

Effecten van hydromorfologische ingrepen op de afleiding van de MEP/GEP voor nutriënten.



Alterra-rapport 1611

**Jeroen de Klein
Rob Portielje**

Effecten van hydromorfologische ingrepen op de afleiding van de MEP/GEP voor nutriënten.

Auteurs:

Jeroen de Klein (WUR Alterra)

Rob Portielje (RWS Waterdienst)

rapport Afleiding MepGep definitief.doc

Alterra, Wageningen, december 2007

REFERAAT

Klein J.J.M. de, en R. Portielje, 2007. *Effecten van hydromorfologische ingrepen op de afleiding van de MEP/GEP voor nutriënten*. Wageningen, Alterra, rapport Afleiding MepGep definitief.doc; 47 blz.; 12 fig.; 11 tab.; 18 ref.

In deze studie is een analyse gemaakt van het effect van hydromorfologische ingrepen op nutriënten concentraties in het oppervlaktewater. Het betrof een nadere kwantificering van effecten van inpoldering, grondwaterstandverlaging en normalisatie van beken. In twee voorbeeldgebieden (stagnant en stromend water) is de methodiek gedemonstreerd en is aangegeven wat de implicaties zijn voor de afleiding van de Mep/Gep voor nutriënten

Trefwoorden: hydromorfologische ingrepen, nutriënten, KRW, Mep/Gep

ISSN

© 2007 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veeleelvoudigd 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		9
SAMENVATTING		11
1	INLEIDING.....	13
1.1	ACHTERGROND	13
1.2	DOEL VAN HET PROJECT	14
1.3	AANPAK	15
2	VOORBEELDGEBIED LAAG-NEDERLAND	18
2.1	BESCHRIJVING VAN HET KEUZEGBIED	18
2.2	METHODIEK	20
2.3	RESULTATEN.....	23
2.4	DISCUSSIE	28
3	VOORBEELDGEBIED LAAGLANDBEEK	29
3.1	BESCHRIJVING VAN HET KEUZEGBIED	29
3.2	METHODIEK	29
3.3	RESULTATEN.....	30
3.4	DISCUSSIE	34
4	CONCLUSIES	37
LITERATUUR.....		39
BIJLAGE 1 WATERBALANSEN POLDERS NOORD-HOLLAND		41
BIJLAGE 2 RESULTATEN UIT TNO/ALTERRA ACHTERGROND-STUDIE VOOR DE DRIE POLDERS.		43
BIJLAGE 3 RESULTATEN ANDERE STUDIES NAAR HET AANDEEL VAN DEELVRACHTEN IN DE TOTALE VRACHT N EN P NAAR HET OPPERVLAKTEWATER.		45
BIJLAGE 4 CONCENTRATIEVERLOOP NUTRIËNTEN EN ZWEVENDE STOF BIJ DE IN- EN UITSTROOM VAN INUNDATIEGEBIED DE LOGTSE BAAN.....		47

Woord vooraf

Ingrepen in de hydromorfologie van watersystemen kunnen naast directe effecten op de biologie ook de nutriëntenhuishouding beïnvloeden. In 2006 is door De Klein en Brinkman een studie verricht naar de effecten van deze hydromorfologische ingrepen op nutriënten concentraties in het oppervlaktewater. Het doel van die studie was een kwalitatieve beoordeling van de effecten van verschillende groepen ingrepen te maken. Uit die studie kwam naar voren, dat normalisatie/regulatie van beken en inpoldering/grondwaterstandverlaging aanzienlijke effecten op de nutriënten in oppervlaktewater kunnen hebben.

In deze vervolgstudie worden de mogelijke effecten van hydromorfologische ingrepen nader gekwantificeerd, door middel van het uitwerken van twee concrete cases.

De auteurs bedanken Gert van Ee en Derk-Jan Marsman (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier) en Ineke Barten en Oscar van Zanten (Waterschap de Dommel) voor het beschikbaar stellen van data en de constructieve bijdrage aan de discussies. Voorts bedanken we Francisca Sival (projectleider Pilot Beerze van Alterra) voor het beschikbaar stellen van data van de Pilot Beerze, en Rob Hendriks (Alterra) voor zijn bijdrage aan de case Noord-Holland.

Samenvatting

Voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) worden doelen afgeleid voor biologische en fysisch-chemische parameters. Voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen is dit het Maximaal en Goed Ecologisch Potentieel (MEP/GEP). Hierin kunnen effecten van hydromorfologische ingrepen, die het waterlichaam de status van sterk veranderd geven, verdisconteerd worden.

Het doel van dit onderzoek was om voor stromende wateren en stagnante wateren in voorbeeldgebieden inzichtelijk te maken hoe de effecten van onomkeerbare hydromorfologische ingrepen gekwantificeerd kunnen worden, en hoe dit kan leiden tot aanpassing van de MEP/GEP doelstelling voor nutriënten. Samen met de betrokken waterbeheerders van wateren waar bovenstaande speelt zijn een tweetal case-studies uitgewerkt (één voor stromende wateren en één voor stagnante wateren).

De eerste case betreft stagnante wateren met grondwaterstandverlaging en inpolderingen; hiervoor is het gebied ten noorden van Amsterdam met hierin enkele droogmakerijen en veenweidegebieden (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier) geselecteerd. Voor deze gebieden zijn water- en nutriëntenbalansen opgesteld, met behulp van de beschikbare data. Op grond van deze balansen wordt een theoretische ‘achtergrond’-concentratie van N en P in het oppervlaktewater bepaald.

De tweede case betreft stromende wateren met invloed van kanalisatie/normalisatie en aantasting natuurlijke inundatiezones. De Beerze is een laaglandbeek in Noord-Brabant, waarvan grote delen genormaliseerd zijn. Sinds enige jaren is een begin gemaakt met het herstel van overstromingsgebieden (inundaties) in de benedenloop. Op basis van bestaande metingen is vastgesteld wat de mogelijke capaciteit is van dergelijke inundatiegebieden voor het verwijderen van nutriënten uit het beekwater (retentie).

In het voorbeeldgebied Laag-Nederland hebben de hydromorfologische ingrepen een dermate groot effect op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, dat de MEP normen voor nutriënten zoals geldend voor het meest gelijkende natuurlijke watertype niet gehaald kunnen worden, ook wanneer de overige anthropogene emissies volledig teruggedraaid zouden worden. Een best-site benadering, waarbij per watertype lokaties uitgekozen worden waar de ecologie voldoet aan de voor dit watertype geldende goede toestand, en vervolgens de bijhorende nutriëntengehalten als maat dienen voor het GEP nutriënten, hoeft dit probleem niet op te lossen. Immers, zeer hoge nutriëntenbelastingen ten gevolge van fosfaatrijke kwel en veenafbraak hebben in het algemeen een sterk lokaal karakter. Een best-site benadering heeft dan tot gevolg dat locaties waar deze belasting niet optreedt, als maat wordt gehouden voor de locaties waar dit wel het geval is.

In het voorbeeldgebied stromende wateren is het halen van de norm voor natuurlijke wateren daarentegen niet onmogelijk, zowel door verdergaande emissiereductie als door mitigerende maatregelen die de retentiecapaciteit voor nutriënten van het

oppervlaktewatersysteem kunnen vergroten. Het MEP/GEP heeft daarom niet aangepast te worden.

1 Inleiding

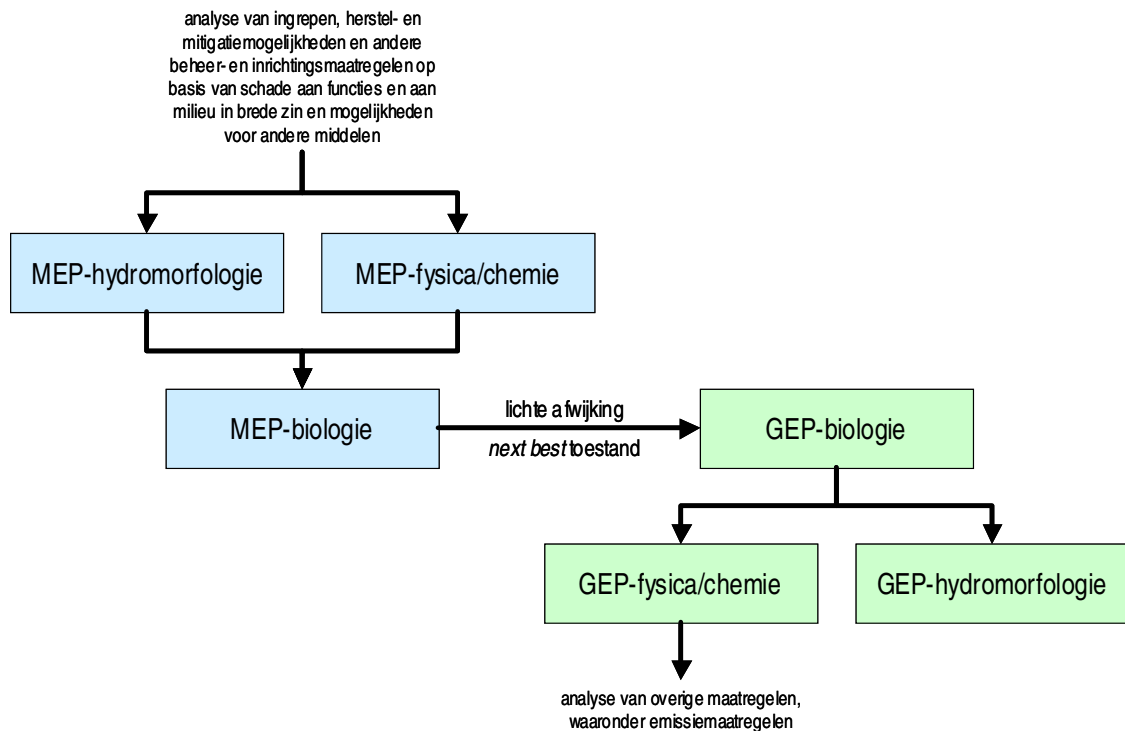
1.1 Achtergrond

Voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) worden doelen afgeleid voor biologische en fysisch-chemische parameters. Voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen is dit het Maximaal en Goed Ecologisch Potentieel (MEP/GEP). Hierin kunnen effecten van hydromorfologische ingrepen, die het waterlichaam de status van sterk veranderd geven, verdisconteerd worden.

In 2006 zijn voor een achttal clusters van hydromorfologische ingrepen factsheets opgesteld waarin de effecten van deze ingrepen op de voor de Kaderrichtlijn Water relevante voor de ecologische toestand relevante ondersteunende fysisch-chemische parameters zijn beschreven (De Klein en Brinkman, 2007). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen effecten op emissies van nutriënten, effecten op de verblijftijd van water in de waterlichamen, en effecten op processen in het oppervlaktewater.

Nutriënten, stikstof en fosfor, zijn voor de biologie belangrijke ondersteunende fysisch-chemische parameters. De concentraties van deze nutriënten dienen zodanig te zijn dat deze het GET of GEP van eutrofiëringgevoelige biologische doelen waarborgen. De afleiding van MEP en GEP waarden voor nutriënten kan op twee manieren (Figuur 1):

- a) De hydromorfologie heeft een direct effect op de biologie, bijvoorbeeld via stroomsnelheid of substraat, en dit leidt tot aanpassing van de MEP biologie en vervolgens de GEP biologie (traject links boven in figuur 1. Bij dit GEP biologie kunnen andere nutriëntenconcentraties worden toegestaan dan die voor het GET biologie noodzakelijk zijn (de nutriëntennormen voor natuurlijke wateren). Op deze wijze kan het GEP nutriënten dus afwijken van de GET normen voor natuurlijke wateren.
- b) Sommige hydromorfologische ingrepen hebben een direct effect op de nutriëntenconcentraties in het water, doordat ze de nutriëntenbelasting, de verblijftijd of de processen in het oppervlaktewater beïnvloeden. Daarmee kan dit leiden tot een MEP waarde voor nutriënten die afwijkt van de GET nutriënten voor natuurlijke wateren (traject rechts boven in figuur 1). De MEP voor de biologie kan vervolgens afgeleid worden van de MEP nutriënten. Dit speelt bijvoorbeeld wanneer grondwaterstandverlaging of ontpoldering (twee veelal onomkeerbare ingrepen) leidt tot verhoogde belasting van het oppervlaktewater met fosfaatrijke kwel of versnelde afbraak van veen, waardoor de nutriëntennormen voor natuurlijke wateren niet gehaald kunnen worden.



Figuur 1. De te volgen route van analyse van ingrepen via het MEP-hydromorfologie en/of MEP-fysica-chemie naar het MEP en GEP-biologie en vervolgens naar GEP-fysica/chemie en GEP-hydromorfologie (bron: PIH, 2007)

1.2 Doel van het project

Het doel van dit project is om voordie typen ingrepen waarvan de effecten op de nutriëntenstatus van het oppervlaktewater aanzienlijk kunnen zijn en kunnen leiden tot aanpassing van de MEP/GEP doelstelling, inzichtelijk te maken hoe dat praktisch kan worden uitgevoerd en gekwantificeerd. Samen met de betrokken waterbeheerders van wateren waar bovenstaande speelt wordt een tweetal case-studies uitgewerkt (één voor stromende wateren en één voor stagnante wateren). Hierbij worden de mogelijkheden tot kwantificering van de relaties voor de waterlichamen van de gekozen case-studies in beeld gebracht. Deze case-studies hebben een tweetal doelen:

- Overdracht van kennis en informatie richting de gebruikers (beheerders) tot stand brengen, zodat toepassing in overige gevallen waar dit speelt mogelijk wordt en landelijk op eenduidige wijze kan worden gedaan.
- Verzamelen van relevante informatie en gegevens vanuit de waterbeheerders om de factsheets (De Klein en Brinkman, 2007) verder te kunnen aanvullen en toelichten, met meer nadruk op kwantificering van de relaties van traject b), en toegelicht aan de hand van de case studies.

1.3 Aanpak

De typen ingrepen waarvoor door De Klein en Brinkman (2007) is aangegeven dat deze mogelijk grote effecten kunnen hebben op de nutriëntenconcentraties kunnen hebben zijn:

- Grondwaterstandverlaging/inpoldering
- Kanaliseren/normaliseren
- Aantasting natuurlijke inundatiezones

De eerste is met name van belang voor stagnante wateren in delen van Laag-Nederland; de laatste twee spelen met name in stromende wateren

Op grond van een inventarisatie van de rapportages ten behoeve van de collegiale toetsing (PIH, 2007), en op basis van getoonde belangstelling bij de betrokken waterbeheerders, zijn de volgende twee case-studies gekozen:

- Stagnante wateren met grondwaterstandverlaging en inpolderingen: het gebied ten noorden van Amsterdam met hierin enkele droogmakerijen en veenweidegebieden (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier). Voor deze gebieden worden met behulp van de beschikbare data water- en nutriëntenbalansen opgesteld. Op grond van deze balansen wordt een theoretische ‘achtergrond’-concentratie (natuurlijk en ten gevolgen van genoemde ingrepen) van N en P in het oppervlaktewater bepaald. Deze achtergrondconcentratie kan in termen van de KRW opgevat worden als een MEP voor nutriënten.
- Stromende wateren met invloed van kanalisatie/normalisatie en aantasting natuurlijke inundatiezones: stroomgebied De Beerze (Waterschap de Dommel). De Beerze is een laaglandbeek in Noord-Brabant, waarvan grote delen genormaliseerd zijn. Sinds enige jaren is een begin gemaakt met het herstel van overstromingsgebieden (inundaties) in de benedenloop. Op basis van bestaande metingen zal vastgesteld worden wat de mogelijke capaciteit is van dergelijke inundatiegebieden voor het verwijderen van nutriënten uit het beekwater (retentie).

In figuur 1.1 is de ligging van de onderzoeksgebieden weergegeven.



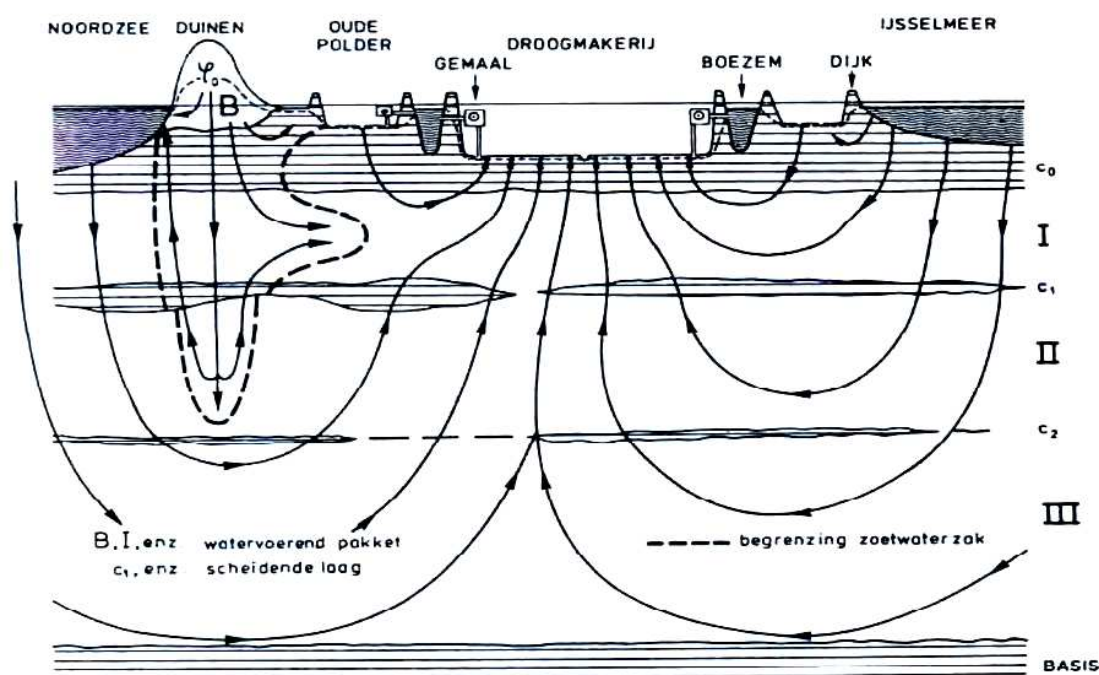
Figuur 1.1. ligging van de gebieden voor de case-studies

2 Voorbeeldgebied Laag-Nederland

2.1 Beschrijving van het keuzegebied

Laag-Nederland kenmerkt zich door vele polders, beneden zeeniveau, die door middel van constante bemaling gereguleerd worden. Het waterbeheer is gericht op het handhaven van een vast peil. Dat wil zeggen overtollig water uitmalen, meestal in de winter, en in de zomer water inlaten vanuit de boezem. Het inlaatwater vanuit de boezemwateren kan een aanzienlijke nutriëntenbelasting van het polderwater vormen.

In Noord-Holland hebben we te maken met oude polders die relatief hoog liggen en grotendeels bestaan uit veenweidegebied. Daarom heen liggen de diepere droogmakerijen. Voor de grondwaterstroming betekent dit dat in de veenweidepolders meestal sprake is van infiltratie (wegzijging) en in de droogmakerijen van kwel. In figuur 2.1 is dat weergegeven.



Figuur 2.1 Grondwaterstroming onder veenweidegebied en droogmakerijen in Noord-Holland (bron: ICW, 1982)

De kwel in de droogmakerijen zorgt voor een aanzienlijke belasting met nutriënten, aangezien het hier om nutriëntenrijk grondwater gaat.

Een andere bron van nutriënten komt vanuit het bodemcomplex en wordt gevormd door mineralisatie en uitloging van de organische bodem. Dit vindt nadrukkelijk plaats in veenweidegebieden. Door de verlaging van de grondwaterstand in deze gebieden wordt de afbraak van het veen, in het algemeen gesproken, versneld. Maar

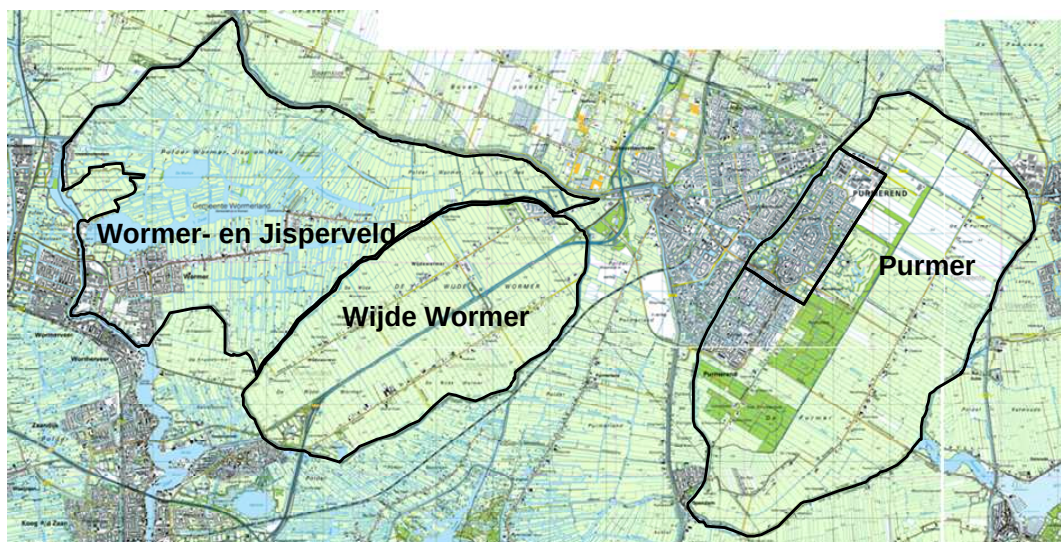
het hangt van vele lokale condities af hoe de mineralisatie en uitloging van nutriënten beïnvloed worden door de grondwaterstand. Duidelijk is wel dat dergelijke hydromorfologische ingrepen een grote invloed op de stikstof- en fosforconcentraties in het oppervlaktewater hebben.

Om bovengenoemde effecten nader te kwantificeren is gezocht naar een gebied waar zowel uitspoeling van nutriënten door afbraak van het bodemcomplex, als aanvoer van nutriënten met kwelwater plaatsvindt.

In overleg met de waterbeheerder (het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier) is gekozen voor het Wormer- en Jisperveld (een oude veenweidepolder) en de droogmakerijen Wijde Wormer en Purmer. Van deze gebieden zijn meetgegevens beschikbaar, zowel waterkwantiteit als -kwaliteit. Voorts maken deze polders deel uit van het onderzoeksgebied van een omvangrijke studie naar de achtergrondbelasting van het oppervlaktewater in Noord-Holland (TNO/Alterra, 2002).

De drie gebieden liggen vlak bij elkaar, ten westen en oosten van Purmerend. In figuur 2.2 is de ligging weergegeven.. Het Wormer- en Jisperveld is een inzijgingsgebied (ca. 0.9 mm/dag) en bestaat voor meer dan een kwart uit open water. Van het land is ongeveer de helft natuurterrein dat niet of matig bemest wordt. De rest is veenweide.

De Wijde Wormer en Purmer zijn kwelgebieden (0.7-0.8 mm/dag). De bodem is lichte kleigrond en het oppervlaktewater bestaat uit een sterk vertakt slotenstelsel, dat 7-9 % van het oppervlak beslaat. Het grondgebruik in beide polders is grotendeels weidegebied. In de Purmer ligt daarnaast een aanzienlijk deel van stedelijke uitbreiding van Purmerend.



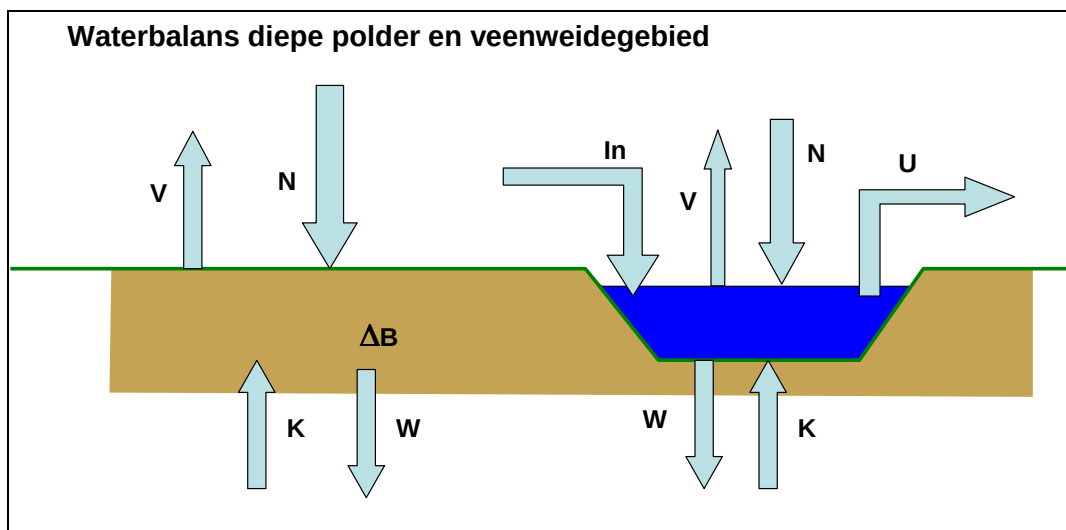
Figuur 2.2 Ligging van de polders Wormer- en Jisperveld, Wijde Wormer en Purmer.

2.2 Methodiek

De basis van de berekeningen is het opstellen van water- en nutriëntenbalansen voor de drie gebieden. Als eerste stap wordt hieruit de totale belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor afgeleid. Vervolgens is van de verschillende deelvrachten bepaald welk deel een antropogene achtergrond heeft, dan wel optreedt ten gevolge van de genoemde inpolderingen en grondwaterstandverlaging, of een min of meer natuurlijke achtergrond betreft. Met de aanname dat de huidige concentratie in het oppervlaktewater evenredig door de verschillende deelvrachten wordt bepaald, kan een achtergrondconcentratie afgeleid worden. Dit is een (fictieve) concentratie bij afwezigheid van alle directe antropogene invloeden, behoudens de ingrepen in hydromorfologie. Hierbij wordt geen rekening gehouden met verticale gradiënten in concentraties en bodemprocessen in de bodem.

Waterbalans

De waterbalansen voor de droogmakerijen Purmer en Wijde Wormer en het veenweidegebied Wormer- en Jisperveld zijn opgesteld overeenkomstig figuur 2.3. De balansposten zijn toegelicht in tabel 2.1. en tevens is aangegeven welke basisdata gebruikt zijn voor het berekenen van de verschillende waterhoeveelheden.



Figuur 2.3. Schematisering waterbalans in een diepe polder (voor verklaring zie tabel 2.1).

Voor zover beschikbaar zijn data genomen van de periode 1996-2005. De meest onzekere factor is de inlaat van water uit de ringvaart naar de polder. Dit zijn meerdere verspreide inlaten die niet worden beheerd door de waterbeheerder, maar door derden (inwoners / belanghebbenden). Al naar gelang de lokale behoefte wordt water ingelaten.

Tabel 2.1. Toelichting balansposten waterbalans.

Symbool	Omschrijving	Gegevens
N	Neerslag op de bodem en open water	KNMI meetstation Hoorn
V	Verdamping van de bodem en uit open water	Berekend uit KNMI-data meetstation de Bilt en Zegveld (Alterra-rapport 1516, Effect van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden)
K	Kwel naar de bodem en open water. (Wijde Wormer en Purmer)	Data uit TNO/Alterra-onderzoek 2002 (De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N en P in West –Nederland)
W	Wegzijging uit de bodem en het open water. (Wormer- en Jisperveld)	Data uit TNO/Alterra-onderzoek 2002 (De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N en P in West –Nederland)
In	Inlaatwater uit de Boezem	Sluitpost van de Waterbalans
U	Uitgeslagen water naar de boezem	Gegevens gemalen (hoogheemraadschap)
ΔB	Bergingsverandering in de bodem	Verondersteld verwaarloosbaar.

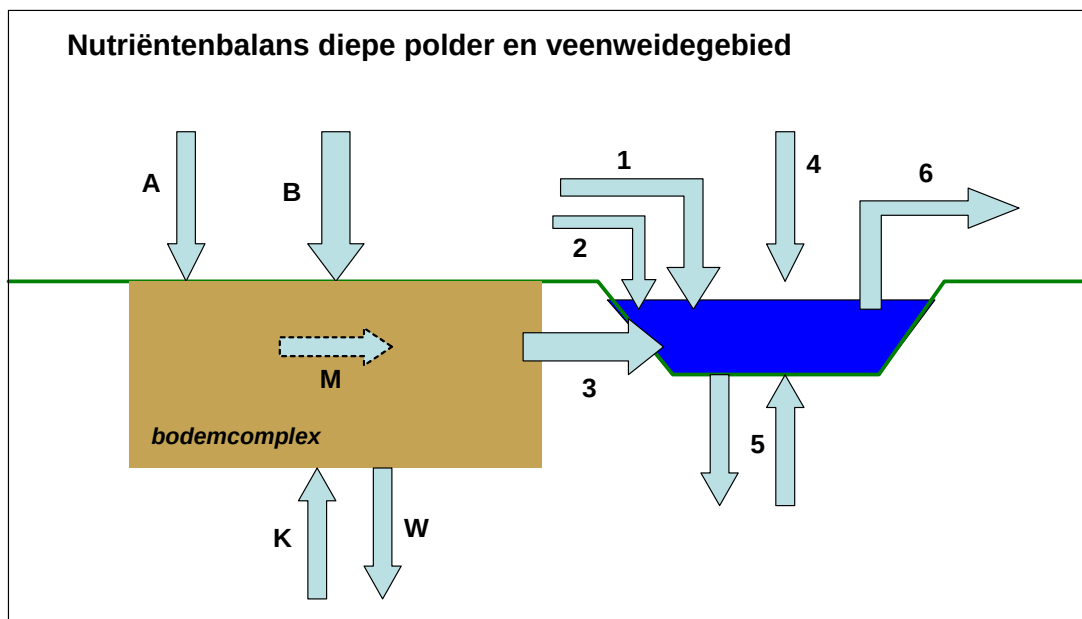
Nutriëntenbalans

De nutriëntenbalansen betreffen stikstof(N) en fosfor(P) en zijn in eerste instantie opgesteld over het **oppervlaktewater** van de polder, en niet over de polder als geheel. Het gaat immers om het aandeel van de verschillende vrachten in de uiteindelijke concentratie in het open water.

Een belangrijke aanvoerpost voor het oppervlaktewater is de uit- en afspoeling van de bodem. Daarom kijken we in tweede instantie ook naar de externe belastingen en de interne processen van de bodem. In figuur 2.4 is dat weergegeven. Toelichting op de verschillende vrachten in deze figuur staat in tabel 2.2.

Een complicerende factor bij dit onderzoek is de belasting van het oppervlaktewater uit het bodemsysteem. Dit is de resultante van processen in de bodem (vastlegging van nutriënten; mineralisatie van de bodem; etc.) en externe belastingen. Hydromorfologische ingrepen als grondwaterstandverlaging en inpoldering beïnvloeden de bodemprocessen en kunnen ook de externe belastingen veranderen. Daarom is een directe koppeling tussen de ingrepen en de concentraties in het oppervlaktewater niet zomaar te maken. In de nutriëntenbalans van het oppervlaktewater zit weliswaar een post uit- en afspoeling maar dat is een samengestelde vracht van bodembelasting en bodemprocessen. In deze studie wordt uit- en afspoeling bepaald aan de hand van data uit de emissieregistratie. Hier liggen berekeningen met het nationale nutriëntenuitspoelingsmodel STONE aan ten grondslag. Deze gegevens worden gebruikt om de balans over het oppervlaktewater te maken.

Echter om ook de effecten van ingrepen in de bodem (grondwaterstandverlaging, drooglegging) vast te stellen dient de relatieve bijdrage van de verschillende vrachten in het bodemsysteem bepaald te worden.



Figuur 2.4 Schematisering nutriëntenbalans van het open water en van de bodem in een diepe polder (voor verklaring zie tabel 2.2).

Tabel 2.2 Toelichting balansposten nutriëntenbalansen.

Symbool	Omschrijving	Data vrachtberekening
1.	Inlaatwater uit de Boezem	Debiet als sluitpost uit de waterbalans, concentraties uit metingen Boezem (hoogheemraadschap)
2.	Puntlozingen en overige diffuse lozingen	Emissieregistratie
3.	Uit- en afspoeling van de bodem	Emissieregistratie (basisdata van STONE)
4.	Atm. depositie op open water	Emissieregistratie
5.	Kwel direct naar het open water, of wegzijging uit het open water	Data uit TNO/Alterra-onderzoek 2002 (De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N en P in West –Nederland)
6.	Uitgeslagen water naar de boezem	Debietgegevens gemalen, concentraties in polderwater (metingen hoogheemraadschap)
Externe en interne belasting van het bodemsysteem		
A.	Atmosf. depositie op de bodem	Milieu- en Natuurcompendium. 2007
B.	Bemestingsoverschot	Schatting uit bestaand onderzoek (o.a. Schroder & Corré, 2000; MNP, 2006b; van Beek & Oenema, 1999)
M.	Mineralisatie en Uitloging van de bodem	Data uit TNO/Alterra-onderzoek 2002 (De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N en P in West –Nederland)
K., W	Kwel respectievelijk Wegzijging	Data uit TNO/Alterra-onderzoek 2002 (De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N en P in West –Nederland)

2.3 Resultaten

Waterbalans

De resultaten van de waterbalansen van de drie gebieden zijn samengevat in tabel 2.3. Meer uitgebreide data zijn opgenomen in bijlage 1.

Tabel 2.3. Gemiddelde waterbalans in de drie onderzochte gebieden. Dit betreft het gehele gebied.

	Purmer		Wijde Wormer		Wormer- en Jisperveld	
Oppervlakte gebied (ha)	2469		1618		2416	
oppervlaktewater (%)	6.7		9.0		27.9	
Periode waterbalans*	1996-2004		1997-2004		2001-2003	
Waterbalanspost	10⁶ m³/j	mm/j	10⁶ m³/j	mm/j	10⁶ m³/j	mm/j
Kwel / Wegzijging (-)	6.3	254	4.0	248	-7.6	-313
Neerslag	21.8	882	14.8	917	24.5	1015
Verdamping	13.7	556	9.1	560	13.4	556
Uitlaat gemalen	15.1	614	11.5	714	12.1	501
Inlaat (Sluitpost)	0.8	34	1.9	117	8.6	355

* Beschikbaarheid van gegevens verschilt per gebied; daardoor zijn de perioden niet gelijk

De conclusie uit de waterbalansen is dat kwel een aanzienlijk deel van de wateraanvoer in de droogmakerijen vormt (Purmer 21.8 %, Wijde Wormer 19.3 %). Beide polders hebben een waterinlaat uit de boezem, al verschilt dat per polder en van jaar tot jaar. Het gemiddelde aandeel inlaatwater van de totale wateraanvoer is resp. 2.9 en 9.1 % voor Purmer en Wijde Wormer.

In het Wormer- en Jisperveld is juist sprake van een inzijgingssituatie (ruim 300 mm/jaar; 23 % van de waterafvoer). Daardoor is de hoeveelheid inlaatwater veel groter dan in de droogmakerijen. Dit bedraagt 355 mm/jaar, en is 26 % van de wateraanvoer.

Nutriëntenbalans

In tabel 2.4a is de nutriëntenbalans weergegeven van het oppervlaktewater in de drie gebieden. Het betreft gemiddelde jaarbalansen; de perioden waarover ze zijn opgesteld zijn hetzelfde als die van de waterbalans. Een deel van de vrachten is rechtstreeks afgeleid uit modellen en databases. De nauwkeurigheid daarvan is lastig aan te geven. De vrachten van de inlaat en uitlaat zijn berekend uit waterhoeveelheden en concentraties in het boezemwater respectievelijk het polderwater. De waterkwaliteitsgegevens zijn afkomstig van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. De data van verschillende meetpunten in verschillende jaren zijn gemiddeld. Voor het boezemwater waren meer data beschikbaar dan de polderwateren, die in een roulerend meetnet zitten. De meest data van de polderwateren zijn afkomstig van 1997 en 2001. Niettemin verwachten we een behoorlijke betrouwbaarheid van de N en P gehalten in het oppervlaktewater.

De concentraties van N en P in het kwelwater verschillen per gebied, en bedragen ca. 2 -10 mg N/l en ca. 0.15 - 1 mg P/l. (TNO/Alterra, 2002).

Tabel 2.4a. Gemiddelde nutriëntenbalans van het oppervlaktewater in de drie onderzochte gebieden; uit- en afspoeling op basis van kwel-wegzijgingssituatie per deelgebied.

(Kg/jaar)	Purmer	Wijde Wormer	Wormer-Jisperveld	Purmer	Wijde Wormer	Wormer-Jisperveld
	N	N	N	P	P	P
BRON						
Kwel OW*	6452	4107		660	277	
Depositie OW*	3320	2301	9693	0	0	0
Landbouw overig	2568	2268	1990	215	188	165
Uit- en afspoeling	54193	37917	44612	9342	5780	6069
overig	6110	787	1973	102	93	359
Inlaat	1190	4652	14714	210	775	1435
uitlaat gemalen	48612	51313	20769	12271	10258	2025
Wegzijging OW*			8436			823
Balansverschil % **	34.3	-2.7	60.0	-16.7	-44.2	64.5

* OW betreft rechtsreeks naar of vanuit het oppervlaktewater, en niet de hele polder.

** Positief balansverschil betekent: er komt meer in dan er uit gaat.

Duidelijk is dat er balansverschillen zijn in alle gebieden. Zowel positief als negatief. Ten eerste kunnen we stellen dat de data in tabel 2.4a de nodige onzekerheden bevatten, die gezamenlijk de onzekerheid in de sluitpost bepalen.

Een andere oorzaak kan zijn dat bepaalde processen niet in de balans zijn meegenomen. Een positief balansverschil kan verklaard worden met retentie in het oppervlaktewater. Dit kan in de orde van 20 -50 % van de inkomende vracht bedragen (o.a. De Klein, 2007; Kronvang et al. 2004). Een negatief balansverschil kan er bijvoorbeeld op duiden dat er nalevering van nutriënten uit het sediment (vooral P) plaatsvindt. Processen in het oppervlaktewater zijn in de balans niet meegenomen.

Opvallend is, dat de balansverschillen negatief zijn in kwelsituaties (m.u.v. N in de Purmer), wat zou betekenen dat de aanvoer wordt onderschat. Daarentegen is het balansverschil juist positief in geval er wegzijging plaatsvindt; de aanvoer wordt overschat. De grootste aanvoer van nutriënten is afkomstig van uit -en afspoeling van de percelen. Dit is berekend met het nationale uitspoelingsmodel STONE (Wolf et al., 2003). Hierin zijn de aan- en afvoer naar de bodem en de bodemprocessen verwerkt. Echter het model is opgezet voor toepassingen op landelijke schaal en op dit moment vindt een validatiestudie naar kleinere schaalniveaus plaats. De resultaten van de balansen zouden er op kunnen duiden, dat op het schaalniveau van deze polders de lokale kwel en wegzijging niet volledig worden weergegeven door STONE, maar over een groter schaalniveau worden gemiddeld.

Om te corrigeren voor deze mogelijke afwijking van STONE op regionale/lokale schaal hebben we vervolgens een balans opgesteld, waarbij de door STONE berekende uit- en afspoeling is gecorrigeerd voor de werkelijke lokale kwel- of wegzijgingsintensiteit voor de drie gebieden. Met nadruk wordt vermeld, dat deze berekening arbitrair is, en dat nader onderzoek hiernaar noodzakelijk is. De aangepaste balans is weergegeven in tabel 2.4b.

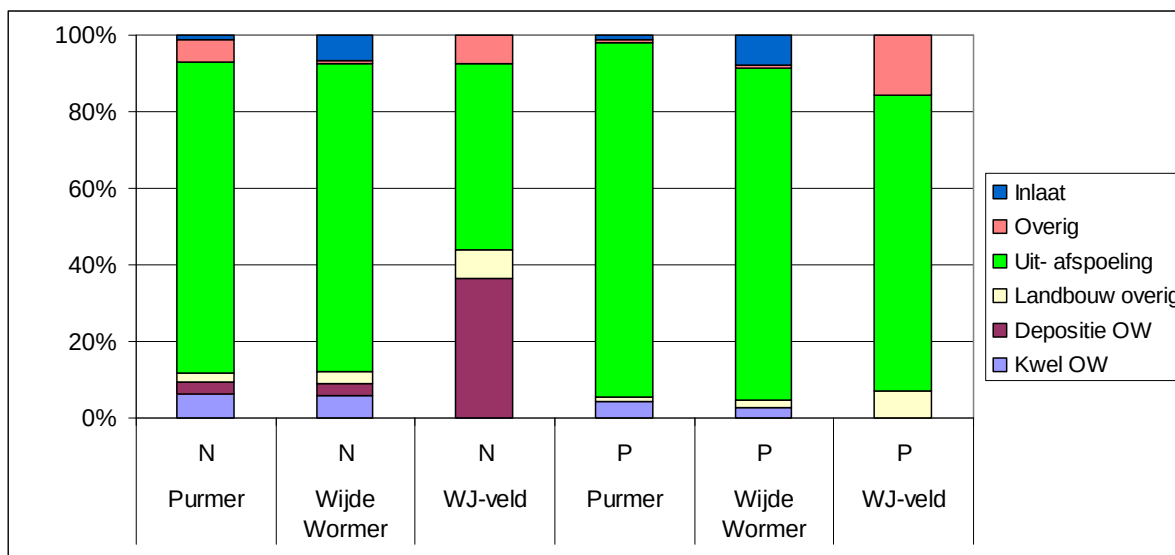
Het aandeel van de verschillende deelvrachten naar het oppervlaktewater, op basis van tabel 2.4b, is weergegeven in figuur 2.5.

Tabel 2.4b. Gecorrigeerde nutriëntenbalans van het oppervlaktewater in de drie onderzochte gebieden; uit- en afspoeling op basis van gemiddelde kwel-wegzijgingssituatie.

(Kg/jaar)	Purmer	Wijde Wormer	Wormer-Jisperveld	Purmer	Wijde Wormer	Wormer-Jisperveld
BRON	N	N	N	P	P	P
Kwel OW*	6452	4107		660	277	
Depositie OW*	3320	2301	9693	0	0	0
Landbouw overig	2568	2268	1990	215	188	165
Uit- en afspoeling	85413	57493	13001	14724	8764	1769
overig	6110	787	1973	102	93	359
Inlaat	1190	4652	14714	210	775	1435
uitlaat gemalen	48612	51313	20769	12271	10258	2025
Wegzijging OW*			8436			823
Balansverschil % **	53.7	28.3	29.4	22.9	-1.6	23.6

* OW betreft rechtsreeks naar of vanuit het oppervlaktewater, en niet de hele polder.

** Positief balansverschil over het oppervlaktewatersysteem betekent: er komt meer in dan er uit gaat, ofwel er is netto retentie.



Figuur 2.5 Aandeel van de deelvrachten in de totale vrachten van N en P naar het oppervlaktewater op basis van tabel 2.4b (kwel-wegzijgingssituatie per deelgebied).

Aandeel bodembelasting en mineralisatie/uitloging in de uit- en afspoeling.

Het doel van deze berekening is het bepalen van het aandeel van de diverse aanvoerroutes (de pijlen A,B,M,K,W in figuur 2.4) op de totale uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater (pijl 3). Voor de kwantificering is een aantal kengetallen bepaald; deze staan weergegeven in tabel 2.6

De belasting van het oppervlaktewater door het bodemcomplex (mineralisatie en uitloging) is bepaald aan de hand van de resultaten van TNO/Alterra studie naar de achtergrondbelasting Noord-Holland. Echter voor het inzijgingsgebied Wormer- en

Jisperveld is deze waarde gecorrigeerd voor het deel dat daadwerkelijk naar het oppervlaktewater gaat en het deel dat naar het diepere grondwater verdwijnt. Hierbij is ervan uitgegaan dat de STONE-berekeningen in genoemde studie eveneens zijn uitgevoerd op basis van een gemiddelde kwel- of wegzijgingssituatie.

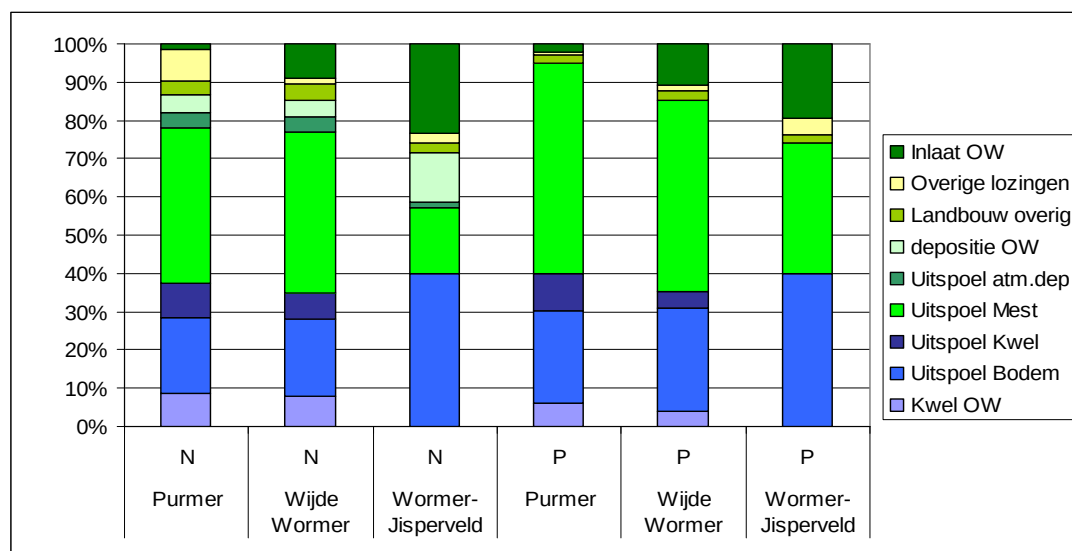
Tabel 2.6. Kwantificering van de deelvrachten (emissies) die bijdragen aan de totale uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater getallen op basis van tabel 2.4b.

(data in kg/ha/jaar)	Purmer	Wijde Wormer	Wormer-Jisperveld	Purmer	Wijde Wormer	Wormer-Jisperveld
	N	N	N	P	P	P
Bemestingsoverschot (B)	180	180	60	22	22	8
Atmosf. Depositie (A)	18.1	15.8	14.4			
Mineralisatie/uitloging van de bodem (M)	5.9	6.5	12.6	1.01	1.18	1.35
Kwel (K)	39.0	28.2		3.99	1.90	

Voor het berekenen van het aandeel van de deelvrachten in de totale uit- en afspoeling is de volgende procedure gehanteerd:

- van de totale vracht uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater is eerst de vracht door mineralisatie en uitloging afgetrokken;
- de resterende vracht is toegekend aan bemesting, kwel, en atm. depositie evenredig met de emissies uit tabel 2.6.

De resultaten staan in weergegeven in figuur 2.6. Daarmee is het onderscheid te maken in belastingen met een antropogene herkomst uit emissies (groene balken), en de belastingen met een 'natuurlijke' herkomst of een herkomst die veroorzaakt wordt door hydromorfologische ingrepen, te weten kwel en mineralisatie/uitloging (de blauwe balken).



Figuur 2.6 Aandeel van alle deelvrachten in bodem en water in de totale vrachten van N en P naar het oppervlaktewater. (de blauw aangegeven vrachten beschouwen we als natuurlijk of veroorzaakt door hydromorfologische ingrepen, de overige vrachten als zijnde van antropogene herkomst vanuit emissies).

Berekening ‘achtergrond’-concentratie in het oppervlaktewater.

De verschillende deelvrachten op het oppervlaktewater (figuur 2.4) kunnen onderverdeeld worden naar ‘achtergrondbelasting’ (natuurlijk en ten gevolge van ingrepen) en ‘antropogene belasting’. In deze studie definiëren we achtergrond als vracht uit kwel en uit bodemmineralisatie en –uitloging. Het relatieve aandeel van de achtergrondbelasting kunnen we gebruiken om een theoretische ‘achtergrond’-concentratie te bepalen wanneer alle antropogene belastingen tot nul zouden worden gereduceerd. In tabel 2.7 is dit weergegeven..

Tabel 2.7. Theoretische ‘achtergrond’-concentraties in het oppervlaktewater op basis van de huidige concentraties en het aandeel van de achtergrondbelasting in de totale belasting.

	Purmer	Wijde Wormer	Wormer-Jisperveld	Purmer	Wijde Wormer	Wormer-Jisperveld
	N	N	N	P	P	P
Gemiddelde concentratie in opp.water (mg/l)	3.1	4.5	4.8	0.78	0.89	0.43
Aandeel achtergrondbelasting (%)	31.2	28.7	31.7	31.7	27.1	39.7
Achtergrond-concentratie (mg/l)	0.96	1.28	1.52	0.25	0.24	0.17

De ‘achtergrond’-concentraties in tabel 2.7 zouden beschouwd kunnen worden als de concentraties in het oppervlaktewater na verwijdering van alle antropogene belastingen. In termen van de KRW is dit dan het MEP (Maximaal Ecologisch Potentieel) voor nutriënten.

Voor sloten en kanalen is recent een onderzoek afgerond naar de omschrijving Mep en concept maatlaten voor sloten en kanalen (Royal Haskoning, 2007). In het onderzoek zijn getalswaarden voor de MEP-nutriënten afgeleid, voor verschillende watertypen. In tabel 2.8 zijn de getalswaarden samengevat.

Tabel 2.8. Getalswaarden Mep-nutriënten voor Sloten en kanalen (Royal Haskoning, 2007)

Type	Omschrijving	MEP stikstof (mgN/l)	MEP fosfor (mgP/l)
M1a	Zoete sloten (gebufferd)	≤ 1.13	≤ 0.042
M1b	Niet-zoete sloten (gebufferd)	≤ 1.4	≤ 0.076
M3	Gebufferde (regionale) kanalen	≤ 1.13	≤ 0.042
M8	Gebufferde laagveensloten (met wateraanvoer of kwel)	≤ 0.99	≤ 0.03
M10	Laagveen vaarten en kanalen	≤ 0.99	≤ 0.03

Wanneer we de (voorlopige) getalswaarden voor de MEP-nutriënten (tabel 2.8) vergelijken met de achtergrondconcentraties (tabel 2.7), dan valt op dat de achtergrondwaarden voor fosfor aanzienlijk hoger zijn dan deze MEP-waarden. Door de fosfaatrijke kwel en de afbraak en uitloging van de bodem vindt een dermate hoge belasting van het oppervlaktewater plaats, dat de MEP-normen voor nutriënten niet gehaald zullen kunnen worden zonder de hydromorfologische ingrepen om te keren.

Voor stikstof liggen de achtergrondconcentraties in dezelfde orde als de MEP-normen.

2.4 Discussie

De berekeningen in deze gebieden bevatten onzekerheden, die met verschillende factoren en noodzakelijke aannames samenhangen. De data zijn deels gebaseerd op metingen, deels op basis van modelberekeningen en voor een deel geschat op basis van literatuurgegevens en voorgaand onderzoek.

De resultaten van dit onderzoek moeten dan ook vooral gezien worden als voorbeelduitwerking van een methodiek om een achtergrondbelasting vast te stellen. In eerdere onderzoeken is voor andere gebieden en met een andere methode een vergelijkbare berekening gemaakt (Van der Bolt et al., 2007; Hendriks, 2006). Uitgebreide resultaten hiervan staan weergegeven in bijlage 3.

Genoemde onderzoekers komen voor veengebieden tot een bijdrage van de belasting door de bodem (mineralisatie, uitloging, kwel) van 40-60%. Dit is wat hoger dan in onze berekeningen, maar vergelijkbaar gezien de verwachte onzekerheden en ruimtelijke variatie hierin.

De achtergrondbelasting (natuurlijke en veroorzaakt door hydromorfologische ingrepen) kan lokaal sterk verschillen, zowel door ruimtelijke variaties in kwelintensiteit en kwelconcentraties, als in de snelheid waarmee veen wordt afgebroken. Hierdoor zou bovenbeschreven analyse op het schaalniveau van individuele waterlichamen uitgevoerd moeten worden.

De gevonden nutriëntenconcentraties ten gevolge van achtergrondbelasting zijn al dermate hoog, dat nooit aan de algemene normen voldaan kan worden, zelfs niet wanneer de directe emissies door verregaande maatregelen tot nul gereduceerd zouden kunnen worden. Een best-site benadering om nutriëtnormen af te leiden kan dit niet oplossen. Dan worden immers per watertype die sites geselecteerd die voldoen aan de goede ecologische toestand en worden de bijhorende nutriëntenconcentraties als norm aan de overige waterlichamen van dit watertype opgelegd. Lokale variaties in achtergrondbelasting kunnen zo niet meegenomen worden.

De analyse bevat nog een aantal onzekerheden. Deze betreffen de water- en stofbalansen, en het schaalniveau waarop het modelinstrumentarium wordt toegepast. Ondanks deze onzekerheden geeft de methodiek waarden die weliswaar indicatief zijn, maar wel aantonen dat de achtergrondconcentraties dermate hoog zijn dat hier rekening mee gehouden moet worden. Op deze wijze kan toch vermeden worden dat dure maatregelen genomen worden die geen effect (kunnen) hebben.

3 Voorbeeldgebied Laaglandbeek

3.1 Beschrijving van het keuzegebied

De Beerze is een laaglandbeek die stroomt van de Belgische grens onder Eindhoven tot de uitmonding in de Dommel bij Boxtel. De lengte is ca. 50 kilometer en het stroomgebied beslaat ongeveer 23000 ha. Grote delen van de Beerze zijn in het verleden gereguleerd ten behoeve van de landbouw. De beek is daardoor veranderd van een meanderende nutriëntenarme beek naar een gekanaliseerde nutriëntrijke beek. Recent is een start gemaakt met het herstel van oevers en inundatiezones om het natuurlijke afvoerpatroon terug te brengen (Rijkswaterstaat RIZA & Alterra, 2007).

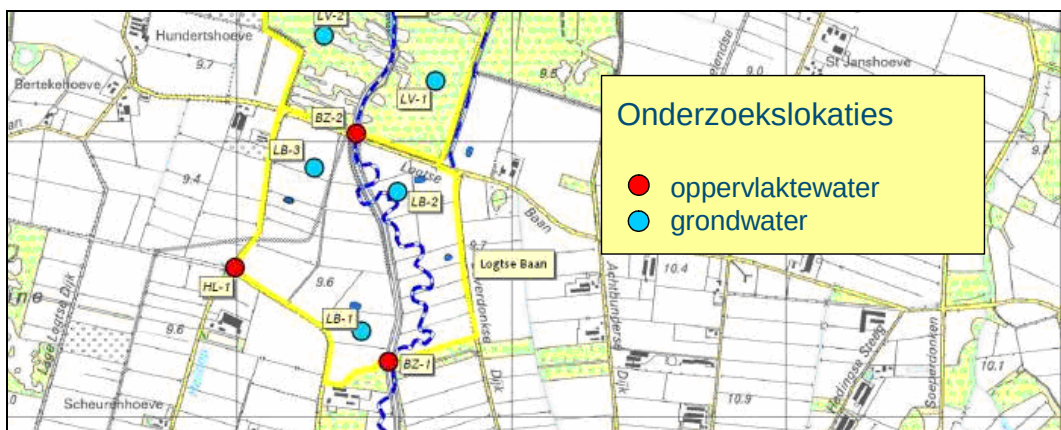
3.2 Methodiek

De basis van deze case-studie is het effect van het verdwijnen van natuurlijke inundatiezones en kanalisering/normalisering van waterlopen, waardoor de retentiecapaciteit van het watersysteem voor nutriënten afneemt. Om de effecten van deze ingrepen in de normen voor nutriënten te kunnen verdisconteren, is het inschatten van de retentiecapaciteit van inundatiegebieden en natuurlijk meanderende stromende wateren nodig.

Als keuzegebied is gekozen de Beerze, een laaglandbeek in Noord-Brabant, in beheer bij Waterschap De Dommel. De centrale vraag is: wat is de afname van de concentratie stikstof (N) en fosfor (P) in het oppervlaktewater van de Beerze, wanneer de beek door de overstromingsvlakte stroomt en bij een bepaald waterpeil buiten zijn oevers treedt.

Het schatten van de retentiecapaciteit gebeurt op basis van bestaande metingen, die uitgevoerd zijn in het kader van de Pilot Beerze in het programma Waterberging-Natuur (Rijkswaterstaat RIZA & Alterra, 2007). In deze Pilot zijn in een drietal herstellende inundatiegebieden metingen verricht aan oppervlaktewaterpeilen, grondwaterstanden, oppervlakte- en grondwaterkwaliteit, en sedimentatieprocessen. Een uitgebreide beschrijving van dit onderzoek is te vinden in het Achtergrondrapport Beerze (Rijkswaterstaat RIZA & Alterra, 2007).

In dit onderzoek beperken we ons tot het meest zuidelijke inundatiegebied van de Pilot Beerze, de Logtse Baan (figuur 3.1). Zowel bij de instroom (meetpunt BZ1) als bij de uitstroom (meetpunt BZ2) is gedurende een aantal jaren de waterkwaliteit gemeten. De nadruk bij de metingen lag op de inundatieperiodes (winterhalfjaar), maar ook in periodes zonder inundaties zijn enkele metingen verricht.



*Figuur 3.1. Overzicht inundatiegebied Logtse baan en onderzoekslocaties.
(bron: Achtergrondrapport Pilot Beerze)*

Op de meetlocaties in het oppervlaktewater is naast de waterkwaliteit ook het waterpeil gemeten, om vast te kunnen stellen wanneer er inundatie is opgetreden. Er zijn echter geen afvoeren gemeten op die locaties.

Voor de vaststelling van de retentie van nutriënten in de Logtse baan is het noodzakelijk om de inkomende en uitgaande vrachten te berekenen. Daarvoor is een schatting gemaakt van het debiet bij het instroompunt op basis van enkele meer bovenstrooms gelegen debietmeetstations. Het debiet bij het uitstroompunt is verondersteld gelijk te zijn aan het debiet bij het instroompunt (gemiddeld over de inundatieperiode van 5-6 maanden is deze aanname verdedigbaar).

Als eerste stap is de retentie van stikstof, fosfor en zwevende stof berekend uit het verschil tussen inkomende en uitgaande vracht.

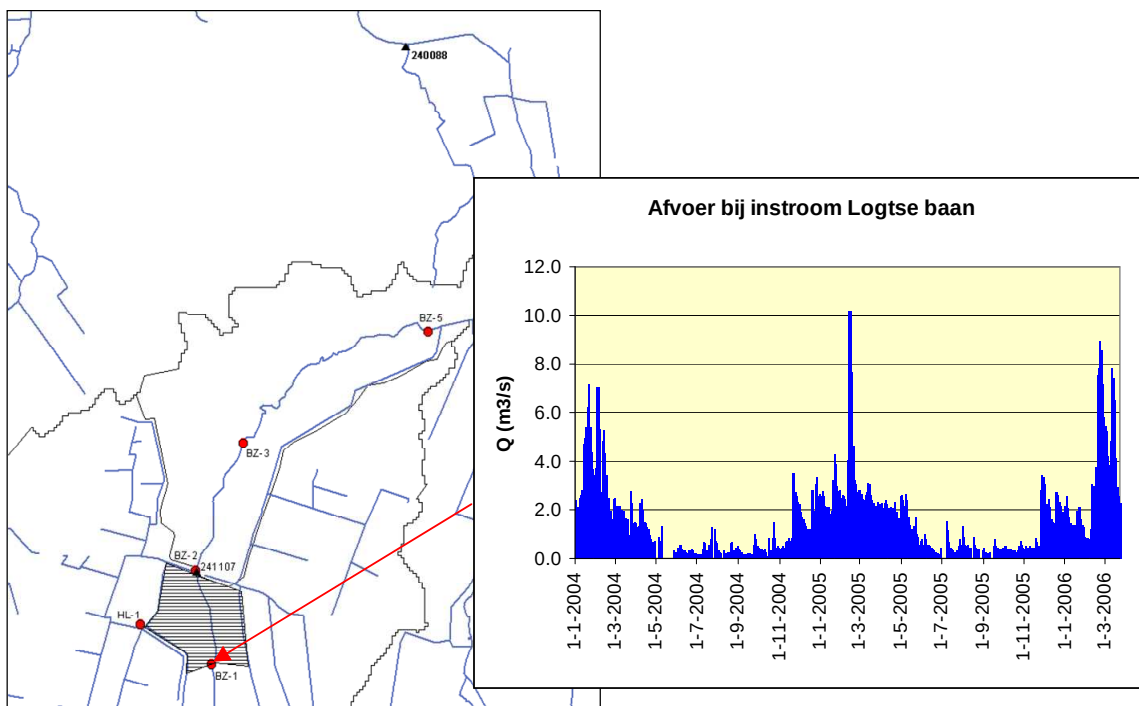
Vervolgens is op basis van de sedimentatie-experimenten in het inundatiegebied een uitspraak gedaan over de samenhang tussen de sedimentatiefluxen en de afname van nutriënten en zwevende stof in het oppervlaktewater.

Tot slot zijn de retenties en sedimentatiefluxen getoetst aan data uit bestaande literatuur.

3.3 Resultaten

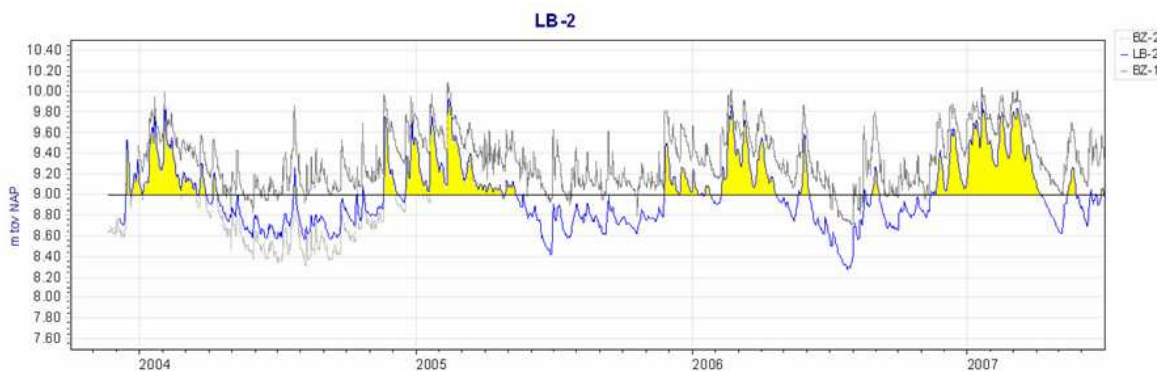
Afvoer en waterpeil.

In figuur 3.2 is de berekende afvoer bij het instroompunt van de Logtse baan weergegeven. Het afvoerverloop is karakteristiek voor een laaglandbeek die voornamelijk gevoed wordt door neerslagoverschot. De basisafvoer in de zomer bedraagt ca. 0.5 m³/s, en in de winter is de gemiddelde afvoer 2-3 m³/s. In de meetperiode 2004 – 2006 kwamen afvoerpieken van 7 tot 10 m³/s voor.



Figuur 3.2. Berekende afvoer bij instroom Logtse baan.

In figuur 3.3 is het gemeten waterpeil van de Beerze bij het uitstroompunt weergegeven. Boven een peil van 9 m +NAP vindt inundatie plaats. In de figuur zijn de inundatie perioden geel gemarkeerd. Te zien is dat gedurende elk jaar inundatie optreedt. De lengte van de periode varieert van 4 tot 6 maanden.

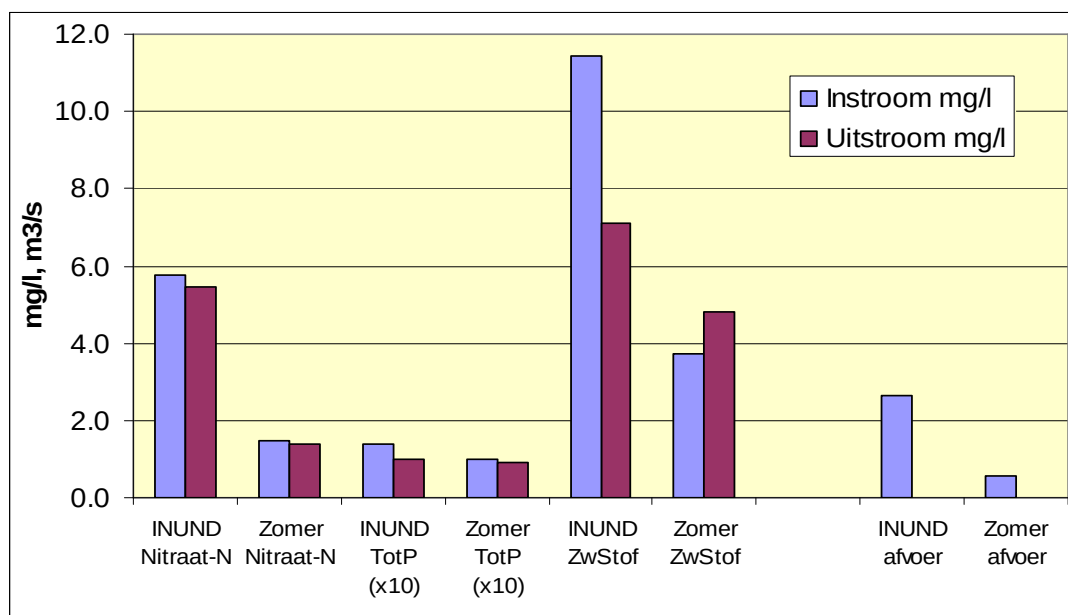


Figuur 3.3. Gemeten oppervlaktewaterpeil bij het uitstroompunt Logtse baan; in de geel gekleurde perioden is inundatie opgetreden (bron: Achtergrondrapport Pilot Beerze).

Nutriënten en zwevende stof in de Beerze.

In figuur 3.3 en tabel 3.1 zijn de gemiddelde in- en uitstroomconcentraties van het oppervlaktewater in de Logtse Baan weergegeven, zowel voor de inundatieperioden als in de perioden waarin geen inundatie optrad. Data van totaal-stikstof zijn niet

beschikbaar. Daarom wordt Nitraat-N gepresenteerd. Volledige concentratie-profielen zijn opgenomen in bijlage 4.



Figuur 3.4. Gemiddelde instroom- en uitstroomconcentraties in de Logtse baan, en de gemiddelde afvoer. (INUND=inundatie periode; Zomer=buiten de inundatieperiode).

Tabel 3.1 Gemiddelde in- en uitstroomconcentraties in de Logtse baan, en het procentuele verschil. (INUND=inundatie periode; Zomer=buiten de inundatieperiode).

	Instroom mg/l	Uitstroom mg/l	% verlies
INUND Nitraat-N	5.8	5.5	5.7
Zomer Nitraat-N	1.5	1.4	6.2
INUND TotP (x10)	0.14	0.10	28.6
Zomer TotP (x10)	0.10	0.09	10.0
INUND ZwStof	11.4	7.1	37.8
Zomer ZwStof	3.7	4.8	-29.7

Voor opgelost nitraat vindt in de inundatieperiode en daarbuiten een vergelijkbare reductie plaats (ca 6 %). Afname van nitraatconcentraties wordt veroorzaakt door denitrificatie en opname van nitraat door waterplanten. Opvallend is dat in de warmere zomerperiode deze processen blijkbaar niet sneller verlopen dan in de winter.

Zowel voor totaal-P als zwevende stof vindt een grote reductie plaats tijdens de inundaties. Dat is niet verwonderlijk aangezien beide sterk onderhevig zijn aan sedimentatie. Het merendeel van de fosfor is particulier, dat wil zeggen aan deeltjes gebonden en niet opgelost. Reductie van totaal-P in de zomer is aanzienlijk lager. Opvallend is voorts dat in de zomerperiode de concentratie zwevende stof toeneemt. Blijkbaar vindt er resuspensie van gesedimenteerd materiaal uit het beekprofiel plaats. Overigens moet opgemerkt worden dat de concentraties zwevende stof vrij laag zijn, zeker in de zomer. Daardoor zijn de absolute verschillen klein, en daarmee ook de nauwkeurigheid van de metingen.

Retentie van nutriënten en zwevende stof per oppervlakte inundatiegebied.

Op basis van de afname van de vrachten N, P en zwevende stof, en de gemiddelde oppervlakte geïnundeerd gebied, is berekend wat de retentie is per m² inundatiegebied. De resultaten zijn in tabel 3.2 weergegeven. In deze tabel zijn ook de resultaten van het sedimentatie-onderzoek in de pilot Beerze gepresenteerd. Met behulp van sedimentatiematten is de hoeveelheid gesedimenteerde materiaal gemeten, tijdens de hele inundatieperiode.

Tabel 3.2 Gemiddelde retentie van N, P en zwevende stof tijdens inundaties in de Logtse Baan.

Retentie inundatiegebied Logtse Baan	Op basis van afname van vrachten in het oppervlaktewater	Uit sedimentatie proeven* (gem 2004 & 2005)
g N/m ² /jaar	24.7 - 35.5	5.5
g P/m ² /jaar	4.1 - 10.2	3.8
g ZS/m ² /jaar	388 - 837	2650**

* Bron: Achtergrondrapport Pilot Beerze, 2007

** Dit betreft bruto sedimentatie omdat in de gebruikte sedimentatiematten materiaal wordt ingevangen dat vervolgens door de structuur van de matten niet weer kan resuspenderen.

Uit tabel 3.2 blijkt dat voor P en zwevende stof sedimentatie het belangrijkste verwijderingsproces is. Van N verdwijnt er een factor 5-7 meer, dan slechts op basis van sedimentatie verwacht kan worden. Hier spelen, zoals verwacht, andere processen een belangrijkere rol (denitrificatie, opname in biomassa). Ook kan verwacht worden dat het stikstofgehalte van het in de sedimentatiematten ingevangen materiaal in de tijd afneemt door afbraakprocessen en denitrificatie.

Uitgebreide studies in Denemarken in herstelde overstromingsgebieden langs beken laten vergelijkbare uitkomsten zien als gepresenteerd in tabel 3.2. Kronvang et al. (2007) berekend een gemiddelde retentie van ca. 3300 g zwevende stof per m² inundatiegebied per jaar, en ca. 3.8 g P/m²/jaar. Hoffmann et al (2007) presenteert data van verschillende studies naar sedimentatie van P in inundatiegebieden. Hij rapporteert een range van 2-12 gP/m²/jaar.

Vergelijking gemeten concentraties in beek met normen voor natuurlijke beken.

De normen voor de nutriëntenconcentraties overeenkomend met de ondergrens voor de Goede Ecologische Toestand in beken zijn vastgesteld op 0.14 mg P/l en 4 mg N/l (tabel 3.3). In de Beerze zijn de zomergemiddelde concentraties thans circa 0.09 mg P/l (totaal-P) en circa 3.0 mg N/l (totaal-N) (zie tabel 3.4). De norm voor de GET wordt derhalve al bereikt voor zowel P als N, en het feit dat de retentiecapaciteit van de beek door ingrepen is afgenomen ten opzichte van de natuurlijke situatie vormt derhalve geen belemmering. Op basis van de geschatte retentiepercentages die te verwezenlijken zijn met aanleg of herstel van inundatiezones over relatief korte beektrajecten kunnen ook beken die niet al te ver

boven deze normen zitten kunnen gaan voldoen door mitigatie van deze ingrepen al dan niet in combinatie met verdere emissiereductie..

Tabel 3.3. Normen voor de nutriënten (totaal-P en totaal-N) in stromende wateren, uitgedrukt als het gemiddelde over het zomerhalfjaar (april t/m september).

Watertypen		Zeer Goede Ecologische Toestand	Goede Ecologische Toestand
R5 Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand	Totaal-P (mg/l)	≤ 0.06	0.06 – 0.14
R6 Langzaam stromend riviertje op zand/klei	Totaal-N (mg/l)	≤ 3	3 - 4

Tabel 3.4. Huidige concentraties in het oppervlaktewater van de Beerze in de periode 2003-2007; uitgesplitst naar zomerhalfjaar (april t/m september) en winterhalfjaar (oktober t/m maart)..

	N-totaal (mgN/l)		P-totaal (mgP/l)	
	winter	zomer	winter	zomer
5 km bovenstrooms Logtse baan	6.0	3.1	0.08	0.07
Uitsroompunt Logtse baan	6.5	2.9	0.10	0.09
4 km benedenstrooms Logtse baan	5.5	2.9	0.11	0.08

Gevolgen voor MEP-GEP nutriënten

Uit deze case studie komt naar voren dat het herstel van inundatiezones een succesvolle maatregel kan zijn om de natuurlijke zuivering van beeksystemen te herstellen. In dit geval zijn er geen gevolgen voor MEP-GEP, immers:

- de gehalten N en P in de beek zijn al dermate laag dat de werknormen voor het meest gelijkende natuurlijke watertype al worden behaald, en
- in geval van niet al te grote overschreiding ook haalbaar zijn door mitigatie (herstel meandering en inundatiezones), of verdergaande emissiereductie.

Slechts wanneer deze beide opties ontoereikend zouden blijken te zijn, is aanpassing van het MEP-GEP een mogelijkheid.

3.4 Discussie

De data die in de berekeningen gebruikt zijn, zijn grotendeels afkomstig van de Pilot Beerze. Deze Pilot Waterberging was opgezet om het effect van inundatie op terrestrische natuur te monitoren. Het idee daarbij was dat door inundatie met nutriëntenrijk beekwater een achteruitgang van natte natuurterreinen langs de beek teweeg zou kunnen worden gebracht. Hiermee is meteen wel een mogelijk nadeel van het aanleggen of herstellen van inundatiezones aangegeven. Het belang van de verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater die hiermee bereikt kan worden dient dan afgewogen te worden tegen mogelijke schade die wordt aangebracht aan voedselarme terrestrische natuur.

Het bepalen van de retentiecapaciteit was geen (hoofd)doel van het onderzoek waar vanuit de gegevens zijn aangeleverd. De verzamelde meetgegevens zijn dan ook slechts met enige aannames bruikbaar voor de retentieschatting. Niettemin laat een vergelijking met andere studies zien dat de hier gevonden retenties plausibel zijn. Deze gelden voor een beektraject van circa 600 m. Deze lengte is klein ten opzichte van de totale beeklengte binnen een waterlichaam. Het totaal beschikbaar areaal bepaalt de totale retentiecapaciteit die kan worden bereikt of hersteld. De vorm van deze inundatiezones kan ook belangrijk zijn. In deze case was de breedte van de inundatiezone zeer groot ten opzichte van die van de beek. In buitenlandse herstelprojecten zoals die in Denemarken was deze verhouding veelal aanzienlijk kleiner. De breedte van de inundatiezone zal gevolgen hebben voor welke fracties van de zwevende stof kunnen sedimenteren, aangezien deze afhankelijk zijn van de locale stroomsnelheden en daarmee van de afstand tot de hoofdstroom.

4 Conclusies

In het voorbeeldgebied Laag-Nederland hebben onomkeerbare hydromorfologische ingrepen plaatselijk grote gevolgen voor de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten. Deze belasting komt voort uit de inductie van fosfaatrijke kwel door inpoldering en afbraak van veen door verlaging van de grondwaterstand.

In het voorbeeldgebied Laaglandbeek hebben het verlies van inundatiezones, en het kanaliseren en normaliseren van de beekloop een verlies van de retentiecapaciteit voor nutriënten tot gevolg gehad. Door de aanleg van nieuwe inundatiezones kunnen deze ingrepen (gedeeltelijk) gemitigeerd worden.

Uit de twee case studies komen twee verschillende beelden naar voren met betrekking tot de gevolgen voor het MEP en GEP nutriënten.

In het voorbeeldgebied Laag-Nederland hebben de hydromorfologische ingrepen een dermate groot effect op de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater, dat de MEP normen voor nutriënten zoals geldend voor het meest gelijkende natuurlijke watertype niet gehaald kunnen worden, ook wanneer de overige anthropogene emissies volledig teruggedraaid zouden worden. Een best-site benadering, waarbij per watertype locaties uitgekozen worden waar de ecologie voldoet aan de voor dit watertype geldende goede toestand, en vervolgens de bijhorende nutriëntengehalten als maat dienen voor het GEP nutriënten, hoeft dit probleem niet op te lossen. Immers, zeer hoge nutriëntenbelastingen ten gevolge van fosfaatrijke kwel en veenafbraak hebben in het algemeen een sterk lokaal karakter. Een best-site benadering kan dan tot gevolg hebben dat locaties waar deze belasting niet optreedt, als maat wordt gehouden voor de locaties waar dit wel het geval is.

In het voorbeeldgebied stromende wateren is het halen van de norm voor natuurlijke wateren daarentegen niet onmogelijk, zowel door verdergaande emissiereductie als door mitigerende maatregelen die de retentiecapaciteit voor nutriënten van het oppervlaktewatersysteem kunnen vergroten. Het MEP/GEP behoeft daarom niet aangepast te worden.

Op grond van bovenstaande kan de volgende beslisreeks voor aanpassing van de MEP/GEP normen voor nutriënten (en analoog voor overige ondersteunende fysisch-chemische parameters) in sterk veranderde of kunstmatige waterlichamen worden afgeleid:

- 1) De nutriëntenconcentraties voldoen al aan de normen voor het meest vergelijkbare natuurlijke watertype: MEP/GEP nutriënten niet aanpassen, ondanks dat ingrepen de nutriëntenconcentraties wel beïnvloeden.
- 2) De nutriëntenconcentraties kunnen voldoen aan de normen voor het meest vergelijkbare natuurlijke watertype door emissiereductie en/of

mitigerende maatregelen (mits geen significante schade aan overige functies): MEP/GEP nutriënten behoeven dan niet te worden aangepast.

- 3) De nutriëntenconcentraties kunnen niet voldoen aan de normen voor het meest vergelijkbare natuurlijke watertype, ook wanneer maximale emissiereductie en mitigatie van ingrepen wordt uitgevoerd: het MEP nutriënten kan worden aangepast op basis van de door onomkeerbare hydromorfologische ingrepen veroorzaakte extra achtergrondbelasting. Vervolgens wordt via het MEP biologie en GEP biologie (lichte afwijking ten opzichte van MEP biologie) het GEP nutriënten afgeleid. Dit laatste kan op basis van een best-site benadering, mits dit een haalbare waarde voor het GEP oplevert (d.w.z. niet strenger dan het MEP).

Literatuur

- Beek, C.L. van ; Oenema, O., 2002, Nutriëntenbalansen in de Vlietpolder in het jaar 1999. Wageningen, Alterra, Rapportnummer 482
- Bolt, F.J.E. van der ; Oosterom, H.P. ; Hendriks, R.F.A. ; Groenendijk, P., 2007, Bronnen van nutriënten in het landelijke gebied: de bijdrage van landbouw aan oppervlaktewaterkwaliteit in perspectief.. Wageningen, Alterra, Rapportnummer 1483
- De Klein J & B. Brinkman, 2007. Effecten van hydromorfologische ingrepen op nutriëntenconcentraties en overige fysisch-chemische grootheden in oppervlaktewater. Wageningen, Alterra, Rapportnummer 1416
- De Klein J., 2007 Analyse van de grootte en de herkomst van de vrachten stikstof en fosfor, via het oppervlaktewater, op het Nederlandse deel van de Noordzee. Wageningen, Alterra, Rapportnummer 1417
- De Klijne, A. et al. Milieukwaliteit en nutriëntenbelasting. Achtergrondrapport milieukwaliteit van de Evaluatie Meststoffenwet 2007. RIVM rapport 680130001/2007
- Emissieregistratie, 2007. Jaarcijfers 2005. MNP, Bilthoven; CBS, Voorburg; RIZA, Lelystad; Alterra, Wageningen; SenterNovem, Utrecht en TNO-MEP, Apeldoorn. <http://www.emissieregistratie.nl>.
- Hendriks, R.F.A., D.J.J. Walvoort and M.H.J.L. Jeuken, 2006 (in prep), Evaluation of SWAP and ANIMO for simulating nutrient loading of surface water for a peat land area. Calibration, validation, and system and scenario analysis for a study area in the Vlietpolder. Wageningen, Alterra, Rapportnummer 619.
- Hoffmann C.C. et al. 2007. Liberation of phosphorus from sediment deposited after flooding. In: Diffuse Phosphorus Loss, International Workshop. Silkeborg Denmark, September 2007.
- ICW (Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding), 1982, Kwantiteit en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in Noord-Holland benoorden het IJ; Werkgroep Noord-Holland, ICW Regionale Studies 16, Wageningen, 166 pag.
- Jansen, P. et al. 2007, Effect van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden. Wageningen, Alterra, Rapportnummer 1516
- Kronvang, B.; J. Hezlar, et al., 2004. Nutrient Retention Handbook. Software Manual for EUROHARP-NUTRET and Scientific review on nutrient retention. Oslo, Norway, NIVA: 103 pp.

- Kronvang, B., I.K. Anderson, C.C. Hoffmann, M.L. Pedersen, N.B. Ovesen, H.E. Andersen. 2007. Water exchange and deposition of sediment and phosphorus during inundation of natural and restored lowland floodplains. Water, Air and Soil Pollution 181: 115-121.
- Milieu- en Natuurcompendium. 2007, Belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie, 1990-2005. MNP, Bilthoven, CBS, Voorburg en WUR, Wageningen.
- PIH (Projectgroep Implementatie Handreiking MEP/GEP), 2007, Thematische harmonisatie Samenvatting van de beoordeling van documenten over de afleiding van MEP/GEP door zes experts. Eindrapport mei 2007
- Royal Haskoning, 2007, Omschrijving MEP en conceptmaatlaten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water, Concept eindrapport 9S3656
- Rijkswaterstaat Riza & WUR Alterra, 2007, Achtergrondrapport Beerze. Pilotprogramma Waterberging-Natuur, in prep.
- Schroder, J.J., Corre, W.J., 2000, Actualisering stikstof- en fosfaat-desk studies, Wageningen : PRI, (Rapport / Plant Research International 22)
- TNO/Alterra, 2002, De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en Cl, en enkele ecohydrologische parameters in West –Nederland. TNO-rapport NITG 02-166-A, oktober 2002.
- Wolf J.; Beusen A.H.W.; et al., 2003. The integrated modeling system STONE for calculating nutrient emissions from agriculture in the Netherlands. Environmental Modeling & Software 18 (2003) 597-617.

Bijlage 1 Waterbalansen polders Noord-Holland

Wijde Wormer

oppervlakte	16180696	m2
oppervlakte	1618.0696	ha
Kwel	0.84	mm/d
Kwel_winter	0.68	mm/d
kwel_zomer	1.00	mm/d

mm/jaar

jaar	kwel	neerslag	verdamping	uitlaat gemalen	Inlaat (Sluitpost)
1996	248	595	522.6	0	321
1997	248	635	561.1	288	34
1998	248	1242	492.2	1017	19
1999	248	912	582.5	763	186
2000	248	1010	540.5	882	164
2001	248	987	591	779	135
2002	248	933	594	733	146
2003	248	683	560	525	154
2004	248	936	560	723	99
2005	248	890	591	180	-366

Wijde Wormer

oppervlakte	16180696	m2
m3/jaar		

jaar	kwel	neerslag	verdamping	uitlaat gemalen	Inlaat (Sluitpost)
1996	4016564	9630750	8456032	0	5191282
1997	4005589	10281214	9078989	4658336	549479
1998	4005589	20098043	7964139	16449781	310288
1999	4005589	14753559	9425255	12348486	3014594
2000	4016564	16347357	8745666	14269852	2651597
2001	4005589	15973583	9562791	12604596	2188215
2002	4005589	15103062	9611333	11861858	2364540
2003	4005589	11053033	9061190	8488032	2490599
2004	4016564	15141895	9061190	11705651	1608382
2005	4005589	14395965	9562791	2909342	-5929421

Gemiddelde van periode 1996 - 2004

	kwel	neerslag	verdamping	uitlaat gemalen	Inlaat (Sluitpost)
m3/jaar	4008333	14843968	9063819	11548324	1897212
mm/jaar	248	917	560	714	117
% van aan/afvoer	19.3	71.5	44.0	56.0	9.1

Purmer		
oppervlakte	24690548	m2
oppervlakte	2469.0548	ha
Kwel	0.70	mm/d
Kwel_winter	0.54	mm/d
kwel_zomer	0.85	mm/d

mm/jaar

jaar	kwel	neerslag	verdamping	uitlaat gemalen	Inlaat (Sluitpost)
1996	255	595	522.6	402	75
1997	254	635	561.1	408	80
1998	254	1242	492.2	918	-86
1999	254	912	582.5	681	97
2000	255	1010	540.5	724	-1
2001	254	987	591	697	47
2002	254	933	594	628	35
2003	254	683	560	404	27
2004	255	936	560	659	28
2005	254	890	591	181	-372

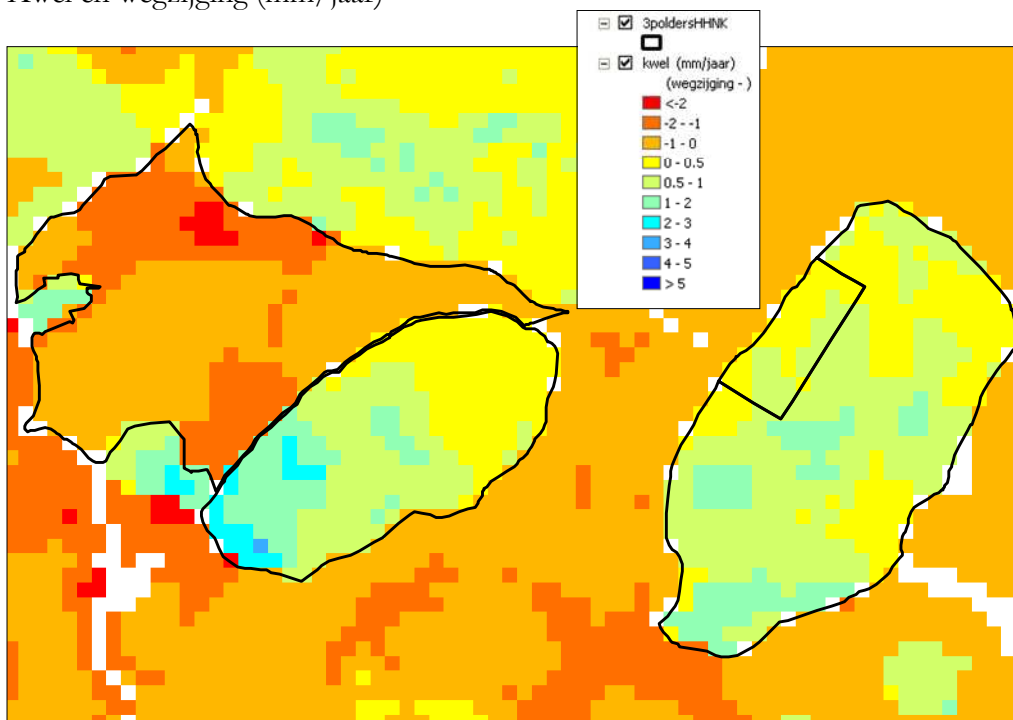
Purmer					
oppervlakte	24690548	m2			
m3/jaar					
jaar	kwel	neerslag	verdamping	uitlaat gemalen	Inlaat (Sluitpost)
1996	6292057	14695814	12903280	9932400	1847810
1997	6274865	15688374	13853866	10076984	1967611
1998	6274865	30668130	12152688	22664380	-2125927
1999	6274865	22512842	14382244	16803444	2397981
2000	6292057	24944861	13345241	17867253	-24423
2001	6274865	24374509	14592114	17212579	1155319
2002	6274865	23046158	14666186	15517110	862273
2003	6274865	16866113	13826707	9982256	667984
2004	6292057	23105415	13826707	16274403	703639
2005	6274865	21967181	14592114	4475878	-9174054

Gemiddelde van periode 1996 - 2004

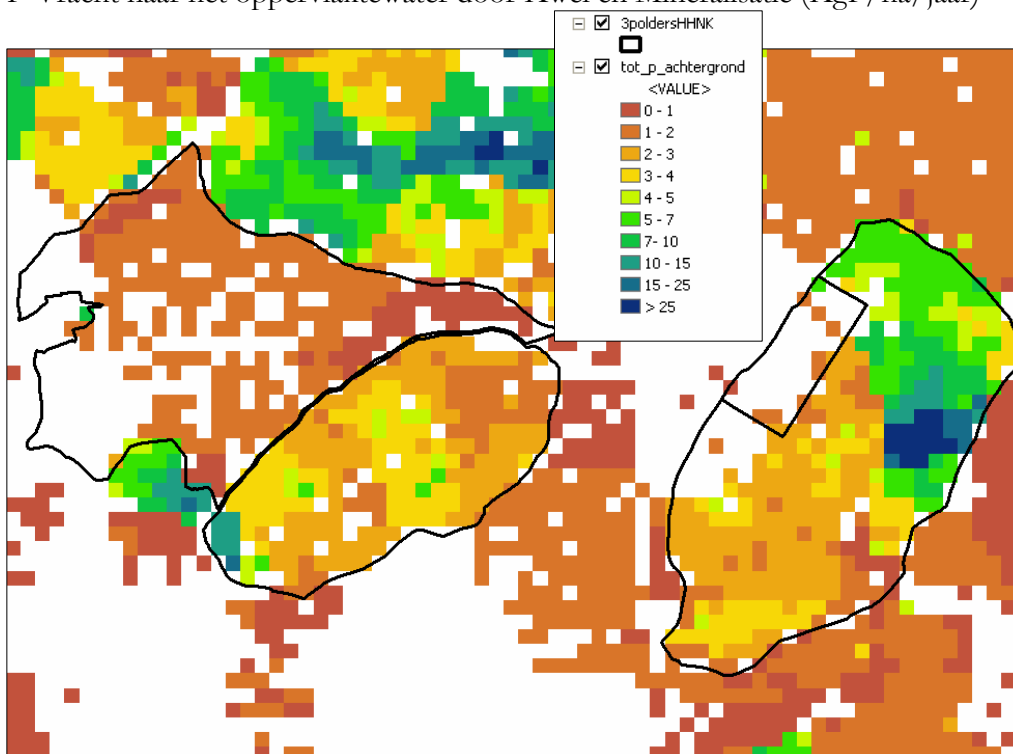
	kwel	neerslag	verdamping	uitlaat gemalen	Inlaat (Sluitpost)
m3/jaar	6280596	21766913	13727670	15147868	828030
mm/jaar	254	882	556	614	34
% van aan/afvoer	21.8	75.4		52.5	47.5

Bijlage 2 Resultaten uit TNO/Alterra Achtergrond-studie voor de drie polders.

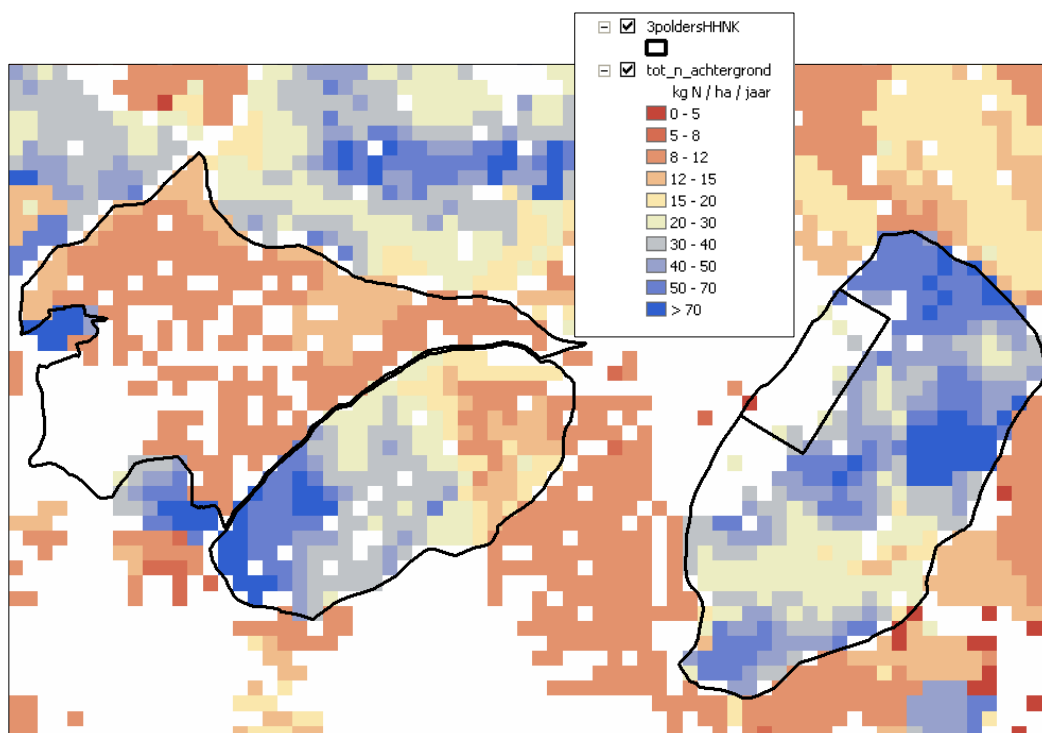
Kwel en wegzijging (mm/jaar)



P-Vracht naar het oppervlaktewater door Kwel en Mineralisatie (KgP/ha/jaar)



N-Vracht naar het oppervlaktewater door Kwel en Mineralisatie (KgN/ha/jaar)



Bijlage 3 Resultaten andere studies naar het aandeel van deelvrachten in de totale vracht N en P naar het oppervlaktewater.

. Van der Bolt et al. 2007 Alterra-rapport 1483

Tabel 2 Procentuele berekende bijdrage van bronnen aan de belasting van het oppervlaktewater in zandgronden voor de periode 2000-2015 voor de benaderingen 'instroom', 'historie' en 'actueel'

	Stikstof			Fosfor		
	instroom	historie	actueel	instroom	historie	actueel
Depositie	16	10 - 12	8 - 11	0	0-11	0-1
Landbouw	83	35 - 36	27 - 30	99	65 - 83	20 - 21
Kwel	1	13 - 36	5 - 7	1	2 - 65	2 - 3
Bodem		42	59		14	79

Tabel 3 Procentuele berekende bijdrage van bronnen aan de belasting van het oppervlaktewater in kleigronden voor de periode 2000-2015 voor de benaderingen 'instroom', 'historie' en 'actueel'

Stikstof	Stikstof			Fosfor		
	instroom	historie	actueel	instroom	historie	actueel
Depositie	10	3 - 5	2 - 5	0	0-5	0-1
Landbouw	87	9 - 12	8 - 12	97	26 - 32	17 - 17
Kwel	2	11 - 14	1 - 3	3	33 - 37	3 - 3
Bodem		74	86		34	81

Tabel 4 Procentuele berekende bijdrage van bronnen aan de belasting van het oppervlaktewater in veengronden voor de periode 2000-2015 voor de benaderingen 'instroom', 'historie' en 'actueel'

Stikstof	Stikstof			Fosfor		
	instroom	historie	actueel	instroom	historie	actueel
Depositie	10	2 - 5	1 - 5	0	1-9	0-1
Landbouw	88	50 - 53	44 - 47	98	51 - 61	40 - 41
Kwel	2	9 - 14	2 - 5	2	6 - 15	2 - 3
Bodem		34	49		27	58

Hendriks et al. 2006.

Tabel 5 Procentuele bijdrage van de bronnen aan de emissie van nutriënten naar het oppervlaktewater (Hendriks et.al. 2006)

stikstof	2000	2001	2002	gemiddeld
mest	26	39	41	37
depositie	7	8	8	8
infiltratie	8	6	5	6
mineralisatie	50	40	40	42
complex	10	7	6	7

Tabel 6 Procentuele bijdrage van de bronnen aan de emissie van nutriënten naar het oppervlaktewater (Hendriks et.al. 2006)

fosfor	2000	2001	2002	gemiddeld
mest	40	50	49	47
depositie	3	3	3	3
infiltratie	8	6.3	5	6
mineralisatie	7	4	10	7
complex	42	37	32	37

Bijlage 4 Concentratieverloop nutriënten en zwevende stof bij de in- en uitstroom van inundatiegebied de Logtse Baan.

