Stikstofbalans van de cultuurgrond

| | STONE | | | CBS | | | STONE-CBS | | |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2000 | 2001 | 2002 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Aanvoer | | | | | | | | | |
| Dierlijke mest + kunstmest | 362 | 349 | 322 | 362 | 348 | 331 | 0 | 1 | -9 |
| Afvoer | | | | | | | | | |
| Geogste gewas | 219 | 222 | 218 | 212 | 207 | 212 | 7 | 15 | 6 |
| Overschot | 144 | 126 | 104 | 150 | 141 | 119 | -6 | -15 | -15 |

Vershil N-balans van STONE en van CBS in % t.o.v. CBS

| | 2000 | 2001 | 2002 | gemiddeld |
|----------------------------|---------|------|------|-----------|
| | Aanvoer | | | |
| Dierlijke mest + kunstmest | 0 | 0 | -3 | -1 |
| Afvoer | | | | |
| Geogste gewas | 3 | 7 | 3 | 4 |
| Overschot | -4 | -11 | -12 | -9 |

Gemiddeld over de jaren 2000 tot en met 2002 wordt in STONE gerekend met een 1% lagere N-aanvoer via meststoffen. STONE berekent een netto N-afvoer via het geogste gewas die gemiddeld 4% hoger is dan waar CBS van uitgaat. Met name voor 2001 is het verschil groot. Dit leidt ertoe dat het N-overschot zoals met STONE is berekend, gemiddeld 9% lager uitvalt, dan wat CBS rapporteert. Vooral het overschot van 2001 en 2002 ligt onder het niveau van CBS.

2. Fosfaatbalans van de cultuurgrond

| | STONE | | | CBS | | | STONE-CBS | | |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2000 | 2001 | 2002 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Aanvoer | | | | | | | | | |
| Dierlijke mest + kunstmest | 117 | 113 | 107 | 116 | 111 | 99 | 1 | 2 | 8 |
| Afvoer | | | | | | | | | |
| Geogste gewas | 75 | 75 | 74 | 68 | 65 | 68 | 7 | 10 | 6 |
| Overschot | 42 | 38 | 33 | 48 | 46 | 31 | -6 | -8 | 2 |

Voor fosfaat is het verschil in mestgift gemiddeld over de drie jaren 4%.

Net als voor stikstof berekent STONE voor fosfaat een hogere gewasafvoer. Deze is gemiddeld 12% hoger dan wat CBS heeft gerapporteerd.

Per saldo ligt het fosfaatoverschot bij STONE gemiddeld 8% lager dan dat van CBS. Alleen in 2002 ligt het overschot van STONE hoger.

Verskil in fosfaatbalans van STONE en van CBS in % t.o.v. CBS

| | 2000 | 2001 | 2002 | gemiddeld |
|----------------------------|------|------|------|-----------|
| Aanvoer | | | | |
| Dierlijke mest + kunstmest | 1 | 2 | 8 | 4 |
| Afvoer | | | | |
| Geogste gewas | 11 | 15 | 10 | 12 |
| Overschot | -13 | -16 | 6 | -8 |

Discussie en conclusie

De balans van de cultuurgrond van CBS is gecorrigeerd voor aanvoerposten die niet in de STONE berekeningen zijn meegenomen (overige meststoffen, retourstromen).

De aanvoer van stikstof en fosfaat via meststoffen is bij CBS inclusief glastuinbouw. Ook hiervoor is gecorrigeerd. Maar aangezien ook de gewasafvoer bij CBS inclusief de glastuinbouw is, en hierop niet eenvoudig gecorrigeerd kan worden, zijn de CBS afvoeren ten opzichte van STONE zelfs iets te hoog.

De aanvoer van stikstof en fosfaat via mest komt goed overeen. De gewasafvoeren lijken in STONE echter systematisch hoger te worden berekend dan wat CBS becijfert. Het verschil bedraagt 4% voor N en 12% voor fosfaat.

Door de hogere gewasafvoer zijn de overschotten van STONE lager dan de cijfers van CBS (gemiddeld 8-9 % afwijking ten opzichte van CBS).

Als bij de CBS cijfers nog rekening zou worden gehouden met de afvoer uit de glastuinbouw dan komt het verschil in overschot tussen STONE en CBS nog hoger uit dan 8-9%.

Bijlage 11. Analyse van het effect van het vanggewas na maïs op zand

Vanaf 2006 is een vanggewas verplicht na de teelt van maïs op zandgrond. Dit is ook in de berekeningen van STONE ingevoerd en beïnvloedt daardoor de nitraatconcentratie in het grondwater onder maïs op zandgrond. Door ook berekeningen uit te voeren zonder vanggewas kan de effectiviteit van het vanggewas in STONE worden aangegeven. De resultaten in deze paragraaf zijn met behulp van kentallen van de N balans in de bodem weergegeven, waarbij tevens de mineralisatie, denitrificatie en percolatie van water is opgenomen. Door vergelijking van de kentallen met/zonder vanggewas wordt de bijdrage van het vanggewas aan de nitraatconcentratie in de STONE berekeningen besproken.

Het effect van het vanggewas is aanzienlijk in de berekeningen van STONE: de nitraatconcentratie bij Gt-klasse 2 wordt verlaagd met 15 mg/l (= 31 %) en bij Gt-klasse 3 met 20 mg/l (= 15 %, zie Tabel B.11.1). Aangezien aanvoer en afvoer van N vrijwel gelijk zijn met/zonder vanggewas, waardoor de N overschotten nauwelijks verschillen, moet het effect in STONE vooral toegewezen worden aan verschillen in de berekening van denitrificatie en verandering bodemorganisch N bij de teelt van een vanggewas na maïs ten opzichte van maïs zonder vanggewas.

Naar verwachting gaan zowel de mineralisatie als de denitrificatie omhoog bij maïs met vanggewas, omdat door onderploegen van het vanggewas in het voorjaar extra organische stof en stikstof in de bodem wordt ingevoerd. Het vanggewas heeft volgens de invoer van STONE een constante N inhoud van 40 kg N/ha op het moment van onderploegen. Volgens de kentallen uit Tabel B.11.1 kan geschat worden dat hiervan 34 kg N /ha.jr (bij Gt-klasse 2 en 3) in de berekeningen van STONE mineraliseert (verschil in 'Netto mineralisatie' met/zonder vanggewas). Het andere deel van de N afkomstig van het vanggewas (6 kg N/ha,jr) is nog niet gemineraliseerd en draagt dan bij aan de voorraad organische N in de bodem en daarmee aan een vermindering van het extra verlies. Deze vermindering is volgens de resultaten van Tabel B.11.1 gelijk aan 6 kg N/ha,jr en dit komt goed overeen met het deel dat nog in organische vorm zou moeten zijn (verschillen worden wellicht door afronding van getallen veroorzaakt). De denitrificatie in STONE neemt toe door de teelt van het vanggewas met 6 kg /ha. jr bij Gt-klasse 2 en 3.

De percolatie is bijna gelijk voor de situatie met/zonder vanggewas. De extra verdamping door toedoen van het vanggewas wordt dus in STONE gecompenseerd door de lagere verdamping van de maïs als gevolg van een korter groeiseizoen (kortere groeiseizoen is nodig om het vanggewas kans van slagen te geven).

Tabel B.11.1 Kentallen van de N-balans in de bodem van STONE bij maïs met/zonder vanggewas. Waarden van STONE zijn gemiddelden van scenario 2009_norm voor de periode 2016-2030. Alle eenheden zijn kg/ha. jr als N tenzij anders vermeld.

| Gt-klasse | 2 | 2 | 3 | 3 |
|------------------------------------|--------|------|--------|------|
| Vanggewas | Zonder | met | Zonder | met |
| Depositie | 38 | 38 | 38 | 38 |
| Kunstmest | 32 | 32 | 33 | 33 |
| Dierlijke mest ¹ | 179 | 179 | 177 | 177 |
| Totale Input | 248 | 248 | 248 | 248 |
| Afvoer met gewas | 161 | 160 | 162 | 165 |
| Overschot ² | 88 | 88 | 85 | 83 |
| Extra verlies ³ | 53 | 47 | 48 | 43 |
| Totaal verlies ⁴ | 140 | 135 | 134 | 126 |
| Nitraatconc. ⁵ | 49 | 34 | 131 | 111 |
| Ratio nitraat/verlies ⁶ | 0.35 | 0.25 | 0.98 | 0.88 |
| Netto mineralisatie ⁷ | 161 | 194 | 158 | 192 |
| Denitrificatie ⁷ | 99 | 106 | 38 | 44 |
| Percolatie ⁸ | 224 | 226 | 288 | 286 |

¹) De waarde voor dierlijke mest is gecorrigeerd voor NH₃ vervluchtiging bij uitrijden

²) Overschot = depositie + kunstmest + dierlijke mest – afvoer met gewas

³) Bijdrage van de bodemvoorraad (0 – GLG nivo) aan totaal verlies

⁴) Totaal verlies = overschot + extra verlies. Totaal verlies is ook gelijk aan denitrificatie (bodemiaag 0 – GLG nivo) + uitspoeling door GLG-nivo + zijwaartse uitstroom van N (bodemiaag 0 – GLG nivo)

⁵) Gemiddelde nitraatconcentratie in de bovenste meter van het grondwater (mg/l NO₃)

⁶) Ratio = nitraatconcentratie / totaal verlies

⁷) Netto mineralisatie en denitrificatie hebben betrekking op de bodemiaag 0 – GLG nivo.

⁸) Netto waterpercolatie door GLG nivo naar diepere laag (mm/jr)

Het effect van het vanggewas op de nitraatconcentratie, zoals berekend door STONE, komt door twee verschillende processen tot stand:

1. er spoelt minder N uit door een hogere denitrificatie en
2. doordat er N wordt vastgelegd in bodemorganische stof (de extra mineralisatie was lager dan de opname van anorganische N door het vanggewas).

Toename in de afvoer met het gewas werd niet berekend, omdat STONE ook zonder het vanggewas al het maximale opbrengstniveau voor maïs uitrekent. De extra N beschikbaar voor opname door maïs door toedoen van het vanggewas zal daardoor in STONE geen verhoging van de afvoer veroorzaken.

In een evenwichtssituatie zal alleen proces (1) ‘overblijven’ omdat dan de extra mineralisatie gelijk zal zijn aan de opname door het vanggewas. In deze situatie zal de denitrificatie wellicht nog iets hoger zijn dan in Tabel B.11.1, maar niet veel hoger omdat de opname van N door het vanggewas al voor gemiddeld 85 % gemineraliseerd wordt. De waarden van Tabel B.11.1 geven dus een overschatting van het effect van het vanggewas op de nitraatconcentratie in een evenwichtssituatie. Geschat wordt dat het effect met nog circa 40 % afneemt, waardoor de vermindering van 9 en 12 mg/l verwacht mag worden voor Gt-klasse 2 respectievelijk 3 in een evenwichtssituatie met een vanggewas ten opzichte van de situatie zonder vanggewas (in Tabel B.11.1 zijn die waarden gelijk aan 15 en 20 mg/l).

Het effect van het vanggewas neemt dus af vanaf het eerste jaar dat een vanggewas geteeld wordt totdat evenwicht bereikt is in de situatie waarbij de afvoer met het gewas niet verhoogd wordt door de teelt van een vanggewas. Kortlopende experimenten kunnen een overschatting van het uiteindelijke effect geven. Vergelijking van modelresultaten met proefveldgegevens

(zie bijv. Schröder *et al.*, 1996) en extrapolatie met behulp van het model, voorbij de periode waarover de proef duurde, kan meer inzicht opleveren.