

Systemverkenning Quarles van Ufford

Systeemverkenning Quarles van Ufford

**R.W.O. Soppe
J. Roelsma
E. Bergersen
F.J.E. van der Bolt**

Alterra-rapport 970

Alterra, Wageningen, 2005

REFERAAT

Soppe, R.W.O., J. Roelsma, E. Bergersen en F.J.E. van der Bolt, 2005. *Systeemverkenning Quarles van Ufford*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 970. 64 blz.; 23 fig.; 10 tab.; 10 ref.

Voor het project “Meerjarig monitoringsprogramma naar de uit- en afspoeling van nutriënten vanuit landbouwgronden in stroomgebieden en polders” is in 2004 gestart met een systeemverkenning van het bemalingsgebied Quarles van Ufford. Daarbij zijn van dit systeem beschikbare gegevens, relevante processen en functioneren geïnventariseerd. Het gebied Quarles van Ufford is gelegen in het westelijk deel van het Land van Maas en Waal en bestaat uit voornamelijk rivierkleigronden. Het gebied wordt ontwatert via een stelsel van Weteringen die als centrale as door het gebied in oost-west richting loopt. Een combinatie van vrij verval en gepompte ontwatering neemt plaats in het westen van het gebied. Op vijf lokaties in het gebied wordt water ingelaten. Uit de systeemverkenning kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford wordt een netto kwelsituatie bepaald welke in de orde van grootte is van 20 % van de totale wateraanvoer. Het is daarom van belang om het diepe grondwater (regionaal grondwatersysteem) in het modelsysteem te betrekken.
- Versnelde afvoer van water en nutriënten via greppels (oppervlakkige afvoer) en via krimp-scheuren in combinatie met drainbuizen is voor de deelgebieden bestaande uit zware komklei een belangrijke route. Het is van belang dat deze routes in het modelsysteem aanwezig zijn.
- Over zowel de bijdrage van de nutriëntenbelasting vanuit kwel als de belasting vanuit landbouw was ten tijde van de systeemverkenning geen informatie aanwezig om deze bronnen getalsmatig te benoemen.
- Door het ontbreken van informatie over de bronnen kwel en landbouw is het niet mogelijk een relatie aan te kunnen tonen tussen gemeten nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater en (veranderingen van) de verschillende bronnen van nutriënten in het stroomgebied. Hierdoor is het niet mogelijk om aan te tonen of met het bestaande meetnet van het stroomgebied de effecten van het mestbeleid zichtbaar gemaakt kunnen worden.
- Om het mestbeleid te kunnen evalueren is het noodzakelijk een andere manier van monitoren (meten én modelleren) te introduceren. Hierbij kan de bijdrage van iedere bron, welke binnen een gebied zijn gedefinieerd, worden geanalyseerd.

Trefwoorden: systeemverkenning, stroomgebied, Quarles van Ufford, monitoring, mestbeleid, modelsysteem, nutriënten

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €25,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 970. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2005 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 veelevoudigd 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

Samenvatting	7
1 Inleiding	11
1.1 Gebiedskeuze	11
1.2 Leeswijzer	12
2 Inleiding	15
2.1 Geologie	15
2.2 Geohydrologie	16
2.3 Maaiveld	17
2.4 Bodem	17
2.5 Grondgebruik	18
2.6 Gegevensbestanden	19
3 Het watersysteem	21
3.1 Neerslag en verdamping	21
3.2 Oppervlaktewater	23
3.2.1 Oppervlaktewaterstructuur	23
3.2.2 Waterafvoer	24
3.2.3 Wateraanvoer	25
3.3 Grondwater	27
3.3.1 Lozingen en onttrekkingen	27
3.3.2 Grondwaterstanden	27
3.3.3 Grondwaterstroming	30
3.4 Waterbalans	31
3.5 Gegevensbestanden	33
4 Chemische waterkwaliteit	35
4.1 Beschouwde stoffen	35
4.2 Atmosferische depositie	36
4.3 Externe belasting	37
4.4 Oppervlaktewater	39
4.5 Grondwater	41
4.6 Stoffenbalans	41
4.7 Gegevensbestanden	43
5 Ecologische waterkwaliteit	45
6 Te verwachten ontwikkelingen	47
7 Conclusies	49
Literatuur	51
Bijlage 1 Beschrijving van de geologische formaties in het waterschap Rivierenland	53
Bijlage 2 Bijdrage Evaluatie Mestwetgeving 2004	57

Samenvatting

In 2004 is een systeemverkenning van het bemalingsgebied Quarles van Ufford gemaakt op basis van vooral literatuurstudie. Slechts in beperkte mate was de systeemverkenning gebaseerd op dataverwerking. De systeemverkenning is uitgevoerd met de volgende doelstellingen:

- a. onderbouwing van gebiedskeuze;
- b. onderbouwing van benodigd modelinstrumentarium;
- c. inventarisatie van reeds beschikbare informatie en data;
- d. identificatie van hiaten in beschikbare gegevens voor het opstellen van water- en stoffenbalansen;
- e. identificatie van kritische systeemcomponenten en –parameters.

Het bemalingsgebied Quarles van Ufford

Een deelgebied van het waterschap Rivierenland is het bemalingsgebied Quarles van Ufford. Het bemalingsgebied Quarles van Ufford is gelegen in het westelijke deel van het Land van Maas en Waal binnen de winterdijken en is ca. 12 000 ha groot. Het gebied daalt licht gaande van oost naar west (7 m boven NAP in het oosten en 3 m boven NAP in het westen). Het gebied Quarles van Ufford bestaat voornamelijk uit rivierkleigronden. Circa 80 % van het gebied is in gebruik als landbouwgrond. Van dit deel wordt het grootste deel als graslanden gebruikt.

Het watersysteem

Het bemalingsgebied heeft een hoofdstructuur (A-categorie) en substructuur (B-categorie) van waterwegen. De totale lengte van de A-waterwegen is 320 km en van de B-waterwegen 535 km. Het gebied wordt ontwaterd via een stelsel van weteringen die als centrale as door het gebied in oost-west richting loopt. Een combinatie van vrij verval en gepompte ontwatering neemt plaats in het westen van het gebied. Er zijn vijf inlaatlokaties; bij twee inlaten komt water onder vrij verval vanuit de Maas. Verder worden door twee duikers onder de A50 water vanuit het gebied Bloemers aangevoerd, en een opjager in de Nieuwe Wetering die ook water vanuit het oostelijk gelegen gebied Bloemers aanvoert. In het gebied zijn drie RWZI's aanwezig, namelijk Maasbommel, Dreumel en Druten. Alleen Maasbommel loost het effluent op het watersysteem in het studiegebied. De grondwaterstromingen verplaatst zich in dezelfde richting als het oppervlaktewater, namelijk van het oosten naar het westen. Tevens is er kwel te verwachten vanuit de rivieren naar het beheersgebied Quarles van Ufford. Voor het jaar 2002 is de hoeveelheid ingelaten en uitgelaten water geschat op respectievelijk 20 en $91 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Chemische waterkwaliteit

In het meetnet waterkwaliteit van het waterschap Rivierenland voor het bemalingsgebied zijn ca. 30 meetpunten opgenomen. De tijdspanne waarvoor meetgegevens beschikbaar zijn voor deze meetpunten varieert echter sterk. Voor de meeste meetparameters worden maandelijks monsters genomen. Echter, in de periode 1992-2001 zijn voor fosfor, EGV en zuurstof twee-wekelijkse metingen gedaan. De

gemiddelde aanvoer van stikstof en fosfor in de inlaatpunten is voor het jaar 2003 geschat op respectievelijk $63 \cdot 10^3$ kg N en $2.4 \cdot 10^3$ kg P, terwijl de gemiddelde afvoer van stikstof en fosfor in de uitlaatpunten voor datzelfde jaar is geschat op respectievelijk $212 \cdot 10^3$ kg N en $9.1 \cdot 10^3$ kg P.

Ecologische waterkwaliteit

In het bemalingsgebied Quarles van Ufford is een aantal natte ecologische verbindingszones aangewezen. Twee slotenstelsels hebben een specifiek ecologische doelstelling toegewezen gekregen. Ook drie wielen en een eendekooi hebben deze functie gekregen. De grote Wetering is aangewezen als natte ecologische verbindingszone. Hiervoor zijn natuurvriendelijke oevers aangelegd. In het gebied Quarles van Ufford is tot op heden nog voor weinig meetlocaties een beoordeling uitgevoerd van de ecologische waterkwaliteit. Van de lokaties die in de periode 1999 – 2001 zijn beoordeeld volgens de STOWA-methodiek, is het profiel van de watergang of de aanwezige vegetatie de beperkende factor voor het bereiken van het middelste ecologische niveau. Op basis van het geringe aantal meetlocaties, waarvoor een beoordeling is uitgevoerd, kan worden geconcludeerd dat weinig bekend is van de ecologische waterkwaliteit van het bemalingsgebied Quarles van Ufford.

Plannen voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford

Verschillende woonkernen zijn gepland om verder uit te breiden (Afferden, Alphen, Altforst, Appeltern, Beneden-Leeuwen, Boven-Leeuwen, Deest, Dreumel, Druten, Horssen, Maasbommel en Wamel). Ook wordt er een studie gedaan om waterbergingsmogelijkheden binnen het beheersgebied aan te wijzen, met een totaal oppervlak van 863 ha, om een berging van ruim 4 miljoen m³ water te bewerkstelligen.

Conclusies

Uit deze systeemverkenning kunnen de volgende algemene conclusies met betrekking tot monitoring van de effecten van het mestbeleid op stroomgebiedsniveau worden getrokken:

- Wanneer kwel/wegzijging als sluitpost van de waterbalans wordt genomen, dan wordt voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford een netto kwel-situatie bepaald welke in de orde van grootte is van 20 % van de totale wateraanvoer. Het is daarom van belang om het diepe grondwater (regionaal grondwatersysteem) in het modelstelsel te betrekken, zowel kwantitatief als kwalitatief.
- Versnelde afvoer van water en nutriënten via greppels (oppervlakkige afvoer) en via krimpscheuren in combinatie met drainbuizen is voor de deelgebieden bestaande uit zware komklei een belangrijke route. Het is van belang dat deze routes in het modelstelsel aanwezig zijn.
- Over zowel de bijdrage van de nutriëntenbelasting vanuit kwel als de belasting vanuit landbouw was ten tijde van de systeemverkenning geen informatie aanwezig om deze bronnen getalsmatig te benoemen.
- Door het ontbreken van informatie over de bronnen kwel en landbouw is het niet mogelijk een relatie aan te kunnen tonen tussen gemeten nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater en (veranderingen van) de verschil-

lende bronnen van nutriënten in het stroomgebied. Hierdoor is het niet mogelijk om aan te tonen of met het bestaande meetnet van het stroomgebied de effecten van het mestbeleid zichtbaar gemaakt kunnen worden.

- Om het mestbeleid te kunnen evalueren is het noodzakelijk een andere manier van monitoren (meten én modelleren) te introduceren. Hierbij kan de bijdrage van iedere bron, welke binnen een gebied zijn gedefinieerd, worden geanalyseerd.

1 Inleiding

Voor het project “Meerjarig monitoringsprogramma naar de uit- en afspoeling van nutriënten vanuit landbouwgronden in stroomgebieden en polders” is in 2003 gestart met een systeemverkenning per pilotgebied. Daarbij zijn het functioneren van de systemen, relevante processen en beschikbare gegevens geïnventariseerd. Met deze systeemverkenningen kan worden beoordeeld of de doelstellingen van deze studie in deze proefgebieden kunnen worden gerealiseerd.

Deze rapportage van de systeemverkenning geeft inzicht in:

- in het functioneren van het betreffende systeem;
- in de water- en stoffenbalans;
- beschikbare en ontbrekende gegevens;
- de opzet van het bestaande meetnet.

Op basis van deze systeemverkenning worden de eisen ten aanzien van het model en meetnet gespecificeerd en kan het werkplan concreet worden gemaakt. Het werkplan en de planning worden in overleg met de betreffende waterbeheerder opgesteld.

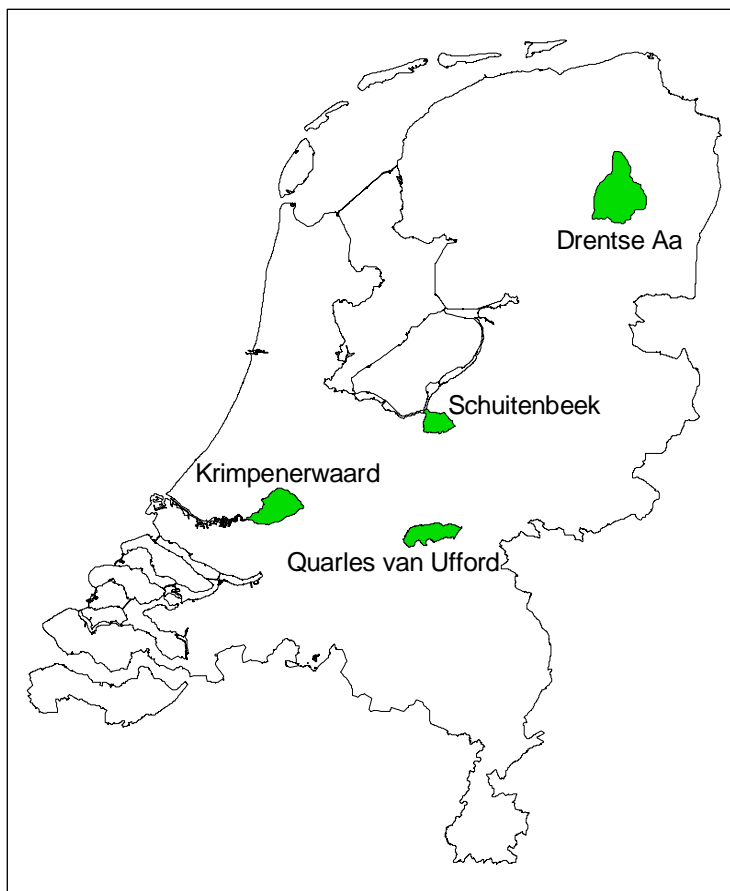
1.1 Gebiedskeuze

De systeemverkenning is per pilotgebied uitgewerkt. De principe-keuze om voor de pilotgebieden te kiezen voor een veengebied, een kleigebied, een hoogbelast zandgebied en een laagbelast zandgebied is in een vroeg stadium gemaakt. Door Alterra-WUR, RIZA, RIVM, en TNO is in 2002 ter voorbereiding van het project geïnventariseerd welke stroomgebieden het meest in aanmerking komen voor het opzetten van een meerjarig monitoringsprogramma. Vervolgens is contact gelegd met de waterbeheerders van de kandidaat-proefgebieden. De eerste voorwaarde bij het zoeken naar de vier proefgebieden is namelijk dat waterbeheerders bereid zijn een bijdrage te leveren en in het project participeren. Daarnaast moet aan technische criteria worden voldaan:

- Het gebied vormt een hydrologische eenheid.
- Het aantal in- en uitlaten is beperkt.
- De achtergrondbelasting is gering.
- Er zijn op korte termijn geen grootschalige ingrepen voorzien.
- Het gebied heeft bij voorkeur een oppervlak van ongeveer 10.000 ha.

Op basis van deze criteria en suggesties zijn de volgende vier pilotgebieden geselecteerd (figuur 1):

- Schuitenbeek (hoogbelast zandgebied)
- Drentse Aa (laagbelast zandgebied)
- Krimpenerwaard (veengebied)
- Quarles van Ufford (kleigebied)



Figuur 1 Ligging van de vier pilotgebieden

1.2 Leeswijzer

De indeling van de systeemverkenning is voor de vier gebieden zo veel mogelijk uniform gehouden. De systeemverkenning begint met een beschrijving van de fysieke omgeving van het studiegebied (hoofdstuk 2). Dit onderdeel begint met een beschrijving van de geologie en geohydrologie (paragraaf 2.1 en 2.2), welke gecombineerd het gedrag van het regionale grondwatersysteem verklaren. In paragraaf 2.3, 2.4 en 2.5 wordt respectievelijk de maaiveldhoogte, bodemtype en grondgebruik van het studiegebied beschreven. De laatste paragraaf van hoofdstuk 2, paragraaf 2.6, geeft een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden.

In hoofdstuk 3 wordt de waterhuishouding van het studiegebied beschreven. Dit behelst zowel het grondwater- als het oppervlaktewatersysteem. Dit hoofdstuk begint met een beschrijving van de neerslag en verdamping (paragraaf 3.1). De neerslag, vermindert met de (gewas)verdamping (= neerslagoverschot), vormt een van de componenten van de aanvoer van water in een stroomgebied. In paragraaf 3.2 wordt de structuur en de hoeveelheid af- en aanvoer van het oppervlaktewatersysteem beschreven. In paragraaf 3.3 wordt het grondwatersysteem (grondwateronttrekkingen, grondwaterstanden en (regionale) grondwaterstroming) beschreven. Met deze

gegevens wordt in paragraaf 3.4 een waterbalans opgesteld. In paragraaf 3.5 wordt een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

In hoofdstuk 4 wordt de nutriëntenhuishouding (stikstof en fosfor) van het studiegebied beschreven. In paragraaf 4.1 wordt nader ingegaan op de verschillende gemeten componenten van stikstof en fosfor en de huidige meetlocaties. In paragraaf 4.2 wordt de bijdrage van de atmosferische depositie op de nutriëntenbelasting van het studiegebied beschreven; in paragraaf 4.3 wordt dit gedaan voor de overige bronnen van stikstof en fosfor (externe belasting), te weten directe lozingen, effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties, en emissie vanuit de landbouw. In paragraaf 4.4 wordt een beeld gegeven van nutriëntenconcentraties in het oppervlakwatersysteem in de afgelopen jaren. In paragraaf 4.5 wordt een beeld gegeven van nutriëntenconcentraties in het grondwatersysteem in de afgelopen jaren. De gegevens van paragraaf 4.1 t/m 4.5 zijn gebruikt voor het opstellen van een nutriëntenbalans (paragraaf 4.6). In paragraaf 4.7 wordt een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

In hoofdstuk 5 wordt de ecologische waterkwaliteit van het studiegebied beschreven.

Omdat ontwikkelingen in het studiegebied invloed kunnen hebben op de monitoringsresultaten wordt in hoofdstuk 6 de te verwachten ontwikkelingen in het studiegebied voor de komende jaren beschreven.

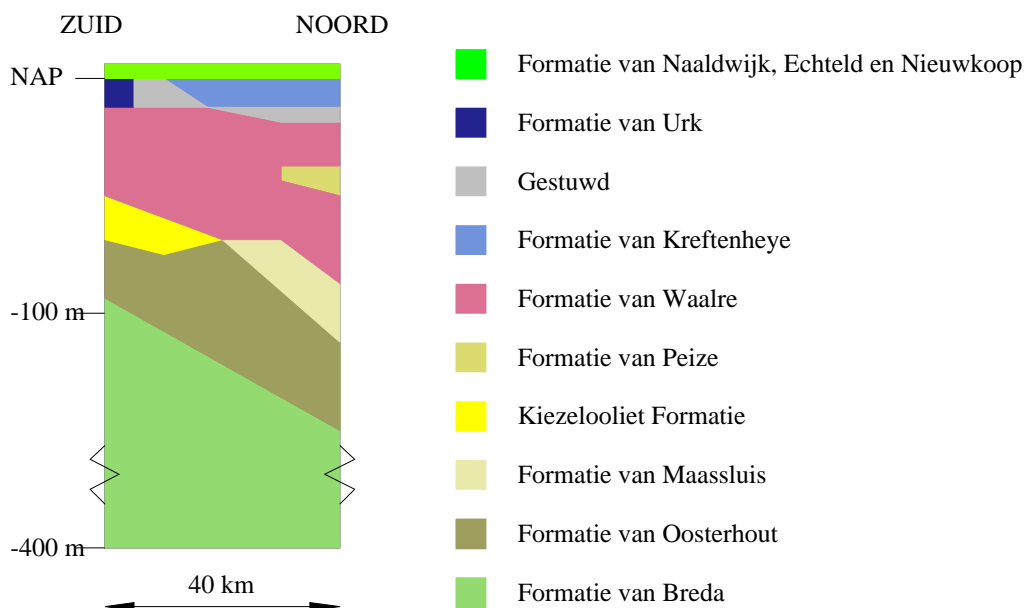
In hoofdstuk 7 worden conclusies ten aanzien van het monitoringsprogramma getrokken, gebaseerd op de gebiedsgegevens welke in hoofdstuk 2 t/m 6 zijn beschreven.

2 Inleiding

Een deelgebied van het waterschap Rivierenland is het bemalingsgebied Quarles van Ufford. Het bemalingsgebied Quarles van Ufford is gelegen in het westelijke deel van het Land van Maas en Waal binnen de winterdijken. Het gebied wordt in het noorden en westen begrensd door de winterdijk langs de Waal en in het zuiden door de winterdijk langs de Maas. Ten oosten wordt het gebied begrensd door de Nieuwe Wetering en de snelweg A50. De totale oppervlakte van het gebied is 11.866 ha. Het bemalingsgebied telt circa 320 km A-watergangen en ca 535 km B-watergangen. De grotere woonkernen in het gebied zijn Dreumel, Beneden-Leeuwen en Druten (zie ook figuur 4). (Roozen en van de Braak, 2003)

2.1 Geologie

Gebaseerd op dwarsdoorsneden van Nederland (Mulder *et al*, 2003; p. 314), is een geologische beschrijving van de ondergrond gemaakt in figuur 2. De formaties zijn gedetailleerd beschreven in bijlage 1.

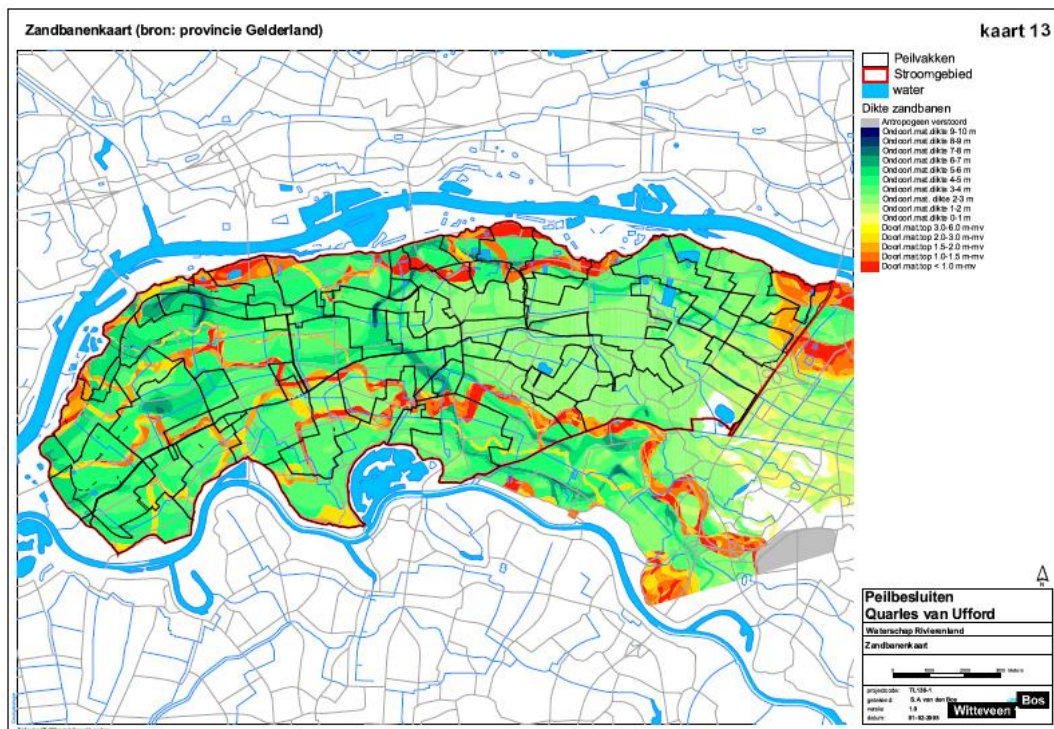


Figuur 2 Schematische beschrijving van de geologische formaties in het waterschap Rivierenland (gebaseerd op Mulder *et al*, 2003)

2.2 Geohydrologie

Om van een geologische indeling te komen tot een geohydrologische schematisering is het nodig onderscheid te maken tussen watervoerende- en slechtdoorlatende lagen. Bij deze schematisering wordt er van uitgegaan dat de stroming in een watervoerende laag horizontaal is (eventueel parallel aan de richting van de gelaagdheid) en in een slechtdoorlatende laag vertikaal.

Het algemene geologische profiel is in het gebied opgebouwd aan de oppervlakte met een holocene deklaag van 0 tot 10 m dik (Formatie van Echteld). In het grootste deel van het gebied ligt de dikte van de deklaag tussen de 3 en 6 m. De deklaag bestaat voor een belangrijk deel uit kleiige afzettingen en werkt stagnerend op de verticale grondwaterstroming. Onder de slecht doorlatende deklaag liggen het eerste en tweede watervoerende pakket (Formatie van Kreftenheye en gestuwd sediment respectievelijk) die uit grofzandige afzettingen bestaan en hier een geheel vormen. Deze worden in de diepte afgesloten door een scheidende laag (formatie van Waalre, voorheen formatie van Tegelen), waaronder het derde watervoerende pakket ligt (Kiezeloort Formatie en Formatie van Maassluis). Hieronder ligt de slecht doorlatende basis van de Formatie van Oosterhout.

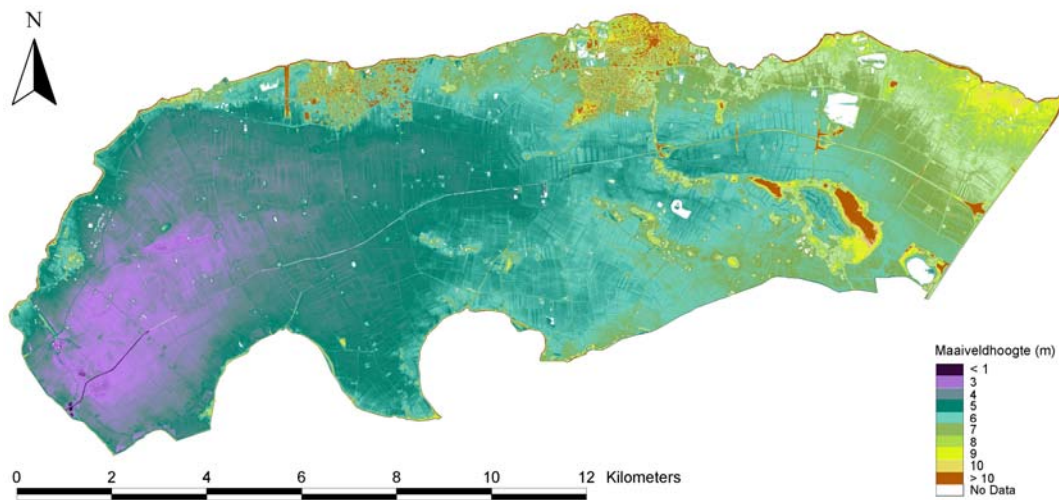


Figuur 3 Ligging van de zandbanen in het bemalingsgebied Quarles van Ufford (Witteveen en Bos, 2005)

De grondwaterstroming wordt onder meer beïnvloed door de ligging van ondiepe zandbanen in het gebied (Witteveen en Bos, 2005). De ligging van de zandbanen is in figuur 3 weergegeven. Daar waar zandbanen voorkomen is de weerstand van de deklaag kleiner waardoor er meer kwel en wegzijging optreedt.

2.3 Maaiveld

Het maaiveld daalt in het algemeen in het Rivierengebied gaande van oost naar west. De hoogteligging van het maaiveld verloopt van ca 7 m boven NAP bij Druten in het noordoosten van het gebied tot ca 4 m boven NAP in het zuidwesten van het gebied (figuur 4). Voor de hoogteligging is het onderscheid tussen de relatief hoog gelegen oeverwallen en de laag gelegen komgronden eveneens van belang. De oeverwallen (ook wel stroomruggen genoemd) liggen aan de noord-, west-, en zuidrand van het gebied langs de grote rivieren. De komgronden liggen midden in het gebied.

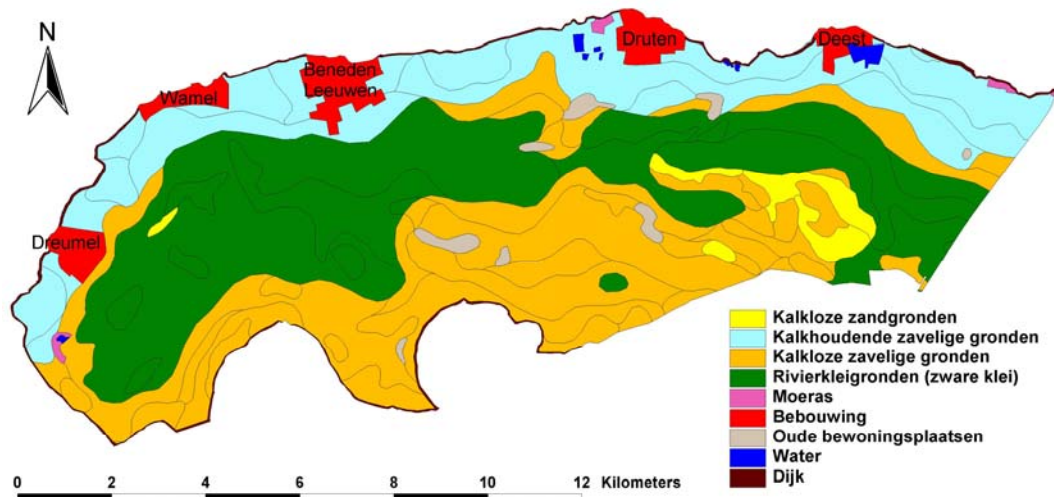


Figuur 4 Maaiveldhoogte van het bemalingsgebied Quarles van Ufford volgens AHN

Ten zuiden van Druten ligt in het midden van het gebied een stroomrug die zich in oost-west richting uitstrekt. Deze stroomrug hangt samen met een oude rivierloop. In het Land van Maas en Waal liggen verder enkele rivierstuifduinen, waaronder de kleine stuifduin de Dreumelse berg en het stuifduinen complex vanaf Bergharen die zich in oost-west richting tot aan de oost­rand van het studiegebied uitstrekt. Deze rivierenstuifduinen vormen lokale verhogingen (figuur 4).

2.4 Bodem

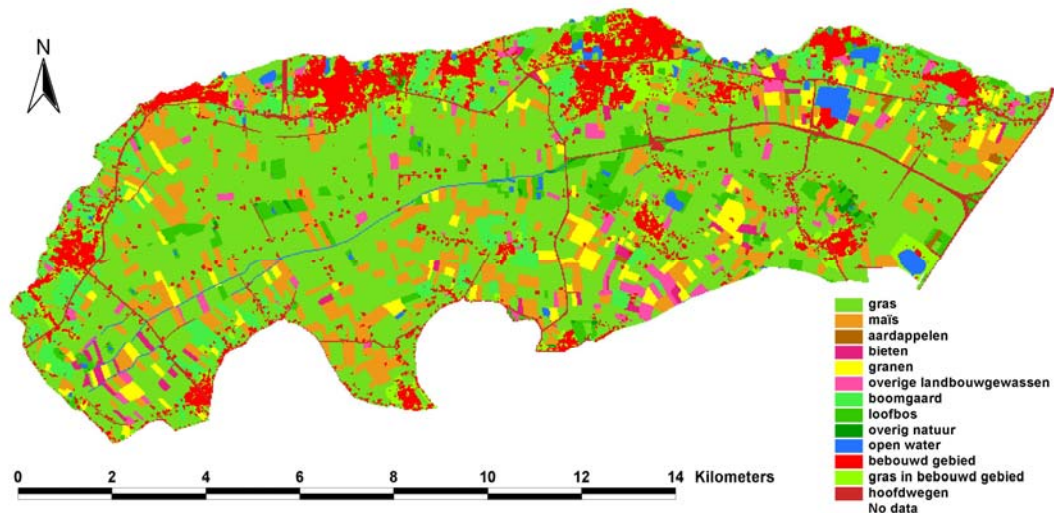
De bodem van het bemalingsgebied bestaat vrijwel geheel uit rivierenkleigronden. De oeverwallen langs de Waal en Maas bestaan uit zavel en lichte klei, de komgronden die centraal in het gebied liggen bestaan uit lichte en zware klei (figuur 5), waardoor de ontwateringcondities slecht zijn. Ter plaatse van dijkdoorbraken zijn wielen ontstaan en overslaggronden afgezet. Lokaal komen rivierstuifduinen voor, die geheel uit zand bestaan. (Roozen en van de Braak, 2003)



Figuur 5 Bodemsoorten voor het bemakingsgebied Quarles van Ufford

2.5 Grondgebruik

Het studiegebied is voor het grootste deel als grasland in gebruik (figuur 6 en tabel 1). De komgebieden bestaan vrijwel geheel uit grasland, soms verwisselbaar met maïs. Op de oeverwallen komt voornamelijk fruitteelt, bouwland en bebouwd gebied voor. Dit zijn de bebouwde kommen van de verschillende kernen behorend bij de gemeenten West Maas en Waal en Druten. In het komgebied, vooral langs de Grote Wetering die in oost-west richting door het gebied loopt, liggen een aantal eendenkooien en bosgebieden.



Figuur 6 Grondgebruik in het bemalingsgebied Quarles van Ufford volgens LGN4

Tabel 1 Grondgebruik in het bemalingsgebied Quarles van Ufford volgens LGN4

Grondgebruik	Oppervlak (ha)		Oppervlakte (%)	
Landbouw	9288		78	
Grasland	6584		55.5	
Maïs	1425		12.0	
Akkerbouw	489		4.1	
Aardappelen	92		0.8	
Granen	307		2.6	
Bieten	90		0.8	
Boomgaard	632		5.3	
Overige landbouw	158		1.3	
Natuur	461		4	
Loofbos	417		3.5	
Overige natuur	44		0.4	
Open Water	199		2	
Bebouwd gebied	1916		16	
Bebouwing	1208		10.1	
Wegen	329		2.8	
Gras in bebouwing	379		3.2	
Totaal	11864		100	

2.6 Gegevensbestanden

Gegevens over de geologie zijn afkomstig van Mulder *et al.* (2003). De maaiveldhoogte is afkomstig van het digitale landsdekkende bestand Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN; Ministerie van Verkeer en Waterstaat). De bodemgegevens zijn afkomstig van het digitale landsdekkende 1:50 000 bodemkaart, welke is beschreven door de Vries (1999). De gegevens over het grondgebruik zijn afkomstig van het digitale landsdekkende bestand Landgebruik Nederland (LGN4, opname 2000; Centrum voor Geo-informatie, Alterra-WUR).

3 Het watersysteem

De waterhuishouding is om twee redenen belangrijk voor de beschrijving van de nutriëntenhuishouding. Ten eerste bepaalt het (regionale) grondwatersysteem van een stroomgebied de belasting van nutriënten in het oppervlaktewatersysteem. Daarnaast is de stikstof- en fosforconcentratie in het oppervlaktewatersysteem vanuit landbouwgronden (monitoring van het mestbeleid) het hoofddoel van deze studie. In dit hoofdstuk wordt daarom de waterhuishouding van het studiegebied beschreven. Dit hoofdstuk begint met een beschrijving van de neerslag en verdamping (paragraaf 3.1). In paragraaf 3.2 wordt de structuur en de hoeveelheid af- en aanvoer van het oppervlaktewatersysteem beschreven. In paragraaf 3.3 wordt het grondwatersysteem (grondwateronttrekkingen, grondwaterstanden en (regionale) grondwaterstroming) beschreven. Met deze gegevens wordt in paragraaf 3.4 een waterbalans opgesteld. In paragraaf 3.5 wordt een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

Voor deze systeemverkenning zijn de (gemeten) gegevens met betrekking tot wateraanvoer en -afvoer voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford voor de periode vanaf 2002 gebruikt. Gegevens voor deze periode zijn niet meer te achterhalen.

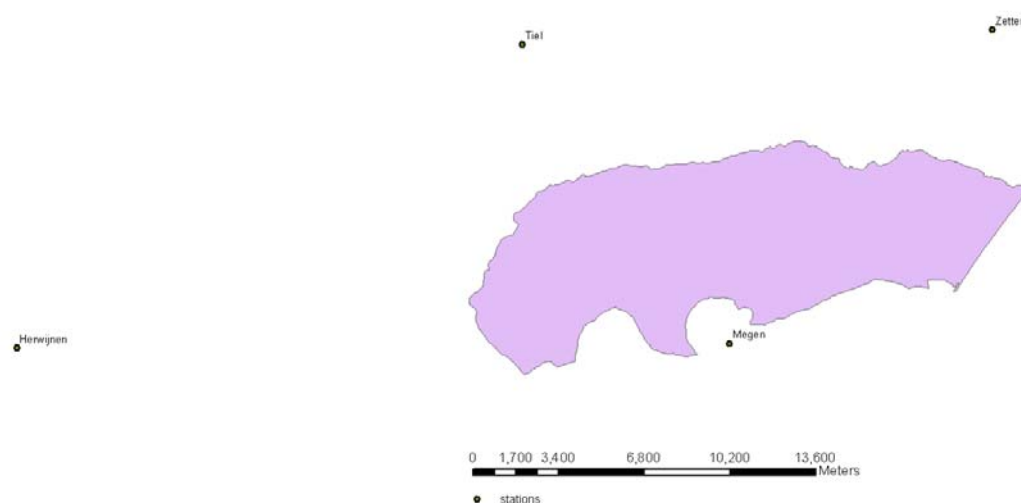
3.1 Neerslag en verdamping

Er zijn vier weerstations in de omgeving van het bemalingsgebied Quarles van Ufford: Herwijnen, Tiel, Zetten en Megen (figuur 7). Het laatste station is het meest nabij gelegen. Van het weerstation Megen zijn tevens referentie gewasverdampingen bekend. Zowel neerslagstation Tiel als Megen hebben een missende periode van neerslaggegevens: respectievelijk van 1 januari 1960 t/m 31 december 1969 en 1 januari 1960 t/m 31 december 1966.

De geregistreeerde verdamping (referentie gewasverdamping) is bepaald als de niet-vochtgelimiteerde verdamping van kort grasland. Aangezien andere grondgebruiksvormen dan grasland andere verdampingen kennen, dient de totale gewasreferentieverdamping van een gebied gecorrigeerd te worden voor het grondgebruik (gewasfactor). De totale verdamping wordt nu berekend door de oppervlakte per grondgebruik te vermenigvuldigen met de gewasfactoren (grasland = 0.7, bouwland=0.6, loofbos=0.8, open water =1.2 en bebouwd gebied=0.3).

De verdampingscorrectie voor beheersgebied Quarles van Ufford wordt dan: $0.587*0.7 + 0.174*0.6 + 0.093*0.8 + 0.017*1.2 + 0.130*0.3 = 0.649$. Omdat de gewasreferentieverdamping voor grasland wordt bepaald (factor = 0.7), moet de referentie voor het beheersgebied Quarles van Ufford worden aangepast met een factor $0.649/0.7 = 0.927$. Dit resulteert in de potentiële verdampingen zoals aangegeven in tabel 2.

In de periode van april t/m september is er doorgaans een neerslagtekort, terwijl in de periode oktober t/m maart doorgaans een neerslagoverschot optreedt.



Figuur 7 Weerstations in de omgeving van beheersgebied Quarles van Ufford

Tabel 2 Neerslag en verdamping in de periode 1991-2003 van respectievelijk weerstation Megen en weerstation Herwijnen

Jaar	Neerslag (mm)	Gewasreferentie Verdamping (mm)	Gewasfactor voor QvU	Potentiële verdamping (mm)	Neerslag overschot (mm)
1991	644	545	0.927	505	139
1992	828	586	0.927	543	285
1993	859	540	0.927	501	358
1994	989	571	0.927	529	460
1995	722	612	0.927	567	155
1996	620	545	0.927	505	115
1997	645	585	0.927	542	103
1998	1032	526	0.927	488	544
1999	725	613	0.927	568	157
2000	916	563	0.927	522	394
2001	927	589	0.927	546	381
2002	865	577	0.927	535	330
2003	633	645	0.927	598	35
Gemiddeld	800	577	-	535	266

Het neerslagoverschot is berekend als de neerslag minus de potentiële verdamping. Bij de potentiële verdamping wordt uitgegaan van een situatie dat de bodem goed van water is voorzien (niet-vochtlimiterend). In de praktijk komt deze ideale situatie meestal niet voor. De actuele verdamping is daarom doorgaans kleiner dan de potentiële verdamping. Hoeveel kleiner is sterk afhankelijk van de bodemgesteldheid, landgebruik en management (bijv. beregening). Voor het gebied Quarles van Ufford is de correctiefactor voor de potentiële verdamping geschat op ca. 0.85, met een bandbreedte van ± 0.05 (WaterWatch, 2003). Dit zou betekenen dat de actuele

verdamping voor de periode 1991-2003 wordt geschat op $535 * 0.85 = 455$ mm. Voor deze periode komt dat overeen met een neerslagoverschot van 345 mm.

3.2 Oppervlaktewater

3.2.1 Oppervlaktewaterstructuur

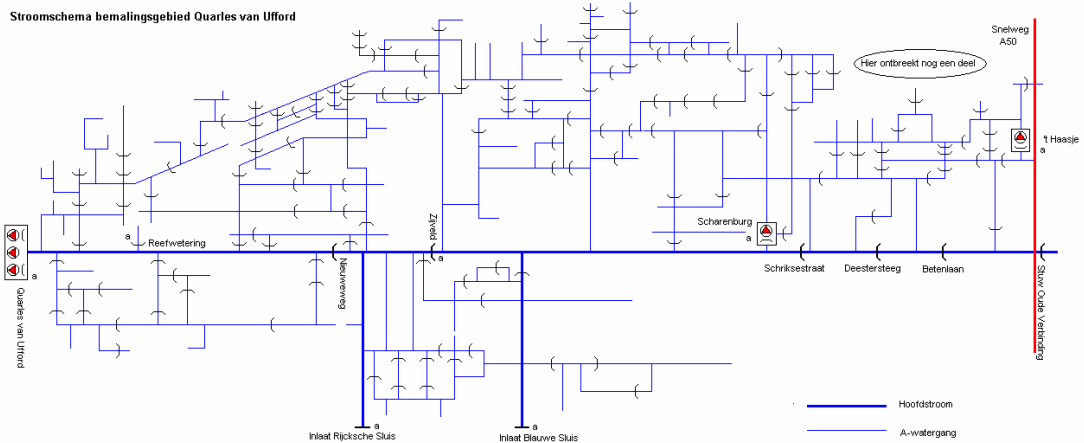
Het bemalingsgebied Quarles van Ufford heeft een waterwegen hoofdstructuur (categorie A) en substructuur (categorie B). Deze zijn aangegeven in figuur 8. De totale lengte van de A-watergangen is 320 km en van de B-watergangen 535 km. Het gebied wordt ontwaterd via een stelsel van weteringen die als centrale as door het gebied in oost-west richting loopt. Een combinatie van vrij verval en gepompte ontwatering neemt plaats in het westen van het gebied.



Figuur 8 Oppervlaktewatersysteem voor bemalingsgebied Quarles van Ufford

Er bestaan 76 riooloverstorten, 22 hemelwateroverstorten in het watersysteem (met name in het noordelijke gedeelte vanwege bebouwd gebied) en drie rioolwaterzuiveringsinstallaties, waarvan er een in het bemalingsgebied loost, en twee buiten het studiegebied. (Witteveen en Bos, 2002)

Er zijn 5 inlaatlokaties; bij twee inlaten komt water onder vrij verval vanuit de Maas. Daarnaast worden door twee duikers onder de A50 water vanuit het gebied Bloemers aangevoerd, en een opjager in de Nieuwe Wetering die ook water vanuit het oostelijk gelegen gebied Bloemers aanvoert. (zie ook figuur 11).



Figuur 9 Schematisering van stroomrichtingen in bemalingsgebied Quarles van Ufford (Waterschap Rivierenland, 2003)

3.2.2 Waterafvoer

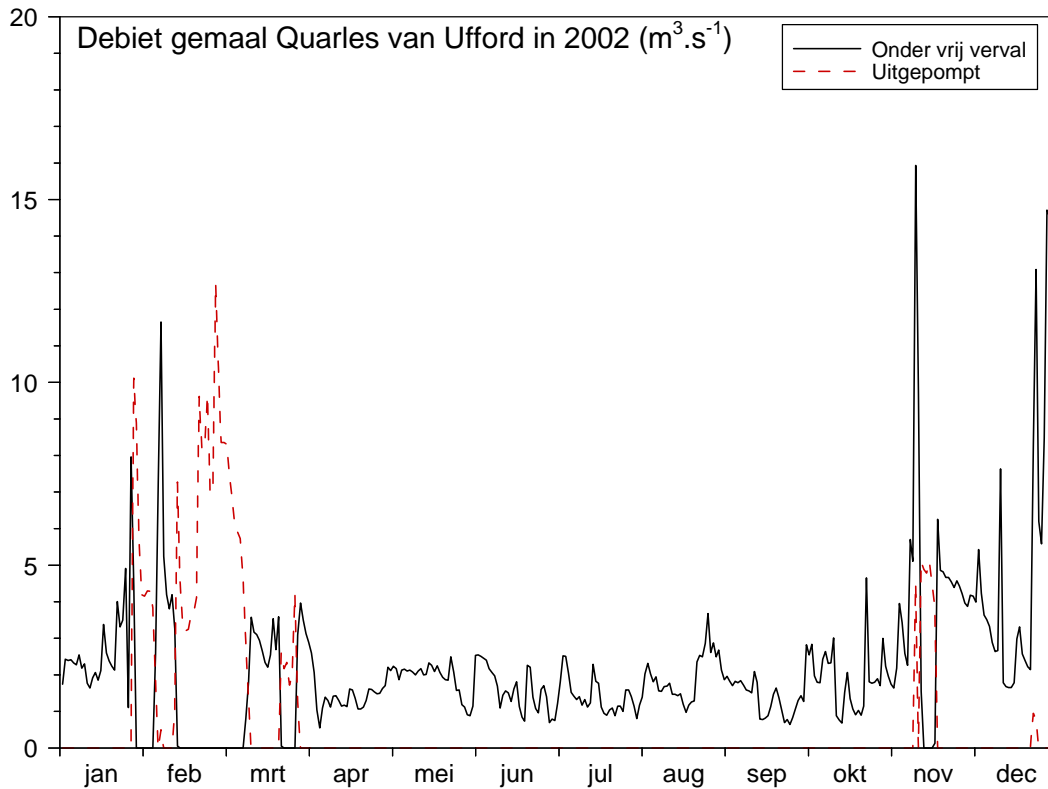
De afvoer van water verloopt vooral via centrale oost-west as van het beheersgebied, met water stroming in de westelijke richting. Het bemalingsgebied Quarles van Ufford watert af op de Maas via het gelijknamig gemaal bij Alphen (capaciteit ca 13.5 m³/s), via de Oude Wetering/Broekse leigraaf/Rijkse wetering/Grote Wetering die vanaf Bergharen als centrale oost-west as door het gebied loopt (figuur 9). Het grootste deel van het jaar kan onder vrij verval op de Maas worden afgewaterd. Een klein deel van het jaar wordt bij hoge waterstanden in de Maas bemaling toegepast. (Roosen en van de Braak, 2003)

Het debiet voor uitlaten met vrij verval wordt berekend met behulp van de bovenstroomse en benedenstroomse waterstand, en de stand van de schuiven. Het debiet voor uitlaten via gemalen wordt berekend met gebruik van de pompcurve, de binnen- en buitenwaterstand, de capaciteit en de draai-uren van het gemaal. (Waterschap Rivierenland, 2003).

Voor het gemaal Quarles van Ufford werd in het jaar 2002 64 miljoen m³ water onder vrij verval uitgelaten en 27 miljoen m³ water uitgepompt (Waterschap Rivierenland, 2003).

In beheersgebied Quarles van Ufford zijn geen oppervlaktewateronttrekkingen aanwezig. (Waterschap Rivierenland, 2003)

Dagelijkse metingen in het jaar 2002 zijn aangegeven in figuur 10. Hierbij zijn zowel de afvoeren onder vrij verval als het uitgepompte water weergegeven.

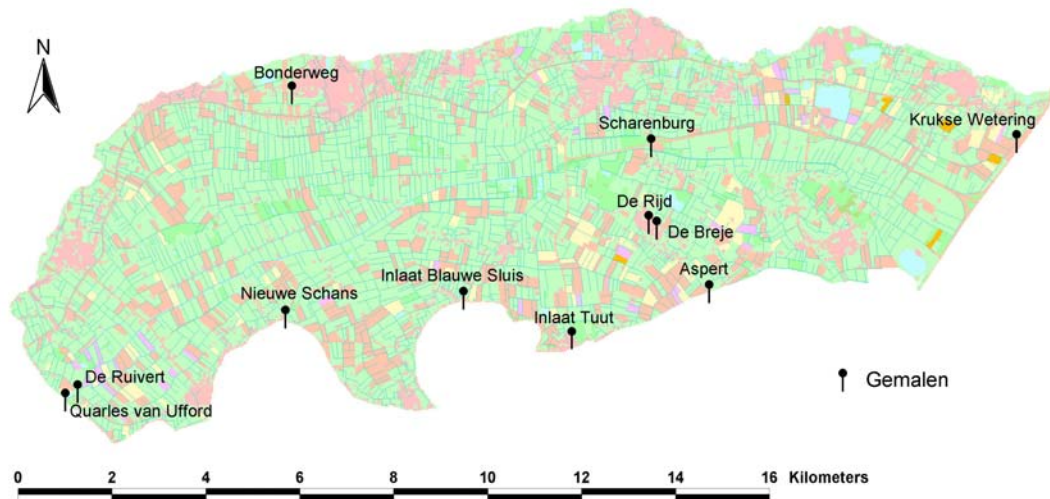


Figuur 10 Dagelijks waargenomen waterfavoer van het gemaal Quarles van Ufford in 2002

3.2.3 Wateraanvoer

De wateraanvoer kan vanuit de Maas onder vrij verval plaatsvinden bij de inlaatpunten Blauwe Sluis en Nieuwe Schans (figuur 11). Tevens treedt er een voeding op vanuit het aangrenzende bemalingsgebied Bloemers (inlaat Tuut) in het oosten, namelijk via opjager Aspert en twee duikers onder de A50. Met behulp van drie opjagers wordt de aanvoer van water gerealiseerd naar de relatief hoog gelegen stroomruggen: opjagers Bonderweg ($0.083 \text{ m}^3/\text{s}$) bij Beneden-Leeuwen voor het gebied ten westen van Beneden-Leeuwen, opjager de Ruivert ($0.017 \text{ m}^3/\text{s}$) achter het gemaal Quarles van Ufford voor het gebied tussen de Grote Wetering en Dreumel en opjager Scharenburg ($0.5 \text{ m}^3/\text{s}$) voor het gebied Druten - Leeuwen. (Roozen en van de Braak, 2003; Waterschap Rivierenland, 2003). Opjager 't Haasje (Krukse Wetering) en een opjager ten noorden van De Ruivert worden vooral gebruikt voor wateraanvoer bij nachtvorstbescherming.

Bij de inlaten van het waterschap Rivierenland worden vaak de binnen- en buitenwaterstand en de schuifstanden gemeten. Het debiet wordt berekend aan de hand van deze metingen. Voor stuwen wordt het debiet berekend met boven- en benedenstrooms peil, klepstand en de afmetingen van het kunstwerk. De waterinlaat vanuit opmaling wordt berekend met behulp van draaiuren, frequentie en capaciteit van de pomp (Waterschap Rivierenland, 2003).



Figuur 11 Locaties van gemalen in het bemalingsgebied Quarles van Ufford

In tabel 3 zijn de waargenomen debieten van het ingelaten water van de inlaatplaatsen van 2002 in het bemalingsgebied Quarles van Ufford weergegeven.

Tabel 3 Ingelaten water in 2002 voor bemalingsgebied Quarles van Ufford

Inlaatbron	Inlaatplaats	Debieten (*10 ⁶ m ³)
Inlaat Maas	Blauwe Sluis	2.25
	Nieuwe Schans	8.19
Inlaat Nieuwe wetering	Opjager Aspert	2.14
Duiker 1 onder A50	Krukse Wetering	0.95
	Stuw Kn Ewijk 't Haasje	2.25
Duiker 2 onder A50	Stuw Rijksweg	1.31
	Stuw Betenlaan	3.44
Totaal		20.53

In het beheersgebied Quarles van Ufford kunnen lozingen plaatsvinden. Een voorbeeld van lozing is het effluentwater van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Dit water wordt geloosd binnen het gebied, maar komt van oorsprong van buiten het gebied, of van grondwaterontrekkingen (Waterschap Rivierenland, 2003).

In het gebied zijn drie RWZI's aanwezig, namelijk Maasbommel, Dreumel en Druten. Alleen Maasbommel lost het effluent op het watersysteem in het studiegebied. Bij berekeningen van de lozingen door het waterschap is voor 2002 uitgegaan van de droogweerafvoer van 50 m³/uur, overeenkomend met 454 duizend m³ water per jaar.

In 2002 wordt er meer ingelaten water gemeten bij inlaat Nieuwe Schans dan daadwerkelijk het gebied inkomt. Het is mogelijk dat water wordt binnengelaten dat direct via het gemaal Quarles van Ufford het gebied weer verlaat (Waterschap Rivierenland, 2003). Kwantificering van het 'nuttige' aandeel is met de huidige gegevens niet mogelijk.

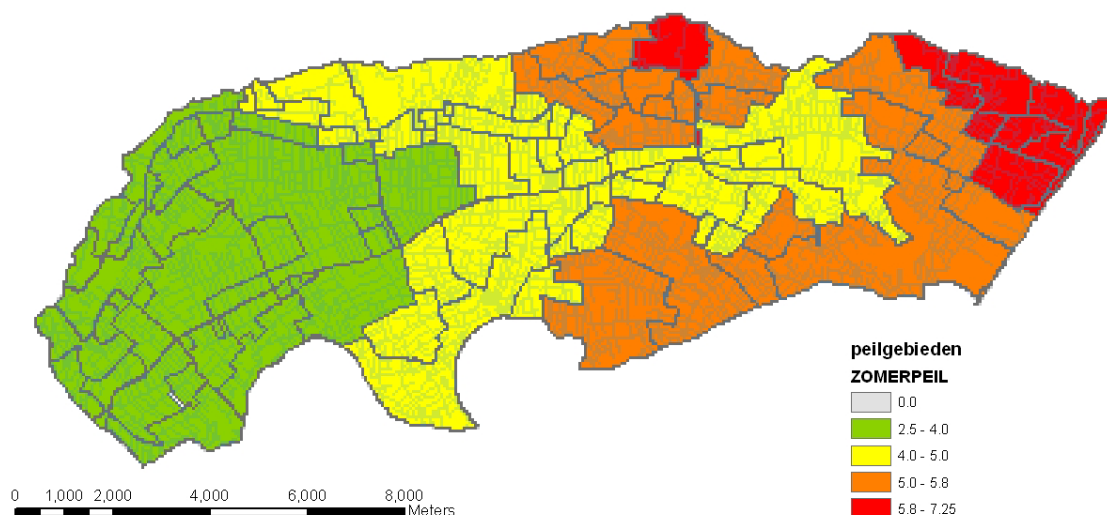
3.3 Grondwater

3.3.1 Lozingen en onttrekkingen

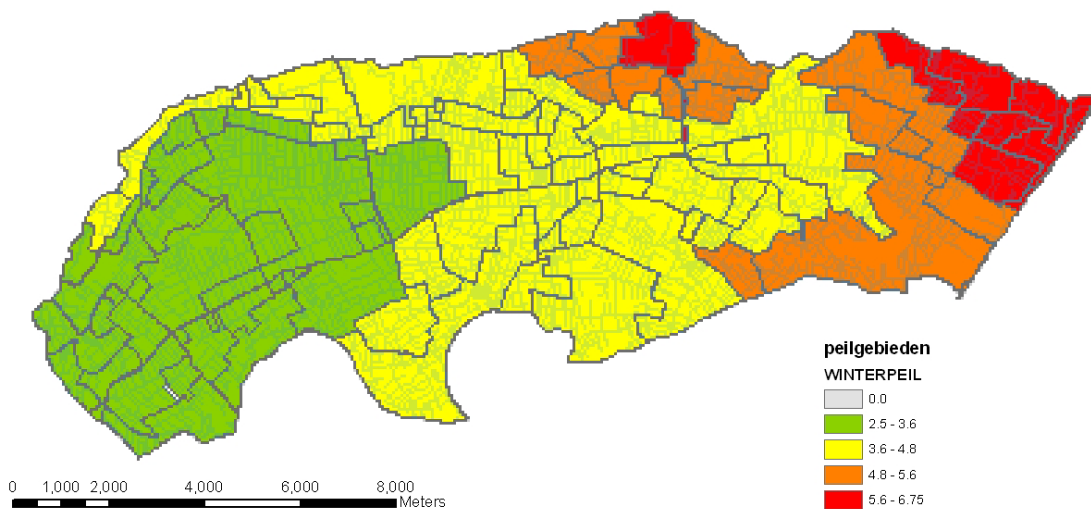
In het bemalingsgebied Quarles van Ufford kunnen onttrekkingen van grondwater plaatsvinden. Water van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) wordt geloosd binnen het gebied, maar komt van oorsprong van buiten het gebied, of van grondwateronttrekkingen (Waterschap Rivierenland, 2003). Nabij Druten is een grondwaterwinning van Vitens aanwezig. Over de periode 1994-2004 werd gemiddeld $1.4 * 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{jr}^{-1}$ water onttrokken (pers. med. Bauke Veenstra, Vitens).

3.3.2 Grondwaterstanden

Peilen worden beheerd om een optimale grondwaterstand te verkrijgen, om een goede afwatering van bovenstroomse gebieden te verzorgen, om indien mogelijk in tijden van waterschaarste een goede aanvoer van water te verzorgen en om zorg te dragen voor een goede waterkwaliteit. Het bemalingsgebied Quarles van Ufford is verdeeld in verschillende peilvakken, waar verschillende streefpeilen (zomer- en winterpeilen) worden gehandhaafd (figuur 12 en 13) (Roozen en van de Braak, 2003).

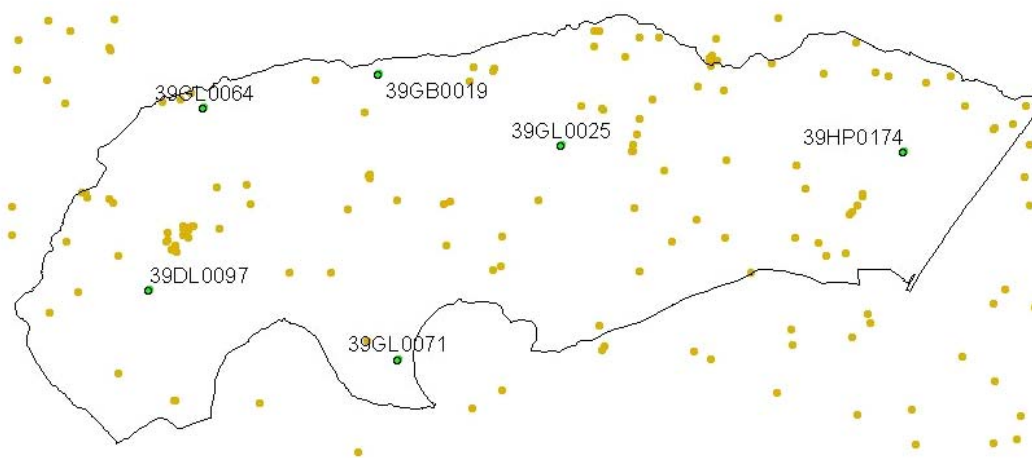


Figuur 12 Zomerpeil voor grondwaterbeheer in het bemalingsgebied Quarles van Ufford

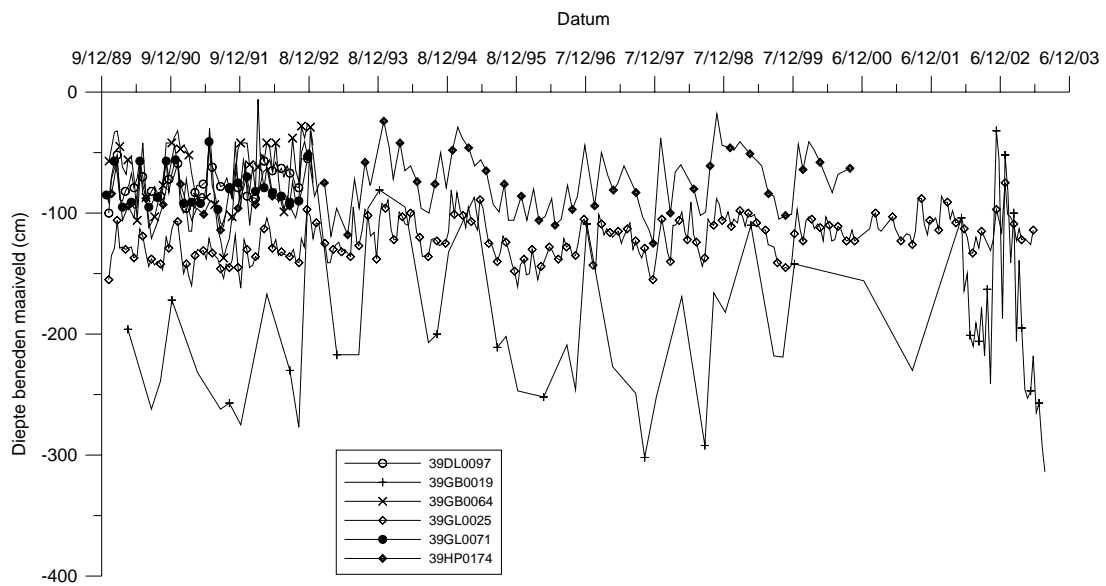


Figuur 13 Winterpeil voor grondwaterbebeer in het bemalingsgebied Quarles van Ufford

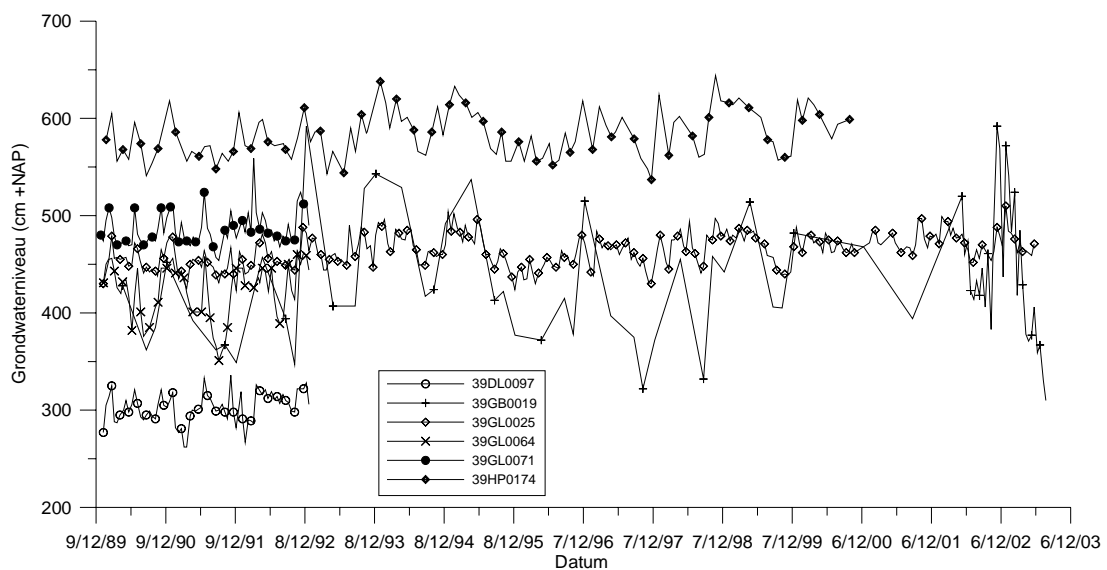
Figuur 14 geeft de locatie van TNO peilbuizen aan. Metingen van een aantal peilbuizen zijn aangegeven in figuur 15 (relatief ten opzichte van maaiveld) en figuur 16 (absoluut ten opzichte van NAP).



Figuur 14 Locaties van TNO peilbuizen voor grondwaterstanden in het bemalingsgebied Quarles van Ufford



Figuur 15 Gemeten grondwaterdiepten beneden maaiveld van enkele peilbuizen in het bemalingsgebied Quarles van Ufford



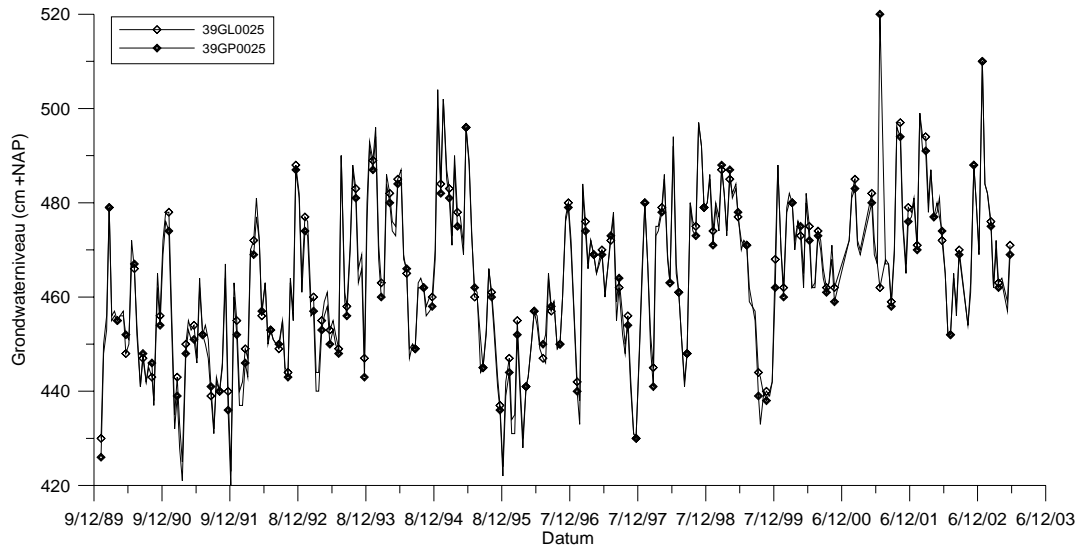
Figuur 16 Gemeten grondwaterdiepten ten opzichte van NAP van enkele peilbuizen in het bemalingsgebied Quarles van Ufford

Niet alle peilbuizen zijn gemeten over de hele periode. Het is echter duidelijk dat de grondwaterfluctuaties voor de meeste peilbuizen rond de 50 cm zijn. Metingen bij peilbuis 39GB0019 en 39GL0064 geven een veel grotere fluctuatie aan. Beide peilbuizen staan dicht bij de bebouwde kom en worden wellicht beïnvloed door grondwateronttrekking. Peilbuis 39GB0019 is ook de enige van de geselecteerde observaties met een diepe filter (van 9 tot 27 meter onder maaiveld).

3.3.3 Grondwaterstroming

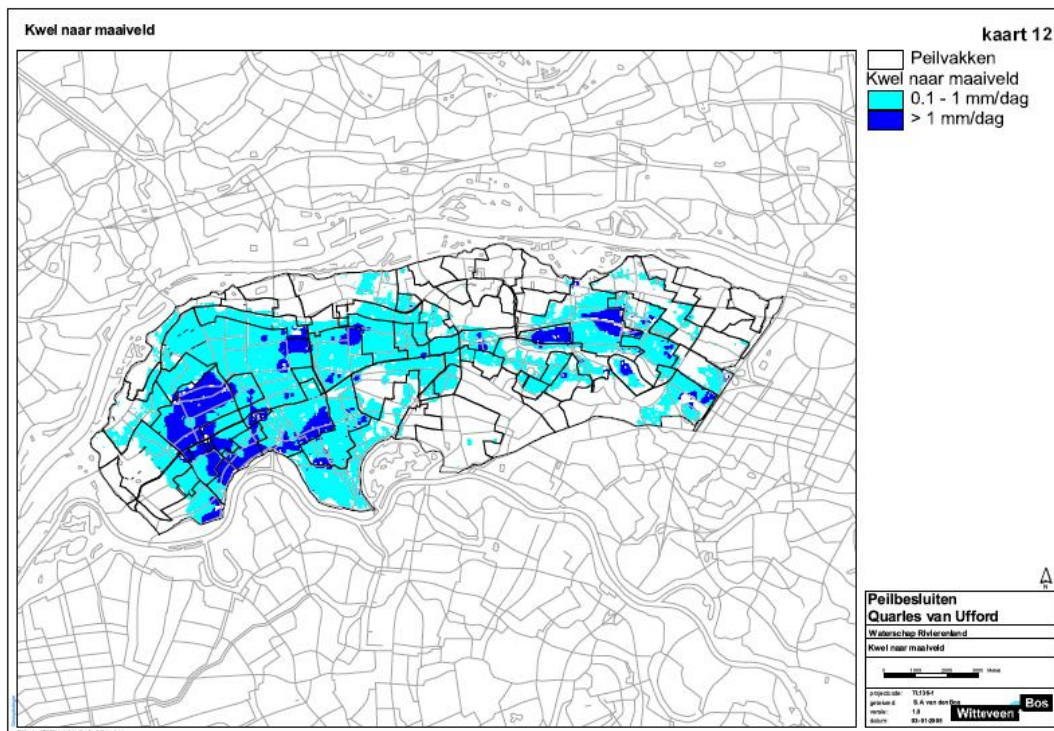
Van figuur 16 kan geconcludeerd worden dat de grondwaterstromingen zich in dezelfde richting verplaatst als het oppervlaktewater, namelijk van het oosten naar het westen. Tevens is er kwel te verwachten vanuit de rivieren naar het beheersgebied Quarles van Ufford.

Een aantal clusters van peilbuizen geeft mogelijke verticale potentiaalverschillen aan voor verticale grondwaterstromen. Figuur 17 geeft een voorbeeld, waarbij de peilbuis 39GP0025 een filter heeft dat 15 meter dieper is dan van peilbuis 39GL0025. Er is echter nauwelijks een verticale gradiënt aanwezig. Ook een vergelijk van een aantal andere peilbuisclusters laat geen duidelijke gradiënt zien.



Figuur 17 Verticale gradiënt voor peilbuis 39GL0025 in het bemalingsgebied Quarles van Ufford

Kwel wordt niet gemeten, maar wordt door het waterschap als sluitpost van de waterbalans berekend (Waterschap Rivierenland, 2003). Voor het jaar 2002 wordt door het waterschap een netto kwel (kwel minus wegzijging) van $20.4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (= 172 mm) berekend. Recente grondwater modelstudies met MODFLOW uitgevoerd door Witteveen en Bos tonen specifieke kwelgebieden in het studiegebied Quarles van Ufford aan (figuur 18). Met name in het lager gelegen gedeelte in het westen van het gebied wordt de grootste hoeveelheid kwel verwacht.



Figuur 18 Berekende kwel naar het maaiveld in het bemalingsgebied Quarles van Ufford (Witteveen en Bos, 2005)

3.4 Waterbalans

Op basis van de verzamelde gebiedsgegevens is getracht een waterbalans op te stellen (tabel 4). Bij het opstellen van de waterbalans zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De termen van de balans worden mede bepaald door het doel van de studie. Omdat het doel de evaluatie van de effecten van beleid op oppervlaktewater is, zal ook bronidentificatie een belangrijk aspect zijn. Dit betekent bijvoorbeeld dat het noodzakelijk is voor de term kwel de herkomst van het kwelwater te onderscheiden, hetzij landbouw dan wel natuur.
- De termen van de waterbalans dienen overeen te komen met de termen van de stoffenbalans.
- De waterbalans wordt vooralsnog voor een gemiddelde, langjarige klimaatperiode opgesteld, om inzicht te verkrijgen in de bijdragen van de verschillende termen. Natuurlijk kunnen ook jaarspecifieke balansen worden opgesteld. Op basis van de metingen zullen in een later stadium maandelijkse balansen worden opgesteld.
- De bodem en sliblaag in de waterlopen worden niet als een onderdeel van de balans van het oppervlaktewater gezien. Nalevering en vastlegging zijn dan ook geen onderdeel van de balans.

Het gemiddelde neerslagoverschot over de periode 1991-2003 is vastgesteld op 345 mm. Voor het gehele stroomgebied is dit een input van $345 \text{ (mm.jr}^{-1}) * 11\,866 \text{ (ha)} = 40.9 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$ (zie paragraaf 3.1). Dit komt overeen met een neerslag van $94.9 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$ en een verdamping van $54.0 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$.

De hoeveelheid waterafvoer in 2002 is gekwantificeerd op $91.0 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$ (zie paragraaf 2.2.2). De hoeveelheid ingelaten water in 2002 is $20.5 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$.

De grondwateronttrekkingen in de waterwinning nabij Druten is voor de periode 1994-2004 vastgesteld op $1.4 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$ (zie paragraaf 2.3.1).

Omdat niet alle posten van de waterbalans bekend zijn, kan er geen sluitende waterbalans voor het gebied Quarles van Ufford worden opgesteld (tabel 4). Echter, er vanuit gaande dat de post riolering gering van omvang is, dan blijkt uit de waterbalans dat sluitpost kwel/wegzijging een netto kwelsituatie oplevert welke ruwweg ingeschat kan worden op $30 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$, circa 20 % van de totale wateraanvoer.

Tabel 4 Waterbalans voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford op basis van verzamelde gegevens

IN (10^6 m^3)		UIT (10^6 m^3)	
Neerslag (2.1)	94.9	Verdamping (2.1)	54.0
Waterinlaat (2.2.3)	20.5 (**)	Grondwateronttrekkingen (2.3)	1.4
RWZI (2.2.3)	0.45	Riolering (2.2.2)	-- (*)
Kwel vanuit: (2.2.3)			
- landbouw	-- (*)	Wegzijging (2.2.3)	-- (*)
- natuur	-- (*)	Waterafvoer (2.2.2)	91.0 (**)
Totaal	115.9 +	Totaal	146.4 +

(*) Niet gekwantificeerd

(**) slechts voor 1 jaar beschikbaar

In het kader van de studie DOVE klei (Plette *et al.*, 2004) is op een proefperceel (4 ha) van een melkveebedrijf gelegen nabij Waardenburg (net buiten het bemalingsgebied Quarles van Ufford) en welke ligt op een zeer zware komklei met een Gt III door middel van metingen van greppel- en drainbuisafvoeren van water en nutriënten getracht balansen op te stellen. Uit deze metingen bleek dat in de winterperiode ongeveer 60% van het water wordt afgevoerd via greppels en 40% via de drains (tabel 5). In het begin van het winterseizoen was de bijdrage van de drains en de greppels echter in dezelfde orde van grootte. Later in het seizoen werd de bijdrage van de greppels groter dan van de drains. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat de aanwezige krimp-scheuren pas in de loop van de winter dichtzwollen. Na het dichtzwollen van de scheuren werd de afvoer naar de drains gelimiteerd door de (beperkte) doorlatendheid van de zware kleigrond. Afvoer naar het grondwater werd niet gemeten maar op basis van de wintercijfers mag verwacht worden dat deze verwaarloosbaar klein is.

Tabel 5 Hydrologie Waardenburg (mm) (Salm, in prep)

	Neerslag	Referentie- verdamping	Neerslag- overschot	Afvoer		
				sloot	drains	greppels
Zomer 2002 ^a	256	253	3	0	0	0
Winter 02/03 ^b	282	31	251	245	95	145
Zomer 2003 ^c	337	584	-212	24	8	22

^a 1/7/2002 t/m 1/11/2002

^b 1/11/2002 t/m 11/2/2003

^c 11/2/2003 t/m 31/9/2003

Op basis van deze gegevens blijkt dat de route via oppervlakkige afvoer (greppelafvoer) en route via kripscheuren en drainbuizen voor de gebieden met zware klei een belangrijke route van waterafvoer is. Het is dus van belang dat deze routes in het modelsysteem, waarmee de monitoring wordt uitgevoerd, aanwezig zijn.

3.5 Gegevensbestanden

De gegevens voor het kwantificeren van de waterbalans voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford zijn beschikbaar vanaf 2002. Meetgegevens voor het studiegebied Quarles van Ufford in de jaren voor 2002 zijn niet beschikbaar.

Een DUFLOW model voor oppervlaktewater is opgezet in 2002. De gegevensbestanden in dit model beslaan de geometrie van het A-stelsel netwerk, de afmetingen van de watergangen, de Manning coëfficiënt van de watergangen, de afvoercoëfficiënten van de kunstwerken, de debieten afkomstig uit het afwateringsgebied, de puntbelasting als overstorten en effluent van de RWZI's, de benedenstroomse randvoorwaarden (rivierwaterstand ter hoogte van gemaal Quarles van Ufford). Een andere bron voor de oppervlaktewaterstructuur zijn de zogenaamde digitale leggergegevens. Controle van de leggergegevens, zoals aangeleverd door Waterschap Rivierenland, gaf aan dat veel kenmerken van het oppervlaktewaterstructuur (zoals breedte en diepte van de waterlopen) alsmede gegevens over kunstwerken ontbreken. Momenteel is niet duidelijk wat de kwaliteit van de leggergegevens van de waterlopen van het bemalingsgebied Quarles van Ufford zijn.

Een TMX systeem wordt door het Waterschap Rivierenland gebruikt en bevat gegevens over debieten en waterstanden. Divers (automatische loggers) worden gebruikt en bevatten ook gegevens over waterstanden.

Gegevens met betrekking tot neerslag en gewasreferentieverdamping zijn afkomstig van KNMI. Gegevens over het oppervlaktewaterstructuur zijn afkomstig van waterschap Rivierenland en bestaan uit de zogenaamde digitale leggergegevens. Controle van de leggergegevens laat zien dat veel informatie over de oppervlaktewaterstructuur ontbreekt. Ontbrekende gegevens zijn ondermeer slootbodemhoogte,

talud, bodembreedte voor A-watergangen, alsmede informatie over kunstwerken (o.a. kruinbreedte en -hoogte stuwen).

Gegevens over de hoeveelheid waterafvoer zijn eveneens afkomstig van waterschap Rivierenland. Gegevens over gemeten grondwaterstanden zijn afkomstig vanuit de landelijke database DINO van NITG-TNO.

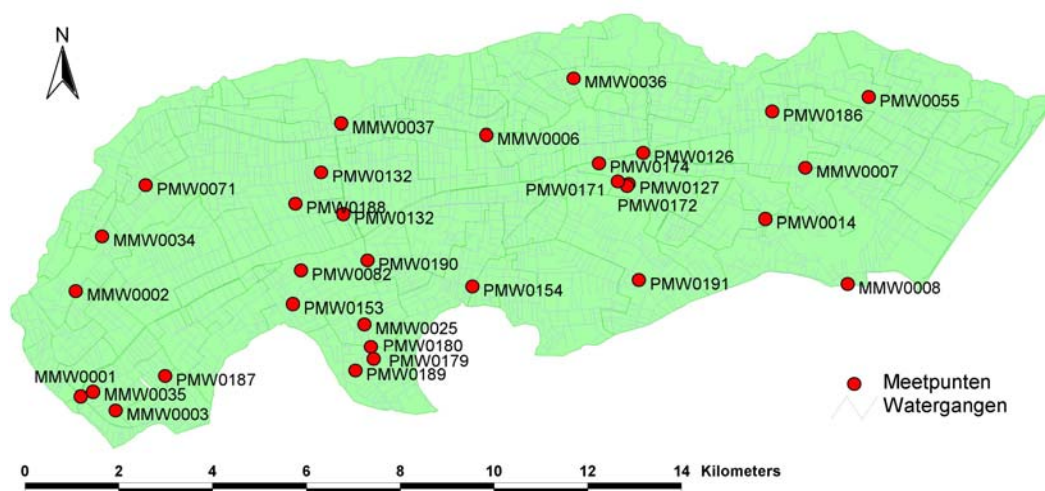
De gegevens met betrekking tot de grondwateronttrekkingen van het winpunt bij Druten zijn afkomstig van Vitens.

4 Chemische waterkwaliteit

In dit hoofdstuk wordt de nutriëntenhuishouding (stikstof en fosfor) van het studiegebied beschreven. In paragraaf 4.1 wordt nader ingegaan op de verschillende gemeten componenten van stikstof en fosfor en de huidige meetlocaties. In paragraaf 4.2 wordt de bijdrage van de atmosferische depositie op de nutriëntenbelasting van het studiegebied beschreven; in paragraaf 4.3 wordt dit gedaan voor de overige bronnen van stikstof en fosfor (externe belasting), te weten directe lozingen, effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties, incidentele overstorten, emissie vanuit de landbouw. In paragraaf 4.4 wordt een beeld gegeven van nutriëntenconcentraties in het oppervlaktwatersysteem in de afgelopen jaren. In paragraaf 4.5 wordt een beeld gegeven van nutriëntenconcentraties in het grondwatersysteem in de afgelopen jaren. De gegevens van paragraaf 4.1 t/m 4.5 zijn gebruikt voor het opstellen van een nutriëntenbalans (paragraaf 4.6). In paragraaf 4.7 wordt een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

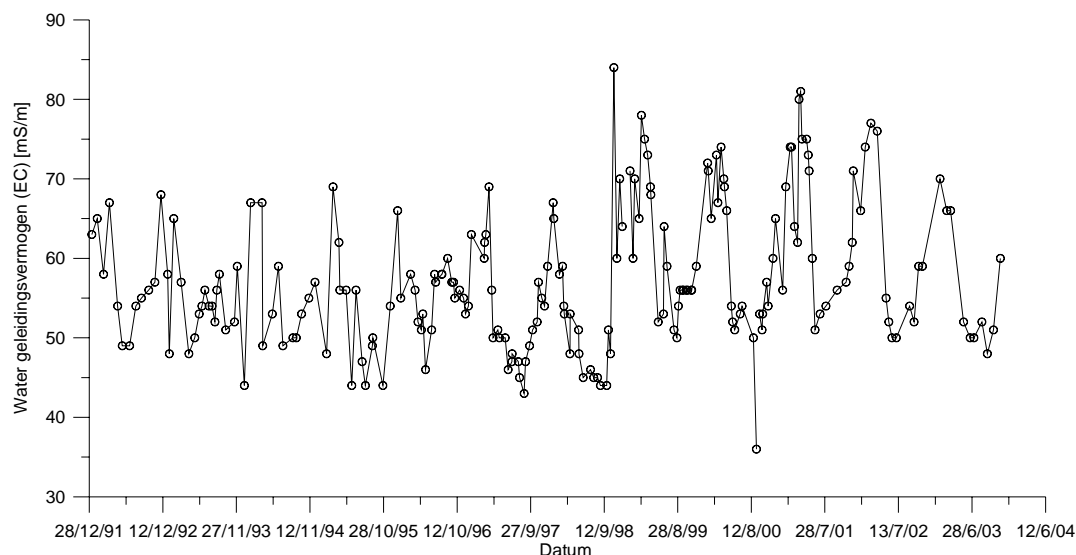
4.1 Beschouwde stoffen

In het beheersgebied Quarles van Ufford worden o.a. zware metalen, zouten (Cl, F SO₄), zuurstofgehalte en nutriënten gemeten (figuur 17). Deze studie beperkt zich tot een systeemverkenning gericht op de belasting van het grond- en oppervlaktewater met nutriënten en nutriëntengerelateerde stoffen. Niet op alle locaties binnen het bemalingsgebied Quarles van Ufford zijn waterkwaliteitsgegevens beschikbaar en een aantal gegevens zijn verouderd. Het bemalingsgebied Quarles van Ufford is een onderdeel van het waterschap Rivierenland. Bestaande metingen zijn niet gericht op een gedetailleerd beeld voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford, maar op een overzicht van de waterkwaliteit voor het totale beheersgebied van het waterschap Rivierenland.



Figuur 17 Locaties meetpunten voor waterkwaliteit in het bemalingsgebied Quarles van Ufford

Het elektrisch geleidingsvermogen (graad voor het zoutgehalte) van het water bij gemaal Quarles van Ufford is aangegeven in figuur 18. Vanaf 1998 treedt een plotselinge stijging van de gemeten waarden op. Deze stijging wordt veroorzaakt door een andere analysemethode welke vanaf 1998 wordt gehanteerd (pers. med. Elleke Bergersen, Waterschap Rivierenland).



Figuur 18 Elektrisch geleidend vermogen van het uitlaatwater (gemaal Quarles van Ufford) voor de periode 1992-2003

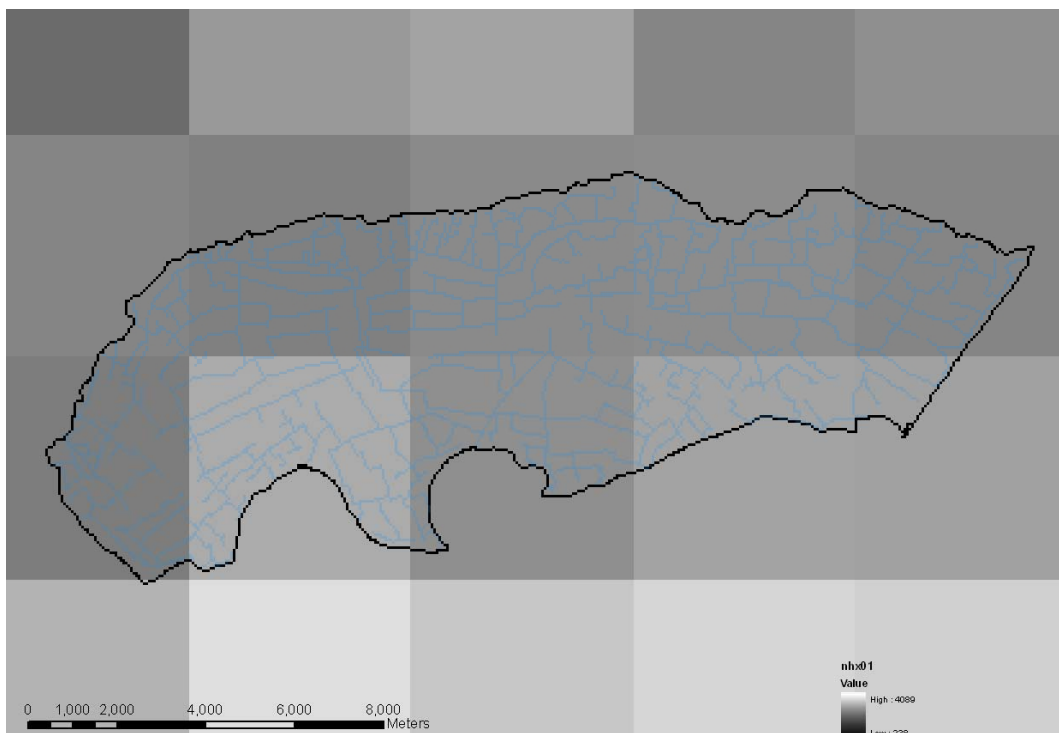
4.2 Atmosferische depositie

In tabel 6 is voor de periode 1999-2001 de atmosferische depositie voor het beheersgebied Quarles van Ufford weergegeven. Deze gegevens zijn berekend met het model OPS ten behoeve van Milieubalans 2002 voor grids van 5*5 km (RIVM, 2003)

Tabel 6 Atmosferische stikstofdepositie in het beheersgebied Quarles van Ufford; berekend met het model OPS t.b.v. Milieubalans 2002 (RIVM, 2003)

Jaar	NH _x (mol.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	NO _x (mol.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	Totaal-N depositie (mol.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	Totaal N-depositie (kg.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)
1999	2217	844	3061	42.9
2000	2032	733	2765	38.7
2001	1865	749	2614	36.6
Gemiddeld	2038	775	2813	39.4

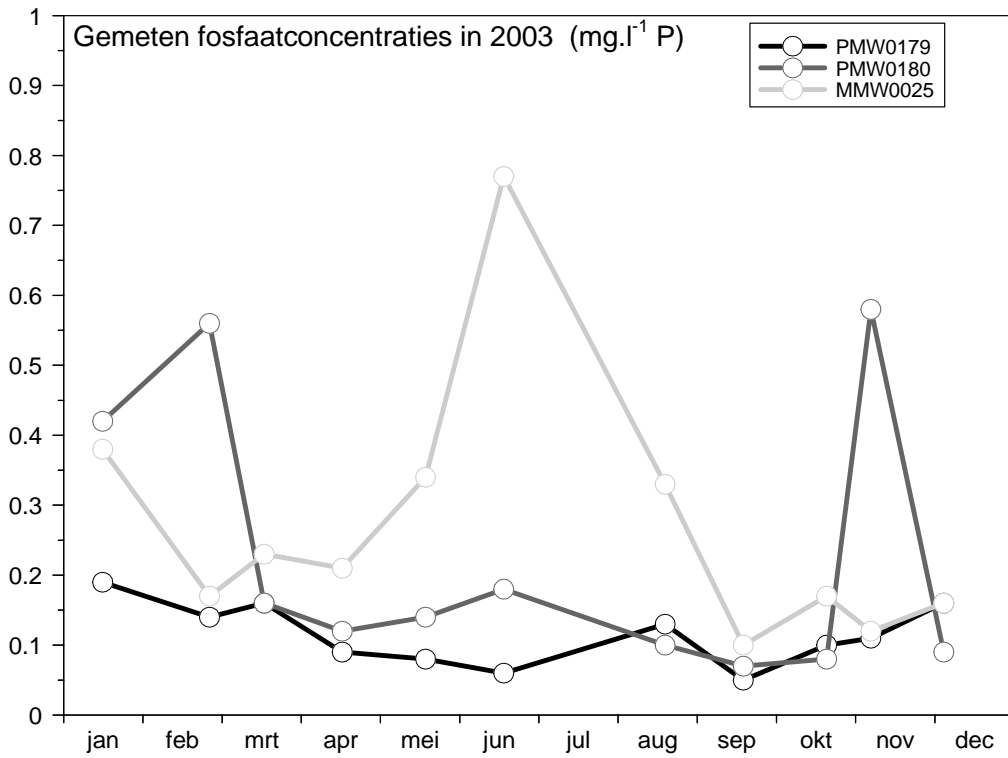
De ruimtelijke weergave van het onderliggende grid voor deze gegevens is aangegeven in figuur 19.



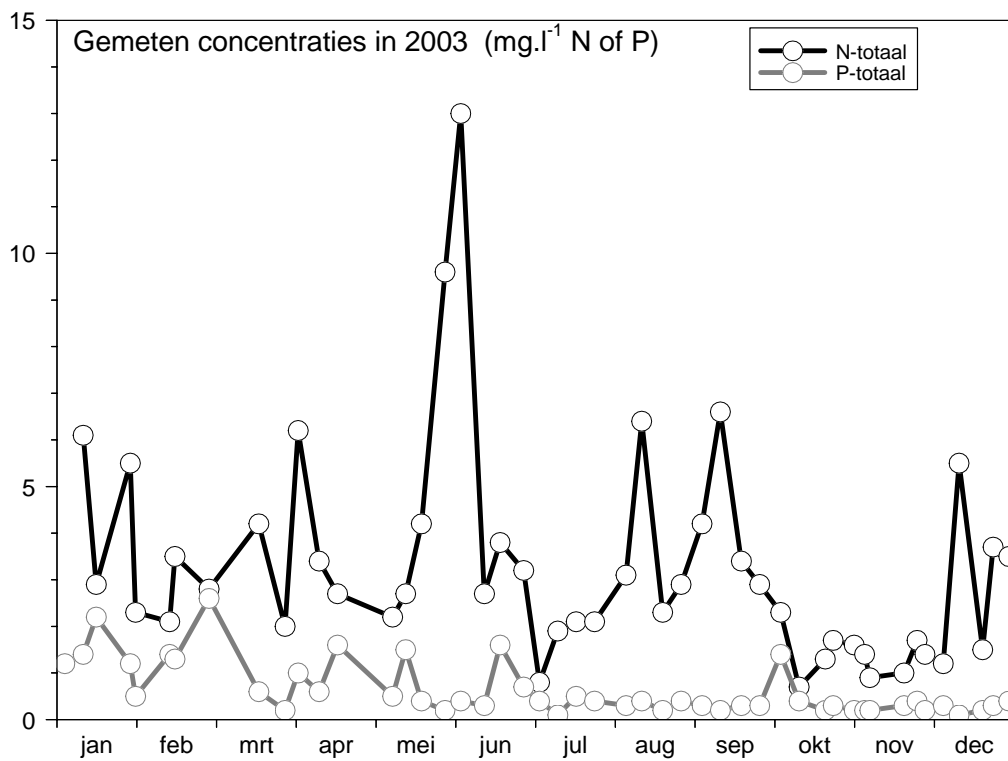
Figuur 19 Ruimtelijke weergave van de atmosferische depositie voor NHx in 2001 volgens OPS (RIVM 2003)

4.3 Externe belasting

Alleen RWZI Maasbommel loost afvalwater in het bemalingsgebied Quarles van Ufford. In metingen voor (meetpunt PMW0179) en na (meetpunt PMW0180) het loospunt was bij twee metingen in 2003 een verhoging in de fosfaatconcentratie waargenomen (figuur 20). Echter, geen verhoging van stikstof of nitraat was gemeten. Het meetpunt MMW0025 ligt in de A-watgang waarop de sloot met het afvalwater van de RWZI afwatert. Dit meetpunt laat in de zomer van 2003 een hoge piek in de fosfaatconcentratie zien. Zeer waarschijnlijk wordt deze piek veroorzaakt doordat deze locatie een spoelplaats is van een loonwerkbedrijf (pers. med. Elleke Bergersen, Waterschap Rivierenland). Figuur 21 geeft de gemeten concentraties in het afvalwater van RWZI Maasbommel weer. De metingen voor fosfaat in het afvalwater laat in de periode rond 1 maart een verhoging in concentratie zien. Deze periode komt overeen met de verhoging in fosfaatconcentratie voor meetpunt PMW0180 (figuur 20). De verhoging in fosfaatconcentratie in meetpunt PMW0180 in het najaar van 2003 wordt echter niet waargenomen in de metingen van het afvalwater. Voor het jaar 2003 werd een jaargemiddelde stikstof- en fosforconcentratie van respectievelijk $3.3 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N}$ en $0.6 \text{ mg.l}^{-1} \text{ P}$ in het afvalwater gemeten. Opgemerkt dient te worden dat in 2003 RWZI Maasbommel was uitgevoerd met een membraanbioreactor (MBR) en een zandfilter als onderdeel van een onderzoek uitgevoerd door Waterschap Rivierenland, STOWA en Royal Haskoning. Vanaf 2004 wordt door RWZI Maasbommel geen gebruik meer gemaakt van een MBR en zandfilter, waardoor de nutriëntenconcentraties in afvalwater weer zullen stijgen.



Figuur 20 Gemeten fosfaatconcentraties voor en na het loospunt van RWZI Maasbommel in 2003

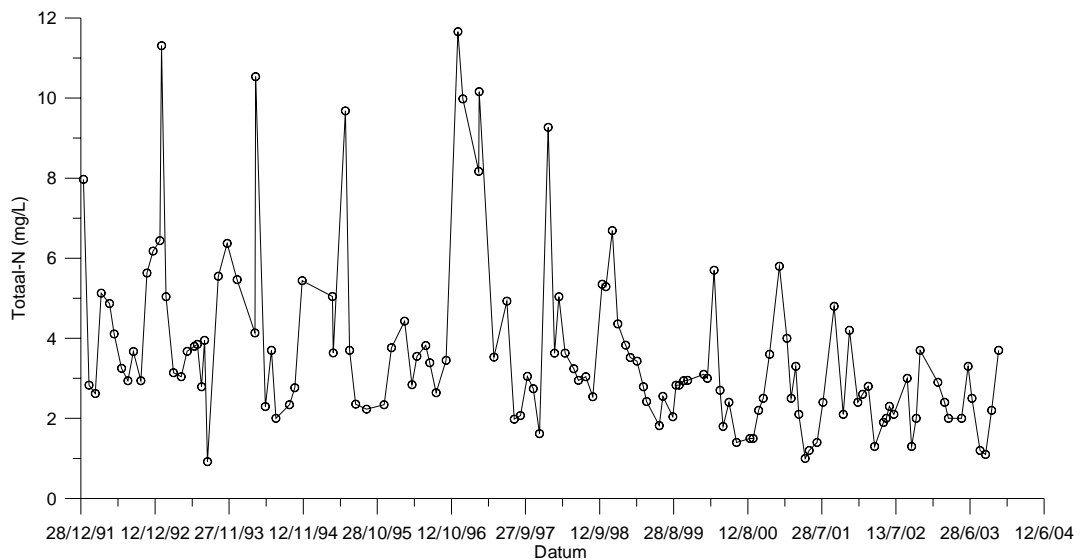


Figuur 21 Gemeten stikstof- en fosfaatconcentraties in effluent van RWZI Maasbommel in 2003

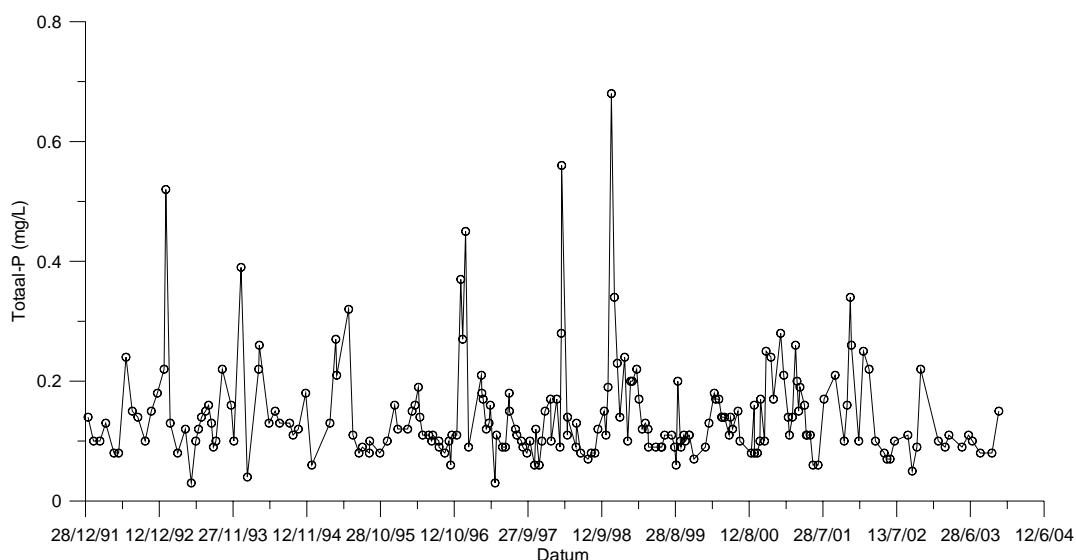
4.4 Oppervlaktewater

De waargenomen stikstofconcentraties geven een seizoensfluctuatie aan, met hoge concentraties in de winter, veroorzaakt door (verhoogde) af- en uitspoeling uit de bodem en geringere opname door waterplanten en afbraak in het oppervlaktewater. De MTR-norm voor stikstof (maximaal toelaatbaar risico: $2.2 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N}$ in het zomerseizoen) wordt meerdere malen in het zomerseizoen overschreden (figuur 22). In het winterseizoen zijn de waargenomen stikstofconcentraties nog hoger (zie ook bijlage 2).

In het jaar 2003 laten alle meetpunten bij de inlaten overschrijding van de MTR-normen voor stikstof in het zomerseizoen zien (zie ook tabel B1 bijlage 2). De Zanddijkse Leigraaf bij Bergharen laat ook overschrijdingen zien voor stikstof. Deze locatie heeft tevens overschrijdingen van fosfaat in 1999, tot 5 keer hoger dan de MTR-norm. Overschrijdingen van de MTR-norm voor fosfaat ($= 0.15 \text{ mg.l}^{-1} \text{ P}$ in het zomerseizoen) zijn gevonden in diverse locaties in het bemalingsgebied en in het uitgelaten water bij gemaal Quarles van Ufford (figuur 23) en is daarmee het belangrijkste probleem wat betreft belasting van het oppervlaktewater met nutriënten.



Figuur 22 Waargenomen stikstofconcentratie in het uitlaatwater (gemaal Quarles van Ufford) voor de periode 1992-2003



Figuur 23 Waargenomen fosforconcentratie voor het uitlaatwater (gemaal Quarles van Ufford) voor de periode 1992-2003

De waargenomen stikstof- en fosforconcentraties in de inlaatpunten zijn iets hoger dan de waargenomen stikstof- en fosforconcentraties in het uitlaatwater op basis van metingen van het ingelaten water in 2003 (tabel 7). Dit geldt met name voor stikstof. Of dit ook voor langere periode geldt is niet te kwantificeren vanwege ontbrekende meetgegevens van het ingelaten water.

Tabel 7 Waargenomen stikstof- en fosforconcentraties in het ingelaten en uitgelaten water in 2003 (voor stikstof) en in de eerste 3 kwartalen van 2004 (voor fosfor)

Locatie	Meetpunt	Jaargemiddelde waargenomen	
		N-totaal (mg.l ⁻¹ N)	P-totaal (mg.l ⁻¹ P)
Inlaat Nieuwe Schans	PMW0153	2.91	0.13
Inlaat Blauwe Sluis	PMW0154	3.19	0.09
Inlaat Aspert	PMW0178	3.18	0.14
Inlaat duikers A50	MMW0029	3.13	0.11
Uitlaat Quarles van Ufford	MMW0001	2.33	0.10

Het is de verwachting dat sedimentatie van nutriënten (met name fosfaat) naar de waterbodem (slib) in het bemalingsgebied een belangrijke rol in de nutriëntenbalans kan hebben (pers. med. Elleke Bergersen, Waterschap Rivierenland). Deze post is moeilijk te meten. Daarnaast is de opname van nutriënten door waterplanten mede belangrijk voor optimalisatie van het zelfreinigend vermogen in relatie tot maaibeheer (pers. med. Elleke Bergersen, Waterschap Rivierenland).

Voor vrijwel alle meetpunten en gemeten parameters worden maandelijkse metingen gedaan. In de periode 1992-2001 zijn voor totaal-P, EGV (elektrisch geleidingsvermogen) en zuurstof echter twee-wekelijkse metingen gedaan.

4.5 Grondwater

Ten tijde van de systeemverkenning waren gegevens met betrekking tot grondwaterkwaliteit niet beschikbaar.

4.6 Stoffenbalans

De uitgangspunten die zijn opgesteld voor de waterbalans zijn ook als uitgangspunt voor het opstellen van de stoffenbalans gehanteerd.

Omdat concentraties en in- en uitlaatvolumes van water niet gekoppeld zijn gemeten is het met de huidige dataset niet mogelijk om de in- en uitgaande posten van het oppervlaktewatersysteem in de stoffenbalans op te nemen. Wel kan een ruwe schatting gemaakt worden van deze posten op basis van de hoeveelheden ingelaten en uitgelaten water van 2002 en gemeten nutriënten in de inlaten en uitlaat in 2003. In hoofdstuk 3 zijn de hoeveelheden ingelaten en uitgelaten water gekwantificeerd. Voor de stoffenvracht van de inlaten en uitlaat kan dan de volgende schatting worden gemaakt:

- inlaat Blauwe Sluis →	$3.19 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 2.25 * 10^6 \text{ m}^3 = 7.18 * 10^3 \text{ kg N}$ $0.08 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 2.25 * 10^6 \text{ m}^3 = 0.18 * 10^3 \text{ kg P}$
- inlaat Nieuwe Schans →	$2.91 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 8.19 * 10^6 \text{ m}^3 = 23.83 * 10^3 \text{ kg N}$ $0.13 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 8.19 * 10^6 \text{ m}^3 = 1.06 * 10^3 \text{ kg P}$
- inlaat Aspert →	$3.18 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 2.14 * 10^6 \text{ m}^3 = 6.81 * 10^3 \text{ kg N}$ $0.14 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 2.14 * 10^6 \text{ m}^3 = 0.30 * 10^3 \text{ kg P}$
- inlaat duikers A50 →	$3.13 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 7.95 * 10^6 \text{ m}^3 = 24.88 * 10^3 \text{ kg N}$ $0.11 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 7.95 * 10^6 \text{ m}^3 = 0.87 * 10^3 \text{ kg P}$
- totaal inlaten →	$62.70 * 10^3 \text{ kg N}$ en $2.41 * 10^3 \text{ kg P}$
- uitlaat Quarles →	$2.33 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 91.0 * 10^6 \text{ m}^3 = 212.0 * 10^3 \text{ kg N}$ $0.10 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 91.0 * 10^6 \text{ m}^3 = 9.10 * 10^3 \text{ kg P}$

De atmosferische stikstofdepositie voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford voor de periode 1999-2001 is $39.4 \text{ kg.ha}^{-1} * 11886 \text{ ha} = 468 * 10^3 \text{ kg N}$.

Lozingen van stikstof en fosfor in het bemalingsgebied Quarles van Ufford door RWZI in het jaar 2003 is vastgesteld op respectievelijk : $3.3 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 454 * 10^3 \text{ m}^3 = 1.5 * 10^3 \text{ kg N}$ en $0.6 * 10^{-3} \text{ kg.m}^{-3} * 454 * 10^3 \text{ m}^3 = 0.27 * 10^3 \text{ kg P}$. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de hoeveelheid waargenomen afvalwater van 2002 is gebruikt (zie ook paragraaf 3.2.3).

Verder zijn de meeste posten van zowel de stikstof- als de fosforbalans voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford niet bekend of beschikbaar (tabel 8). Weliswaar staan een aantal van deze posten vermeld in de Emissieregistratie (bijvoorbeeld uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden) maar dit zijn, kijkende naar het schaalniveau van dit gebied, ruwe schattingen en zijn daarom voor de systeemverkenning buiten beschouwing gelaten.

Tabel 8 Stikstof- en fosforbalans op basis van verzamelde gegevens voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford

IN (10 ³ kg)	N	P	UIT (10 ³ kg)	N	P
Atm. depositie	468	n.v.t.	Ammoniak- vervluchtiging	-- (*)	n.v.t.
Bemesting	-- (*)	-- (*)	Denitrificatie	-- (*)	n.v.t.
Oxydatie veen	0	0	Gewasafvoer	-- (*)	-- (*)
Puntbronnen	1.5 (**)	0.27 (**)	Vastlegging bodem	-- (*)	-- (*)
Wateraanvoer	62.7 (**)	2.41 (**)	Waterafvoer	212 (**)	9.1 (**)
Kwel vanuit					
- landbouw	-- (*)	-- (*)			
- natuur	-- (*)	-- (*)			
Oppervlakkige afspoeling	-- (*)	-- (*)			
Uitspoeling vanuit:					
- landbouw	-- (*)	-- (*)			
- natuur	-- (*)	-- (*)			
Totaal	-- (*)	-- (*)	Totaal	-- (*)	-- (*)

(*) Niet gekwantificeerd

(**) slechts voor 1 jaar beschikbaar

Uit de metingen van DOVE klei bleek dat in de winterperiode 2002-2003 14 kg.ha⁻¹ stikstof en 1.5 kg.ha⁻¹ fosfor werd afgevoerd naar de sloot. Hiervan werd ca. 70% oppervlakkig via greppels afgevoerd. Voor fosfor is de afvoer via greppels gemiddeld iets hoger dan voor stikstof (tabel 9). Wel moet hierbij dezelfde kanttekening geplaatst worden als bij de waterbalans, namelijk dat door het dichtzwellen van krimpscheuren de versnelde route van afvoer van stoffen via de krimpscheuren en drainbuizen wordt gelimiteerd waardoor meer stoffen via oppervlakkige afspoeling via greppels wordt afgevoerd.

De afvoer van stikstof en fosfor is gering ten opzichte van de aanvoer van stikstof en fosfor: 3% van het toegediende stikstof en 1% van het toegediende fosfor spoelt uit naar de perceelssloot (tabel 10). Ruim 1% van de stikstof- en fosfoeraanvoer op het perceel werd via de perceelssloot afgevoerd naar hoofdwatgangen.

Tabel 9 Afvoer van stikstof en fosfor (kg.ha⁻¹.jr⁻¹), gemiddeld van 2 jaar (Plette et al., 2004)

	Sloot	Drains + Greppels	Drains	Greppels
N	6.8	13.5	4.5	9.0
P	1.1	1.5	0.4	1.1

Uit deze cijfers blijkt dat er een groot verschil is tussen het stikstof- en fosforoverschot en de belasting van het oppervlaktewater. Dit betekent dat een belangrijk deel van de stikstof en fosfor in de bodem wordt vastgelegd of omgezet (denitrificatie).

Tabel 10 Stofbalans voor stikstof en fosfor in Waardenburg op perceelsniveau (Plette et al., 2004)

	Stikstof (kg.ha ⁻¹)	Fosfor (kg.ha ⁻¹)
Aanvoer	593	95
Gewasopname	318	49
Overschot	275	46
Waarvan uit- en afspoeling	13.5	1.5

Uit deze gegevens blijkt dat ook voor de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor de route via oppervlakkige afvoer (greppelafvoer) en route via krimp-scheuren en drainbuizen voor de gebieden met zware klei een belangrijke route is. Het is dus van belang dat deze routes in het modelsysteem, waarmee de monitoring wordt uitgevoerd, aanwezig zijn.

4.7 Gegevensbestanden

Gegevens met betrekking tot de atmosferische depositie zijn afkomstig van Milieubalans 2002 (RIVM, 2003). De gemeten nutriëntenconcentraties in zowel het oppervlaktewatersysteem als in het afvalwater van RWZI Maasbommel zijn afkomstig van waterschap Rivierenland.

5 Ecologische waterkwaliteit

In het ontwerp Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied (IWGR2) is de doelstelling voor de ecologische en chemische waterkwaliteit als volgt geformuleerd: “ervoor te zorgen dat in 2010 het water ecologisch gezond is en voldoet aan het maximaal toelaatbaar risico”. Dat houdt in dat wateren moeten voldoen aan de MTR-norm en een ecologische kwaliteit van minimaal het middelste niveau moeten hebben volgens de STOWA-systematiek. In het gebied is een aantal Natte Ecologische verbindingzones aangewezen. Twee slotenstelsels (gebied ten noorden van Bergharen en sloten bij Laagveld, Bergharen) hebben een Specifiek Ecologische Doelstelling toegewezen gekregen. Ook drie wielen en een eendekooi hebben deze functie gekregen (Roozen et al., 2003; gebiedsbeschrijving Quarles van Ufford). De grote Wetering is aangewezen als natte ecologische verbindingzone Bergharen-Fort St. Andries. Hiervoor zijn natuurvriendelijke oevers aangelegd o.a. bij Horssen, in de Reefwetering en op een paar plaatsen in de Grote Wetering.

In het gebied Quarles van Ufford is tot op heden nog voor weinig meetlocaties een beoordeling uitgevoerd van de ecologische waterkwaliteit. Van de lokaties die in de periode 1999 – 2001 zijn beoordeeld volgens de STOWA-methodiek, is het profiel van de watergang of de aanwezige vegetatie de beperkende factor voor het bereiken van het middelste ecologische niveau. Van 26 wateren (sloten, weteringen en wielen) die ecologische zijn beoordeeld in de periode 1995-2003 kon van 10 wateren een ecologische beoordeling worden gegeven op basis van een oude systematiek. De meeste wateren van deze 10 scoorden laagste of beneden laagste niveau. Eénmaal werd het middelste niveau gehaald. Problemen waren trofie en habitatdiversiteit in zand-, grind- en kleigaten. In een aantal wateren (kanalen, sloten en weteringen) komt *Gammarus pulex* voor, een kritische soort als het gaat om chemische verontreiniging. Zoöplankton was slechts op een punt gemonsterd. Op enkele lokaties zijn diatomeeën en is phytoplankton bemonsterd. Verder heeft waterschap Rivierenland nog een aantal vegetatieinventarisaties van een aantal watergangen en oevers uitgevoerd.

Op basis van het geringe aantal meetlocaties, waarvoor een beoordeling is uitgevoerd, kan worden geconcludeerd dat weinig bekend is van de ecologische waterkwaliteit van het bemalingsgebied Quarles van Ufford.

6 Te verwachten ontwikkelingen

Het beheersgebied Quarles van Ufford kent zowel agrarisch landgebruik als gebruik als woongebied. Verschillende woonkernen zijn gepland om verder uit te breiden (Afferden, Alphen, Altforst, Appeltern, Beneden-Leeuwen, Boven-Leeuwen, Deest, Dreumel, Druten, Horssen, Maasbommel en Wamel). Hiervoor worden stedelijke waterplannen opgesteld.

Ook wordt er een studie gedaan om waterbergingsmogelijkheden binnen het beheersgebied aan te wijzen, met een totaal oppervlak van 863 ha, om een berging van 4.316.000 m³ water te bewerkstelligen.

In de visie “Water aan Bod” welke een beeld schets van de ontwikkelingen tot 2015 wordt er van uitgegaan dat nieuwe wijken en bedrijfsterreinen waterbalansneutraal zullen worden aangelegd. Er zal tevens ruimte worden gecreëerd voor waterberging, voornamelijk in het beheersgebied Quarles van Ufford, en de ecologische verbindingzones zullen zijn gerealiseerd.

Voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford is een concept-ontwerp voor de peilbesluiten opgesteld (Witteveen en Bos, 2005). Dit peilbesluit zal vanaf 2005 worden uitgevoerd. In het concept-ontwerp wordt er van uitgegaan dat voor de meeste peilgebieden geen peilwijzingen worden doorgevoerd. In een aantal peilgebieden, met name in het zuidwestelijk deel van het bemalingsgebied, worden peilverlagingen voorgesteld omdat de doelrealisaties voor de landbouw daar lager worden berekend dan 75%.

7 Conclusies

De beschikbaarheid van gegevens om een waterbalans op te stellen is gelimiteerd. Alleen voor 2002 en later zijn complete gegevens beschikbaar. Complete gegevenssets van eerdere perioden zijn niet beschikbaar of verloren gegaan. Ook zijn de metingen niet specifiek uitgevoerd voor een waterbalans voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford, maar voor registratie ten behoeve van operationeel peilbeheer.

De grootste bron van water in het gebied is neerslag, en de grootste afvoerpost van water is het gemaal Quarles van Ufford. In 2002 werd in het gebied ca. 20 miljoen m³ water ingelaten. Dit is een kleine 20 % van de totaal inkomende hoeveelheid water, als de post kwel buiten beschouwing wordt gelaten. Voor de waterbalans van het gebied is het noodzakelijk om goede waarnemingen van de hoeveelheid ingelaten water te krijgen. Vanaf 2002 zijn dagelijkse waarnemingen op deze punten beschikbaar. Het verschil tussen de ingaande en uitgaande posten voor water wordt toegerekend aan netto kwel. Waar deze kwel optreedt en of de sluitpost echt toe te rekenen is aan kwel kan met de huidige gegevens niet worden nagegaan. Wel is met behulp van berekeningen met een regionaal grondwatermodel door Witteveen en Bos een kwelkaart opgesteld. In deze kaart is met name het lager gelegen gebied in het westen van het bemalingsgebied Quarles van Ufford aangegeven als een kwelrijk gebied. Wanneer een aantal posten van de waterbalans, welke niet gekwantificeerd konden worden, buiten beschouwing worden gelaten, dan wordt een netto kwel voor het gebied bepaald welk in de orde van grootte is van 20 % van de totale wateraanvoer.

Verder is in de studie DOVE klei aangetoond dat oppervlakkige afvoer via greppels (met name in de winter) een belangrijke route is voor de deelgebieden welke uit zware komklei bestaan. Daarnaast is het voorkomen van krimpscheuren in combinatie met de aanwezigheid van drainbuizen een belangrijke route in de zomer en vroege winter. Het is dus van belang dat deze routes in het modelsysteem aanwezig zijn.

Voor de waterkwaliteitsaspecten van het oppervlaktewater zijn veel meetgegevens beschikbaar. De metingen zijn echter genomen met als doel de toetsing van waterkwaliteitsparameters, en niet specifiek voor het opzetten van een nutriëntenbalans of het uitvoeren van een bronnenanalyse voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford. Zo is het met de huidige gegevensset niet mogelijk om een nutriëntenbalans op te zetten. Verwacht wordt dat uitspoeling van nutriënten vanuit landbouwgronden een belangrijke rol in dit gebied speelt, aangezien het landgebruik van het gebied Quarles van Ufford voor bijna 80 % uit landbouw bestaat. Kwantificering van de bron landbouw is met de huidige gegevens echter niet mogelijk.

Voor de monitoring van nutriënten in het oppervlaktewater in het bemalingsgebied Quarles van Ufford zijn ca. 30 meetpunten ingericht. De tijdsperiode waarvoor meetgegevens beschikbaar zijn voor deze meetpunten varieert sterk. Voor de meeste meetparameters worden maandelijkse monsters genomen. Echter, in de periode

1992-2001 zijn voor fosfor, EGV en zuurstof twee-wekelijkse metingen gedaan. Om een goede schatting te kunnen maken van de ingelaten hoeveelheden nutriënten in de inlaatpunten, alsmede de hoeveelheid uitgelaten nutriënten in het uitlaatpunt Quarles van Ufford dienen de metingen temporeel te worden geïntensiveerd of debietsproportioneel te worden bemonsterd. Voor de overige meetpunten geldt dat deze zowel ruimtelijk als temporeel te grofmazig zijn om een gedegen bronnenanalyse op basis van deze meetpunten uit te voeren. Snelle processen, zoals versnelde afvoer van fosfaat bij intensieve (lokale) regenbuien, kunnen niet worden waargenomen bij een maandelijks meetfrequentie. Vanwege de andere opzet van de huidige monitoring kan er geen koppeling worden gelegd tussen de belasting vanuit de landbouw enerzijds en de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater anderzijds.

Het is de verwachting dat sedimentatie van nutriënten (met name fosfaat) naar het slib in het gebied een belangrijke rol in de nutriëntenbalans kan hebben. Deze is moeilijk te meten. Voor het kwantificeren van deze post is het van belang dat deze in het modelsysteem kan worden opgenomen. Verder is de opname van nutriënten door waterplanten mede belangrijk voor optimalisatie van het zelfreinigend vermogen in relatie tot het maaibeheer. Het is dus van belang dat het maaibeheer als post in het modelsysteem kan worden opgenomen.

Voor de schematisering van het oppervlaktewaterstelsel is het nodig om over ligging en karakteristieken (zoals breedte en diepte) van de waterlopen te beschikken. Hiervoor zouden leggergegevens gebruikt kunnen worden. Momenteel is het niet duidelijk wat de kwaliteit van de leggergegevens van de waterlopen van het bemalingsgebied Quarles van Ufford zijn.

De algehele conclusie van de systeemverkenning voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford is dat op basis van de verzamelde gebiedsgegevens het niet mogelijk is om het mestbeleid te evalueren. De redenen hiervoor zijn:

- op basis van huidige gegevens is geen kwantificering van de bronnen landbouw en kwel mogelijk;
- doordat deze bronnen kwantitatief niet bekend zijn is het niet mogelijk een relatie aan te kunnen tonen tussen gemeten nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater en (veranderingen in) bronnen van nutriënten in het stroomgebied;
- hierdoor is het niet mogelijk om aan te tonen of met het bestaande meetnet van het stroomgebied de effecten van het mestbeleid zichtbaar gemaakt kunnen worden;
- met de bestaande gegevens is het niet mogelijk een (sluitende) water- en stoffenbalans voor het stroomgebied op te stellen.

Om het mestbeleid te kunnen evalueren is het noodzakelijk een andere manier van monitoren (meten én modelleren) te introduceren. Hierbij dienen alle bronnen van nutriënten op het gewenste detailniveau bekend te zijn.

Literatuur

Anonymous. Hoofdstuk 3: Gebiedsbeschrijving. 5 pagina's.

Mulder, F.J. de, M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff en Th. E. Wong (eds), 2003. *De ondergrond van Nederland*. Geologie van Nederland deel 7. TNO.

Plette, A.C.C., C.L. van Beek en C. van der Salm, 2004. *Mest en oppervlaktewater. Een synthese van de 3 Dove projecten t.b.v. de evaluatie meststoffenwet 2004*. RIZA werkdokument nr. 2004.092X.

RIVM, 2003. *Milieubalans 2002*. ISBN 90 14 08867 1, Kluwer, Bilthoven.

Roozen, F., and J. van de Braak, 2003. *Gebiedsbeschrijving Quarles van Ufford*. Waterschap Rivierenland, Afdeling Plannen, Cluster Kennis en Beleid.

Waterschap Rivierenland, 2002. *Nota van zienswijzen IWGR2. Een overzicht van de reacties op het ontwerp Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied (IWGR2) en de beantwoording door het waterschap Waterschap Rivierenland*.

Waterschap Rivierenland, 2003. *Concept 2 Waterbalans Quarles van Ufford*. 13 augustus 2003.

WaterWatch, 2003. *SEBAL vs. Makkink, wat zijn de verschillen?*

Witteveen en Bos, 2002. *Hydraulische berekeningen bemalingsgebied Quarles van Ufford*.

Witteveen en Bos, 2005. *Peilbesluiten bemalingsgebied Quarles van Ufford. Concept-ontwerp*.

Bijlage 1 Beschrijving van de geologische formaties in het waterschap Rivierenland

(gebaseerd op Mulder *et al*, 2003)

Formatie van Echteld

De formatie van Echteld bestaat voornamelijk uit zandig tot zwak siltige klei, grijs tot bruin van kleur. De klei is kalkloos tot kalkhoudend, kan dunne zandlaagjes bevatten en is soms humeus. Daarnaast bevat de formatie zeer fijn tot uiterst grof zand dat grindhoudend kan zijn. De kleur van het zand varieert van grijs tot bruin. Het zand is kalkhoudend tot kalkloos. In de klei komen sporadisch resten van zoetwaterschelpen voor. De formatie bestaat uit door de Rijn en de Maas aangevoerd sediment in het rivierengebied van Midden-Nederland. Afzettingen van de formatie vond plaats tijdens het Holoceen, merendeels door meanderende rivieren.

Formatie van Urk

De formatie van Urk bestaat uit matig fijn tot uiterst grof zwak tot sterk grindhoudend zand. De kleur varieert van grijs tot bruin. Het sediment is meestal kalk- en glimmerhoudend en plaatselijk komen kleilagen voor. Het betreft afzettingen van de Rijn. De zware mineraleninhoud toont een instabiele Rijn-associatie, gekenmerkt door relatief hoge percentages vulkanische mineralen. Deze zijn afkomstig van een vulkanisch gebied in de Eifel, dat tijdens het Midden-Pleistoceen zeer actief was. Grote delen van de Formatie van Urk zijn tijdens de glaciatie van het Saalien in de stuwwallen opgenomen. De Formatie van Urk is tijdens het Midden-Pleistoceen afgezet.

Formatie van Kreftenheye

De formatie van Kreftenheye bestaat uit matig fijn tot uiterst grof, grijs tot bruin, kalkhoudend tot kalkloos grindhoudend zand en grind. Plaatselijk komen zandige tot zwak siltige kleilagen voor. In of op deze klei kunnen zich lokaal dunne veenlagen bevinden. Het sediment van deze formatie is aangevoerd door de Rijn en de Maas. Gedurende de afzettingsperiode van deze eenheid mondde de Maas ter hoogte van Gennep uit in de riviervlakte van de Rijn. De formatie dateert uit de periode van Laat-Saalien tot aan het begin van het Holoceen.

Formatie van Waalre

De Formatie van Waalre bestaat uit een aantal opeenvolgingen van uiterst grof tot matig fijn grijs glimmerhoudend zand, afgewisseld met blauwgrijze, vaak sterk sideriethoudende kleilagen. De gemiddelde korrelgrootte in de zandlagen neemt vaak naar boven af. Onderin de formatie bevat het zand meestal veel grind. Hier en daar komen dunne veen of bruinkoollagen in de eenheid voor. Het herkomstgebied van de sedimenten van de Formatie van Waalre is in hoofdzaak het stroomgebied van de Rijn, waarvan de Maas een zijrivier was. De zware mineraleninhoud is daarom gedomineerd door instabiele Rijnassociaties, hoewel influxen van stabiele mineralen plaatselijk niet ontbreken. De Formatie van Waalre dateert uit het Vroeg-Pleistoceen.

Een laagpakket dat regionaal wordt gevonden binnen de Formatie van Waalre is het Laagpakket van Tegelen. Deze bestaat uit zwak siltige tot zwak zandige stijve blauwgrijze tot grijze klei. Regelmatig komen daarin dunne laagjes uiterst fijn tot matig fijn zand voor. De klei heeft vaak een hoog gehalte aan sideriet (ijzercarbonaat) dat een witgrijze kleur aan het sediment geeft. Plaatselijk is de klei sterk humeus of komen dunne laagjes bruinkool voor. Op het oostelijk deel van het Peel Blok is het laagpakket goed ontwikkeld. De dikte kan daar oplopen tot ruim 10 meter.

Formatie van Peize

De formatie van Peize bestaat uit matig grof tot uiterst grof zand dat plaatstelijk grindhoudend is. De kleur van deze kwartsrijke en goeddoorlatende sedimenten varieert van grijs tot wit. In deze eenheid kunnen vooral onderin kleilagen voorkomen. De sedimenten van deze formatie zijn aangevoerd door het Eridanos-riviersysteem en dateren uit het Pliocen tot vroeg Pleistoceen.

Kiezelooliet Formatie

Deze formatie bestaat uit licht gekleurde, kwartsrijke matige fijne en zeer grove zanden. Plaatselijk kan het zand grindhoudend zijn. Met enige regelmaat komen dikke bruingrijze en blauwgrijze zwak siltige kleilagen voor die sterk humeus kunnen zijn. De kleilagen bevatten geregeld dunne en soms tot enkele meters dikke veen- en bruinkoollagen. De afzettingen van de Kiezelooliet Formatie zijn van fluviatiele oorsprong en ontstaan in een laaglandgebied dat dicht bij de kust ligt. In de lagere delen tussen de riviergeulen werd klei afgezet en kwam het geregeld tot veenvorming. Het door de rivieren aangevoerde sediment is in hoofdzaak afkomstig van de sterk verweerde deklagen van het Paleozoïsche gesteente van het Rijns Massief. Dat komt tot uiting in de samenstelling van de zware mineralen. De vorming van de Kiezelooliet Formatie begint in het laat-Mioceen en eindigt tijdens het Vroeg-Pleistoceen (Pretiglien).

Formatie van Maassluis

De formatie van Maassluis bestaat uit matig fijn tot zeer grof zand met kleilagen. Plaatselijk zijn de afzettingen licht glauconiethoudend en kan grind voorkomen. Over het algemeen zijn de afzettingen kalkhoudend en bevatten ze schelpresten. Deze fossiele schelpassociaties zijn typerend voor de overgang van het Pliocen naar het vroeg-Pleistoceen. De overgang naar de onderliggende Formatie van Oosterhout verloopt in het algemeen zeer geleidelijk.

Formatie van Oosterhout

De formatie van Oosterhout bestaat uit fijn tot matig grof donker en lichtgrijs zwak tot matig glauconiethoudend, kalkhoudend zand. Het glauconietgehalte is opvallend veel lager dan in de Formatie van Breda. De zanden bevatten schelpen en kunnen op regionale schaal extreem schelpenrijk zijn. De formatie van Oosterhout komt vrijwel in heel Nederland voor. De overgang naar de Formatie van Breda kenmerkt zich door een duidelijke toename in het glauconietgehalte en afname van het aantal schelpen. De ouderdom is Pliocen.

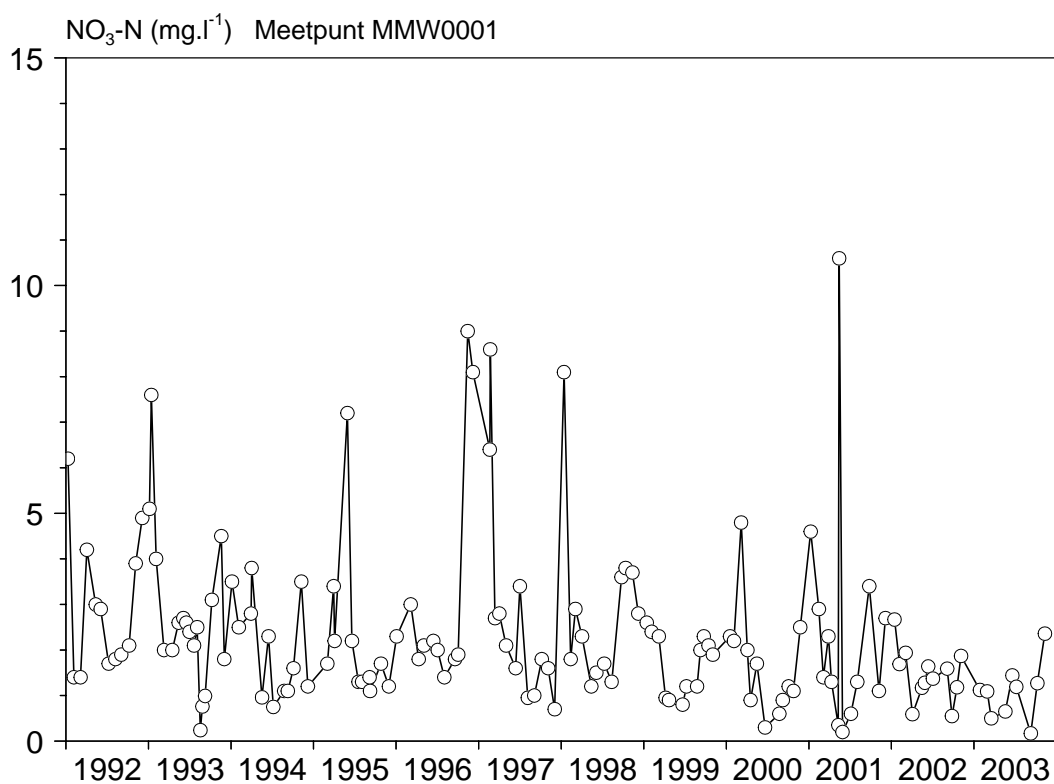
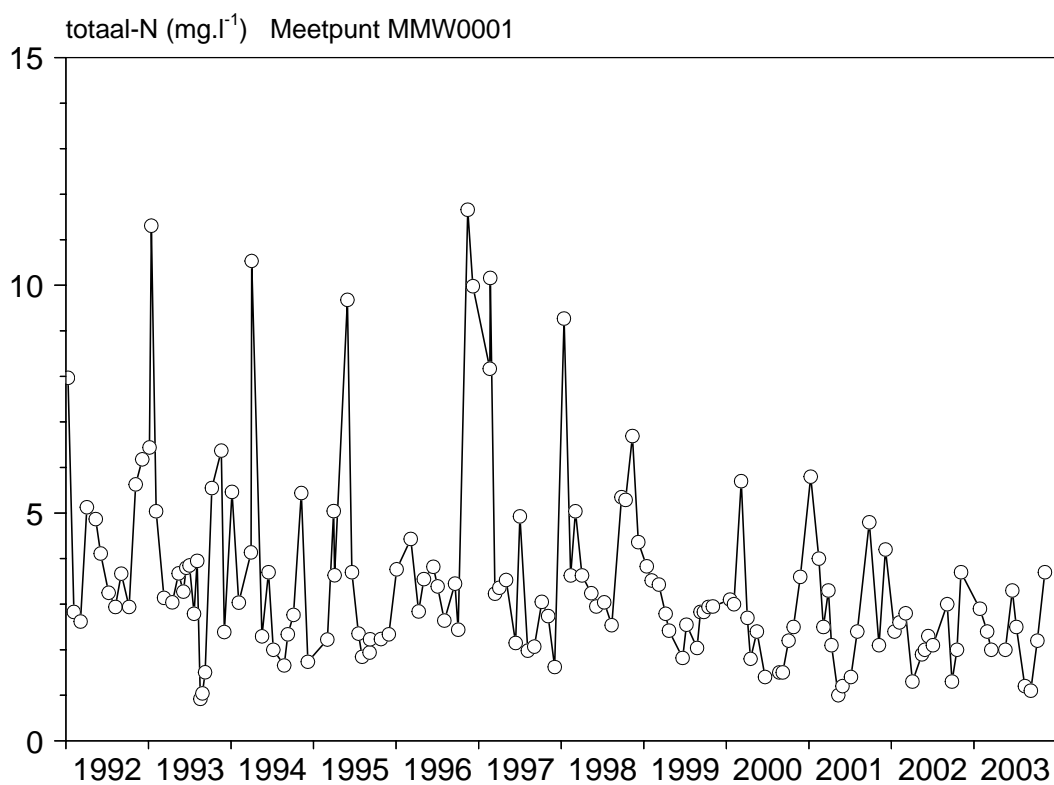
Formatie van Breda

De formatie van Breda is een complexe eenheid van zeer fijn tot matig grof glauconiethoudend zand en soms kalkhoudende, sterk zandige tot matig siltige klei. Het glauconietgehalte van soms meer dan 50% geeft de eenheid meestal een karakteristieke groene tot groenzwarte kleur. De afzettingen van de Formatie van Breda dateren merendeels uit het Mioceen.

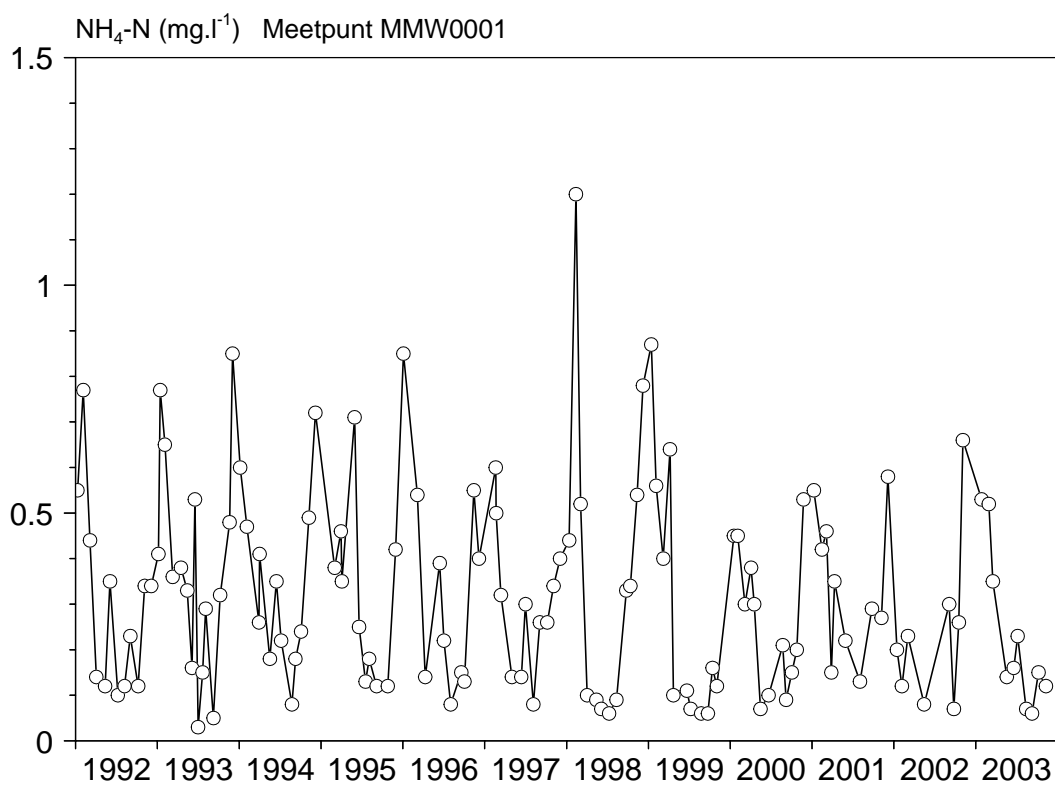
Bijlage 2 Bijdrage Evaluatie Mestwetgeving 2004

In het kader van de evaluatie mestwetgeving 2004 is vanuit het project “Meerjarig monitoringsprogramma naar de uit- en afspoeling van nutriënten vanuit landbouwgronden in stroomgebieden” een bijdrage gevraagd om de stand van zaken met betrekking tot monitoring van het mestbeleid van de afgelopen jaren weer te geven. Bijlage 2 geeft de inhoud van deze bijdrage voor het bemalingsgebied Quarles van Ufford weer.

In figuur B1 zijn de gemeten stikstofconcentraties in het uitlaatpunt MMW0001 voor de periode 1992 – 2003 weergegeven. Op basis van deze gemeten reeks is een dalende trend waarneembaar. Deze daling lijkt zich met name in de periode vanaf 1998 in te zetten.

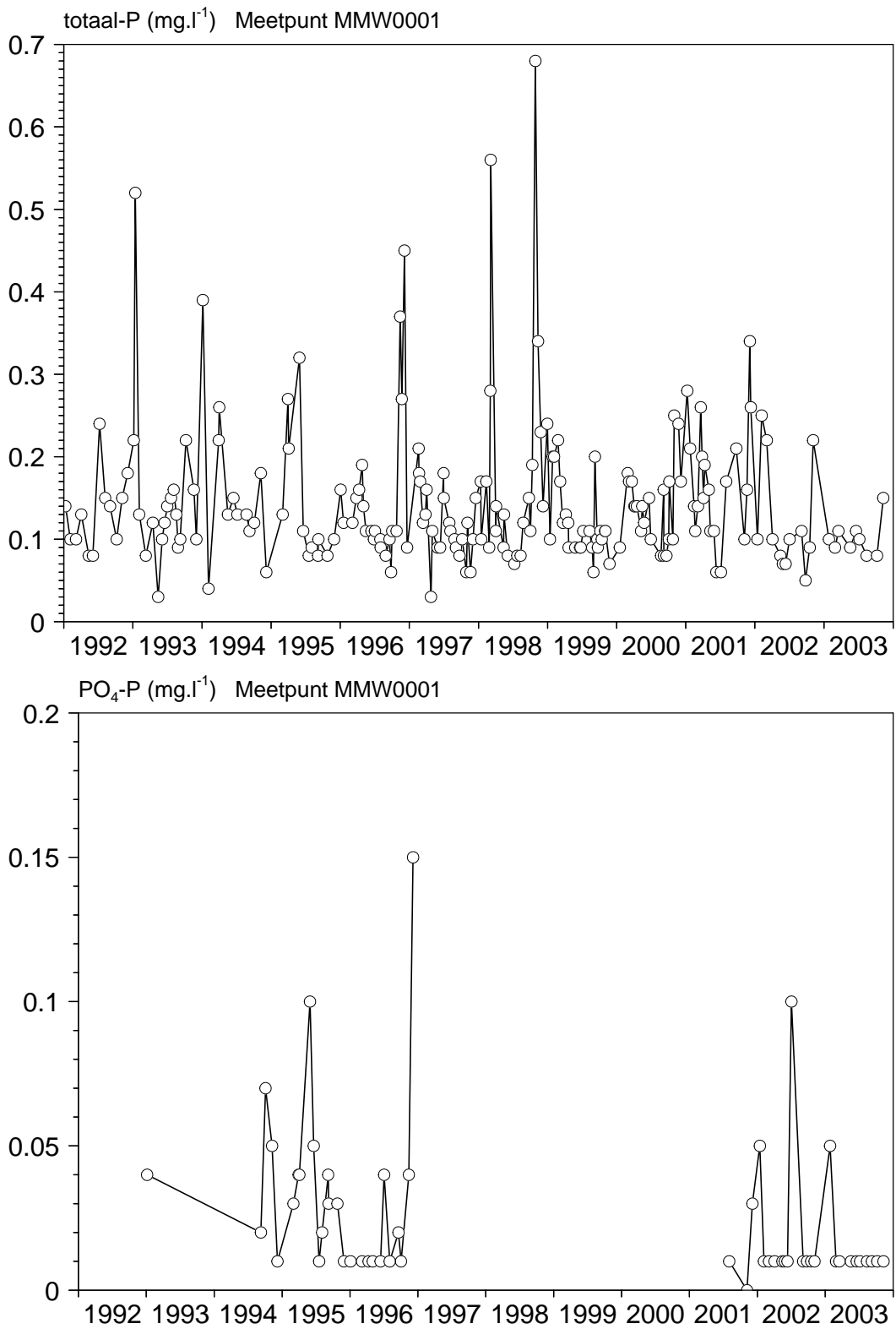


Figuur B1a Gemeten stikstofconcentraties (N-totaal: boven; NO₃-N: onder) in het uitlaatpunt van het bemalingsgebied Quarles van Ufford



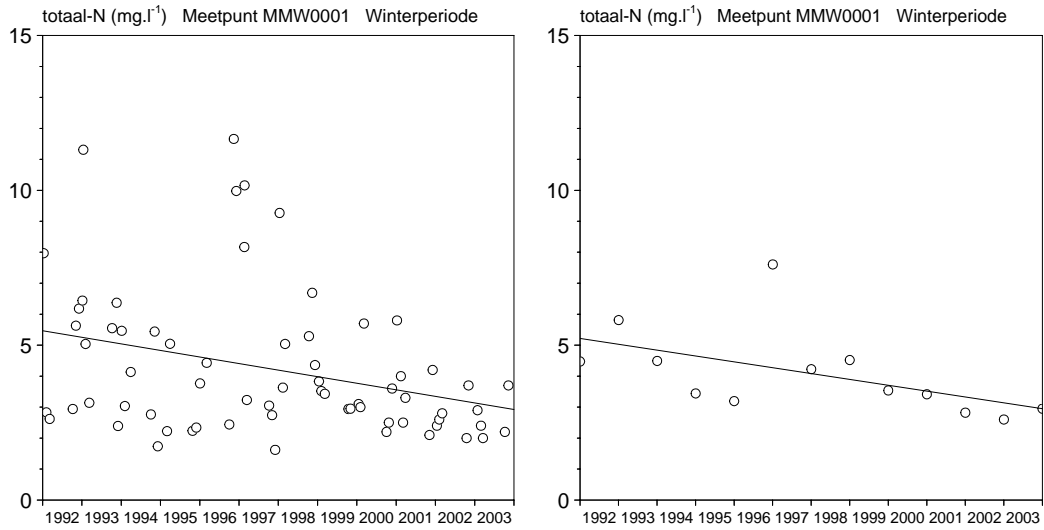
Figuur B1b Gemeten stikstofconcentraties (NH₄-N: onder) in het uitlaatpunt van het bemalingsgebied Quarles van Ufford

In figuur B2 zijn de gemeten fosforconcentraties in het uitlaatpunt MMW0001 voor de periode 1992 – 2003 weergegeven. Op basis van deze meetreeks lijkt geen trend waarneembaar te zijn.

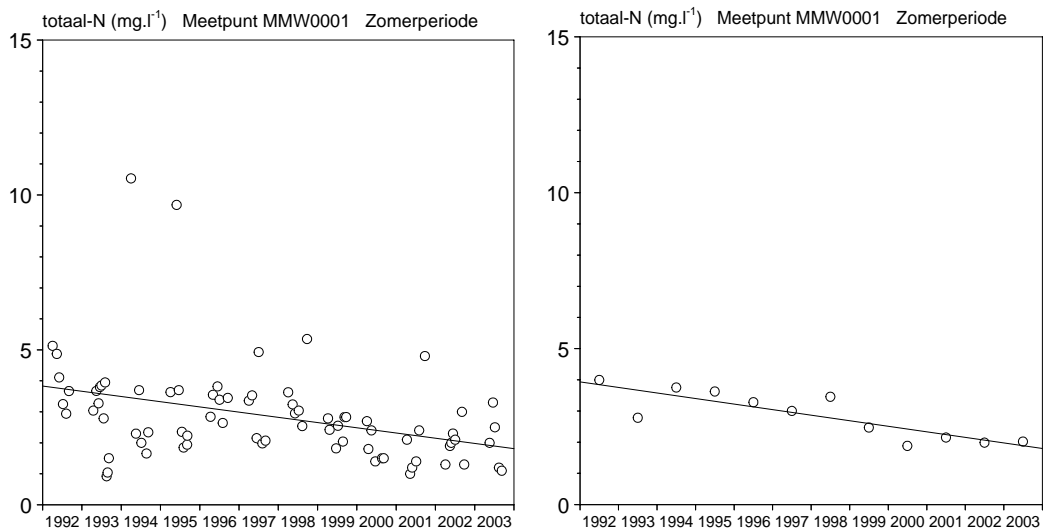


Figuur B2 Gemeten fosforconcentraties (P-totaal: boven; PO₄-P: onder) in het uitlaatpunt van het bemalingsgebied Quarles van Ufford

Om (eventuele) trends in de meetreeks beter zichtbaar te maken zijn de metingen gescheiden in zomer- en winterreeksen. In figuur B3 en B4 zijn de gemeten stikstofconcentraties in respectievelijk de winterperiode en de zomerperiode weergegeven. In deze figuren is ook duidelijk een dalende trend waarneembaar.

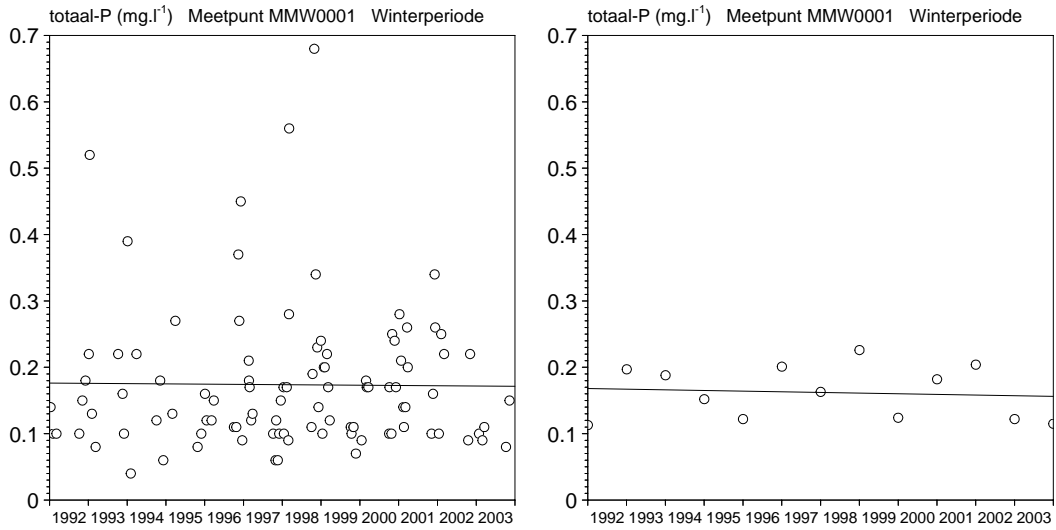


Figuur B3 Gemeten stikstofconcentraties in het uitlaatpunt van het bemalingsgebied Quarles van Ufford in de winterperiode (links: alle meetwaarden; rechts seizoensgemiddelde)

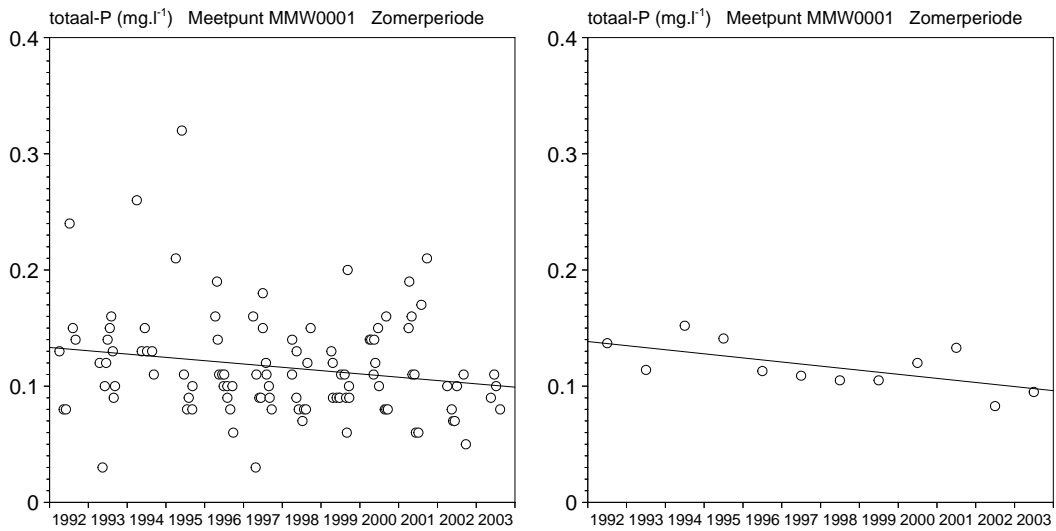


Figuur B4 Gemeten stikstofconcentraties in het uitlaatpunt van het bemalingsgebied Quarles van Ufford in de zomerperiode (links: alle meetwaarden; rechts seizoensgemiddelde)

In figuur B5 en B6 zijn de gemeten fosforconcentraties in respectievelijk de winterperiode en de zomerperiode weergegeven. Op basis van de metingen in de winterperiode is geen trend waarneembaar. Echter, op basis van de metingen in de zomerperiode lijkt een lichte daling van de fosforconcentratie waarneembaar te zijn.

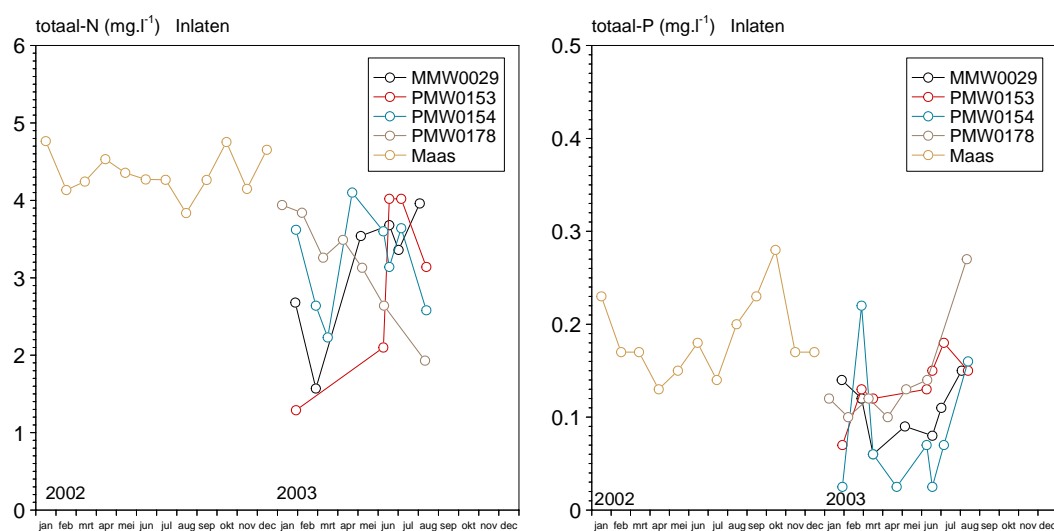


Figuur B5 Gemeten fosforconcentraties in het uitlaatpunt van het bemalingsgebied Quarles van Ufford in de winterperiode (links: alle meetwaarden; rechts seizoensgemiddelde)



Figuur B6 Gemeten fosforconcentraties in het uitlaatpunt van het bemalingsgebied Quarles van Ufford in de zomerperiode (links: alle meetwaarden; rechts seizoensgemiddelde)

In figuur B7 zijn de gemeten stikstof- en fosforconcentraties van de vier inlaatpunten en de locatie Keizersveer in de Maas weergegeven. Deze meetreeksen zijn te kort om een goed gefundeerd verband tussen de in- en uitlaten te kunnen leggen. Op basis van de enige periode van overlap (zomerperiode 2003) kan geconcludeerd worden dat zowel de stikstof- en fosforconcentraties in het inlaatwater hoger zijn dan in het uitlaatwater (tabel B1).



Figuur B7 Gemeten stikstof- en fosforconcentraties in de vier inlaatpunten van het bemalingsgebied Quarles van Ufford en in de Maas, locatie Keizersveer

Tabel B1 Gemiddeld waargenomen stikstof- en fosforconcentratie in de zomerperiode van 2003 in de vier inlaatpunten en het uitlaatpunt MMW0001

Naam meetpunt	N-tot (mg.l ⁻¹ N)	P-tot (mg.l ⁻¹ N)
MMW0029	3.64	0.11
PMW0153	3.32	0.15
PMW0154	3.41	0.07
PMW0178	2.80	0.16
Gemiddeld	3.29	0.12
MMW0001	1.78	0.08

Inschatting van niet-landbouw bronnen in Quarles van Ufford

Tabel B2 Emissies in het bemalingsgebied Quarles van Ufford volgens het emissieregistratiesysteem AQUAREIN

Bron	N (kg.jr ⁻¹)	P (kg.jr ⁻¹)
Industrie	5276	2086
Consumenten	2436	260
Riolering en RWZI	6131	815