

Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant

Hoofdrapport: Samenvattend resultaat van vijf deelstudies naar mogelijke maatregelen ter vermindering van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater en hun gevolgen

Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant

Hoofdrapport: Samenvattend resultaat van vijf deelstudies naar mogelijke maatregelen ter vermindering van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater en hun gevolgen

**C.A. van Diepen
J. Wolf (redactie)
G.H.P. Arts
H.F.M. ten Berge
H.L. Boogaard
J.W.H. van der Kolk
H.S.D. Naeff
I.G.A.M. Noij
O.F. Schoumans
A. Smit
J. Stolte**

Alterra-rapport 527

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

Diepen, C.A. van, J. Wolf (redactie), G.H.P. Arts, H.F.M. ten Berge, H.L. Boogaard, J.W.H. van der Kolk, H.S.D. Naeff, I.G.A.M. Noij, O.F. Schoumans, A. Smit, J. Stolte, 2002. *Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant; Hoofdrapport: Samenvattend resultaat van vijf deelstudies naar mogelijke maatregelen ter vermindering van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater en hun gevolgen.* Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 527. 62 blz.; 8 tab.; 15 ref.

In opdracht van de Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant is een studie uitgevoerd naar (1) de mate van nutriëntenbelasting per deelstroomgebied over geheel Noord-Brabant en de relatieve bijdragen daaraan uit verschillende bronnen en (2) mogelijke maatregelen voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting. De effectiviteit van een aantal generieke maatregelen is bepaald met behulp van een metamodel. Deze maatregelen omvatten een verandering in nutriëntenbelasting van landbouwgronden, in grondwaterregime en in landgebruik. Daarnaast is de effectiviteit van aanvullende specifieke maatregelen in kwalitatieve zin bepaald. Naast de effecten per maatregel voor het milieu zijn ook hun gevolgen voor de gewasopbrengsten en voor de landbouwmogelijkheden bepaald. De resultaten van deze studie kunnen worden gebruikt om een optimale afstemming van bodem en landgebruik te bereiken en om effectieve beheersmaatregelen te kiezen om stapsgewijs de waterkwaliteit in Noord-Brabant te verbeteren, en kunnen daarmee een ondersteuning geven bij het reconstructieproces in Noord-Brabant.

Trefwoorden: beheersmaatregelen, emissies uit de landbouw, fosfaat, grondwater, metamodel, milieu, nitraat, Noord-Brabant, nutriënten, opbrengsten, oppervlaktewater, stikstof, uitspoeling

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €18 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 527. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

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

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Probleemstelling en achtergrond	13
1.2 Milieudoelen en maatregelen	14
1.3 Doel van studie	15
1.4 Leeswijzer	16
2 Maatregelen ter verlaging van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater en hun effectiviteit	19
2.1 Methodiek	19
2.1.1 Categorieën maatregelen	19
2.1.2 Specifieke versus generieke maatregelen	19
2.2 Resultaten	20
2.2.1 Nitraatconcentratie	20
2.2.2 Stikstofbelasting	20
2.2.3 Fosforbelasting	22
2.2.4 Landbouwmogelijkheden	22
2.2.5 Natuurontwikkeling en –bescherming	23
3 Kwantificering van nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater vanuit landbouwgronden	25
3.1 Methodiek	25
3.1.1 Metamodel	25
3.1.2 Berekening van nutriëntenbelasting (scenario's)	25
3.2 Resultaten	26
3.2.1 Resultaten voor basisscenario	26
3.2.2 Effecten van beleidsmaatregelen	27
4 Vergelijking belasting oppervlaktewater uit diffuse bronnen en puntbronnen	29
4.1 Methodiek	29
4.2 Resultaten	29
4.2.1 Belasting per waterschapsgebied	29
4.2.2 Belasting in totaal Noord-Brabant bij huidige diffuse belasting	31
4.2.3 Belasting in totaal Noord-Brabant bij diffuse belasting volgens metamodel	32
5 Mogelijkheden voor toepassing van effectgerichte maatregelen op het gebied van waterbeheer en waterzuivering	35
5.1 Methodiek	35
5.2 Resultaten	35
5.2.1 Helofytenfilters	35
5.2.2 Vegetatieverwijdering en baggeren	36

5.2.3	Bufferstroken	36
5.2.4	Bijdrage van oppervlakte-afstroming aan de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater	37
6	Verwachte nitraatbelasting en opbrengstderving in akkerbouw- en melkveehouderijgewassen bij verschillende verliesnormen op geselecteerde bodemtypen	39
6.1	Methodiek	39
6.2	Resultaten	40
6.2.1	Bouwlandrotatie	40
6.2.2	Gras- en maisland in de melkveehouderij	41
7	Integratie van resultaten van vijf deelstudies	45
7.1	Huidige nutriëntenbelasting van oppervlaktewater	45
7.2	Toekomstige nutriëntenbelasting van oppervlaktewater	47
7.3	Effect van generieke maatregelen op diffuse nutriëntenbelasting	48
7.4	Effect van specifieke maatregelen op nutriëntenbelasting	49
7.5	Gevolgen van maatregelen voor de landbouw	51
7.6	Geïntegreerde aanpak van nutriëntenbelasting	52
8	Conclusies	55
8.1	Deelrapport 1	55
8.2	Deelrapport 2	55
8.3	Deelrapport 3	57
8.4	Deelrapport 4	58
8.5	Deelrapport 5	58
	Literatuur	61

Woord vooraf

De verwachting is dat het nationale mestbeleid ontoereikend is om binnen de provincie Noord-Brabant te voldoen aan de nationale doelstellingen voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, zoals deze in de Vierde Nota Waterhuishouding zijn vastgesteld. Omdat de huidige nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in belangrijke mate veroorzaakt wordt door diffuse bronnen (voornamelijk de nutriëntenuitspoeling uit landbouwgronden), wil de provincie inzicht krijgen in mogelijke aanvullende maatregelen per deelstroomgebied in Noord-Brabant en in hun effectiviteit. Er is bij de onderhavige studie aangestuurd op een zoveel mogelijk kwantitatieve benadering om de afwegingen te kunnen onderbouwen, aangezien het belang en de gevolgen van dergelijke maatregelen voor de verschillende belangengroepen in het gebied groot kunnen zijn.

Ter ondersteuning van het reconstructieproces in Noord-Brabant is de informatie over dergelijke maatregelen van belang. Reconstructiecommissies staan voor belangrijke beslissingen ten aanzien van de herinrichting van het landelijk gebied in de provincie Noord-Brabant. Het gaat erom een optimale mix van maatregelen te nemen om zoveel mogelijk aan enerzijds de milieu-, natuur- en landschapsdoelen en anderzijds de landbouwbelangen te kunnen voldoen. De provincie Noord-Brabant wil de reconstructiecommissies ondersteunen bij de keuzen voor gebiedsinrichting en pakketten beheersmaatregelen aanbieden die ertoe moeten leiden dat de milieudoelen ten aanzien van nutriëntenuitspoeling naar grond en oppervlaktewater gerealiseerd kunnen worden binnen de komende tien jaar. Binnen dit kader heeft Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant aan Alterra de opdracht verleend om een studie uit te voeren naar de mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant.

Het onderzoek is uitgevoerd in 2001, en de rapportage is afgewerkt in 2002. Het onderhavige rapport beschrijft samen met vijf deelrapporten de methodiek en resultaten van het onderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd in een aantal deelstudies waaraan een aantal medewerkers van Alterra en Plant Research International (PRI) hebben bijgedragen: C.A. van Diepen (project leider), J. Wolf (redactie), G.H.P. Arts (helofytenfilters), H.F.M. ten Berge (PRI; effecten voor de landbouw), H.L. Boogaard (databeheer en metamodel), H.S.D. Naeff (GIS-toepassingen), I.G.A.M. Noij (maatregelen en kwalitatieve analyse), O.F. Schoumans (metamodel), A. Smit (bufferstroken), en J. Stolte (puntbelastingen).

Roelf Pot uit Oosterhesselen heeft bijgedragen aan het onderzoek door de teksten van deelrapport 4 te becommentariëren.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van gegevens die door de waterschappen van Noord-Brabant zijn aangeleverd.

Het onderzoek is begeleid door de werkgroep waterkwaliteit van de Provincie Noord-Brabant, waaraan de volgende medewerkers van de provincie, waterschappen en de landbouw deelnamen: H.J.S.M. Vissers (Provincie Noord-Brabant, voorzitter), A.J.M. Geerts (Provincie Noord-Brabant, afd. Water), A.W. Vermeer (Provincie Noord-Brabant, afd. Bodem), M. Visser (Provincie Noord-Brabant, Reconstructie Landelijk Gebied), G.W.A.M. Waajen en R. van Oers (Hoogheemraadschap van West-Brabant), T. van der Putten (Waterschap Alm en Biesbosch), P.J.J.J. Voorn (Waterschap De Dommel), M. Mouwen en A. Kolkman (Waterschap de Aa), R. van den Heuvel en G. van Mill (Waterschap De Maaskant), en L.J. Vollebregt (Zuidelijke Land- en Tuinbouw Organisatie ZLTO).

De studie is uitgevoerd tegen de achtergrond van de Reconstructie, dat op zichzelf een bestuurlijk experiment is dat een dynamisch maatschappelijk proces in gang heeft gezet met veel onzekerheden en een evoluerende onderzoeksvraagstelling. Mede daardoor is het onderzoek tevens een leerproces geweest voor alle betrokkenen, waarin naast het antwoord op de oorspronkelijke onderzoeksvragen ook meer inzicht in samenhang is verkregen. Aan allen die zich hiervoor hebben ingezet past een woord van dank.

Samenvatting

In opdracht van de Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant is een studie uitgevoerd naar (1) de mate van nutriëntenbelasting per deelstroomgebied over geheel Noord-Brabant en de relatieve bijdragen daaraan uit verschillende bronnen en (2) mogelijke maatregelen voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting. De effectiviteit van een aantal generieke maatregelen is bepaald met behulp van een metamodel. Deze maatregelen omvatten een verandering in nutriëntenbelasting van landbouwgronden, in grondwaterregime en in landgebruik. Naast deze kwantitatieve inschattingen is de effectiviteit van aanvullende en meer specifieke maatregelen voornamelijk in kwalitatieve zin bepaald. Deze specifieke maatregelen kunnen slechts toegepast worden voor een bepaald soort milieuproblemen en/of onder een bepaald soort condities. Hiermee ontstaat een volledig overzicht van de mate van nutriëntenbelasting over de provincie Noord-Brabant en van mogelijke maatregelen om deze nutriëntenbelasting te verminderen. Naast de effecten per maatregel voor het milieu zijn ook hun gevolgen voor de gewasopbrengsten en voor de landbouwmogelijkheden bepaald. De resultaten van deze studie kunnen worden gebruikt om een optimale afstemming van bodem en landgebruik te bereiken en om effectieve beheersmaatregelen te kiezen om stapsgewijs de waterkwaliteit in Noord-Brabant te verbeteren, en kunnen daarmee een ondersteuning geven bij het reconstructieproces in Noord-Brabant.

Huidige situatie

Uit deze studie blijkt dat de totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant voor ruim 40% veroorzaakt wordt door diffuse bronnen (vnl. vanuit landbouwgronden) en in iets geringere mate door interne en externe puntbronnen (beide ongeveer 30%). Voornaamste interne bronnen zijn lozingen van rioolwaterzuiveringsinstallaties en industrieën en voornaamste externe bronnen zijn de grensoverschrijdende beken uit België en de aanvoer van Maaswater via kanalen. De huidige totale fosforbelasting van het oppervlaktewater in Noord-Brabant wordt voor ongeveer 40% veroorzaakt door diffuse bronnen, voor 35% door interne puntbronnen en voor de rest door externe puntbronnen. Het aandeel diffuse belasting in de totale belasting van het oppervlaktewater is het hoogst in waterschap Alm & Biesbosch met vnl. landbouw en het laagst in waterschap De Dommel vanwege de grote lozingen van rioolwater-zuiveringsinstallaties. De totale nutriëntenbelasting per deelstroomgebied en de relatieve bijdrage daaraan uit verschillende bronnen is op kaarten weergegeven. Op basis van deze kaarten is in een oogopslag duidelijk welke bron(nen) binnen de deelstroomgebieden de belangrijkste bijdrage in de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater over de provincie Noord-Brabant veroorzaken.

Situatie in periode 2031-2045

Ook de toekomstige diffuse belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor en de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in Noord-Brabant is berekend met het metamodel. Deze berekeningen zijn gedaan voor een

evenwichtsituatie met de vanaf 2003 ingestelde MINAS-verliesnormen, voortzetting van actueel landgebruik en van actuele hydrologische situatie. Hieruit blijkt dat de EU-nitraatnorm van 50 mg/l in de toekomst alleen nog op de droge zandgronden wordt overschreden, een te hoge stikstofbelasting (>15 kg N/ha/jr) van het oppervlaktewater weinig voorkomt en vooral wordt aangetroffen in gebieden met een slecht doorlatende ondergrond, en een te hoge fosforbelasting (>0.45 kg P/ha/jr) zich op ongeveer 50% van het landbouwareaal van Noord-Brabant voordoet en vooral in gebieden met een relatief ondiep grondwaterpeil.

Maatregelen

Uit de berekeningen met een metamodel blijkt dat de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant sterk verminderd kan worden door zowel een sterke afname van de belasting van de bodem met nutriënten als een verandering van de grondwaterstand. Omdat grondwaterstandsverandering gedeeltelijk tegengestelde effecten heeft op de belasting met stikstof en fosfor, is dit een weinig effectieve aanpak om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater te verminderen, nog afgezien van nieuwe knelpunten t.a.v. wateroverlast en -tekort die hiermee worden geïntroduceerd. Grondwaterstandsverhoging in grote delen van Noord-Brabant vanwege GGOR-natuur zal bijvoorbeeld resulteren in lagere nitraatconcentraties in het grondwater, maar in een hogere fosforbelasting van het oppervlaktewater.

In aanvulling op de bovengenoemde, generieke maatregelen is de effectiviteit van specifieke maatregelen ter vermindering van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater bestudeerd. Een overzicht van mogelijke maatregelen is samengesteld. Hieruit blijkt dat de hoge nitraatconcentraties in het grondwater en te hoge stikstof- en fosforbelastingen van het oppervlaktewater voorkomen kunnen worden via verbeterde teeltmaatregelen (o.a. precisiebemesting, vanggewassen in winter, en beperkte beweiding), vermindering van vuilwaterstromen (via sanering van puntbronnen, zuivering van vuilwaterstromen en overige waterzuiveringsmaatregelen), en aanleg van buffers en beperking van oppervlakkige afstroming.

Gevolgen voor landbouw

Gevolgen voor de landbouw van mogelijke maatregelen om de nutriëntenbelasting te verminderen zijn bepaald. Verhoging van de grondwaterstand (om nitraatconcentraties in het grondwater te verlagen of ten behoeve van natuurontwikkeling) en het vasthouden van gebiedseigen water resulteren in lagere opbrengsten en belemmeren de teeltactiviteiten vanwege vernatting van percelen. Het verminderen van de bemesting en daarmee de nutriënten-overschotten kan resulteren in lagere opbrengsten. Een lagere mestgift stelt hogere eisen aan teeltmaatregelen en management (bijv. precisie-bemesting). Voor zowel gewassen in een akkerbouwrotatie als voor gras- en maisland in de melkveehouderij onder verschillende omstandigheden zijn de opbrengstdervingen vanwege verlaagde stikstof-overschotten (100% ? 0% volgens MINAS-verliesnormen) bepaald. Met name op de armere gronden kunnen deze opbrengstdervingen aanzienlijk zijn. Van alle gewassen nemen de opbrengsten van gras het sterkst af en bedragen 70 à 80% van potentieel haalbare opbrengstniveau bij 50% van de MINAS-normen.

Aanpak van nutriëntenbelasting

De in deze studies verzamelde informatie over mogelijke maatregelen om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater te verminderen, kan gebruikt worden om per deelstroomgebied en/of waterschap vast te stellen met welke maatregelen de nutriëntenbelasting effectief kan worden aangepakt. Een stapsgewijze aanpak ter verbetering van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater is beschreven in paragraaf 7.6. Hier staat ook een lijst van belangrijke mogelijkheden om de nutriënten-belasting van grond- en oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant te verminderen. De voornaamste conclusies van de vijf deelstudies die ten grondslag liggen aan dit hoofdrapport, staan in paragraaf 8.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling en achtergrond

Gedurende de laatste decennia heeft de intensivering van de landbouw en de toenemende urbanisatie in de provincie Noord-Brabant geleid tot een intensief gebruik en verspreiding van nutriënten (stikstof en fosfaat), intensieve grondbewerking en verregaande aanpassing van de waterbeheersing. De bodems zijn gedurende vele jaren vaak als opslagplaats gebruikt, zonder dat de nadelige milieugevolgen zichtbaar werden. Het bufferend vermogen van de bodem is echter door de overmatige toediening van meststoffen in de landbouw, lozingen en storten van afvalstoffen, en deposities vanuit de lucht op veel plaatsen verbruikt. De mate van uit- en afspoeling van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater uit de bodems in Noord-Brabant is hierdoor sterk toegenomen, de kwaliteitsnormen voor grond- en oppervlaktewater worden overschreden, en kwetsbare functies komen in gevaar. Met name de landbouwgronden die tot voor kort zeer intensief gebruikt (d.w.z. intensieve bemesting) werden en gevoelig zijn voor uitspoeling van nutriënten, dragen in sterke mate bij aan deze milieubelasting. Door transport via water en lucht zijn ook veel natuurgebieden in chemisch en hydrologisch opzicht aangetast. Als gevolg van deze ontwikkelingen zijn problemen ontstaan voor de natuurwaarden en loopt de kwaliteit van het grondwater dat bestemd is voor de drinkwatervoorziening en de kwaliteit van het oppervlaktewater gevaar.

In de provincie Noord-Brabant staan reconstructiecommissies voor belangrijke beslissingen ten aanzien van de herinrichting van het landelijk gebied. Het gaat erom een optimale mix van maatregelen te nemen, waarbij er aan de landbouwbelangen wordt voldaan en tegelijkertijd verbeteringen van milieu, natuur en landschap worden bewerkstelligd. De Provincie Noord-Brabant wil de reconstructiecommissies ondersteunen bij deze keuzen voor gebiedsinrichting en pakketten beheersmaatregelen aanbieden die ertoe leiden dat de milieudoelen ten aanzien van nutriënten uit- en afspoeling naar grond- en oppervlaktewater gerealiseerd kunnen worden binnen de komende tien jaar. Het halen van milieudoelen vormt ook een randvoorwaarde bij de realisering van de beoogde natuurdoelen binnen de Ecologische Hoofd Structuur (EHS).

De provincie wil via deze studie inzicht verkrijgen in de huidige nutriëntenbelasting en in het effect van beheersmaatregelen op de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater, en in de gevolgen voor de landbouwsector. Alle beheersmaatregelen die kunnen bijdragen aan een vermindering van de nutriëntenbelasting, zijn in ogenschouw genomen, en met name in hun ruimtelijke samenhang.

In opdracht van de provincie Noord-Brabant is recent een studie uitgevoerd naar de landbouwkundige en milieukundige geschiktheid van de bodems in Noord-Brabant voor verschillende landgebruikvormen (Diepen et al., 2002a). Uit deze studie blijkt dat de kwaliteitsnormen voor het grondwater in de toekomst nog vaak worden

overschreden bij invoering van de voorgenomen mestwet (nl. MINAS verliesnormen vanaf jaar 2003 (Tweede Kamer, 2000)). Met name in de droge zandgronden zijn de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater meestal te hoog (nl. boven de EU-nitraat-norm). Voor deze gronden zijn scherpere nutriëntenverlies-normen vastgesteld. Tevens laat de genoemde studie duidelijk zien dat het generieke beleid volgens deze mestwet ontoereikend is om overal binnen de provincie Noord-Brabant aan de kwaliteitscriteria voor stilstaand oppervlaktewater (zie paragraaf 1.2: milieudoelen) te kunnen voldoen. Daarom is het nodig om aanvullende, meer specifieke maatregelen door te voeren in die gebieden waar de kwaliteit van het oppervlaktewater onvoldoende blijft.

Voor de maatregelen dient te worden bepaald wat naast de effecten op de milieukwaliteit de effecten zijn op de landbouw in Noord-Brabant. Indien bekend is welke maatregelen als aanvulling op het generieke beleid nodig en effectief zijn om in geheel Noord-Brabant de kwaliteitscriteria (MTR-norm (V & W, 1999)) te realiseren en om in de specifieke delen van de EHS de strengere, ecologische milieukwaliteit, dan wordt ook duidelijk welke inspanningen van de landbouw gevraagd worden en tegen welke 'prijs'. In deze studie is voor de gehele EHS uitgegaan van de z.g. streefwaarde voor oppervlaktewater (zie paragraaf 1.2: milieudoelen) als 'indicatief' gemiddelde voor natuurdoelen. Met deze kennis kunnen de verantwoordelijke beleidsmakers afwegingen maken ten aanzien van het te realiseren ambitieniveau voor de milieudoelen voor natuur, rekening houdend met de hiermee samenhangende inspanningen en effecten voor de landbouw. Op basis van milieurendement en mogelijke maatregelen kunnen de Reconstructiecommissies per gebied beslissingen nemen t.a.v. landbouwkundige ingrepen, ruimtegebruik, zonering en waterbeheer en daarmee de - gegeven de regionale situatie - meest haalbare natuurdoelen. Op deze wijze kunnen de resultaten van deze studie gebruikt worden bij de keuze van beheersmaatregelen en bij de invulling van de zonering van het platteland op basis van landbouwkundig perspectief en milieu-risico.

1.2 Milieudoelen en maatregelen

Het huidige grondgebruik in de provincie Noord-Brabant leidt op vele plaatsen tot overschrijding van de kwaliteitscriteria voor stikstof en fosfor in grond- en oppervlaktewater. Ook na het in werking treden van de MINAS-eindnormen in het jaar 2003 zal dit vaak nog het geval zijn (Diepen et al., 2002a). In het bijzonder binnen de delen van de ecologische hoofdstructuur, waarbinnen natuurdoelen zijn beoogd die vaak hoge eisen stellen aan de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, zal deze milieukwaliteit een beperkende factor zijn voor de realisatie van de beoogde natuur. Ook voor het verminderen van de eutrofiëringsproblemen in met name stilstaande wateren is het noodzakelijk dat op termijn de waterkwaliteitsdoelen worden gerealiseerd.

Om de ambities van het reconstructieproces op het gebied van natuur en milieu te kunnen realiseren, zijn daarom aanvullende maatregelen nodig. Deze kunnen van uiteenlopende aard zijn: het verminderen van de belasting van het oppervlaktewater

met vuil water van lozingen, het verminderen of beter doseren van de mesttoediening, het veranderen van de gewaskeuze (bijv. geen stikstofrijke gewasresten), aanvullende teeltmaatregelen (bijv. vanggewas), het verminderen van de oppervlakkige nutriëntenafspoeling, enz. Daarnaast kan ook aanvullend gebiedsgericht beleid plaats vinden zoals het veranderen van het grondgebruik (zoning) en aanpassingen in de hydrologische situatie. Hiermee dienen de volgende milieudoelen gerealiseerd te worden:

1. voor stikstof in het het bovenste grondwater: de wettelijke EU nitraatnorm van 50 mg NO₃/l voor de gehele provincie;
2. voor stikstof en fosfor in het oppervlaktewater: de MTR-normen (MTR = maximaal toelaatbaar risico) van 2.2 mg N/l en 0.15 mg P/l (V & W, 1999) voor de gehele provincie. Deze normen gelden met name voor stilstaand eutrofiëringsgevoelig water en corresponderen in deze studie met een maximaal toelaatbare belasting van het oppervlaktewater van 15 kg N/ha/jr en 0.45 kg P/ha/jr op basis van een neerslagoverschot van 300 mm/jr (of te wel 3000 m³/ha/jr) en 56% N-verliezen via o.a. denitrificatie;
3. voor stikstof en fosfor in oppervlaktewater binnen specifieke delen van de EHS (hydrologisch kwetsbare natuurdoelen en waardevolle beektrajecten): ecologische normen met als streefwaarden 1.0 mg N/l resp 0.05 mg P/l (V & W, 1999).

Deze milieudoelen zijn als taakstellingen in het Koepelplan voor de Reconstructie opgenomen (Provincie Noord-Brabant, 2000). Vanwege de globale aanpak in deze studie worden voor de EHS de bovengenoemde streefwaarden gehanteerd. De ecologische normen voor de EHS kunnen in de praktijk echter anders uitvallen. Per natuurdoel (water- en land-natuur) zullen specifieke milieunormen vereist zijn. Echter, alleen voor de verschillende watertypen (natuurlijke trajecten) zijn getalsnormen voor N en P (CUWVO, 1988) voorhanden.

1.3 Doel van studie

Vanwege de hierboven geconstateerde problematiek en ter ondersteuning van het reconstructieproces in de provincie Noord-Brabant heeft Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant aan Alterra opdracht gegeven voor een studie naar mogelijke beheersmaatregelen en hun effecten.

De provincie wil met deze studie de reconstructiecommissies ondersteunen door inzicht te geven in:

1. de huidige mate van nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater en de te verwachten ontwikkeling van de nutriëntenbelasting vanwege de invoering van de mestwet (MINAS-eindnormen);
2. de bijdragen van diffuse en punt-bronnen aan de totale N- en P-belasting van oppervlaktewater per deelstroomgebied;
3. de effectiviteit van maatregelen om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater te verminderen;
4. de consequenties voor de landbouw als gevolg van het uitvoeren van deze maatregelen.

De berekende nutriëntenbelasting wordt getoetst aan (1) de generieke kwaliteitsnormen voor grond- en oppervlaktewater voor de hele provincie; (2) de ecologische waterkwaliteitsnormen voor grond- en oppervlaktewater voor de EHS. Het realiseren van deze milieudoelen zoals in meer detail beschreven in paragraaf 1.2, dient gerealiseerd te worden binnen de komende tien jaar.

Doel van deze studie is om een overzicht te maken van mogelijke maatregelen om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant te verminderen. De effectiviteit van een aantal generieke maatregelen is bepaald met behulp van rekenmodellen. Naast deze kwantitatieve inschattingen is de effectiviteit van de overige, specifieke maatregelen die slechts toegepast kunnen worden voor een bepaald soort milieuproblemen en/of onder een bepaald soort condities, voornamelijk in kwalitatieve zin bepaald. Hiermee ontstaat een volledig overzicht van de mogelijke maatregelen om de milieubelasting in Noord-Brabant te verminderen. Naast de effecten per maatregel voor het milieu zijn ook hun gevolgen voor de landbouw bepaald.

De Provincie Noord-Brabant krijgt met deze studie ook een overzicht (in kaartvorm) van de mate van nutriëntenbelasting per deelstroomgebied (voor huidige en toekomstige situatie) en van de relatieve bijdrage uit verschillende bronnen (landbouwgronden, lozingen vanuit industrieën, enz.). Deze informatie kan in combinatie met de informatie over mogelijke maatregelen, gebruikt worden om een pakket maatregelen samen te stellen, waarmee de nutriëntenbelasting per deelstroomgebied effectief kan worden verminderd. De effecten van de afzonderlijke maatregelen zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd om afwegingen goed te kunnen onderbouwen, aangezien het belang en de gevolgen van het opleggen van maatregelen voor de verschillende belangengroepen per gebied groot zullen zijn. De resultaten van deze studie kunnen worden gebruikt om een optimale afstemming van bodem en landgebruik te bereiken en om effectieve beheersmaatregelen uit te kiezen om stapsgewijs de waterkwaliteit in Noord-Brabant te verbeteren, en kunnen daarmee een ondersteuning geven bij het reconstructieproces in Noord-Brabant.

1.4 Leeswijzer

Dit hoofdrapport is het samenvattend resultaat van vijf deelstudies naar mogelijke maatregelen ter vermindering van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant. De deelstudies zijn beschreven in de Deelrapporten nr. 1 (Wolf et al., 2002), nr. 2 (Diepen et al., 2002b), nr. 3 (Diepen et al., 2002c), nr. 4 (Diepen et al., 2002d) en nr. 5 (Berge, 2002). Korte beschrijvingen van methodiek en resultaten voor ieder van de vijf deelstudies (nr. 1 t/m 5) zijn gegeven in de paragrafen 2 t/m 6 van dit hoofdrapport.

Mogelijke maatregelen om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant te beperken, worden besproken in paragraaf 2. Het betreft maatregelen op het gebied van o.a. waterkwantiteitsbeheer, reductie van nutriëntenbelasting van bodem, en beperking van oppervlakkige nutriënten-

afspoeling. Voor iedere afzonderlijke maatregel is een kwalitatieve indicatie gegeven van de effecten op de grondwaterstand, de stikstof- en fosfor-belasting van grond- en oppervlaktewater, en de gewasopbrengsten en gebruiksbepalingen binnen de landbouw.

Resultaten van modelberekeningen van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater vanuit landbouwgronden worden besproken in paragraaf 3. De uitspoeling en de resulterende nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en de stikstof- en fosforbelasting van oppervlaktewateren in Noord-Brabant zijn berekend met een metamodel voor een aantal situaties. Dit betreft een basisscenario voor een toekomstige evenwichtsituatie (periode 2031-2045) met de vanaf het jaar 2003 ingestelde MINAS-verliesnormen en een aantal varianten op dit basisscenario die afwijkend zijn met betrekking tot: (1) grondwaterregime; (2) atmosferische stikstofdepositie; (3) netto nutriëntenbelasting van de bodem; (4) landgebruik.

Voor alle deelstroomgebieden in Noord-Brabant is de totale nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater en de relatieve bijdragen hieraan vanuit verschillende diffuse en puntbronnen gegeven in paragraaf 4. De diffuse belastingen zijn afkomstig uit landbouwgronden (paragraaf 3) en de puntbelastingen omvatten voornamelijk de lozingen door industrieën en rioolwaterzuiveringsinstallaties en de aanvoer via beken en kanalen.

De maatregelen die als meest effectief worden beschouwd voor het verminderen van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, zijn in meer detail (dan in paragraaf 2) besproken in paragraaf 5. Het gaat hierbij om: (1) helofytenfilters; (2) vegetatieverwijdering en baggeren; (3) bufferstroken; (4) bijdrage van oppervlakteafstroming aan de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater.

Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en opbrengstdervingen bij een mate van bemesting van akkerbouw- en melkveehouderij-gewassen die overeenstemt met de MINAS-verliesnormen, worden gegeven in paragraaf 6. De effecten van een sterke verlaging van de verliesnormen worden hier ook besproken.

De resultaten van deze deelstudies worden in hun samenhang besproken in paragraaf 7. Deze discussie geeft de meest effectieve maatregelen, hun gevolgen voor de landbouw en de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater, en de relatieve nutriëntenbelasting vanuit landbouwgronden vergeleken met die uit puntbronnen. De voornaamste conclusies van de vijf deelstudies die ten grondslag liggen aan dit hoofdrapport, staan in paragraaf 8.

Om een snelle indruk te krijgen van de inhoud van dit rapport, wordt aanbevolen om na deze inleiding in paragraaf 1, de discussie in paragraaf 7 en de conclusies van de vijf verschillende deelstudies in paragraaf 8 te lezen. Met name de beschrijving van de stapsgewijze aanpak ter verbetering van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in paragraaf 7.6 is van belang. Hier staat ook een lijst van belangrijke mogelijkheden om de nutriënten-belasting van grond- en oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant te verminderen.

Wanneer meer tijd beschikbaar is, wordt aanbevolen om de paragrafen 2 t/m 6 van dit hoofdrapport te lezen met korte beschrijvingen van methodiek en resultaten voor ieder van de vijf deelstudies (nr. 1 t/m 5). Voor gedetailleerde informatie over deze deelstudies wordt verwezen naar de bovengenoemde vijf Deelrapporten die ten grondslag liggen aan dit Hoofdrapport.

2 Maatregelen ter verlaging van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater en hun effectiviteit

2.1 Methodiek

Een overzicht van mogelijke maatregelen om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater te beperken, is samengesteld. Het gaat hier vooral om specifieke maatregelen (bijvoorbeeld buffers) die een beperkte samenhang hebben met gebiedskenmerken en die aanvullend op de meer algemeen toepasbare maatregelen (paragraaf 3: bijv. verhoging van grondwaterstand) kunnen worden uitgevoerd.

2.1.1 Categorieën maatregelen

De maatregelen zijn onder te brengen in de categorieën (1) waterkwantiteitsbeheer; (2) vermindering van belasting met vuil water; (3) verminderen van belasting van bodem met nutriënten; (4) bodemsanering t.b.v. natuur; (5) beperking van oppervlakkige nutriënten-afspoeling (zie nummering in Tabel 1). Voor iedere maatregel is een kwalitatieve indicatie gegeven van het gevolg voor de nutriëntenbelasting van het milieu, de grondwaterstand, en de landbouw.

2.1.2 Specifieke versus generieke maatregelen

Gevolgen van generieke maatregelen voor de diffuse nutriëntenbelasting (vnl. vanuit landbouwgronden) van grond- en oppervlaktewater, kunnen met simulatiemodellen of met daarvan afgeleide metamodellen gekwantificeerd worden (paragraaf 3). Het gaat met name om de effecten van vermindering van de nutriëntenbelasting van de bodem, van een lagere ammoniakdepositie, en van vernatting (verhoging van grondwaterstand). De gevolgen van maatregelen om de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater te verminderen via het saneren van puntbronnen (Tabel 1: **2.1**), het zuiveren van vuilwaterstromen (**2.2**), het gebruik van buffers (**5.1**), en het beperken van de oppervlakkige afspoeling van nutriënten (**5.2**), zijn meestal situatie-specifiek. Deze gevolgen voor de waterkwaliteit kunnen wel kwalitatief aangeduid worden, maar zijn meestal niet goed te kwantificeren op provinciaal schaalniveau, aangezien gedetailleerde locatieafhankelijke informatie vereist is. Bovendien kunnen deze specifieke maatregelen slechts toegepast worden voor een bepaald soort milieuproblemen (bijv. lozingen of oppervlakte-afstroming) en/of onder een bepaald soort condities (afhankelijk van topografie, bodemtype, hydrologie en landgebruik).

2.2 Resultaten

Voor iedere groep van maatregelen zijn de effecten kwalitatief bepaald (Tabel 1). Het gaat hierbij om de effecten op de grondwaterstand (i.v.m. belangrijke rol voor nutriëntenhuishouding), de stikstof- en fosforbelasting van oppervlakte- en grondwater, de gewasopbrengsten en gebruiksbeperkingen binnen de landbouw. Tevens wordt vermeld hoe het effect van deze groep maatregelen op de milieubelasting van grond- en oppervlaktewater berekend of geschat kan worden. Beschikbare methodieken variëren van rekenwerk met behulp van een simulatie- of metamodel tot kwalitatieve analyses op basis van literatuur-informatie. Voor meer informatie over mogelijke maatregelen en hun effecten, zie Deelrapport 1 (Wolf et al., 2002).

2.2.1 Nitraatconcentratie

Hoge nitraatconcentraties in het grondwater kunnen verlaagd worden door vermindering van het stikstofoverschot (Tabel 1: **3.1**) ten opzichte van de stikstofonttrekking door het teeltsysteem (dus lagere stikstofgiften) en door teeltmaatregelen (**3.4**) die bijvoorbeeld precisie-bemesting, vanggewassen in de winter, beperkte beweiding, minder gewassen met stikstofrijke gewasresten, en afvoer van stikstofrijke gewasresten omvatten. Een lagere ammoniak-depositie (**3.3**) draagt hier ook aan bij. Nitraatconcentraties in het grondwater kunnen ook verlaagd worden door het verhogen van de grondwaterstand (**1.1, 1.4**), echter dit heeft een sterk negatief effect op de mogelijkheden voor de landbouw.

2.2.2 Stikstofbelasting

De stikstofbelasting van het oppervlaktewater kan verlaagd worden door vermindering van het stikstofoverschot (Tabel 1: **3.1**) ten opzichte van de stikstofonttrekking via geoogste producten en door teeltmaatregelen (**3.4**) die bijvoorbeeld precisie-bemesting, beperkte beweiding en aangepaste gewasrotaties omvatten. Dit levert meestal beperkingen op voor het landbouwsysteem. Een vermindering van de ammoniak-depositie (**3.3**) resulteert ook in een lagere stikstofbelasting. Vernatting (**1.1, 1.4**) heeft geen duidelijk effect op de stikstofbelasting, omdat hogere grondwaterstanden enerzijds resulteren in minder stikstofafvoer vanwege denitrificatie en anderzijds in meer water- en dus stikstofafstroming naar het oppervlaktewater. Vermindering van vuilwaterstromen (**2.1, 2.2, 2.3, 1.3**; bijv. via sanering van puntbronnen en zuivering van vuilwaterstromen) is vanuit agrarisch oogpunt de beste manier om de stikstofbelasting van het oppervlaktewater te verminderen, omdat deze methode effectief is en geen beperkingen voor het landbouwsysteem oplevert. Aanleg van buffers (**5.1**; bemestingsvrije en interceptie-zones langs waterlopen) en beperking van de oppervlakkige afstroming (**5.2**) resulteren in minder stikstofbelasting van het oppervlaktewater. Buffers enz. kunnen stikstof in oppervlakkige afstroming redelijk effectief onderscheppen maar hebben vaak geen vat op de stikstofafstroming via drainbuizen en via diepe laterale afstroming (natte buffers zijn dan wel effectief).

Tabel 1. Overzicht van maatregelen (op gebied- (**G**) of bedrijfs- en perceelsniveau (**B**)) in landbouwgebieden met hun gevolgen voor de grondwaterstand, de stikstof- en fosfaatbelasting van grond- en oppervlaktewater, de opbrengsten en de gebruiksbepalingen voor de landbouw, en de beschikbare methoden om de effecten van deze maatregelen voor de milieubelasting te bepalen. + staat voor (1) hogere grondwaterstand; (2) lagere milieubelasting van grond- of oppervlaktewater; (3) hogere opbrengst; en (4) minder gebruiksbepalingen. 0 en – staan voor respectievelijk gelijke en lagere grondwaterstand, enz.

Maatregel	Op G - of B -niveau, Grondwa- terstand	Milieubelasting			Landbouw		Methode ¹⁾	
		Nitraat in Grondwa- terstand	Stikstof in oppervlaktewater	Fosfaat in oppervlaktewater	Op- brengst	Gebruiks- beperking	Kwanti- tatief	Kwali- tatief
Waterkwantiteits- beheer (1):								
Vasthouden wa- ter/vernatting (1.1)	G(B) +	+ ²⁾	-/+ ²⁾	- ²⁾	-	-	M, Sim	
Berekening (1.2)	B -/0	-/0	-/+	0/+	+	+	M, Sim	
Scheiden schoon /vuil water (1.3)	G 0	0	+	+	0	0	Stat	
Grondwaterst.-voor natuur (1.4)	B +	+ ²⁾	-/+ ²⁾	- ²⁾	-	-	M, Sim	
Beheer water-gangen (1.5)	G 0/-	0	0	0	0/+	0/+		Lit. ³⁾
Vermindering vuilwaterstromen (2):								
Sanering puntbronnen (2.1)	G 0	0	+	+	0	0	Stat.	
Zuivering vuil- waterstromen (2.2)	G 0	0	+	+	0	0		Lit. ³⁾
Overige vuilwater- maatregelen (2.3)	G 0/-	0	+	+	0	0/+		Lit. ³⁾
Vermindering bodembelasting (3):								
Vermindering N & P overschot (3.1)	B 0	+	+	+	-	-	M, Sim., Q	
Landverbetering (3.2)	B -	-	-/+	+	+	+	M, Sim, Q	
Lagere Ammo- niakdepositie (3.3)	B 0	+	+	0	0	0	M, Sim	
Teeltmaat- regelen (3.4)	B 0	+	+	+	0/-	0/-	M, Sim	Lit.
Bodem- sanering (4)	B 0	+	+	+	-	-		Lit.
Buffers en beper- king afspoeling (5):								
Buffers (5.1)	B 0	0	0/+	0/+	0	-		Lit. ³⁾
Beperking oppervl. afspoeling (5.2)	B 0	0	0/+	0/+	0	-		Lit. ³⁾

1) Methode: M=metamodel; Sim= simulatiemodel; Q= QUAD-MOD (eenvoudig model voor berekening van N-opname en gewasopbrengst); Stat= data uit statistieken; Lit= literatuur.

2) Voor meer gedetailleerde informatie, zie paragraaf 3.1 in Deelrapport 1 .

3) Zie paragraaf 5 en Deelrapport 4 met notities over 1. Effectiviteit van bufferstroken; 2. Effectiviteit van vegetatieverwijdering en baggeren; 3. Helofytenfilters; 4. De bijdrage van oppervlakkige afstroming aan de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater.

2.2.3 Fosforbelasting

De fosforbelasting van het oppervlaktewater kan verlaagd worden door vermindering van het fosforoverschot (Tabel 1: **3.1**) ten opzichte van de fosforonttrekking via geoogste producten (dus lagere fosforgiften) en door teeltmaatregelen (**3.4**) die bijvoorbeeld precisie-bemesting en aangepaste gewasrotaties omvatten. Dit levert meestal beperkingen op voor het landbouwsysteem. Gezien de grote mate van fosfaatophoping in een aanzienlijk deel van de zandgronden in Noord-Brabant vanwege de overmatige historische bemesting, mag verwacht worden dat de toekomstige fosforbelasting, hier zelfs bij lage fosfaatgiften, slechts zeer langzaam zal afnemen. Vernatting (**1.1, 1.4**) resulteert in een sterke toename van de fosforbelasting, omdat hogere grondwaterstanden resulteren in meer water- en dus fosfor-afstroming via ondiepe stroombanen naar het oppervlaktewater. Verder wordt het aerobe deel van de bovengrond waarin de vastlegging van fosfaat vooral (met name aan ijzeroxide-complex) plaatsvindt, minder diep door een stijging van de grondwaterstand. Dus vernatting resulteert in een grotere uitspoeling van het opgehoopte bodemfosfaat. Omgekeerd wordt door een verbeterde ontwatering van gronden het fosfaat beter in de bodem gebonden. Vermindering van vuilwaterstromen (**2.1, 2.2, 2.3, 1.3**) is vanuit agrarisch oogpunt de beste manier om de fosforbelasting van het oppervlaktewater te verminderen, omdat deze methode effectief is en geen beperkingen voor het landbouwsysteem oplevert. Aanleg van bufferstroken (**5.1**) en beperking van de oppervlakkige afstroming (**5.2**) resulteren in minder fosforbelasting van het oppervlaktewater. Bufferstroken enz. hebben een redelijke effectiviteit (idem als bij stikstof, zie vorige alinea) zolang het grondwater niet omhoog komt.

2.2.4 Landbouwmogelijkheden

De opbrengsten en de teeltmogelijkheden binnen de landbouw worden beter door beregening (Tabel 1: **1.2**; nl. geen droogtestress en -risico tijdens de zomer) en door landverbetering (**3.2**; met name betere verkaveling en ontwatering). Verbeterde ontwatering resulteert echter vaak in toename van de nitraatconcentraties in het grondwater. Verhoging van de grondwaterstand om nitraatconcentraties te verlagen of ten behoeve van natuurontwikkeling, en het vasthouden van gebiedseigen water en de meestal resulterende vernatting (**1.1, 1.4**) resulteren in lagere gewasopbrengsten en belemmeren de teeltactiviteiten. Vernatting beperkt bijvoorbeeld in sterke mate de perioden dat het land bewerkbaar, berijdbaar of beweidbaar is. Aangezien de activiteiten zoals oogsten, gewasbescherming, grondbewerking, enz. in bepaalde tijdsperioden uitgevoerd moeten worden, is een verkorting van de perioden dat deze activiteiten uitgevoerd kunnen worden vanwege vernatting, een ernstige belemmering voor het landbouwbedrijf. Het aanleggen van bufferstroken (**5.1**) om de nutriëntenafspoeling te beperken, gaat ten koste van het beschikbaar landbouwareaal.

2.2.5 Natuurontwikkeling en -bescherming

Om landbouwgrond geschikt te maken voor natuurontwikkeling of om natuurgebieden te beschermen, is vaak vergaande bodemverschraling nodig (Tabel 1: 4). De voedselrijke bovengrond wordt dan afgevoerd of wordt verschaald (door de nutriënten in geoogste biomassa af te voeren). Dit 'uitlekken' van de historisch opgebouwde fosforvoorraad is echter een proces van lange adem. De overmaat aan fosfaat zou eventueel gefixeerd kunnen worden via het toevoegen van aluminium- of ijzertzouten aan deze gronden. Overmatige aanvoer van nutriënten naar natuurgebieden via voedselrijk kwelwater uit watergangen of ondergrond kan via drainage voorkomen worden.

3 Kwantificering van nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater vanuit landbouwgronden

3.1 Methodiek

3.1.1 Metamodel

De nutriëntenbelasting is berekend met een metamodel. Dit metamodel bestaat uit regressievergelijkingen die de relatie beschrijven tussen karakteristieke gebiedskenmerken en de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater (Mol-Dijkstra et al., 1999). Deze regressievergelijkingen zijn afgeleid van de resultaten van modelberekeningen met het gecombineerde simulatiemodel DEMGEN – ANIMO voor de nationale studie Watersysteemverkenningen (Boers et al., 1997). De volgende gebiedskenmerken wordt gebruikt als invoervariabelen in het metamodel: (1) bodemtype; (2) landgebruik; (3) gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG); (4) stikstof- en fosfor-overschot op perceelsniveau; (5) stikstof- en fosfor-concentraties in kwelwater; (6) wateraan- of afvoer via kwel/wegzijging; (7) fosfaatophoping in de bodem. Het metamodel berekent hiermee:

- Nitraat-concentratie in het bovenste grondwater (mg/liter)
- Stikstofbelasting van oppervlaktewater (kg N/ha)
- Fosfor-belasting van oppervlaktewater (kg P/ha).

3.1.2 Berekening van nutriëntenbelasting (scenario's)

Om de effecten van maatregelen op de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in Noord-Brabant te kwantificeren, is het nodig om de invloed van deze maatregelen te vertalen in invoervariabelen van het metamodel. De invoervariabelen, en met name het stikstof- en fosfor-overschot per ha, kunnen variëren afhankelijk van bedrijfsmanagement en verondersteld toekomstig milieubeleid. Om het rekenwerk beperkt te houden en overzicht te houden over de resultaten, zijn de modelberekeningen gedaan voor een beperkt aantal scenario's (Tabel 2). Dit geeft de mogelijke niveau's van nutriëntenbelasting aan, waarbinnen andere scenario's (van mogelijke maatregelen) zullen vallen.

De belasting van grond- en oppervlaktewateren over geheel Noord-Brabant met stikstof en fosfor zijn berekend voor een aantal situaties. De berekeningen zijn eerst uitgevoerd voor een basis-scenario, dat als referentie dient. Dit basis-scenario bestaat uit een toekomstige evenwichtsituatie (periode 2031-2045) met de vanaf het jaar 2003 ingestelde MINAS-verliesnormen (LNV, 1999; Tweede Kamer, 2000), voortzetting van het actueel landgebruik en de actuele hydrologische situatie, en een vaste stikstofdepositie. Daarna zijn de berekeningen herhaald voor een aantal varianten op dit basis-scenario. De varianten zijn voornamelijk afwijkend op de volgende punten: (1) grondwaterregime (d.w.z. vernatting of verdroging); (2) atmosferische depositie

van stikstof (d.w.z. werkelijke ruimtelijke distributie in plaats van vaste depositie); (3) netto nutriëntenbelasting van de bodem (d.w.z. stikstof- en fosforoverschotten gelijk aan nul in plaats van volgens MINAS-normen); (4) landgebruik (Tabel 2). De rekenresultaten voor de varianten op het basisscenario laten zien in hoeverre de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater verminderd kan worden door deze varianten en de daarbij horende maatregelen. Verdere informatie over deze studie en de resultaten worden gegeven in Deelrapport 2 (Diepen et al., 2002b). Consequenties van andere scenario's (bijv. beperkte vernatting of gehalveerde nutriëntenbelasting (= 50% van MINAS-verliesnormen)) voor de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater kunnen via interpolatie globaal afgeleid worden uit de resultaten van de bovengenoemde scenario-varianten.

Tabel 2. Scenario's waarvoor de metamodel-berekeningen van de N- en P-belasting van grond- en oppervlaktewater in Noord-Brabant zijn uitgevoerd (voor verdere informatie, zie Deelrapport 2).

Scenario	N/P overschotten	Diepte GHG ¹	Landgebruik	N depositie kg N/ha/jr
Basis scenario ²⁾	volgens MINAS ²⁾	Actuele (A) hydrologie	Actuele landgebruik	25
GHG 20 cm lager	volgens MINAS ²⁾	+20 cm t.o.v. A	Idem	25
GHG 30 cm hoger	volgens MINAS ²⁾	-30 cm t.o.v. A	Idem	25
Ruimtelijk verdeelde N depositie	volgens MINAS ²⁾	Actuele hydrologie	Idem	15-35 ³⁾
Nihil N/P overschotten	0	Actuele hydrologie	Idem	25
GGOR-natuur en land- gebruik volgens EHS-2000	volgens MINAS ²⁾	Hydrologie t.b.v. natuur	EHS-2000	25

¹⁾ Gemiddeld hoogste grondwaterstand.

²⁾ basisscenario omvat: 1. evenwichtsituatie met de vanaf 2003 ingestelde MINAS verliesnormen; 2. actuele landgebruik; 3. actuele hydrologische situatie, en met name actuele ruimtelijke verdeling van GHG; 4. N/P overschotten berekend op basis van de MINAS verliesnormen voor jaar 2003 en een vaste depositie van 25 kg N/ha/jaar.

³⁾ N depositie neemt toe van west Brabant naar oostelijke en zuidoostelijk deel van Noord-Brabant.

3.2 Resultaten

De modelresultaten worden ruimtelijk weergegeven in de vorm van een set kaarten voor Noord-Brabant. Deze kaarten laten de nutriëntenemissies naar grond- en oppervlaktewater zien, en de mate waarin deze emissies veranderen door o.a. vernatting en vermindering van de nutriëntenbelasting van de bodem.

3.2.1 Resultaten voor basisscenario

Resultaten voor het basisscenario laten zien dat de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater soms hoger zijn dan de EU-nitraatnorm (50 mg/l). Deze overschrijdingen doen zich vooral voor in de landbouwgebieden op zandgronden met een diepe grondwaterstand. Stikstofbelasting van het oppervlaktewater in Noord-Brabant is meestal beneden de toelaatbare hoeveelheid van 15 kg N/ha/jaar. Hogere stikstofbelasting wordt voornamelijk aangetroffen in gebieden met een slecht

doorlatende ondergrond en daardoor een snelle en relatief grote oppervlakkige waterafvoer naar het oppervlaktewater. Fosforbelasting van het oppervlaktewater is in circa de helft van het landbouwareaal van Noord-Brabant boven de toelaatbare hoeveelheid van 0.45 kg P/ha/jaar. Hoge fosforbelasting (>0.90 kg P/ha/jr) doet zich voor in de landbouwgebieden op zandgronden met een ondiep grondwaterpeil die via ondiepe en snelle stroombanen afwateren naar het oppervlaktewater.

3.2.2 Effecten van beleidsmaatregelen

Een overzicht van de effecten van verschillende beleidsmaatregelen (nl. varianten op het basisscenario) op de gemiddelde nutriëntenbelasting in geheel Noord-Brabant, wordt gegeven in Tabel 3. Hieruit blijkt dat een stijging van de grondwaterstand (vernatting) resulteert in een afname van de nitraatconcentraties in het grondwater, maar in vrijwel geen verandering in de stikstofbelasting, en een toename van de fosforbelasting van het oppervlaktewater. Bij daling van de grondwaterstand (verdroging) gebeurt vanzelfsprekend het tegenovergestelde.

Een verlaging van de stikstof- en fosforoverschotten naar nul resulteert in een sterke afname van de nitraatconcentraties in het grondwater en van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater, echter slechts in een beperkte afname van de fosforbelasting. De fosforbelasting wordt immers in belangrijke mate bepaald door de fosforvoorraad in de bodem die in het zuidelijk en oostelijk deel van Noord-Brabant hoog is vanwege de overmatige historische bemesting. De fosforbelasting is daarom in grote delen van Noord-Brabant te hoog, neemt de komende decennia weinig af bij een nihil fosfor-overschot, en kan alleen sneller afnemen via uitputting van de fosforvoorraad in de bodem (d.w.z. lagere fosfor-bemesting dan fosforonttrekking door gewas).

De ruimtelijke verdeling van de stikstof-depositie beïnvloedt de ruimtelijke verdeling van nitraatconcentraties in grondwater en van stikstofbelasting van het oppervlaktewater (hoger in zuidelijk en oostelijk deel van Noord-Brabant), maar heeft nauwelijks effect op de gemiddelde stikstof-concentratie en -belasting in Noord-Brabant. Het scenario Gewenste Grond- en OppervlaktewaterRegime (GGOR)-natuur in combinatie met Ecologische HoofdStructuur EHS-2000 resulteert in lagere nitraatconcentraties, vrijwel geen verandering in stikstofbelasting en een toename in fosforbelasting. Deze veranderingen worden voornamelijk veroorzaakt door de grondwaterstandsstijging vanwege GGOR-natuur. Omdat de verandering in landgebruik (geen bemesting of natuurontwikkeling) op basis van EHS-2000 een relatief beperkt deel van het landareaal (circa 50.000 ha) in Noord-Brabant betreft, zijn de effecten op de gemiddelde nutriëntenbelasting beperkt. Lokaal kunnen echter wel aanzienlijke afnamen in nutriëntenbelasting worden bereikt.

Tabel 3. Effecten van verschillende beleidsmaatregelen voor de (areaal-gewogen) gemiddelde nutriëntenbelasting van oppervlaktewater en de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater bij het huidige bodemgebruik in Noord-Brabant. De procentuele veranderingen staan tussen haakjes.

	Nitraatconc.	Stikstof- belasting	Fosfor- belasting ¹⁾
	mg NO ₃ /l	kg N/ha/jaar	kg P/ha/jaar
Basis scenario	20.8 (-)	9.1 (-)	1.04 (-)
GHG 20cm lager	25.1(+21%)	8.9 (-2%)	0.81 (-22%)
GHG 30 cm hoger	14.1 (-32%)	9.5 (+4%)	1.55 (+49%)
Ruimtelijk verdeelde N depositie	22.3 (+7%)	9.5 (+4%)	1.04 (-)
Nihil N/P overschotten	9.6 (-54%)	4.4 (-52%)	0.85 (-18%)
GGOR-natuur en landgebruik volgens EHS-2000	16.4 (-21%)	8.7 (-4%)	1.29 (+24%)

¹⁾ Fosforbelasting is de gemiddelde belasting voor geheel Noord-Brabant, inclusief de overschatte belasting voor de kleigronden (Deelrapport 2).

Samenvattend kan gesteld worden dat de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewaters in de provincie Noord-Brabant verlaagd kunnen worden door zowel vermindering van de stikstof- en fosforoverschotten als door verandering van de grondwaterstand. Omdat grondwaterstandsverandering gedeeltelijk tegengestelde effecten heeft op de belasting met stikstof en fosfor, is dit een weinig effectieve aanpak om de nutriëntenbelasting te verminderen.

4 Vergelijking belasting oppervlaktewater uit diffuse bronnen en puntbronnen

4.1 Methodiek

De belasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant is bepaald op basis van de bijdragen uit de verschillende diffuse en punt-bronnen. De diffuse belasting met nutriënten is afkomstig uit de landbouwgronden in Noord-Brabant. Deze diffuse belasting is berekend met een metamodel voor de periode 2031-2045 (zie paragraaf 3). Uit deze toekomstige diffuse belasting is de huidige diffusebelasting globaal afgeleid via toepassing van correctiefactoren. Bij de punt-belastingen wordt onderscheid gemaakt tussen de belasting uit interne en uit externe puntbronnen. De externe puntbronnen omvatten de nutriënten-instromingen van buiten de provincie. Het gaat hierbij voornamelijk om de grensoverschrijdende beken uit België en de aanvoer van Maas-water via vooral de Zuid-Willemsvaart. De interne puntbronnen zijn de lozingen door de industrieën, rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en riooloverstorten. Deze puntbelastingen zijn gebaseerd op de door de waterschappen aangeleverde meetgegevens voor meestal het jaar 1995. Voor de jaarvrachten uit riooloverstorten zijn geen meetgegevens beschikbaar, en zijn daarom in deze studie de streefwaarden voor het jaar 2005 (na sanering) gebruikt.

Voor alle deelstroomgebieden binnen de verschillende waterschappen in Noord-Brabant is de totale huidige en toekomstige (periode 2031-2045) nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater en de bijdragen hieraan vanuit de verschillende diffuse en puntbronnen bepaald. Deze informatie is op kaart weergegeven. Op basis van deze kaarten kan per deelstroomgebied snel inzicht verkregen worden in de voornaamste bronnen van nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Verder is voor de verschillende waterschapsgebieden en voor de provincie Noord-Brabant als geheel de bijdragen van de verschillende bronnen aan de totale nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater bepaald (Tabel 4: totale nutriëntenbelasting; Tabel 5: nutriëntenbelasting per hectare; Tabel 6: relatieve belasting vanuit diverse bronnen) en besproken. Meer informatie over de aanpak van deze deelstudie en over de resultaten wordt gegeven in Deelrapport 3 (Diepen et al., 2002c).

4.2 Resultaten

4.2.1 Belasting per waterschapsgebied

De bijdragen van de verschillende soorten bronnen aan de totale nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater blijken aanzienlijk te variëren tussen de waterschappen (Tabel 4). Merk op dat in deze vergelijking van soorten bronnen de hier gebruikte 'toekomstige' diffuse belasting volgens het metamodel (voor periode 2031-2045 bij evenwicht met MINAS-verliesnormen) ongeveer twee-derde is van de huidige diffuse

belasting, met name voor stikstof. In waterschap West-Brabant is de totale belasting hoog vanwege het grote landbouwareaal. In dit waterschap is de relatieve belasting vanuit interne puntbronnen, met name voor stikstof, laag, omdat de grote RWZI's rechtstreeks lozen op de grote rijkswateren en deze belasting daarom niet wordt meegeteld. De relatieve bijdrage van externe puntbronnen aan de totale stikstofbelasting is hier wel groot. Dit zijn de grensoverschrijdende beken vanuit België. De totale belasting in waterschap Alm & Biesbosch is laag vanwege het beperkte landbouwareaal en wordt voor tweederde bepaald door diffuse belasting vanuit landbouwgronden. De totale belasting in waterschap De Dommel is hoog vanwege het grote landbouwareaal en de sterke verstedelijking. In dit waterschap is de relatieve bijdrage van interne puntbronnen (vooral RWZI's) aan de totale nutriëntenbelasting hoog en ongeveer driemaal zo hoog als de diffuse belasting uit landbouwgronden. De totale belasting in waterschap De Aa is matig hoog vanwege het matig grote landbouwareaal. In dit waterschap wordt de belasting van het oppervlaktewater voor 60% veroorzaakt door puntbronnen, waarvan de externe puntbronnen ongeveer anderhalf keer zo groot zijn als de interne puntbronnen. De voornaamste externe puntbron is de Zuid-Willemsvaart, waardoor Maaswater wordt aangevoerd. De totale belasting in waterschap Maaskant is vrij laag vanwege het beperkte landbouwareaal en het ontbreken (bij gebrek aan debietgegevens over inlaat van Maas-water) van belasting vanuit externe puntbronnen. In dit waterschap is ruim de helft van de gebiedseigen belasting afkomstig van interne puntbronnen.

Tabel 4. Landbouwareaal (in 1000 ha) en huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater (in ton N of P per jaar) vanuit diverse bronnen¹ in de verschillende waterschappen in de provincie Noord-Brabant.

	Maaskant	Aa	Dommel	Alm & Biesbosch	West Brabant	Totaal
Areaal	70.3	88.2	134.9	18.9	187.2	499.5
Jaar	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹
P-belasting diffuse bronnen op zandgr.	37.4 27.4	150.1 93.9	120.4 79.3	1.3 1.0	83.0 58.7	392.2 260.2
P-belasting diffuse bronnen op kleigr.	35.2 25.8	6.4 4.0	6.4 4.2	15.7 12.2	51.5 36.4	115.2 82.6
P-belasting interne puntbronnen	64.8	48.7	213.5	5.3	54.0	386.3
P-belasting externe puntbronnen	0	72.0	72.7	1.8	70.0	216.5
P-belasting totaal (ton)	137.4 117.9	277.2 218.6	413.0 369.7	24.1 20.3	258.5 219.1	1110.2 945.6
N-belasting diffuse bronnen	791.3 517.7	1013.1 629.4	1414.5 822.8	236.9 180.6	1803.6 1206.1	5259.3 3356.6
N-belasting interne puntbronnen	568.4	465.5	2451.6	47.8	156.8	3690.2
N-belasting externe puntbronnen	0.0	620.0	916.0	41.0	1788.0	3365.0
N-belasting totaal (ton)	1359.7 1086.1	2098.6 1715.0	4782.1 4190.4	325.7 269.4	3748.3 3150.9	12314.5 10411.8

¹ Voor diffuse bronnen zijn de belastingen berekend met het meta-model voor 2031-2045 (2038) en daarvan afgeleid voor het jaar 2003 (nu) en voor puntbronnen zijn de belastingen gebaseerd op metingen in meestal 1995.

Tabel 5. Huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater (in kg/ha/jr N of P) vanuit diverse bronnen¹ in de verschillende waterschappen in de provincie Noord-Brabant.

	Maaskant	Aa	Dommel	Alm & Biesbosch	West Brabant	Totaal
Jaar	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹
P-belasting diffuse bronnen op zandgrond	0.53 0.39	1.70 1.06	0.89 0.59	0.07 0.05	0.44 0.31	0.79 0.52
P-belasting diffuse bronnen op kleigrond	0.50 0.37	0.07 0.05	0.05 0.03	0.83 0.65	0.28 0.19	0.23 0.17
P-belasting interne puntbronnen	0.92	0.55	1.58	0.28	0.29	0.77
P-belasting externe puntbronnen	0.00	0.82	0.54	0.10	0.37	0.43
P-belasting totaal (kg/ha)	1.95 1.68	3.14 2.48	3.06 2.74	1.28 1.07	1.38 1.17	2.22 1.89
N-belasting diffuse bronnen	11.26 7.36	11.49 7.14	10.49 6.10	12.53 9.56	9.63 6.44	10.53 6.72
N-belasting interne puntbronnen	8.09	5.28	18.17	2.53	0.84	7.39
N-belasting externe puntbronnen	0.00	7.03	6.79	2.17	9.55	6.74
N-belasting totaal (kg/ha)	19.34 15.45	23.79 19.44	35.45 31.06	17.23 14.25	20.02 16.83	24.65 20.84

¹ Voor diffuse bronnen zijn de belastingen berekend met het meta-model voor 2031-2045 (**2038**) en daarvan afgeleid voor het jaar 2003 (**nu**) en voor puntbronnen zijn de belastingen gebaseerd op metingen in meestal 1995.

De huidige totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater per hectare landareaal in Noord-Brabant bedraagt gemiddeld 25 kg N/ha/jr (Tabel 5) en is het hoogst in waterschap De Dommel vanwege de grote stikstofbelasting door interne puntbronnen (vooral RWZI's). De berekende afname van de stikstofbelasting uit diffuse bronnen (van 10.5 naar 6.7 kg N/ha/jr) resulteert in een toekomstige totale stikstofbelasting van 21 kg N/ha/jr gemiddeld in Noord-Brabant tijdens de periode 2031-2045.

De huidige totale fosforbelasting per hectare landareaal in Noord-Brabant bedraagt gemiddeld 2.2 kg P/ha/jr (Tabel 5) en is het hoogste in waterschappen De Aa en De Dommel vanwege de grote fosforbelasting uit resp. diffuse bronnen (nl. veel fosfaatverzadigde gronden) en interne puntbronnen. De berekende afname van de fosforbelasting uit diffuse bronnen (van 1.0 naar 0.7 kg P/ha/jr) resulteert in een toekomstige totale fosforbelasting van 1.9 P/ha/jr gemiddeld in Noord-Brabant tijdens de periode 2031-2045.

4.2.2 Belasting in totaal Noord-Brabant bij huidige diffuse belasting

De huidige totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant wordt voor 43% veroorzaakt te worden door diffuse bronnen en in iets geringere mate door interne en externe puntbronnen (Tabel 6: beiden ongeveer 30%). De huidige totale fosforbelasting wordt voor 45% veroorzaakt door diffuse bronnen vanuit het landbouwareaal, voor 35% door interne puntbronnen en voor de

rest door externe puntbronnen. Het aandeel diffuse belasting in de totale fosforbelasting is met 70% het hoogst in waterschap Alm & Biesbosch en het laagst (31 procent) in waterschap De Dommel. Voor stikstof is het beeld ongeveer identiek. Gemiddeld voor geheel Noord-Brabant is het aandeel van diffuse belasting in de totale huidige belasting bij weglating van de externe puntbronnen (nl. niet beïnvloedbaar via beleidsmaatregelen), voor fosfor 57% en voor stikstof 59%. Voor fosfor is de correctiefactor om de huidige diffuse belasting te berekenen (paragraaf 4.1) en daarmee het aandeel diffuse belasting in de totale fosforbelasting waarschijnlijk te hoog berekend.

Tabel 6. Relatieve belasting van het oppervlaktewater vanuit diverse bronnen¹ in de verschillende waterschappen in de provincie Noord-Brabant.

	Maaskant	Aa	Dommel	Alm & Biesbosch	West Brabant	Totaal
Jaar	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹	nu¹ 2038¹
P-belasting diffuse bronnen op zandgrond	0.27 0.23	0.54 0.43	0.29 0.21	0.05 0.05	0.32 0.27	0.35 0.28
P-belasting diffuse bronnen op kleigrond	0.26 0.22	0.02 0.02	0.02 0.01	0.65 0.60	0.20 0.17	0.10 0.09
P-belasting interne puntbronnen	0.47 0.55	0.18 0.22	0.52 0.58	0.22 0.26	0.21 0.25	0.35 0.41
P-belasting externe puntbronnen	0.00	0.26 0.33	0.18 0.20	0.08 0.09	0.27 0.32	0.20 0.23
P-belasting totaal	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00
N-belasting diffuse bronnen	0.58 0.48	0.48 0.37	0.30 0.20	0.73 0.67	0.48 0.38	0.43 0.32
N-belasting interne puntbronnen	0.42 0.52	0.22 0.27	0.51 0.59	0.15 0.18	0.04 0.05	0.30 0.35
N-belasting externe puntbronnen	0.00	0.30 0.36	0.19 0.22	0.13 0.15	0.48 0.57	0.27 0.32
N-belasting totaal	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00

¹ Voor diffuse bronnen zijn de belastingen berekend met het meta-model voor 2031-2045 (**2038**) en daarvan afgeleid voor het jaar 2003 (**nu**) en voor puntbronnen zijn de belastingen gebaseerd op metingen in meestal 1995.

4.2.3 Belasting in totaal Noord-Brabant bij diffuse belasting volgens metamodel

Van de totale toekomstige stikstofbelasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant is een derde deel afkomstig van interne puntbronnen (vooral RWZI's), een derde deel van diffuse bronnen en een derde deel van externe bronnen (vnl. grensoverschrijdende beken en aanvoer van Maaswater via Zuid-Willemsvaart). De verdeling van de totale toekomstige fosforbelasting over de verschillende bronnen stemt vrij sterk overeen met die voor stikstof, alleen de belasting vanuit externe bronnen is voor fosfor relatief kleiner dan voor stikstof (Tabel 6). De waterschappen met de grootste bijdrage aan de totale stikstofbelasting in de provincie Noord-Brabant zijn De Dommel en West-Brabant en met de grootste bijdrage aan

de totale fosforbelasting zijn vooral De Dommel en in mindere mate West-Brabant en De Aa (Tabel 4).

Het aandeel van diffuse belasting in de totale toekomstige belasting van het oppervlaktewater is het hoogste in gebieden die voornamelijk voor de landbouw worden gebruikt en die weinig urbane gebieden omvatten. Het aandeel in de totale fosforbelasting is daarom met 65% het hoogst in waterschap Alm & Biesbosch en het laagst (22 %) in waterschap De Dommel (vanwege grote RWZI-lozingen). Voor stikstof is het beeld ongeveer identiek. Gemiddeld voor geheel Noord-Brabant is het aandeel van diffuse belasting in de totale toekomstige belasting voor fosfor 37% en voor stikstof 32%. Wanneer de externe puntbronnen worden weggelaten omdat ze niet via beleidsmaatregelen beïnvloed kunnen worden, wordt het aandeel van diffuse belasting in de totale belasting voor fosfor 47% en voor stikstof 48%.

Uit dit overzicht van bijdragen vanuit de verschillende bronnen volgen de belangrijkste mogelijkheden om de kwaliteit van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant te verbeteren. Deze brongerichte maatregelen zijn:

(a) vermindering van de bodembelasting met nutriënten, (b) verhoging van zuiveringsrendementen van RWZI's; (c) vermindering van industriële lozingen, (d) directe afvoer van grote lozingen (o.a. van RWZI's) naar grote rijkswateren; (e) verbetering van waterkwaliteit in grensoverschrijdende beken en de Maas; en (f) beheersmaatregelen die o.a. de belasting van watergangen via oppervlakkige afstroming beperken en die aan de zuivering van vuilwaterstromen bijdragen. Deze laatste maatregelen worden in het volgende hoofdstuk (paragraaf 5) besproken.

5 Mogelijkheden voor toepassing van effectgerichte maatregelen op het gebied van waterbeheer en waterzuivering

5.1 Methodiek

In paragraaf 2 en in het daaraan ten grondslag liggende Deelrapport 1 (Wolf et al., 2002), is een globaal totaal-overzicht gegeven van mogelijke beheersmaatregelen en van hun effecten op de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater en op de landbouw-mogelijkheden. In de onderhavige deelstudie worden de uit dit totaal-overzicht geselecteerde maatregelen die als meest effectief zijn beoordeeld, in meer detail behandeld. Voor deze maatregelen worden de werking en de effectiviteit bij het verminderen van de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater en een aantal voorbeelden van toepassingen kwalitatief beschreven. Het gaat hierbij om (1) helofytenfilters; (2) vegetatieverwijdering en baggeren; (3) bufferstroken en (4) de bijdrage van oppervlakte-afstroming aan de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Op basis van deze informatie kunnen maatregelen gekozen worden om stapsgewijs de milieukwaliteit in Noord-Brabant te verbeteren. Deze specifieke maatregelen zijn aanvullend op het algemene nationale beleid (d.w.z. toepassing van MINAS-verliesnormen), waarvan de effecten ook zijn geanalyseerd (paragraaf 3 en Deelrapport 2). De effecten van deze specifieke maatregelen voor de waterkwaliteit kunnen wel kwalitatief aangeduid worden, maar zijn meestal niet goed te kwantificeren voor geheel Noord-Brabant (zie paragraaf 2.1.2). Meer informatie over de aanpak van deze deelstudie en over de resultaten wordt gegeven in Deelrapport 4 (Diepen et al., 2002d).

5.2 Resultaten

5.2.1 Helofytenfilters

Helofytenfilters of te wel zuiveringsmoerassen, zijn natuurlijke of aangelegde moerassen die gebruikt worden om de waterkwaliteit te verbeteren. Ze worden zowel ingezet bij de zuivering van puntlozingen (bijv. riooloverstorten, rioolwater van afgelegen recreatieparken of boerderijen, RWZI-lozingen op kleine beken) als bij de zuivering van oppervlaktewater dat verontreinigd is met stikstof en fosfaat als gevolg van landbouwkundig handelen. Een dergelijke zuivering van oppervlaktewater wordt bijvoorbeeld toegepast wanneer dit water vervolgens wordt ingelaten in natuureservaten en kwetsbare aquatische ecosystemen. Aspecten die van belang zijn bij de inrichting en belasting van helofytenfilters, worden besproken in Deelrapport 4. Het gaat hierbij om de juiste waterdiepte, vegetatie, beheer, compartimentering, enz. Op basis van het debiet en de stikstof- (of fosfor-) concentratie in het instromend ongezuiverd water kan de benodigde oppervlakte aan zuiveringsmoeras afgeleid worden om het effluent tot op de MTR-norm (V & W, 1999) voor oppervlaktewater te zuiveren. Voor verschillende typen helofytenfilters en voor

voorbeelden van projecten in Nederland zijn de zuiveringsrendementen gegeven die globaal (met een grote variatie) rond de 50% en 40% bedragen voor resp. stikstof en fosfor. Bij de aanleg van helofytenfilters moet rekening gehouden worden met het grote areaal aan benodigde grond en de daaruit resulterende hoge kosten. Multifunctioneel gebruik van vrijkomende landbouwgrond voor zuiveringsmoerassen die zowel dienen voor waterzuivering, natuur en recreatie, zou een oplossing kunnen zijn.

5.2.2 Vegetatieverwijdering en baggeren

De wijze waarop het onderhoud van watergangen (met name vegetatieverwijdering en baggeren) plaats vindt, bepaalt de nutriëntenbelasting en de kwaliteit van het oppervlaktewater. Het zijn de omstandigheden in en rond de watergangen die de effectiviteit van de beheersmaatregelen bepalen. In de onderhavige studie (Deelrapport 4) zijn eerst de methoden van onderhoud van watergangen behandeld en zijn de effecten van dit onderhoud besproken. Een aantal studies naar het effect van beheersmaatregelen zijn vervolgens behandeld en dit resulteert tenslotte in een aantal bruikbare beheersmaatregelen. Bijvoorbeeld:

- (1) de samenstelling van de waterplantengemeenschap in waterlopen verandert zowel door beheersmaatregelen als door de belasting met nutriënten vanuit het omliggende landbouwgebieden. Vaak schonen en een te hoge belasting van nutriënten kan leiden tot systemen waarin snel-groeiende soorten, zoals waterpest of kroos, domineren;
- (2) door te schonen in de zomerperiode, wanneer de biomassa het hoogst is, worden de meeste nutriënten uit het systeem verwijderd. Het maaien van een deel van de vegetatie in de watergangen heeft de voorkeur omdat er daardoor een stabielere aquatisch systeem ontstaat;
- (3) baggeren dat tot doel heeft om nutriënten uit het systeem te verwijderen, heeft meer zin in geval van langzaam stromende of stilstaande wateren dan in stromende wateren, omdat er in het eerste geval meer bagger ontstaat;
- (4) in een eutroof systeem dat wordt gedomineerd door snelgroeiende waterplanten (bijv. kroos), kan het evenwicht van dit ecosysteem verschuiven als gevolg van een grote verlaging van de nutriëntenbelasting. Een combinatie van een verlaging van de nutriëntenbelasting met het systematisch verwijderen van waterplanten en/of het extra diep uitbaggeren van de waterbodem kan dit proces versnellen. Hierdoor kan er ruimte ontstaan voor minder snel groeiende planten.

5.2.3 Bufferstroken

Bufferstroken zijn stroken tussen waterlopen en landbouwpercelen die gebruikt worden om de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater te verminderen. In de onderhavige studie (Deelrapport 4) wordt een overzicht gegeven van de verschillende typen bufferstroken en van de huidige praktijk in Nederland. Vervolgens worden de effecten van bufferstroken op de nutriëntenemissies vanuit landbouwgronden naar

het oppervlaktewater besproken. De factoren zoals bodem, hydrologie en landgebruik, die de effectiviteit van een bufferstrook bepalen, worden tevens behandeld. Dit resulteert in de volgende overwegingen bij de keuze van een bufferstrook:

- (1) terrestrische bufferstroken kunnen zowel de stikstof- als de fosfor-belasting van het oppervlaktewater verminderen door plantopname, door invang van gesuspendeerde deeltjes in oppervlakte-afstroming, en door ontbreken van bemesting in de bufferstrook;
- (2) aquatische bufferstroken kunnen de stikstofbelasting sterker reduceren maar de fosforbelasting minder sterk reduceren dan terrestrische bufferstroken. Onder de meer anaërobe condities in dit type bufferstrook zijn de stikstofverliezen vanwege denitrificatie groter, maar wordt fosfor minder goed vastgelegd en komt mogelijk zelfs in verhoogde mate vrij;
- (3) de transportroute naar het oppervlaktewater speelt een zeer belangrijke rol bij de keuze van het type bufferstrook. Deze transportroute wordt op zijn beurt bepaald door hellingshoek, bodemtype, hydrologie en landgebruik en is daarom locatie- specifiek;
- (4) de keuze van de vegetatie in een bufferstrook lijkt het beste te kunnen worden gemaakt op basis van landschappelijke en ecologische (neven)doelen. Bufferstroken kunnen een belangrijke ecologische meerwaarde hebben voor zowel flora als fauna;
- (5) buffers langs gedraineerde percelen hebben weinig effect op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, tenzij drainwater via een aquatische bufferstrook wordt geleid;
- (6) hoge vegetatie in bufferstrook werkt beter tegen verwaaing dan een lage vegetatie;
- (7) het afvoeren van nutriënten in gemaaid en verwijderde vegetatie en de stikstofverliezen via denitrificatie zijn de enige manieren waarop de nutriëntenemissie naar het oppervlaktewater werkelijk (duurzaam) verlaagd wordt;
- (8) er kan voor verschillende omstandigheden (nl. bodemtype, grondwaterstand, enz.) globaal aangegeven worden welk type bufferstrook op welke locatie het beste kan worden toegepast (zie vorige punten). Echter, locatie-specifieke kwantificering van de effectiviteit van een bufferstrook bij de reductie van stikstof- en fosfor-emissies naar het oppervlaktewater is vaak niet mogelijk.

5.2.4 Bijdrage van oppervlakte-afstroming aan de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater

Oppervlakte-afstroming is het afstromen van water over het maaiveld. In de onderhavige studie (Deelrapport 4) wordt het proces van oppervlakte-afstroming eerst behandeld. Vervolgens worden de resultaten besproken van metingen en van modelstudies voor gebieden in Nederland. Tenslotte is er een inschatting gemaakt van risicovolle (m.b.t. oppervlakte-afstroming) situaties en is aangegeven welke grootheden bruikbaar kunnen zijn als gebiedsindicatoren voor het localiseren van risicoplekken. De volgende factoren blijken de mate van oppervlakte-afstroming en

de daarmee gepaard gaande nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater te doen toenemen: (1) helling inclusief de bolling van het perceel; (2) geringe berging op maaiveld; (3) landbouwperceel binnen 10 m van sloot; (4) geringe infiltratiecapaciteit vanwege ondoorlatende ondergrond en/of verslechte of verdichte toplaag en/of zavel of klei; (5) slechte ontwatering vanwege ondiep grondwater; (6) zware buien die weinig frequent voorkomen. De locaties met een aanzienlijke kans op oppervlakteafstroming in de provincie Noord-Brabant, zijn daarom de stroken bouwland op leem-, zavel- of kleigrond direct langs waterlopen (bijv. kleigebied van West-Brabant en het Land van Heusden en Altena), de natte gronden tijdens de winter (bijv. de beekdalen en de kwelgebieden op de overgang van zand- naar kleigebieden van West-Brabant (hoge GHG, zie Kaart 1 van Deelrapport 2)), en de percelen met een relatief steile helling. Dit zijn ook de omstandigheden waaronder bufferstroken effectief toegepast kunnen worden (paragraaf 5.2.3). Kwantificering van de mate van oppervlakteafstroming kan meestal alleen met behulp van modellen uitgevoerd worden, en vereist gedetailleerde neerslagreeksen.

6 Verwachte nitraatbelasting en opbrengstderving in akkerbouw- en melkveehouderijgewassen bij verschillende verliesnormen op geselecteerde bodemtypen

6.1 Methodiek

Nitraatbelasting van het grondwater en de opbrengstdervingen vanwege verminderde bemesting zijn bepaald voor zowel een akkerbouwrotatie als voor gras- en maisland in de melkveehouderij. Voor de akkerbouw werden de berekeningen uitgevoerd voor een rotatie met 25% aardappel, 25% maïs, 25% suikerbiet, en 25% tarwe/triticale. Bij aardappel en suikerbiet werd er verondersteld dat twee-derde van de werkzame stikstofgift in de vorm van dierlijke mest (met werkingscoëfficiënt van 55%) is toegediend, bij maïs vier-vijfde deel, en dat bij tarwe geen dierlijke mest is gebruikt. De overige stikstoftoediening is in de vorm van kunstmest. Voor de rotatie werden vier bemestingsniveau's vastgesteld die overeenkomen met resp. 100, 75, 50, 25, en 0% van de MINAS-verliesnormen voor het jaar 2003. Deze randvoorwaarde werd op rotatieniveau (dus niet op gewasniveau) opgelegd. De stikstof-bemesting en -overschotten (volgens de MINAS-norm) zijn daardoor hoog bij aardappel en laag bij tarwe. De gewasopname van stikstof en de gewasopbrengsten werden berekend voor de vier verschillende gewassen en de vier verschillende bemestingsniveau's volgens het QUAD-MOD concept (Berge et al., 2000). Voor deze gewas – bemestingsniveau combinaties werden vervolgens het werkelijke stikstofoverschot, de opbrengstderving vanwege stikstoftekort, de hoeveelheid residuaire minerale stikstof in het bodemprofiel in het najaar, en de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater berekend. Dit werd gedaan voor een twintigtal in Brabant veel voorkomende bodemtypen en voor een drietal hydrologiescenario's 'huidig', 'vernat' en 'verdroogd'.

Voor gras- en maisland in de melkveehouderij werd een andere systematiek gevolgd dan voor de akkerbouwrotatie. De verliesnormen worden opgelegd op bedrijfsniveau, en dit laat een grote variatie toe in de bemesting van de individuele gewassen. Deze hangt af van de veebezetting, de areaalverhouding grasland:maisland, de bodemvruchtbaarheid en de prijsniveaus van o.a ruwvoeder en krachtvoeder. Deze factoren bepalen samen de afweging die gemaakt moet worden tussen de eigen voerproductie en de aankoop van voer. Door deze complexiteit moeten bemestingsniveaus en bijbehorende stikstof-verliezen steeds voor een specifieke bedrijfscontext berekend worden. Het was daarom niet mogelijk om een differentiatie naar bodemtype aan te brengen, zoals bij de bouwlandrotatie. De berekeningen voor gras- en maisland werden uitgevoerd op bedrijfsniveau met behulp van FARMMIN, een optimalisatiemodel dat bemesting en voeraankopen berekent voor een vooraf opgelegd toelaatbaar stikstof-overschot. De bedrijfsconfiguratie werd vooraf vastgelegd m.b.t. gewasarealen en opbouw van de veestapel. Berekeningen werden uitgevoerd voor bedrijven met 100% grasland, 80% grasland met 20% snijmais, en 60% grasland met 40% snijmais. Voor de veedichtheid werd een oplopende reeks gebruikt van 1.0 tot 2.4 melkkoeien per ha bedrijfsareaal,

met bijbehorend jongvee (25% vervanging). In één scenario (100%-scenario) werden de MINAS-normen voor het jaar 2003 opgelegd en in een tweede scenario werden deze normen gehalveerd (50%-scenario). De opbrengsten voor gras- en maisland werden berekend en ook de mate van opbrengstderving bij het 50%-scenario (t.o.v. het 100% scenario) De bemesting zoals berekend m.b.v. FARMMIN, werd omgerekend naar residuaire minerale stikstof in het bodemprofiel in het najaar en nitraatconcentratie in bovenste grondwater. Deze berekeningen werden gedaan voor drie hydrologieklassen (nl. GHG <40 cm, 40-80 cm, > 80 cm). Voor meer informatie over de toegepaste berekeningswijzen en voor volledige overzichten van de rekenresultaten voor zowel gras- en maisland als voor de eerder beschreven akkerbouwrotatie, zie Deelrapport 5 (Berge, 2002).

6.2 Resultaten

6.2.1 Bouwlandrotatie

Bij stikstof-overschotten die overeenstemmen met 100% van MINAS-verliesnormen voor het jaar 2003, zijn de nitraatconcentraties meestal 10-30, 25-45 of 45-65 mg/l (Tabel 7) voor resp. natte (GHG <40 cm), middel-droge (GHG 40-80 cm) en droge gronden (GHG >80 cm). Reductie van stikstof-overschotten van 100% van MINAS-verliesnormen naar 0% (overschot van 0 kg N/ha) levert gemiddeld voor de bouwlandrotatie een daling van de nitraatgehalten in het bovenste grondwater op van ca. 10 mg/liter (Tabel 7). Bij natte gronden (GHG < 40 cm) kan deze daling soms nog kleiner zijn. Vernatting en verdroging hebben een sterk effect op de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, ook in vergelijking met het effect van de forse vermindering van het stikstof-overschot (100% ? 0% van MINAS-verliesnormen). Bijvoorbeeld, een klasse lagere of hogere GHG resulteert in ca. 15 mg/l lagere resp. hogere nitraat-concentraties (Tabel 7). Bij een stikstof-overschot gelijk aan 100% van MINAS-verliesnormen liggen de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van droge gronden (GHG > 80 cm) onder aardappel tussen 60 en 80 mg/l, en onder maïs, tarwe en suikerbiet zijn de nitraatconcentraties dan resp. 50-60, 30-50 en 25-40 mg/l. Bij een stikstof-overschot gelijk aan 0% van MINAS-verliesnormen zijn de nitraatconcentraties in droge gronden resp. 60-70 (aardappel), ca. 50 (maïs), 25-30 (tarwe), en ca. 25 mg/l (suikerbiet). Enkele uitschieters buiten deze ranges komen voor.

Tabel 7. Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater bij bouwlandrotatie en twee niveaus van stikstof-overschot (resp. 100% en 0% van MINAS-verliesnormen) en bij drie Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) -klassen.

GHG (cm)	Nitraatconcentratie bij 100% van MINAS-norm (mg/l)	Nitraatconcentratie bij 0% van MINAS-norm (mg/l)
< 40	10-30	10-15
40-80	25-45	25-30
> 80	45-65	40-50

De opbrengstderving bij een sterke vermindering van het stikstof-overschot (MINAS-verliesnormen van 100% ? 0%) bedraagt: tot 10% bij aardappel, tot 7% bij maïs, tot 10% bij tarwe en tot 18% bij suikerbiet. Op arme bodems kan de opbrengstderving t.g.v. dezelfde vermindering van het stikstof-overschot groter zijn: tot 14% bij aardappel, tot 15% bij maïs, tot 19% bij tarwe en tot 29% bij suikerbiet.

6.2.2 Gras- en maisland in de melkveehouderij

Voor alle combinaties van randvoorwaarden (GHG, verliesnorm, gras/mais verhouding) blijkt de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater nauwelijks afhankelijk van de veebezetting in de range van 1.5 tot 2.5 melkkoe/ha. Dat komt omdat er steeds wordt uitgegaan van volledige 'opvulling' van het toegestane stikstof-overschot en van afvoer van overtollige mest. Bij een lagere veedichtheid (1.0-1.5) wordt een sterke verhoging van de nitraatconcentratie onder het maisareaal gevonden, vooral bij een gras/mais verhouding 60%/40%. Dit gaat gepaard met ruwvoederafvoer, maar deze situatie zal in de praktijk niet vaak voorkomen. De combinatie van een hoge veebezetting met een groot aandeel maïs in het areaal moet vermeden worden, omdat dit de beweidingsdruk te zeer verhoogt.

Bij oplegging van de MINAS-verliesnormen voor het jaar 2003 en een veebezetting van 1.5-2.5 melkkoe/ha liggen de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in de orde van 10-15 mg/l voor GHG <40 cm, 30-50 en 25-40 mg/l voor GHG 40-80 cm bij resp. gewone MINAS-verliesnormen en verscherpte MINAS-normen voor droge zandgronden, en 45-65 mg/l voor GHG >80 cm bij verscherpte MINAS-normen voor droge zandgronden (Tabel 8). Binnen deze ranges worden de laagste nitraatconcentraties steeds gevonden voor de 100% gras-bedrijven, vervolgens voor het grasland in de 80% gras/20% maïsbedrijven, en tenslotte voor het maïsland in zowel de 80%/20% als 60%/40% bedrijven. De hoogste nitraatconcentraties worden aangetroffen in het grasland van de 60%/40% bedrijven. Dit kan verklaard worden uit de relatief grote beweidingsdruk en de overheveling van toelaatbare stikstof-overschotten op maïs naar gras in deze bedrijven met veel maïsareaal (40%), waardoor grasland relatief zwaar bemest wordt.

Voor GHG-droog (>80 cm) liggen de nitraatwaarden onder gras op 60/40 bedrijven dan in de range 55-65 mg/l, en onder maïs 50-55 mg/l. In de praktijk zal die optimalisatie (overheveling) vaak niet volledig uitgevoerd worden, waardoor de genoemde nitraatverschillen tussen gras- en maïsland binnen het bedrijf vervagen, en maïsland zelfs fors hogere waarden dan grasland kan vertonen, tot ruim boven 65 mg/l. Aanvullend lokaal beleid ter verlaging van nitraatuitspoeling zou erop gericht moeten zijn om de bedrijfseconomisch aantrekkelijke overheveling van overschot op maïsland naar grasland te stimuleren, omdat de daling in nitraatwaarden die hiermee op maïs bereikt wordt, groter is dan de stijging die op gras het gevolg is. Verder zou de combinatie van een hoge veebezetting met een groot aandeel maïs in het areaal vermeden moeten worden, omdat dit de beweidingsdruk te zeer verhoogt (wanneer het systeem van 8 u/d weiden gehandhaafd blijft).

Wanneer gehalveerde MINAS-verliesnormen worden opgelegd (50% scenario), liggen de nitraatconcentraties rond 10 mg/l voor GHG <40 cm. De concentraties zijn gelijk aan 25-35 en 25-30 mg/l voor GHG 40-80 cm bij resp. gehalveerde MINAS-normen en gehalveerde verscherpte MINAS-normen voor droge zandgronden, en 40-50 mg/l voor GHG >80 cm bij gehalveerde verscherpte MINAS-normen voor droge zandgronden. Tabel 8 geeft voor combinaties van randvoorwaarden de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, waarbij de concentratierange alle bedrijfsconfiguraties en beide gewassen omvat. De extreme nitraatconcentraties onder maïs bij zeer lage veebezetting zijn hieruit weggelaten.

Tabel 8. Verwachte nitraatwaarden bij de in het gebied voorkomende combinaties van GHG-klasse en MINAS randvoorwaarde, bij twee niveaus van 'opvulling' van het MINAS overschot (respectievelijk 100% en 50%)..

GHG (cm)	Overschot bij MINAS 2003 op grasland/bouwland kg N/ha	Nitraatconcentratie bij overschot van 100% van MINAS 2003 verliesnorm (mg/l)		Nitraatconcentratie bij overschot van 50% van MINAS 2003 verliesnorm (mg/l)	
		gras	maïs	gras	maïs
<40	180 / 100	10-15	10-15	8-12	10
40-80	180 / 100	30-50	35-40	25-35	30
40-80	140 / 60 ¹	25-40	30-35	25-30	30
>80	140 / 60 ¹	45-65	50-60	40-50	45-50

¹ aangescherpte verliesnorm voor droge zandgronden volgens MINAS

Het grasland in de GHG-droog (>80 cm) situatie vertoont dan nitraatwaarden van 45 mg/l (100% grasland) tot 55 mg/l (60% grasland); onder het maïsland blijft de nitraatwaarde rond 50-55 mg/l.

Aanscherping van de MINAS overschotten ten opzichte van de 2003-eindnormen heeft dus slechts een beperkt effect op de nitraatconcentratie volgens deze berekeningen. De absolute reductie van de nitraatconcentratie ten opzichte van huidige grondwaterkwaliteit is echter fors groter dan het verschil tussen het 100% en 50% scenario in Tabel 8, omdat:

- veel bedrijven de MINAS 2003-normen nu nog lang niet halen;
- de nitraatwaarden in Tabel 8 vastgesteld zijn bij matige bodemvruchtbaarheid (N-leverend vermogen NLV = 130 en 90 kg/ha/j voor gras- respectievelijk maïsland) en daarom aan de lage kant zijn, in vergelijking tot de huidige toestand van veel Brabantse zandgronden;
- de resultaten betrekking hebben op een systeem van beperkt beweiden.

Bovendien is in het 50%-scenario geen vermindering van NLV verondersteld, terwijl die in werkelijkheid wel zal optreden, vooral op bodems met hoge NLV. Ruwweg als gemiddelde over alle hier gepresenteerde berekeningen, zal de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater dalen met ca. 5 mg/l tengevolge van een halvering van het toelaatbaar overschot (50% scenario), maar de daling ten opzichte van de huidige toestand is veel groter.

Verder worden voor de melkveehouderij de volgende conclusies getrokken:

1. Het is van belang te zorgen dat de beweidingsdruk niet te hoog wordt;
2. Op maïsland zou het kuldig toepassen van vanggewassen meer effect sorteren dan het aanscherpen van MINAS (vanuit de situatie 2003), maar dit laatste is wel een instrument om het eerste af te dwingen;
3. Vernatting heeft in alle situaties een groot effect op de nitraatwaarden, zoals eerder geconstateerd bij de bouwlandrotatie;
4. Grasopbrengsten liggen bij toepassen van de MINAS-verliesnormen (100% scenario) op 85-90% van het potentieel haalbare niveau, en dalen tot 70 à 80% wanneer de overschotten gehalveerd worden (50%-scenario);
5. Maïsopbrengsten liggen praktisch op 100% van het haalbare niveau bij de verliesnorm 180/100 (Tabel 8), en op 95-100% bij verliesnorm 140/60; zij dalen naar ca. 80% (droge zandgronden), en 90% (overige bodems) bij halvering van de overschotten (50% scenario).

7 Integratie van resultaten van vijf deelstudies

Een studie is uitgevoerd naar de totale nutriëntenbelasting in alle deelstroomgebieden in Noord-Brabant en naar de relatieve bijdrage daaraan uit verschillende bronnen (landbouwgronden, industrieën, enz.). De resulterende informatie over de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant wordt besproken in paragrafen 7.1 en 7.2. Deze informatie kan in combinatie met informatie over mogelijke maatregelen, gebruikt worden om eerst de belangrijkste bronnen van nutriëntenbelasting te localiseren en vervolgens een pakket maatregelen samen te stellen, waarmee de nutriëntenbelasting per deelstroomgebied effectief kan worden verminderd. De effecten van maatregelen zijn in deze studie zoveel mogelijk gekwantificeerd om afwegingen goed te kunnen onderbouwen. De resultaten van deze studie kunnen worden gebruikt om een optimale afstemming van bodem en landgebruik te bereiken en om effectieve beheersmaatregelen te kiezen om stapsgewijs de waterkwaliteit in Noord-Brabant te verbeteren. Daarmee kan een ondersteuning worden gegeven bij het reconstructieproces in Noord-Brabant.

Een groot aantal mogelijke maatregelen is beoordeeld op hun effectiviteit bij het beperken van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant. De effectiviteit van een aantal generieke maatregelen is bepaald met behulp van modellen (paragraaf 7.3), met name die maatregelen waarvan een relatief grote effectiviteit wordt verwacht. Naast deze kwantitatieve inschattingen is de effectiviteit van de overige, specifieke maatregelen (nl. toepasbaar voor een bepaald soort milieuproblemen en/of onder een bepaald soort condities) voornamelijk in kwalitatieve zin bepaald (paragraaf 7.4). Hiermee ontstaat een volledig overzicht van de mogelijke maatregelen om de milieubelasting in Noord-Brabant te verminderen. Naast de effecten per maatregel voor het milieu zijn ook hun gevolgen voor de landbouw (paragraaf 7.5) bepaald. De wijze waarop de informatie over de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant, over mogelijke maatregelen om deze nutriëntenbelasting te verminderen, en over de gevolgen per maatregel voor milieu en landbouw, geïntegreerd kan worden toegepast, wordt besproken in paragraaf 7.6.

7.1 Huidige nutriëntenbelasting van oppervlaktewater

De toekomstige diffuse belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor en de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in Noord-Brabant zijn berekend met een metamodel. Deze berekeningen zijn gedaan voor een basisscenario dat bestaat uit een evenwichtsituatie voor de periode 2031-2045 met de vanaf 2003 ingestelde MINAS-verliesnormen, actueel landgebruik, actuele hydrologische situatie, en een vaste stikstof-depositie. Op basis van de resultaten van de recente Evaluatie Meststoffenwet-studie met het STONE nutriëntenemissiesysteem (Schoumans et al., 2002) zijn correctiefactoren afgeleid (Deelrapport 3: paragraaf 2.5.2) om uit de toekomstige diffuse belastingen volgens het metamodel (voor het basisscenario) de huidige diffuse belastingen te berekenen. Deze huidige diffuse belastingen zijn goed

vergelijkbaar met de huidige punt-belastingen, zoals aangeleverd door de waterschappen. Voor de punt-belastingen zijn meetresultaten voor meestal het jaar 1995 gebruikt. De som van diffuse en puntbelastingen geeft de totale huidige nutriëntenbelastingen per deelstroomgebied en per waterschap. Echter, men moet wel bedenken dat er enige onzekerheid zit in de huidige diffuse belasting vanwege de toegepaste correctiefactoren.

Geheel Noord-Brabant

De huidige totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant wordt voor 43% veroorzaakt te worden door diffuse bronnen en in iets geringere mate door interne en externe puntbronnen (beiden ongeveer 30%). De twee waterschappen met de grootste bijdrage aan de totale stikstofbelasting in Noord-Brabant zijn de twee grootste (qua landareaal) waterschappen De Dommel en West-Brabant. De huidige totale fosforbelasting in Noord-Brabant wordt voor ten hoogste 45% veroorzaakt door diffuse bronnen vanuit het landbouwareaal, voor 35% door interne puntbronnen en voor de rest door externe puntbronnen. De waterschappen met de grootste bijdrage aan de totale fosforbelasting in Noord-Brabant zijn vooral De Dommel en in mindere mate De Aa en West-Brabant.

Het aandeel diffuse belasting in de totale fosforbelasting is met 70% het hoogst in waterschap Alm & Biesbosch (vnl. landbouw) en het laagst (31 procent) in waterschap De Dommel met grote lozingen door de RWZI's van Eindhoven en Tilburg. Voor stikstof is het beeld ongeveer identiek. Voor meer detail-informatie over de huidige nutriëntenbelasting in Noord-Brabant, zie Tabellen 4 t/m 6 (paragraaf 4.2). Wanneer de externe puntbronnen worden weggelaten omdat ze niet via beleidsmaatregelen beïnvloed kunnen worden, wordt gemiddeld voor geheel Noord-Brabant het aandeel van diffuse belasting in de totale huidige belasting voor fosfor ten hoogste 57% en voor stikstof 59%.

Deelstroomgebieden

De relatieve bijdragen van diffuse bronnen en van interne en externe puntbronnen aan de totale nutriëntenbelasting zijn voor alle deelstroomgebieden in de provincie Noord-Brabant bepaald. Deze informatie is opgeslagen in EXCEL-werkbladen en weergegeven op provincie-brede kaarten (Deelrapport 3). Op basis van deze kaarten kunnen de deelstroomgebieden met een hoge stikstof- en/of fosforbelasting van het oppervlaktewater in Noord-Brabant snel gelocaliseerd worden. De kaarten laten zien dat zich in enkele gebieden zeer hoge belastingen vanuit interne puntbronnen (vooral RWZI's en met name die van Eindhoven, Tilburg en Boxtel met zeer grote belastingen) en vanuit externe puntbronnen (nl. grensoverschrijdende beken vanuit België en aanvoer van Maaswater via Zuid-Willemsvaart) voordoen. De inlaat van Maaswater in het waterschap Maaskant is ook van belang, maar is niet meegenomen in deze studie vanwege gebrek aan betrouwbare debietgegevens. De diffuse belasting is per definitie sterk gespreid over de landbouwgebieden (nl. afstroming via ondiep grondwater en drains naar het oppervlaktewater). De diffuse belasting beïnvloedt in de eerste plaats de waterkwaliteit in de kleinere watergangen, terwijl zowel de interne als de externe puntbronnen vooral de waterkwaliteit in de grotere waterlopen bepalen.

Voor meer informatie over de totale huidige nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in Noord-Brabant en over de relatieve bijdragen daaraan vanuit de verschillende soort bronnen, zie Deelrapport 3. Deze informatie wordt in dit rapport gegeven per deelstroomgebied, per waterschapsgebied en voor de provincie Noord-Brabant als geheel.

7.2 Toekomstige nutriëntenbelasting van oppervlaktewater

De toekomstige nutriëntenbelasting vanuit diffuse bronnen is berekend met het metamodel voor de periode 2031-2045 (nl. het basisscenario, zie paragraaf 7.1). Deze belasting is lager dan de huidige diffuse belasting, omdat ze wordt verondersteld grotendeels in evenwicht te zijn met de vanaf 2003 toegepaste MINAS-verliesnormen (Tweede Kamer, 2000). De puntbelastingen zijn gebaseerd op meetresultaten van de waterschappen. Omdat geen prognoses voor de puntbelastingen over 30 jaar beschikbaar zijn, wordt voorlopig verondersteld dat de belasting vanuit interne en externe puntbronnen gelijk blijft aan de gebruikte meetresultaten van meestal het jaar 1995.

Geheel Noord-Brabant

Van de totale toekomstige stikstofbelasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant is dan 35% afkomstig van interne puntbronnen (vooral RWZI's en in mindere mate industriële lozingen en riooloverstorten), 32% afkomstig van diffuse bronnen (vnl. bepaald door landbouw zoals berekend met het metamodel) en de rest van externe bronnen (vnl. grensoverschrijdende beken en aanvoer van Maaswater via Zuid-Willemsvaart). De verdeling van de totale fosforbelasting over de verschillende bronnen is ongeveer identiek (nl. 37% afkomstig van diffuse bronnen) aan die voor stikstof, alleen de belasting vanuit externe bronnen is voor fosfor relatief kleiner dan voor stikstof. De waterschappen met de grootste bijdrage aan de totale toekomstige stikstofbelasting in de provincie Noord-Brabant zijn De Dommel en West-Brabant en met de grootste bijdrage aan de totale fosforbelasting zijn vooral De Dommel en in mindere mate West-Brabant en De Aa.

Het aandeel van diffuse belasting in de totale toekomstige belasting van het oppervlaktewater is het hoogste in gebieden die voornamelijk voor de landbouw worden gebruikt en die weinig urbane gebieden omvatten. Het aandeel in de totale fosforbelasting is daarom met 65% het hoogst in waterschap Alm & Biesbosch en het laagst (22%) in waterschap De Dommel met grote lozingen door de RWZI's van Eindhoven en Tilburg. Voor stikstof is het beeld ongeveer identiek. Voor meer detail-informatie over de toekomstige nutriëntenbelasting in Noord-Brabant, zie Tabellen 4 t/m 6 (paragraaf 4.2). Wanneer de externe puntbronnen worden weggelaten omdat ze niet via beleidsmaatregelen beïnvloed kunnen worden, wordt gemiddeld voor geheel Noord-Brabant het aandeel van diffuse belasting in de totale toekomstige belasting voor fosfor 47% en voor stikstof 48%. Het aandeel van de diffuse belasting in de totale toekomstige belasting is waarschijnlijk aan de lage kant, omdat men mag aannemen dat de belasting uit puntbronnen de komende 30 jaar (in onbekende mate) zal afnemen.

Stikstofbelasting t.o.v. fosforbelasting

De massa-verhouding stikstof t.o.v. fosfor in zowel de totale belasting als de diffuse belasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant ligt gemiddeld rond de 10. Er is echter een duidelijk verloop in de massaverhouding in zowel de totale als de diffuse belasting te zien van west naar oost in de provincie, nl. van 14 in het westen naar 8 in het oosten. Dit kan verklaard worden uit de relatief lage fosforvruchten in grensoverschrijdende beken naar West-Brabant en uit de hoge diffuse fosforbelasting in Oost-Brabant als gevolg van de sterke fosfaatophoping in de bodems. Deze sterke fosfaatophoping is veroorzaakt door de overmatige historische fosfaatbemesting in Oost-Brabant.

Voor meer informatie over de totale toekomstige nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in Noord-Brabant, de afname van de totale belasting vanwege de toepassing van de MINAS-verliesnormen, en de relatieve bijdragen aan de totale toekomstige belasting vanuit de verschillende soort bronnen, zie Deelrapport 3.

7.3 Effect van generieke maatregelen op diffuse nutriëntenbelasting

De effecten van generieke maatregelen, zoals veranderingen in grondwaterstand, stikstofdepositie, netto nutriëntenbelasting van de bodem, en landgebruik (volgens GGOR-natuur) op de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater, zijn bepaald, in vergelijking met de nutriëntenbelasting van het basisscenario (zie paragraaf 7.1).

Effect van maatregelen

Een overzicht van de effecten van deze maatregelen op de gemiddelde stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater en de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in Noord-Brabant, wordt gegeven in Tabel 3. Hieruit blijkt dat een zeer sterke gemiddelde afname van de nitraatconcentratie (- 54 %) in het bovenste grondwater wordt bereikt door een nihil stikstofoverschot (stikstofaanvoer in vnl. mest min stikstofafvoer in gewas is nul) en een matig sterke afname (- 32%) door stijging van de GHG met 30 cm. Ook de gemiddelde stikstofbelasting van het oppervlaktewater neemt sterk af (- 52%), wanneer het stikstofoverschot gelijk aan nul wordt. De stikstofbelasting is weinig afhankelijk van de grondwaterstand.

De gemiddelde fosforbelasting van het oppervlaktewater neemt matig sterk af (circa - 20%) door zowel een daling van de GHG met 20 cm en een nihil fosforoverschot. Dit betekent dat het fosforoverschot volgens MINAS verantwoordelijk is voor een beperkt deel van de fosforbelasting van het oppervlaktewater en dat een sterkere afname van de fosforbelasting alleen mogelijk is via uitputting van de fosforvoorraad in de bodem (dus een negatief fosfor-overschot, of te wel een fosfortoediening die lager is dan de fosfor-onttrekking door het gewas). Dit vereist een lange tijdsperiode van onderbemesting en vrij diepe grondwaterstanden. Het hoge niveau van historische bemesting en de resulterende sterke fosfaatophoping in de bodems van Noord-Brabant blijkt dus de toekomstige fosforbelasting van het oppervlaktewater grotendeels te bepalen. Voor meer specifieke informatie over de

mate van nutriëntenbelasting in de verschillende delen van Noord-Brabant en over de mate waarin de nutriëntenbelasting verandert door generieke maatregelen, zie de kaarten bij Deelrapport 2. Alleen op kaart kan de regionale variatie in nutriëntenbelasting die afhangt van bodemtype, nutriëntenoverschot, bodemgebruik en hydrologie, getoond worden.

Samenvattend kan gesteld worden dat de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant sterk verminderd kan worden door een sterke afname van de belasting van de bodem met nutriënten (of te wel, reductie van met name de stikstof-overschotten) en door een verandering van de grondwaterstand. Omdat grondwaterstandsverandering gedeeltelijk tegengestelde effecten heeft op de belasting met stikstof en fosfor, is dit een weinig effectieve aanpak om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater te verminderen. Scenario 'GGOR-natuur en landgebruik volgens EHS-2000' resulteert in een hogere grondwaterstand in grote delen van Noord-Brabant, en daarmee in lagere nitraatconcentraties in het grondwater en in een hogere fosforbelasting van het oppervlaktewater. Tevens verandert het landgebruik en neemt het areaal natuur toe, waardoor de bodembelasting gemiddeld in Noord-Brabant iets lager wordt. Dit laatste leidt tot iets lagere nitraatconcentraties in het grondwater en tot een iets lagere nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Het effect van de hogere grondwaterstand vanwege GGOR-natuur is echter meestal overheersend.

Kwaliteitscriteria

De toekomstige diffuse belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor en de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in Noord-Brabant zoals berekend met het metamodel voor het basisscenario, zijn op kaart weergegeven. De resulterende nutriëntenbelasting kan vergeleken worden met de EU-nitraatrichtlijn voor grondwater en de MTR-normen voor oppervlaktewater (V & W, 1999). Hieruit blijkt dat in de toekomst (periode 2031-2045):

- 1) de EU-nitraatnorm van 50 mg/l soms wordt overschreden en met name in de droge zandgronden;
- 2) een te hoge stikstofbelasting van het oppervlaktewater weinig voorkomt en vooral wordt aangetroffen in gebieden met een slecht doorlatende ondergrond;
- 3) een te hoge fosforbelasting zich in de helft van Noord-Brabant voordoet en vooral in gebieden met een relatief ondiep grondwaterpeil.

7.4 Effect van specifieke maatregelen op nutriëntenbelasting

Een groot aantal maatregelen zijn beoordeeld op hun effectiviteit bij het beperken van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater. Het gaat vooral om de specifieke maatregelen (bijvoorbeeld buffers) die een beperkte samenhang hebben met gebiedskenmerken en die aanvullend op de meer algemeen toepasbare maatregelen (zoals besproken in paragraaf 7.3) kunnen worden uitgevoerd. De maatregelen zijn onder te brengen in de categorieën (1) waterkwantiteitsbeheer; (2) vermindering van belasting met vuil water; (3) verminderen van belasting van bodem met nutriënten; (4) bodemsanering t.b.v. natuur; (5) beperking van oppervlakkige

nutriënten-afspoeling. Voor iedere groep van maatregelen is een kwalitatieve indicatie gegeven van de effecten op de stikstof- en fosforbelasting van grond- en oppervlaktewater, de grondwaterstand, gewasopbrengsten en gebruiksbepalingen binnen de landbouw (zie paragraaf 2 en met name Tabel 1).

De effecten van deze specifieke maatregelen zijn meestal situatie-gebonden. Dit betekent dat dergelijke maatregelen slechts toegepast kunnen worden voor een bepaald soort milieuproblemen (bijv. lozingen of oppervlakte-afspoeling) en de effectiviteit per maatregel afhankelijk is van het soort condities (o.a. hydrologie, topografie en bodemtype). Deze effecten kunnen daarom wel kwalitatief aangeduid worden, maar zijn meestal niet goed te kwantificeren, en met name niet voor grotere gebieden (bijv. provinciaal schaalniveau).

Effectieve maatregelen

De specifieke maatregelen die als meest effectief worden beschouwd, zijn in meer detail behandeld. Voor deze maatregelen zijn de werking en de effectiviteit bij het verminderen van de nutriëntenbelasting van oppervlaktewater en een aantal voorbeelden van toepassingen beschreven (paragraaf 5). Het gaat hierbij om (1) helofytenfilters; (2) vegetatieverwijdering en baggeren; (3) bufferstroken; (4) voorkomen van oppervlakte-afstroming en de resulterende nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Voor meer informatie, zie Deelrapport 4.

Helofytenfilters en onderhoud van watergangen

De helofytenfilters zijn zuiveringsmoerassen die kunnen worden ingezet om kleine puntlozingen (bijv. riooloverstorten of RWZI-lozing op kleine beken) en oppervlaktewater te zuiveren. Het zuiveringsrendement ligt globaal rond de 50% en 40% voor resp. stikstof en fosfaat, maar het grote benodigde areaal is een probleem. De wijze waarop het onderhoud van watergangen (met name vegetatieverwijdering en baggeren) plaats vindt, bepaalt de nutriëntenbelasting en de kwaliteit van het oppervlaktewater, en daarmee de samenstelling van de waterplantengemeenschap. Het zijn de omstandigheden in en rond de watergangen (bijv. mate van waterstroming en bodembelasting) die de effectiviteit van de beheersmaatregelen bepalen. Voor meer informatie over deze twee typen maatregelen, zie paragraaf 5.2.1 en 5.2.2

Bufferstroken en oppervlakte-afstroming

Bufferstroken zijn stroken tussen waterlopen en landbouwpercelen die gebruikt worden om de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater te verminderen. De effectiviteit van een bufferstrook hangt af van factoren zoals bodemtype, hydrologie en landgebruik. Er kan globaal worden aangegeven welk type bufferstrook op welke locatie het beste kan worden toegepast (zie paragraaf 5.2.3 voor overwegingen bij keuze van type bufferstrook). Echter, locatie-specifieke kwantificering van de effectiviteit van een bufferstrook bij de reductie van stikstof- en fosfor-emissies naar het oppervlaktewater is vaak niet mogelijk. Oppervlakte-afstroming en de daarmee gepaard gaande nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater neemt toe met de perceelhelling en kan van belang zijn direct langs watergangen bij geringe maaiveldberging, geringe infiltratiecapaciteit en slechte ontwatering van landbouw-

gronden. De locaties in de provincie Noord-Brabant waar de kans op oppervlakte-afstroming groot is, volgen hieruit (paragraaf 5.2.4).

7.5 Gevolgen van maatregelen voor de landbouw

Gewasopbrengsten en teeltmogelijkheden worden beter door landverbetering (met name betere verkaveling en ontwatering), echter verbeterde ontwatering resulteert vaak in toename van de nitraatconcentraties in het grondwater. Verhoging van de grondwaterstand om nitraatconcentraties te verlagen of ten behoeve van natuurontwikkeling, en het vasthouden van gebiedseigen water en de meestal resulterende vernatting resulteren in lagere gewasopbrengsten en belemmeren de teeltactiviteiten. Vernatting beperkt bijvoorbeeld in sterke mate de perioden dat het land bewerkbaar, berijdbaar of beweidbaar is. Aangezien de activiteiten zoals oogsten, gewasbescherming, grondbewerking, enz. in bepaalde tijdsperioden uitgevoerd moeten worden, is een verkorting van de perioden dat deze activiteiten uitgevoerd kunnen worden vanwege vernatting, een ernstige belemmering voor het landbouwbedrijf.

Het verminderen van de bemesting en daarmee de nutriëntenoverschotten kan vaak resulteren in lagere opbrengsten en hogere eisen stellen aan teeltmaatregelen en management. Dit betreft bijvoorbeeld precisie-bemesting en vanggewassen in de winter. Verschraling van de bodem (bodemsanering) om de nutriëntenuit- en afspoeling te verminderen, resulteert ook in lagere opbrengsten. Het aanleggen van buffers en overige maatregelen om oppervlakkige afspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater te beperken, gaat ten koste van het beschikbaar landbouwareaal en dus de landbouwproductie.

De toekomstige nitraatbelasting van het grondwater en de opbrengstdervingen vanwege verminderde bemesting zijn bepaald voor zowel een akkerbouwrotatie als voor gras- en maisland in de melkveehouderij.

Akkerbouw

Voor de akkerbouw werden de berekeningen uitgevoerd voor een rotatie met aardappel, maïs, suikerbiet, en tarwe/triticale. Voor de rotatie werden vier bemestingsniveau's vastgesteld die overeenkomen met resp. 100, 75, 50, 25, en 0% van de MINAS-verliesnormen voor het jaar 2003 (Tweede Kamer, 2000). De opbrengstdervingen vanwege stikstoftekort en de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater werden berekend voor een twintigtal in Brabant veel voorkomende bodemtypen en voor een drietal hydrologiescenario's 'huidig', 'vernat' en 'verdroogd'. Hieruit bleek dat de opbrengstderving bij een sterke vermindering van het stikstof-overschot (MINAS-verliesnormen van 100% ? 0%) maximaal gelijk is aan ongeveer 10% (voor oogstderving per type gewas, zie paragraaf 6.2.1). Op arme bodems kan de opbrengstderving t.g.v. dezelfde vermindering van het stikstof-overschot groter zijn (maximaal tot ongeveer 20%). De nitraatconcentraties in het bovenste grondwater bedragen bij 100% van MINAS-verliesnormen: 10-30, 25-45 en 45-65 mg/l voor resp. natte (GHG <40 cm), middel-droge (GHG 40-80 cm) en droge gronden (GHG >80 cm). Deze concentraties nemen gemiddeld met ca. 10

mg/l af bij een forse vermindering van het stikstofoverschot (100% ? 0% van MINAS verliesnormen). Dit laat zien dat vernatting en verdroging een sterk effect hebben op de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, ook in vergelijking met het effect van deze forse vermindering van het stikstofoverschot. Voor de nitraat-concentraties in het bovenste grondwater en de opbrengstdervingen in de akkerbouw voor alle combinaties van gewas, bodemtype, grondwaterstand en bemesting op basis van verliesnorm, zie Deelrapport 5.

Melkveehouderij

Voor gras- en maisland in de melkveehouderij werd een andere systematiek gevolgd dan voor de akkerbouwrotatie. De MINAS-verliesnormen worden opgelegd op bedrijfsniveau, en dit laat een grote variatie toe in bemesting van de individuele gewassen. Deze hangt af van de veebezetting, de areaalverhouding grasland:maisland, de bodemvruchtbaarheid en de prijsniveaus van o.a ruwvoeder en krachtvoeder. De berekeningen voor gras- en maisland werden uitgevoerd voor bedrijven met 100% grasland, 80% grasland met 20% snijmais, en 60% grasland met 40% snijmais. Voor de veedichtheid werd een oplopende reeks gebruikt van 1.0 tot 2.4 melkkoeien per ha bedrijfsareaal. In één scenario (100%-scenario) werden de MINAS-normen voor het jaar 2003 opgelegd en in een tweede scenario werden deze normen gehalveerd (50%-scenario).

De opbrengsten voor gras- en maisland bij 100% scenario, de mate van opbrengstderving bij het 50%-scenario (t.o.v. het 100% scenario), en de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater werden bepaald. Deze berekeningen werden gedaan voor drie hydrologieklassen (nl. GHG <40 cm, 40-80 cm, > 80 cm). Voor meer informatie over de toegepaste methodiek, zie paragraaf 6.1. Hieruit blijkt dat de grasopbrengsten bij toepassing van de MINAS-verliesnormen (100% scenario) 85 à 90% van het potentieel haalbare niveau bedragen, en dalen tot 70 à 80% wanneer de verliesnormen gehalveerd worden (50% scenario). De maïsoopbrengsten liggen praktisch op 100% van het potentieel haalbare niveau bij het 100% scenario en op 80 à 90% bij het 50% scenario. De nitraatconcentraties nemen met slechts ca. 5 mg/l af bij halvering van de verliesnormen (50 % t.o.v. 100% scenario), maar de afname ten opzichte van de huidige situatie is veel groter. De nitraatconcentraties nemen wel sterk af bij verhoging van de grondwaterstand (idem aan bouwlandrotatie). Voor de overige conclusies van deze studie, zie paragraaf 6.2.2. Voor meer gedetailleerde informatie over nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en opbrengstdervingen in de melkveehouderij bij verschillende randvoorwaarden (GHG, verliesnorm, gras/mais verhouding, veedichtheid) , zie Deelrapport 5.

7.6 Geïntegreerde aanpak van nutriëntenbelasting

De in deze studie verzamelde informatie over mogelijke maatregelen kan gebruikt worden om per deelstroomgebied en/of waterschap vast te stellen met welke maatregelen de nutriëntenbelasting effectief kan worden verminderd.

Oppervlaktewater

Een stapsgewijze aanpak van de nutriëntenbelasting ter verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater, kan als volgt plaats vinden:

1. overzicht van totale nutriënten-belasting van het oppervlaktewater en van relatieve bijdragen daaraan vanuit punt- en diffuse bronnen per deelstroomgebied (Deelrapport 3: kaarten en werkbladen);
2. overzicht van nutriëntenbelasting uit diffuse bronnen voor de periode 2031-2045 per deelstroomgebied (Deelrapport 3: kaarten en werkbladen);
3. overzicht van de effecten van generieke maatregelen (verandering in grondwaterstand, netto nutriëntenbelasting van de bodem en landgebruik (volgens GGOR-natuur)) op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater uit diffuse bronnen voor de periode 2031-2045 (Deelrapport 2: kaarten);
4. lijst van aanvullende specifieke maatregelen (Deelrapporten 1 en 4);
5. vaststelling van de gevolgen van gekozen maatregelen voor gewasopbrengsten en landbouwmogelijkheden (Deelrapporten 5 en 1).

Grondwater

De nitraatconcentraties in het bovenste grondwater over Noord-Brabant zijn berekend met het metamodel voor de periode 2031-2045 bij toepassing van de MINAS-verliesnormen vanaf het jaar 2003. De in deze studie verzamelde informatie over mogelijke maatregelen kan gebruikt worden om vast te stellen met welke maatregelen de nitraatconcentraties effectief kunnen worden vermindert. Een stapsgewijze aanpak van de nitraatbelasting ter verbetering van de kwaliteit van het grondwater, kan als volgt plaats vinden:

1. overzicht van nitraatconcentraties in het bovenste grondwater vanwege belasting uit diffuse bronnen (vnl. landbouwgronden) voor de periode 2031-2045 (Deelrapport 2: kaart 2);
2. overzicht van de effecten van generieke maatregelen (verandering in grondwaterstand, netto nutriëntenbelasting van de bodem en landgebruik) op de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater voor periode 2031-2045 (Deelrapport 2: kaarten en Deelrapport 5: tabellen);
3. lijst van aanvullende specifieke maatregelen (Deelrapport 1);
4. vaststelling van de gevolgen van gekozen maatregelen voor gewasopbrengsten en landbouwmogelijkheden (Deelrapporten 5 en 1).

Maatregelen

Een aantal belangrijke mogelijkheden om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater in Noord-Brabant te verminderen, zijn:

1. Vermindering van de bodembelasting met nutriënten op basis van de vanaf 2003 toegepaste MINAS-verliesnormen. Dit verlaagt de diffuse belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor en de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater. Het effect van MINAS-verliesnormen is besproken in Deelrapporten 2 en 5;
2. Verhoging van zuiveringsrendement van RWZI's (bijv. prognoses voor verminderde lozingen uit RWZI's van Eindhoven, Tilburg en Boxtel van waterschap De Dommel) en vermindering van industriële lozingen (Deelrapport 3);

3. Directe afvoer van lozingen van RWZI's en industrieën naar de grote rijkswateren (Deelrapport 3);
4. Verbetering van waterkwaliteit in aanvoer via grensoverschrijdende beken vanuit België en in inlaat van Maaswater (met name via Zuid-Willemsvaart) (Deelrapport 3);
5. Extra sterke vermindering van de bodembelasting met nutriënten. Dit resulteert in een sterke afname van de diffuse stikstofbelasting van het oppervlaktewater en van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater, en in een beperkte afname van de diffuse fosforbelasting. Het effect van scherpere verliesnormen (bijv. nihil overschotten) is besproken in Deelrapporten 2 en 5;
6. Toepassing van beheersmaatregelen die aanvullend zijn op het generieke beleid (met name MINAS voor diffuse belasting en sanering van de grote puntbronnen (punten 2, 3 en 4)). Dit betreft maatregelen om de oppervlakkige nutriëntenafspoeling naar het oppervlaktewater te beperken, om kleine puntbronnen te saneren en om beperkte verontreinigingen van het oppervlaktewater te zuiveren, en omvat ook verbeterde teeltmaatregelen in de landbouw (Deelrapporten 1 en 4).

8 Conclusies

8.1 Deelrapport 1

Maatregelen ter verlaging van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater

- De stikstof- en fosfor-belasting van het oppervlaktewater kan het beste verlaagd worden via vermindering van puntlozingen en vuilwaterstromen en via vermindering van de bodembelasting met stikstof en fosfaat.
- De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater kan het beste verminderd worden via het verhogen van de grondwaterstand en via het verminderen van de bodembelasting met stikstof.
- Vernatting is een effectieve methode om de nitraatconcentratie in het grondwater van landbouwgronden te verminderen, maar het resulteert in meer fosfaat-afstroming naar het oppervlaktewater en geeft vaak lagere opbrengsten en gebruiksbeperkingen voor het landbouwsysteem.
- Maatregelen op perceels- of bedrijfsniveau om de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater te verminderen, zoals bufferstroken en beperking van de oppervlakkige afspoeling, zijn gemakkelijk uitvoerbaar, maar de effectiviteit van deze maatregelen hangt sterk af van de lokale omstandigheden.
- Verlaging van de nitraatconcentraties in het grondwater met beperkte opbrengstdervingen en gebruiksbeperkingen voor het landbouwsysteem is mogelijk via vermindering van de bodembelasting (=bemesting) met stikstof en via verbeterde teeltmaatregelen, zoals minder beweiding, precisiebemesting, vanggewas in de winter, minder gewassen met stikstofrijke gewasresten, en afvoer van stikstofrijke gewasresten.

8.2 Deelrapport 2

Kwantificering van nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater

- Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in Noord-Brabant zullen op de langere termijn (periode 2031-2045) bij de vanaf 2003 toegepaste MINAS-verliesnormen (basisscenario) soms hoger zijn dan de EU-nitraatnorm. Deze overschrijdingen doen zich vooral voor in landbouwgebieden op zandgronden met een diepe grondwaterstand (Gt VII).
- De stikstofbelasting van het oppervlaktewater in Noord-Brabant blijft op de langere termijn (periode 2031-2045 voor basisscenario) meestal beneden de

toelaatbare hoeveelheid van 15 kg N/ha/jaar. Een hogere stikstofbelasting (15 tot 30 kg N/ha/jaar) wordt voornamelijk aangetroffen in gebieden met een slecht doorlatende ondergrond en dus een grote en ondiepe grondwaterafvoer naar het oppervlaktewater.

- De fosforbelasting van het oppervlaktewater blijft op de langere termijn (periode 2031-2045 voor basisscenario) in de helft van het agrarisch gebied in Noord-Brabant boven de toelaatbare hoeveelheid van 0.45 kg P/ha/jaar. Een hoge fosforbelasting (>0.90 kg P/ha/jaar) wordt aangetroffen in de landbouwgebieden op zandgronden met een ondiep grondwaterpeil (GHG <80 cm), die in belangrijke mate en via korte en snelle stroombanen (dus weinig P-vastlegging) afwateren naar het oppervlaktewater.
- De fosforbelasting van het oppervlaktewater kan alleen geleidelijk over een lange tijdsperiode worden verlaagd via uitputting van de fosforvoorraad in de bodem (d.w.z. lagere P-bemesting dan P-onttrekking door gewas).
- Een stijging van de grondwaterstand (30 cm hoger) resulteert in een daling van de nitraatconcentratie in het grondwater (-32%), in vrijwel geen verandering van de stikstofbelasting (+4%), en in een toename van de fosforbelasting van het oppervlaktewater (+49%), gemiddeld in geheel Noord-Brabant.
- De ruimtelijke verdeling van de stikstofdepositie over Noord-Brabant resulteert in slechts geringe verschillen in de nitraatconcentratie in het grondwater en in de stikstofbelasting van het oppervlaktewater, met soms lagere waarden in het westelijk deel en vrij vaak hogere waarden in de zuidelijke en oostelijk delen van Noord-Brabant.
- Verlaging van de stikstof- en fosfor-overschotten naar nul resulteert in een sterke afname van de nitraatconcentratie in het grondwater (-54%) en van de stikstofbelasting van het oppervlaktewater (-52%), en slechts in een beperkte afname van de fosforbelasting (-18%) vanwege de nalevering uit de fosforvoorraad in de bodem, gemiddeld in geheel Noord-Brabant.
- Het effect van de realisatie van de EHS op de gemiddelde nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewateren in Noord-Brabant is verwaarloosbaar, omdat het areaal waar niet meer wordt bemest (50.000 ha), relatief gering is.
- Het Gewenste Grond- en OppervlaktewaterRegime t.b.v. natuurbeheer en –ontwikkeling (GGOR-natuur) resulteert in hogere grondwaterstanden in een aanzienlijk deel van Noord-Brabant. Deze grondwaterstandsverhogingen en landgebruik volgens EHS (echter, zie vorig punt) veroorzaken een afname van de nitraatconcentraties in het grondwater (-21%), vrijwel geen verandering van de stikstofbelasting (-4%), en een toename van de fosforbelasting van het oppervlaktewater (+24%), gemiddeld in geheel Noord-Brabant.

- De nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewateren kan verlaagd worden door vermindering van de stikstof- en fosforoverschotten en door verandering van de grondwaterstand. Effecten van grondwaterstandsverandering zijn gedeeltelijk tegengesteld voor stikstof en fosfor, en dus vaak weinig effectief.

8.3 Deelrapport 3

Vergelijking belasting oppervlaktewater uit diffuse bronnen en puntbronnen

- Van de totale stikstofbelasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant zal op de langere termijn een derde deel afkomstig zijn van interne puntbronnen (vooral RWZI's), een derde deel afkomstig zijn van diffuse bronnen (vanwege landbouw zoals berekend met het metamodel voor periode 2031-2045 en het basisscenario) en een derde deel afkomstig zijn van externe bronnen (grensoverschrijdende beken en aanvoer van Maaswater). De verdeling van de totale fosforbelasting naar soort bron is ongeveer identiek met relatief een iets kleinere bijdrage vanuit externe puntbronnen dan bij de stikstofbelasting.
- Op de langere termijn (periode 2031-2045) zal het aandeel van de diffuse belasting (berekend met metamodel) in de totale belasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant voor fosfor 37% en voor stikstof 32% bedragen.
- Op de langere termijn (periode 2031-2045) zal het aandeel van de diffuse belasting (berekend met metamodel) in de totale belasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant bij weglating van de belasting vanuit externe puntbronnen (niet beleidsrelevant), voor fosfor 47% en voor stikstof 48% bedragen.
- Voor de huidige situatie bedraagt het aandeel van de diffuse belasting in de totale belasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant voor fosfor ten hoogste 45% en voor stikstof 43%.
- Voor de huidige situatie bedraagt het aandeel van de diffuse belasting in de totale belasting van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant bij weglating van de belasting vanuit externe puntbronnen (niet beleidsrelevant), voor fosfor ten hoogste 57% en voor stikstof 59%.
- De kwaliteit van het oppervlaktewater in de provincie Noord-Brabant kan verbeterd worden via (a) vermindering van de bodembelasting met nutriënten; (b) verhoging van zuiveringsrendementen van RWZI's; (c) vermindering van industriële lozingen; (d) directe afvoer van grote lozingen (o.a. van RWZI's) naar grote rijkswateren; (e) verbetering van waterkwaliteit in grensoverschrijdende beken en de Maas; (f) aanvullende beheersmaatregelen.

8.4 Deelrapport 4

Mogelijkheden voor toepassing van effectgerichte maatregelen op gebied van waterbeheer en waterzuivering

- Helofytenfilters vereisen grote landarealen, maar toepasbaarheid neemt toe bij multifunctioneel landgebruik.
- Vaak schonen en een te hoge nutriëntenbelasting kan leiden tot watersystemen waarin snel-groeiende plantesoorten domineren.
- Baggeren heeft meer zin in geval van langzaam stromende of stilstaande wateren dan in stromende wateren.
- Terrestrische bufferstroken kunnen zowel de stikstof- als de fosforbelasting van het oppervlaktewater verminderen door plant-opname, door invang van gesuspendeerde deeltjes in oppervlakteaftstroming en door geen bemesting.
- Aquatische bufferstroken kunnen de stikstofbelasting sterker reduceren (meer denitrificatie) maar de fosforbelasting minder sterk reduceren dan de terrestrische bufferstroken.
- Bufferstroken langs gedraineerde percelen hebben weinig effect op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, tenzij drainwater via een aquatische bufferstrook wordt geleid.
- Oppervlakteaftstroming is het grootst in de stroken direct langs waterlopen, met name bij bouwland op lemige grond.
- Oppervlakteaftstroming neemt toe met de helling van perceel en de grootte van de regenbui, en is relatief groot bij geringe maaiveldberging en infiltratiecapaciteit en bij slechte ontwatering van perceel.

8.5 Deelrapport 5

Verwachte nitraatbelasting en opbrengstderving in akkerbouw- en melkveehouderijgewassen bij verschillende verliesnormen op geselecteerde bodemtypen in Noord-Brabant

- Opbrengstderving bij sterke vermindering van stikstof-overschotten (verlaging van verliesnormen van 100% volgens MINAS naar 0%) op bouwland bedraagt: tot 10% bij aardappel, tot 7% bij maïs, tot 10% bij tarwe en tot 18% bij suikerbiet. Op arme bodems kan de opbrengstderving groter zijn.

- Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van bouwland nemen gemiddeld met ca. 10 mg/l af bij verlaging van MINAS-verliesnormen van 100% naar 0%.
- Vernatting van bouwland resulteert in sterk verlaagde nitraat-concentraties in het bovenste grondwater : 45-65, 25-45, en 10-30 mg nitraat/l in resp. droge (GHG >80 cm), middel-droge (GHG 40-80 cm), en natte (GHG <40 cm) gronden bij stikstofoverschotten volgens de MINAS-verliesnormen (100% scenario).
- Grasopbrengsten in een melkveehouderijbedrijf bij toepassing van de MINAS-verliesnormen (100% scenario) bedragen 85-90% van het potentieel haalbare niveau, en dalen tot 70 à 80% wanneer de verliesnormen gehalveerd worden (50% scenario).
- Maïsoopbrengsten in een melkveehouderijbedrijf liggen praktisch op 100% van het potentieel haalbare niveau bij toepassing van de MINAS-verliesnormen (100% scenario) en op 80-90% bij het 50% scenario.
- Nitraatconcentraties in bodems van melkveehouderijbedrijf nemen met slechts ca. 5 mg/l af bij halvering van de MINAS-verliesnormen (50 % t.o.v. 100% scenario), maar nemen wel sterk af bij verhoging van de grondwaterstand.

Literatuur

Berge, H.F.M. ten, J.C.M. Withagen, F.J. de Ruijter, M.J.W. Jansen, H.G. van der Meer, 2000. Nitrogen responses in grass and selected field crops. QUAD-MOD parameterisation and extensions for STONE-application. Report 24, Plant Research International, Wageningen.

Berge, H.F.M. ten, 2002. Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant. **Deelrapport 5:** Verwachte nitraatbelasting en opbrengstderving in akkerbouw- en melkveehouderijgewassen bij verschillende verliesnormen op geselecteerde bodemtypen in Noord-Brabant. PRI-rapport 58 & Alterra-rapport 527-5, Plant Research International, Wageningen.

Boers, P.C.M., H.L. Boogaard, J. Hoogeveen, J.G. Kroes, I.G.A.M. Noij, C.W.J. Roest, E.F.W. Ruijgh, J.A.P.H. Vermulst, 1997. Watersysteemverkenningen 1996, uitspoeling meststoffen uit landbouw. Huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat vanuit de landbouw. RIZA, DLO-Staring Centrum, Waterloopkundig Laboratorium. Lelystad, Wageningen, Delft.

CUWVO, 1988. Ecologische kwaliteitsdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, werkgroep V-1.

Diepen, C.A. van, H.J.S.M. Vissers, O.F. Schoumans, H.L. Boogaard, F. Brouwer, F. de Vries, J. Wolf, 2002a. Verkenning van bodemgeschiktheid ter identificatie van kansrijke gebieden voor de landbouwsector in Noord-Brabant. Alterra rapport 526, Alterra, Wageningen.

Diepen, C.A. van, J. Stolte, O.F. Schoumans, H.L. Boogaard, J. Wolf, 2002b. Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant. **Deelrapport 2:** Kwantificering van nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater vanuit landbouwgronden. Alterra-rapport 527-2, Alterra, Wageningen.

Diepen, C.A. van, J. Stolte, J. Wolf, H.S.D. Naeff, 2002c. Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant. **Deelrapport 3** Vergelijking belasting oppervlaktewater uit diffuse bronnen en puntbronnen. Alterra-rapport 527-3, Alterra, Wageningen.

Diepen, C.A. van, G.H.P. Arts, J.W.H. van der Kolk, A. Smit, J. Wolf, 2002d. Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant. **Deelrapport 4** Mogelijkheden voor toepassing van effectgerichte maatregelen op gebied van waterbeheer en waterzuivering. Alterra-rapport 527-4, Alterra, Wageningen.

LNV, 1999. Ministerie van Landbouw en Visserij. Integrale Aanpak Mestproblematiek. Brief aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten generaal d.d. 10 september 1999, Tweede kamer, vergaderjaar 1998-1999, 26729, nr. 1, Den Haag.

Mol-Dijkstra, J.P., W. Akkermans, C.W.J. Roest, M.J.W. Jansen, 1999. Metamodellen voor effecten van N- en P-belasting op de grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit. Technisch Document 61, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Provincie Noord-Brabant, 2000. De Streek aan Zet. Koepelplan Reconstructie Zandgronden Noord-Brabant. 's-Hertogenbosch.

Schoumans, O.F., J. Roelsma, H.P. Oosterom, P. Groenendijk, J. Wolf, H. van Zeijts, G.J. van den Born, S. van Tol, A.H.W. Beusen, H.F.M. ten Berge, H.G. van der Meer, F.K. van Evert, 2002. Nutriëntenemissie vanuit landbouwgronden naar het grondwater en oppervlaktewater bij varianten van verliesnormen. Modelberekeningen met STONE 2.0. Clusterrapport 4: Deel 1. Alterra-rapport 552, Alterra, Wageningen.

Tweede Kamer, 2000. Wijziging van de Meststoffenwet in verband met een aanscherping van de normen van het stelsel van regulerende mineralenheffingen en de invoering van een stelsel van mestafzetovereenkomsten. Kamerstuk 27 276, nrs. 1-3.

V&W, 1999. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Vierde Nota Waterhuishouding, regeringsbeslissing. SDU, Den Haag.

Wolf, J., I.G.A.M. Noij, C.A. van Diepen, 2002. Mogelijkheden voor verbetering van de waterkwaliteit door vermindering van de nutriëntenbelasting in Noord-Brabant. **Deelrapport 1:** Maatregelen ter verlaging van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater. Alterra-rapport 527-1, Alterra, Wageningen.