

Systemverkenning Drentse Aa

Systeemverkenning Drentse Aa

**J. Roelsma
H. Wanningen
F.J.E. van der Bolt**

**Alterra-rapport 967
Reeks Monitoring Stroomgebieden 2-I**

Alterra, Wageningen, 2004

REFERAAT

Roelsma, J., H. Wannings, F.J.E. van der Bolt, 2004. *Systeemverkenning Drentse Aa*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 967. Reeks Monitoring Stroomgebieden 2-I. 68 blz.; 16 fig.; 7 tab.; 21 ref.

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 van het stroomgebied de Drentse Aa. Daarbij zijn van dit systeem beschikbare gegevens, relevante processen en het functioneren geïnventariseerd. Het stroomgebied van het beekstelsel de Drentse Aa is een onder natuurlijk verval afwaterend gebied, met een continu watervoerend stelsel, en behoort tot een gebied met één van de laagste nutriëntenconcentraties in Nederland. Uit de systeemverkenning kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Regionale transportprocessen (kwel) zijn relevant in het stroomgebied. De kwel vormt de zogenaamde langzame component van de waterafvoer van de beek. Het is daarom van belang om het diepe grondwater (regionaal grondwatersysteem) in het modelsysteem te betrekken.
- Als (belangrijkste) bronnen van nutriëntenbelasting van het grond- en oppervlaktewatersysteem kunnen de posten atmosferische depositie, kwel en landbouw worden onderscheiden. 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, Drentse Aa, monitoring, mestbeleid, modelsysteem, nutriënten

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €23,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 967. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2004 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

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Gebiedskeuze	13
1.2 Leeswijzer	14
2 Het stroomgebied	17
2.1 Geologie	17
2.2 Geohydrologie	19
2.3 Maaiveld	21
2.4 Bodem	22
2.5 Grondgebruik	23
2.6 Gegevens(bestanden)	25
3 Het watersysteem	27
3.1 Neerslag en verdamping	27
3.2 Oppervlaktewater	28
3.2.1 Oppervlaktewaterstructuur	28
3.2.2 Waterafvoer	30
3.2.3 Wateraanvoer	32
3.3 Grondwater	32
3.3.1 Onttrekkingen	32
3.3.2 Grondwaterstanden	33
3.3.3 Grondwaterstroming	36
3.4 Waterbalans	37
3.5 Gegevens(bestanden)	38
4 Chemische waterkwaliteit	39
4.1 Beschouwde stoffen	39
4.2 Atmosferische depositie	40
4.3 Externe belasting	41
4.4 Oppervlaktewater	41
4.5 Grondwater	43
4.6 Stoffenbalans	43
4.7 Gegevens(bestanden)	43
5 Ecologische waterkwaliteit	44
5.1 Typering ecologische waterkwaliteit	44
5.2 Bijzondere situaties/soorten	46
5.3 Gegevens(bestanden)	47
6 Plannen voor het stroomgebied de Drentse Aa	49
7 Conclusies	51
Literatuur	55
Bijlage 1 Bijdrage Evaluatie Mestwetgeving 2004	57

Woord vooraf

Deze rapportage van de systeemverkenning vormt een onderdeel van het project “Meerjarig monitoringsprogramma naar de uit- en afspoeling van nutriënten vanuit landbouwgronden in stroomgebieden en polders” kortweg ‘Monitoring stroomgebieden’. Het primaire doel van het project is het leveren van een bijdrage aan de evaluatie van het mestbeleid door het kwantificeren van het aandeel van de landbouw in de belasting van het oppervlaktewater en de verandering van dit aandeel van de landbouw als gevolg van (mest)beleid in een aantal representatieve stroomgebieden in karakteristieke landschappelijke regio’s. Het secundaire doel is om een methodiek te ontwikkelen die het mogelijk maakt en perspectieven biedt om deze methodiek ook in andere stroomgebieden in te voeren.

Het project wordt aangestuurd door een stuurgroep. In de stuurgroep hebben de Ministeries LNV, VROM en V&W als opdrachtgevers en de Unie van Waterschappen als vertegenwoordiger van de participerende waterschappen zitting. De STOWA en LTO zijn agendalid. Daarnaast is een klankbordgroep geformeerd met vertegenwoordigers van de instituten RIZA, RIVM en TNO-NITG. Deze klankbordgroep denkt kritisch mee bij de opzet van het monitoringprogramma en de methodiekontwikkeling. Het project wordt uitgevoerd door Alterra Research Instituut voor de Groene Ruimte onderdeel van Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

Voor dit project zijn vier pilotgebieden geselecteerd: Drentse Aa, Schuitenbeek, Krimpenerwaard en Quarles van Ufford. De waterbeheerders Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, Waterschap Veluwe, waterschap Rivierenland en waterschap Hunze en Aa’s en Waterleidingsbedrijf Groningen participeren actief in dit project.

In 2003 is gestart met het uitvoeren van een systeemverkenning per pilotgebied. In de systeemverkenning is het functioneren van de systemen, relevante processen en beschikbare gegevens geïnventariseerd. De resultaten van de systeemverkenning zijn per gebied als volgt gerapporteerd:

- 2. I Systeemverkenning Drentse Aa
- 2. II Systeemverkenning Schuitenbeek
- 2. III Systeemverkenning Krimpenerwaard
- 2. IV Systeemverkenning Quarles van Ufford

Voor informatie over het project ‘Monitoring stroomgebieden’ kunt u terecht bij:

Dorothee Leenders
0317 - 47 42 79
dorothee.leenders@wur.nl

Frank van der Bolt
0317 - 47 43 70
Frank.vanderbolt@wur.nl

Samenvatting

In 2003 is een systeemverkenning 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 stroomgebied

Het stroomgebied van de Drentse Aa ligt in het noordoosten van de provincie Drenthe, in de driehoek Assen-Glimmen-Gieten en is ca. 30 000 hectare in omvang. Het beekstelsel ontspringt op de Hondsrug en het Drentsch Plateau (ca. 22 m. boven N.A.P.) in het zuiden van het stroomgebied. In noordelijke richting neemt de maaiveldhoogte af naar ca. 0.60 m. boven N.A.P. in de buurt van Glimmen. Het stroomgebied bestaat voor het overgrote deel uit zandgronden (ruim 90%), met in de beekdalen laagveen. De zandgronden bestaan voor ca. 80% uit podzolgronden. In het gebied komen een aantal keilemlagen en potklei voor, welke als slechtdoorlatende lagen zijn te beschouwen. Ruim de helft van het oppervlak van het stroomgebied van de Drentse Aa bestaat uit agrarisch gebied. Hiervan is ca. de helft in gebruik als grasland. Verder zijn met name aardappelen en granen sterk in het stroomgebied vertegenwoordigd (respectievelijk met ca. 15 en 12%). Naast landbouw neemt natuur een aanzienlijk deel van het grondgebruik in het stroomgebied voor haar rekening (ca. 35%).

Het watersysteem

Het stroomgebied van het beekstelsel de Drentse Aa is een onder natuurlijk verval afwaterend gebied. In het zuidelijk deel van het stroomgebied bestaat de Drentse Aa uit drie hoofdtakken, het Anreepdiep, het Amerdiep en het Anderschediep. De meest westelijke beek (Anreepdiep) geldt als oorspronkelijke hoofdstroom tezamen met het Amerdiep. De oostelijke hoofdtak (Anderschediep) gaat als Rolderdiep en Gasterenschediep verder en vormt de belangrijkste bijdrage aan de waterafvoer. Benedenstreams komen de twee hoofdtakken tezamen en wateren uiteindelijk af op het Noord-Willemskanaal. In de zestiger jaren zijn een aantal bovenlopen van de Drentse Aa genormaliseerd (te weten: Amerdiep, Anreepdiep, Deurzerdiep, Rolderdiep, Anderschediep en het Zeegseloepje). Het beekstelsel de Drentse Aa is een continu watervoerend stelsel, met in de zomer een afvoer van ca. $50 * 10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. De piekafvoer in het najaar kan oplopen tot ca. $1200 * 10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Bij het uitlaatpunt Schipborg is een gemiddelde jaarlijkse waterafvoer van ca. $65 * 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{jr}^{-1}$ over de periode 1993-2001 gemeten. Het hydrologisch stelsel van de Drentse Aa kan worden opgedeeld in inzijgebieden (de Hondsrug en het Drentsch Plateau) en kwelgebieden (beekdalen). In perioden met neerslag zal er door de combinatie van de weerstand

van de keileemlagen en de intensiteit van de ontwatering veel water door het oppervlaktewaterstelsel worden afgevoerd. Dit veroorzaakt de snelle component van de afvoer van de beek. De langzame component wordt veroorzaakt door kwel. De intensiteit van de kwel wordt bepaald door de diepte van de insnijding van het beekdal en door het voorkomen van slechtdoorlatende lagen (potklei en keileem).

Chemische waterkwaliteit

In het meetnet waterkwaliteit van het waterschap Hunze en Aa's worden in twee zogenaamde hoofdmeetpunten de nutriëntenconcentratie benedenstrooms langjarig, met een tijdsinterval van een maand, gemeten. In de zogenaamde stroomgebiedsmeetpunten wordt eenmaal in de vier jaar, gedurende een jaar, de waterkwaliteit van de kleinere wateren (meestal meer stroomopwaarts) gemeten. Ook deze punten worden met een tijdsinterval van een maand bemonsterd. Daarnaast wordt door het Waterbedrijf Groningen, ten behoeve van de drinkwaterwinning, de kwaliteit van het oppervlaktewater in het uitlaatpunt van het stroomgebied met een tijdsinterval van een maand gemeten. Het stroomgebied van de Drentse Aa behoort tot een stroomgebied met één van de laagste nutriëntenconcentraties in Nederland. De gemiddelde afvoer van stikstof en fosfor in het uitlaatpunt over de periode 1990-2001 bedroeg respectievelijk 240 ton N en 10 ton P per jaar. Dit komt overeen met een concentratie van respectievelijk 3.70 mg.l⁻¹ N en 0.15 mg.l⁻¹ P. De meeste posten van zowel de stikstof- en fosforbalans voor het stroomgebied van de Drentse Aa zijn niet bekend. In de systeemanalyse kan dan ook geen sluitende nutriëntenbalans worden opgesteld.

Ecologische waterkwaliteit

Een onderdeel van het meetnet waterkwaliteit van het waterschap Hunze en Aa's is het ecologisch meetnet. Net als het meetnet waterkwaliteit wordt tevens voor het ecologisch meetnet twee hoofdmeetpunten (jaarlijks) en stroomgebiedsmeetpunten (eenmaal in de vier jaar) onderscheiden. In het beekstelsel van de Drentse Aa is de ecologische monitoring gericht op macrofauna en vegetatie. Uit het meetnet blijkt dat het merendeel van de meetpunten in de verschillende beektrajecten voldoet aan de natuurfunctie. Een aantal bovenstroomse trajecten (genormaliseerde beken) voldoet niet of bijna. Er wordt nog onderzocht of uit het ecologisch meetnet een relatie met de nutriëntenconcentraties kan worden gelegd.

Plannen voor het stroomgebied de Drentse Aa

De te verwachten ontwikkelingen in het stroomgebied van de Drentse Aa, zoals het verlenen van de status 'Nationaal beek- en esdorpenlandschap', zal tot gevolg hebben dat de landbouw in dit gebied nog verder geëxtensiveerd zal worden.

Conclusies

Uit de systeemverkenning kunnen de volgende algemene conclusies met betrekking tot monitoring (meten en modelleren) van de effecten van het mestbeleid op stroomgebiedsniveau worden getrokken:

- Naast de lokale transportprocessen (processen welke op een beperkt schaalniveau plaatsvinden) zijn tevens de regionale transportprocessen ((diepe) kwel) in het stroomgebied de Drentse Aa relevant. De (diepe) kwel vormt de

zogenaamde langzame component van de waterafvoer van de beek. Het is daarom van belang om het diepe grondwater (regionaal grondwatersysteem) in het modelsysteem te betrekken, zowel kwantitatief als kwalitatief.

- Als (belangrijkste) bronnen van nutriëntenbelasting van het grond- en oppervlaktewatersysteem kunnen de posten atmosferische depositie, kwel en landbouw worden onderscheiden.
- 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.

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.

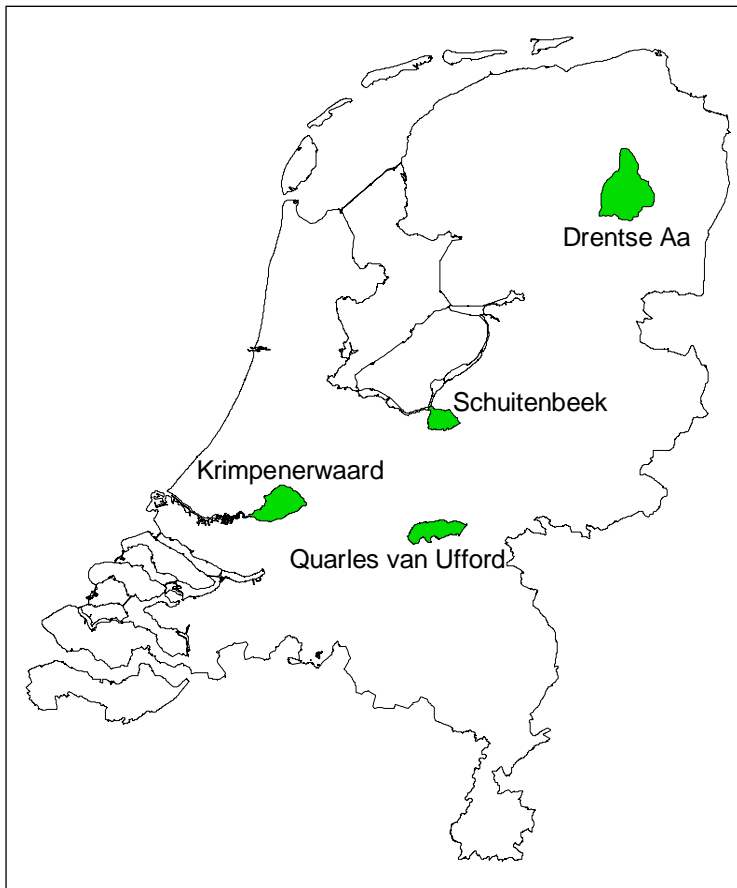
1.1 Gebiedskeuze

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 tezamen het gedrag van het regionale grondwatersysteem verklaren. In paragraaf 2.3, 2.4 en 2.5 wordt respectievelijk de maaiveldshoogte, 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. Tenslotte wordt in paragraaf 3.5 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, veenoxydatie en 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 tenslotte wordt een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

In hoofdstuk 5 wordt de ecologische waterkwaliteit van het studiegebied beschreven. De typering van de ecologische waterkwaliteit van het studiegebied wordt behandeld in paragraaf 5.1. Voor bijzondere situaties en/of soorten wordt een overzicht gegeven in paragraaf 5.2. Tenslotte wordt in paragraaf 5.3 een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

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.

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

2 Het stroomgebied

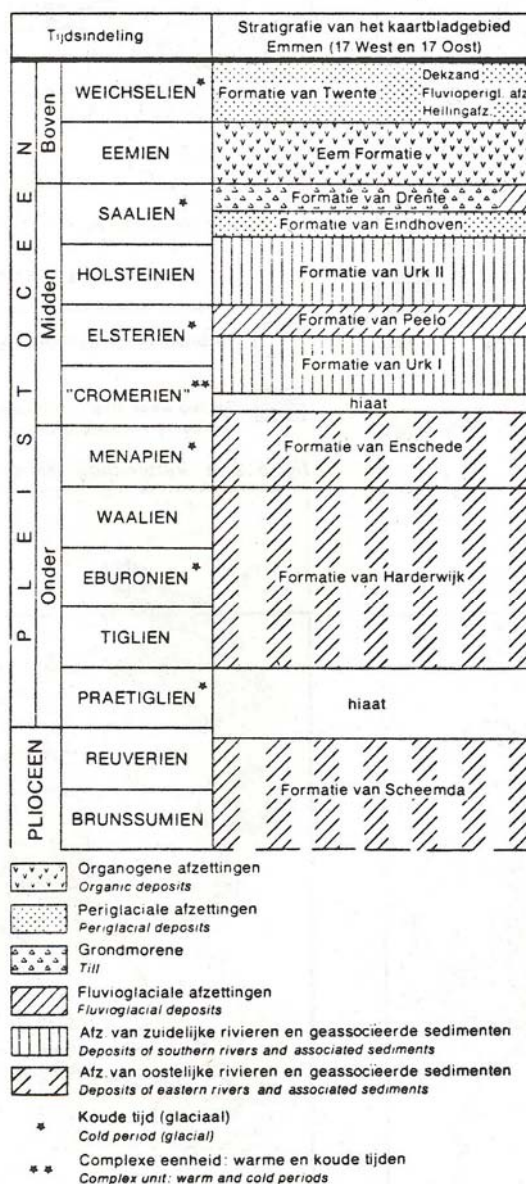
Het gedrag van het grond- en oppervlaktewatersysteem wordt grotendeels bepaald door de geologische en geohydrologische opbouw van een gebied. Dit hoofdstuk begint daarom met een beschrijving van de geologie en geohydrologie (paragraaf 2.1 en 2.2), welke tezamen het gedrag van het regionale grondwatersysteem verklaren. In paragraaf 2.3, 2.4 en 2.5 wordt respectievelijk de maaiveldshoogte, bodemtype en grondgebruik van het studiegebied beschreven. De laatste paragraaf van dit hoofdstuk, paragraaf 2.6, geeft een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden.

2.1 Geologie

De van belang zijnde geologische perioden voor het stroomgebied van de Drentse Aa zijn het Tertiair en Kwartair. Van het Tertiair zijn alleen de laatste twee formaties belangrijk, te weten de Formatie van Scheemda en de Formatie van Breda (zie figuur 2).

In het laat-Tertiair werden sedimenten van mariene oorsprong afgezet, bestaande uit zandige klei en klei (Formatie van Breda). De Formatie van Breda komt in het stroomgebied van de Drentse Aa regelmatig voor op een diepte variërend van 50 tot 150 meter (Kortleve, 1989). Door de kleifractionering is deze formatie slechtdoorlatend. Dit is dan ook de reden dat deze formatie als hydrologische basis genomen wordt. De Formatie van Scheemda is van fluviatile oorsprong en ligt op de Formatie van Breda. De Formatie van Scheemda is vertand met zijn mariene equivalent namelijk de Formatie van Oosterhout. De laatste twee Formaties bestaan uit zeer fijne en grove zanden, waarin dunne en dikkere (enkele meters) kleilagen voorkomen. De Formatie van Scheemda komt alleen in het oostelijk deel van stroomgebied voor, terwijl de Formatie van Oosterhout slechts in het westelijk deel voorkomt. De diepte van de bovenkant van de Formatie van Scheemda ligt tussen de 30 en 130 meter terwijl de dikte circa 40 meter bedraagt.

In het onder- en midden-Pleistoceen zijn achtereenvolgens de fluviatile Formaties van Harderwijk, Enschede en Urk afgezet (zie figuur 1). De formaties bestaan alle drie uit grove zanden, soms met leem- en kleilagen. De diepte van de bovenkant van de Formatie van Harderwijk is ongeveer 100 meter. De dikte varieert van 0 tot 50 meter. De Formatie komt bijna geheel in het gebied van de Drentse Aa voor. De Formatie van Enschede komt niet of nauwelijks voor in het gebied van de Drentse Aa. De bovenzijde van de Formatie van Urk ligt op 20 tot 50 meter diepte en de dikte bedraagt ongeveer 30 meter. De formatie komt in het gehele gebied van de Drentse Aa voor. De Formaties van Harderwijk, Enschede en Urk worden bij het diepe watervoerende pakket gerekend (zie ook paragraaf 1.2).



Figuur 2 Vereenvoudigde chrono- en lithostratigrafie van het tertiair en kwartair van het kaartbladgebied Assen: 12W en O (Kortleve, 1989)

Op de grove zanden ligt de Formatie van Peelo. Deze bestaat uit smeltwater- en eolische afzettingen. De smeltwaterafzettingen zijn onder te verdelen in zeer compacte klei (potklei) en fijne tot matig grove zanden. Deze zandlagen kunnen kleilaagjes bevatten. Door zouttectonische bewegingen, welke zijn ontstaan door een verschil in dichtheid van de visceuze zoutlaag en de daarboven liggende afzettingen, zijn in het stroomgebied van de Drentse Aa zogenaamde zoutkoepels ontstaan. De zoutkoepels die zich een weg zoeken naar het landoppervlak hebben er voor gezorgd dat de erboven gelegen lagen werden weggedrukt, met als gevolg dat de mariene (slechtdoorlatende) afzettingen tot enkele tientallen meters onder het maaiveld voorkomen. De dikte van de erboven gelegen zandlagen van de Formaties van Urk

en Harderwijk is door erosie sterk gereduceerd. De eolische afzettingen bestaan uit fijne tot grove zanden. Deze afzetting komt in het stroomgebied nauwelijks voor. De doorlatendheid van de Formatie van Peelo is zeer gering.

Boven de Formatie van Peelo is de Formatie van Drenthe afgezet. Deze bestaat uit keileem, smeltwaterzanden en bekkenkleien. van deze lithologische eenheden komt in het stroomgebied alleen de eerste voor. Door het afstromende smeltwater is deze formatie plaatselijk (in de beekdalen) zeer sterk geërodeerd, zodat de dikte zeer sterk varieert (van enkele decimeters tot enkele meters). De bovenkant van de keileem ligt tussen enkele decimeters en enkele meters beneden maaiveld. De doorlatendheid van de keileem is door het grote percentage kleine deeltjes laag.

Tijdens de laatste ijstijd (Weichselien) heerste in Nederland een toendraklimaat met veel wind. In deze tijd is de Formatie van Twente afgezet. De lithologische eenheden die in het gebied van de Drentse Aa voorkomen zijn dekzanden, hellingafzettingen (meevoeren van keileem naar de beekdalen door afstromend water) en fluvioperiglaciale afzettingen (afzettingen van leemlagen welke alleen voorkomen in beekdalen). De dikte van het dekzand bedraagt ongeveer 1 meter.

Van de formaties die in het Holoceen zijn afgezet komt alleen de Formatie van Singraven nog voor. Deze formatie bestaat hoofdzakelijk uit eutroof en mesotroof veen dat voorkomt op plaatsen waar de waterafvoer stagneerde, dus voornamelijk in de beekdalen. De dikte varieert van twee tot vijf meter. Plaatselijk is het veen afgegraven.

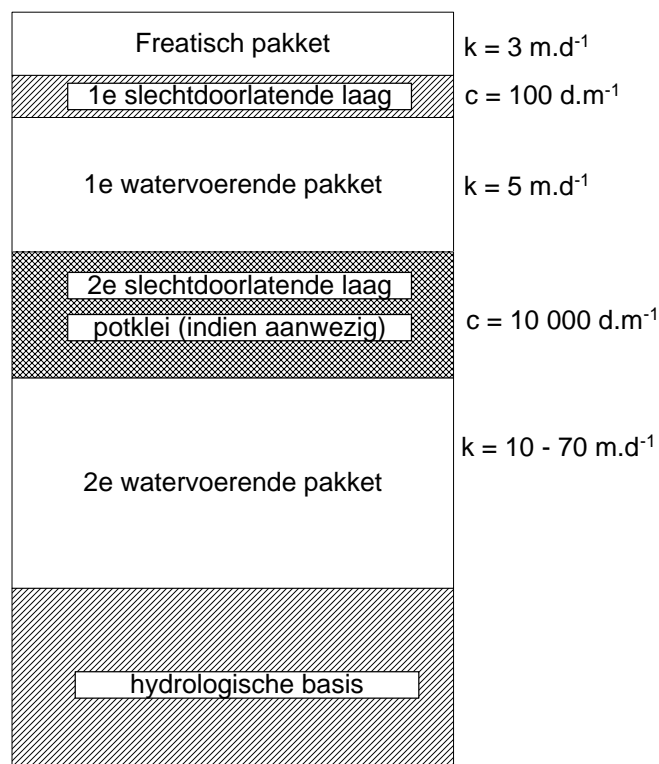
2.2 Geohydrologie

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.

In het stroomgebied van de Drentse Aa kunnen drie watervoerende en twee slechtdoorlatende pakketten worden onderscheiden (Kortleve, 1989) (zie figuur 3).

Freatisch pakket

Dit uit dekzand (Formatie van Twente) bestaand pakket heeft geen grote doorlatendheid. Toch wordt dit pakket als watervoerend pakket geschematiseerd omdat de laag die eronder zit in het algemeen een kleinere doorlatendheid heeft. De dikte bedraagt enkele meters (van Weperen, 1986a). Voor het freatisch pakket is een horizontale doorlatendheid van 3 m.d^{-1} en een verticale van 1 m.d^{-1} aangehouden (Kortleve, 1989).



Figuur 3 Indeling naar watervoerende pakketten en slechtdoorlatende lagen voor het stroomgebied van de Drentse Aa (Kortleve, 1989)

Eerste watervoerend pakket

Dit pakket bestaat uit de fijne en matig grove zanden van Peelo. De dikte van dit pakket varieert sterk door de variatie in lithologie van de Formatie van Peelo (Kortleve 1989). De onderzijde van de Formatie van Peelo wordt beschreven door Csengö (1981). De formatie van Drenthe, vaak de bovenzijde van het eerste watervoerende pakket, is gekarteerd in van Weperen (1986a). Voor het eerste watervoerende pakket is een doorlatendheid van 5 m.d^{-1} aangehouden (Kortleve, 1989).

Tweede watervoerend pakket

Dit pakket bestaat uit fijne en grove rivierzanden van de Formaties Harderwijk, Urk en Scheemda. De dikte varieert van 10 tot 100 meter en volgt uit de afstand tussen de hydrologische basis en de onderkant van de matig- tot slechtdoorlatende laag (Formatie van Peelo) (Csengö, 1981). De doorlatendheid varieert van 10 tot 70 m.d^{-1} (Kortleve, 1989).

Hydrologische basis

Voor het bestuderen van een hydrologisch systeem is het noodzakelijk ook de onderkant van het systeem te bepalen. Eerdere onderzoeken nemen de overgang van het tertiair naar het kwartaair als ondergrens van het hydrologisch systeem (Provinciaal bestuur van Drenthe, 1985). De reden hiervan is dat de bovenkant van het tertiair uit slecht doorlatend materiaal bestaat. De diepte van de basis (t.o.v.

N.A.P.) varieert van 50 m in het zuidoosten tot 150 m in het noordwesten. De zoutkoepels zorgen voor een dusdanige verstoring van dit patroon dat de Formatie van Scheemda en de Formatie van Breda boven de zoutkoepels op circa 50 m onder het maaiveld voorkomen (Kortleve, 1989).

Eerste slechtdoorlatende laag

De eerste slechtdoorlatende laag bestaat uit keileem of beekleem en soms uit potklei. Potklei wordt alleen tot de eerste slechtdoorlatende laag gerekend als het ondiep voorkomt. Ondiep wil hier zeggen dat de potklei afgedekt wordt door een laag (dekzand) van één tot twee meter. De potklei als eerste slechtdoorlatende laag is nooit dikker dan vijf meter. Op enkele plaatsen in het gebied van de Drentse Aa vormen keileem en potklei één slecht doorlatende laag. Beekleem komt alleen voor in de beekdalen. Het is een afzetting die is ontstaan door het bezinken van fijne deeltjes in stagnerend water. De dikste lagen zullen dan ook voorkomen in brede beekdalen die verder stroomafwaarts smaller worden. De dikte van het beekleem pakket blijft een moeilijke parameter, aangezien deze een zeer grillig verloop verkent. Voor de weerstand van de beekleem is de waarde van 100 d.m^{-1} aangehouden (Kortleve, 1989). De voor Drenthe typerende keileemlaag is zeer grillig wat verbreiding en dikte betreft.

Tweede slechtdoorlatende laag

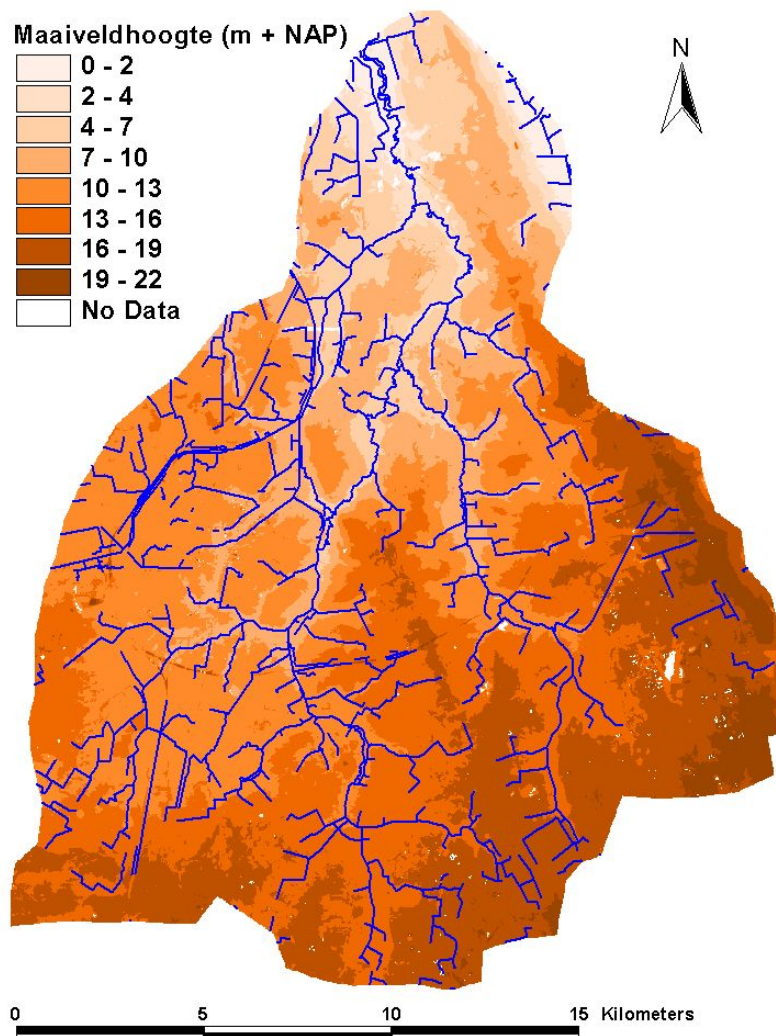
Als tweede slechtdoorlatende laag kunnen worden onderscheiden:

- Peelo potklei;
- Peelo slibhoudende zanden.

De verspreiding en dikte van de potklei is niet geheel duidelijk. In een eerdere studie is een kaart samengesteld waarop de dikte van de potklei is aangegeven van 0.5 m tot 100 m (van Weperen, 1986b). Voor de doorlatendheid van de potklei is een waarde van 10 000 tot 100 000 d.m^{-1} aangehouden (Kortleve, 1989).

2.3 Maaiveld

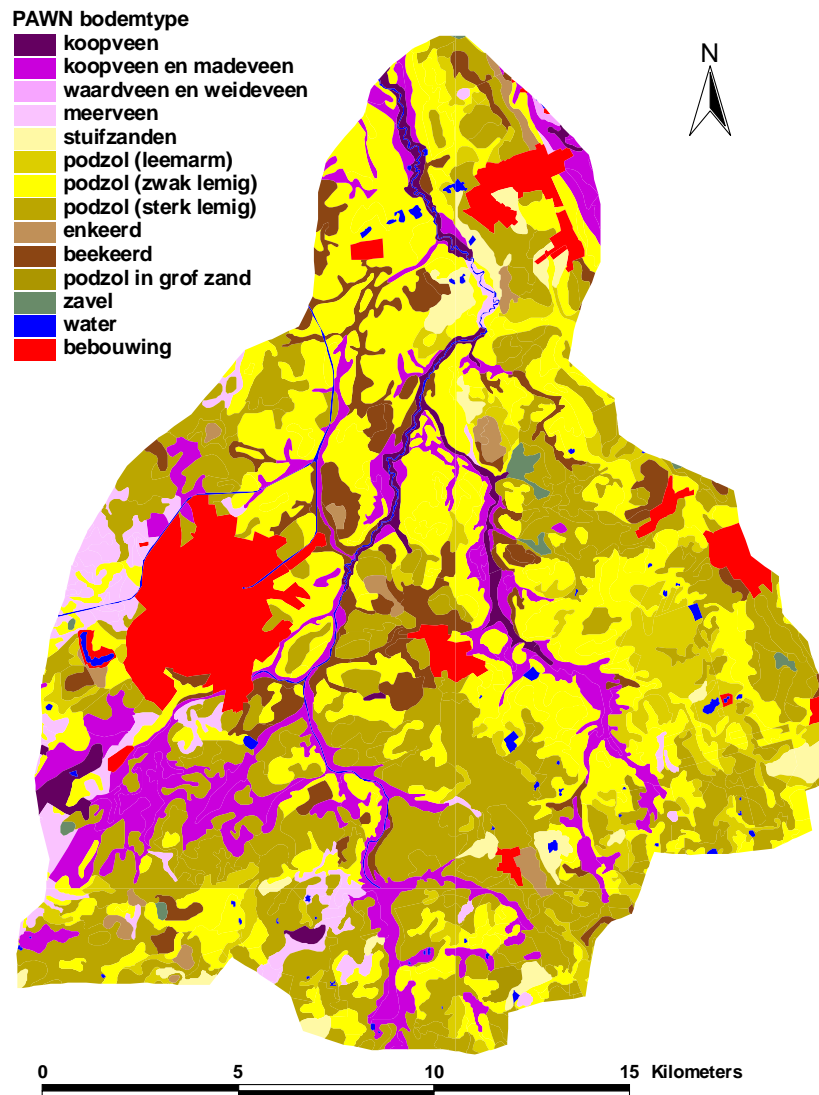
Het stroomgebied van de Drentse Aa ligt in het noordoosten van de provincie Drenthe, in de driehoek Assen-Glimmen-Gieten. De stroompjes ontspringen op de Hondsrug en het Drentsch Plateau, dat een maximale hoogte van ca. 22 m. boven N.A.P. bereikt (figuur 4). In noordelijke richting neemt de maaiveldhoogte af naar ca. 0.60 m. boven N.A.P. in de buurt van Glimmen (Kortleve, 1989).



Figuur 4 Maaiveldhoogte van het stroomgebied de Drentse Aa volgens AHN

2.4 Bodem

De bodem in het stroomgebied bestaat voor het overgrote deel uit zandgronden (ruim 90 %), met in de beekdalen laagveen (zie figuur 5). De zandgronden kunnen verder onderverdeeld worden in podzolgronden (ca. 80 % van het aandeel van de zandgronden), beekerdgronden (ca. 13 %) en vaaggronden en stuifzandgronden (gezamenlijk ca. 7 %).

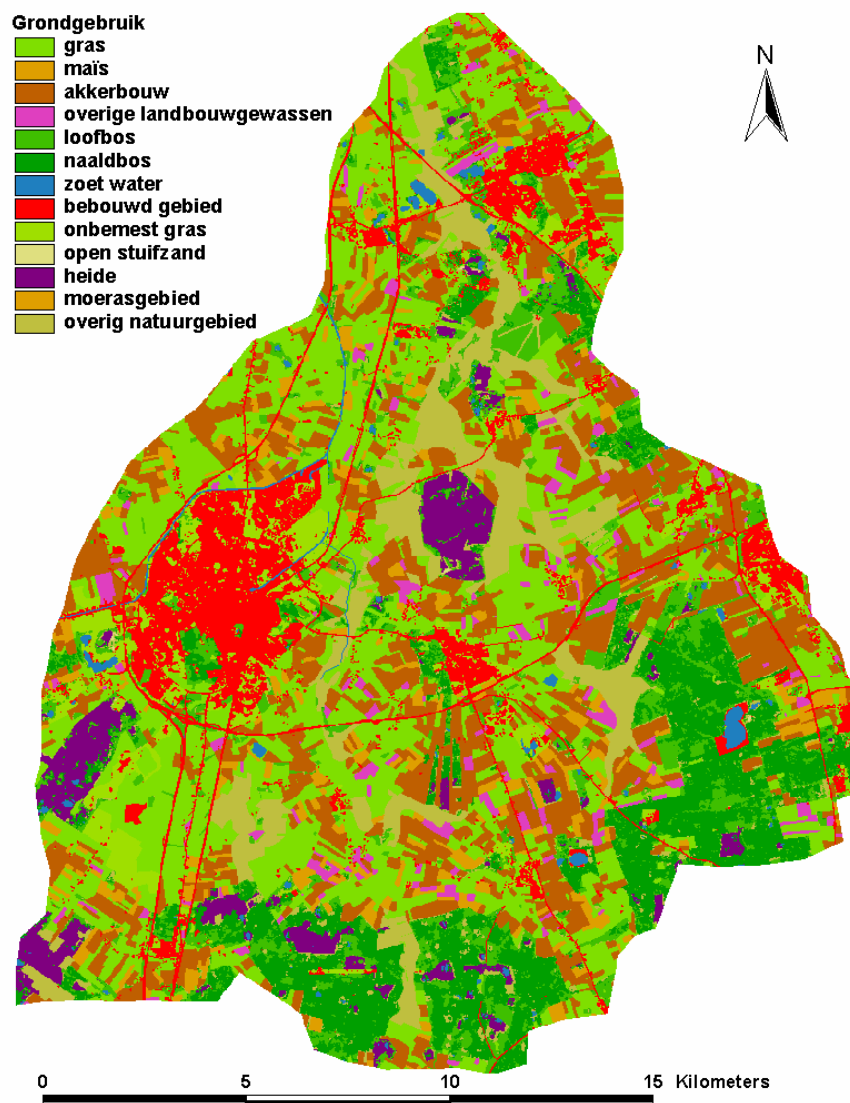


Figuur 5 Bodemdeling in het stroomgebied de Drentse Aa volgens de 1:50 000 bodemkaart (de Vries, 1999); de 1:50 000 bodemkaart is vertaald naar de 21 PAWN-bodemseenheden, welke is gebaseerd op de vertaling van de 1:250 000 bodemkaart (Wösten et al., 1988)

2.5 Grondgebruik

In figuur 6 en tabel 1 wordt de verdeling van het grondgebruik in het stroomgebied van de Drentse Aa weergegeven. Ruim de helft van het oppervlak van het stroomgebied is agrarisch gebied. Hiervan is ca. 50 % grasland. Verder zijn met name aardappelen (ca. 15 %) en granen (ca. 12 %) sterk in het stroomgebied vertegenwoordigd. Naast landbouw neemt natuur een aanzienlijk deel van het grondgebruik in het stroomgebied voor haar rekening (ca. 35 %). In de beekdalen vindt men hoofdzakelijk verschaalde graslanden en andere korte vegetatie.

Daarnaast neemt loof- en naaldbos een kleine 20 % van het oppervlak van het stroomgebied van de Drentse Aa voor haar rekening.



Figuur 6 Ruimtelijke weergave van het grondgebruik in het stroomgebied de Drentse Aa volgens LGN4

In het stroomgebied liggen een aantal stedelijke gebieden. In het westen van het gebied ligt Assen, in het noorden Zuidlaren, in het oosten Gieten en in het midden Rolde.

Tabel 1 Grondgebruik in het stroomgebied van de Drentse Aa volgens LGN4

Grondgebruik	Oppervlak (ha)	Oppervlak (%)
Landbouw	16550	52
<i>grasland</i>	8578	26.7
<i>maïs</i>	1443	4.5
<i>akkerbouw:</i>	5773	18.1
- <i>aardappelen</i>	2721	8.5
- <i>granen</i>	2059	6.4
- <i>bieten</i>	993	3.1
<i>overige landbouw</i>	755	2.4
Natuur	10109	32
<i>loofbos</i>	2470	7.7
<i>naaldbos</i>	3630	11.3
<i>overige natuur</i>	4009	12.5
Open water	339	1
Bebouwd gebied	5089	16
<i>stedelijke bebouwing</i>	2176	6.8
<i>wegen</i>	788	2.5
<i>gras in bebouwing</i>	1484	4.6
<i>bos in bebouwing</i>	641	2.0
Totaal	32087	100

2.6 Gegevens(bestanden)

Gegevens over geologie en geohydrologie zijn afkomstig van de studie van Kortleve (1989, van Weperen (1986a, 1986b) en Csengö (1981). De maaiveldhoogte is afkomstig van het digitale landsdekkend 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 hoofdoel van deze studie. In dit hoofdstuk wordt daarom 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, verminderd met de (gewas)verdamping (=neerslagoverschot), vormt de enige aanvoer van water in het stroomgebied van de Drentse Aa. 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. Tenslotte wordt in paragraaf 3.5 een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

3.1 Neerslag en verdamping

Het meest dichtbijgelegen weerstation van het KNMI waar zowel neerslag als verdamping wordt geregistreerd is station Eelde (tabel 2). De geregistreeerde verdamping (gewasrefentieverdamping) is bepaald als de niet-vochtgelimiteerde verdamping van (kort) grasland. Aangezien andere grondgebruiksvormen dan grasland andere verdamping kennen, dient de totale gewasrefentieverdamping 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=0.70, bouwland=0.60, naaldbos=0.90, loofbos=0.80 en bebouwd gebied=0.30). De verdampingscorrectie voor het stroomgebied van de Drentse Aa wordt dan: $0.267 \cdot 0.70 + 0.249 \cdot 0.60 + 0.077 \cdot 0.80 + 0.113 \cdot 0.90 + 0.02 \cdot 0.85 + 0.125 \cdot 0.70 + 0.093 \cdot 0.30 + 0.046 \cdot 0.70 = 0.6642$ (voor de oppervlakten van de verschillende grondgebruiksvormen zie tabel 1). De verdamping is berekend door de verdampingscorrectie voor het gebied te delen door 0.70 (gewasfactor grasland). De verdampingscorrectie voor de Drentse Aa wordt dan $0.6642 / 0.70 = 0.9489$. Naast het weerstation Eelde zijn er een aantal weerstations in en rond het stroomgebied waar alleen de neerslag gemeten wordt. Dit zijn Assen, Eext, Laaghalen en Schoonloo. Omdat het neerslagpatroon van deze vier neerslagstations niet wezenlijk verschilt van die van weerstation Eelde, is in de systeemverkenning alleen gebruik gemaakt van de neerslag en verdamping van station Eelde.

Tabel 2 Neerslag en verdamping in de periode 1990-2000 van weerstation Eelde

Jaar	Neerslag (mm)	Gewasreferentie- verdamping (mm)	Verdampings- correctie (-)	Gecorrigeerde verdamping (mm)	Neerslag- overschot (mm)
1990	795	538	0.9489	511	284
1991	629	538	0.9489	511	118
1992	744	577	0.9489	548	196
1993	904	498	0.9489	473	431
1994	953	539	0.9489	511	442
1995	883	577	0.9489	548	335
1996	541	508	0.9489	482	59
1997	656	558	0.9489	529	127
1998	1092	489	0.9489	464	628
1999	890	581	0.9489	551	339
2000	856	519	0.9489	492	364
Gem.	813	538	0.9489	511	302

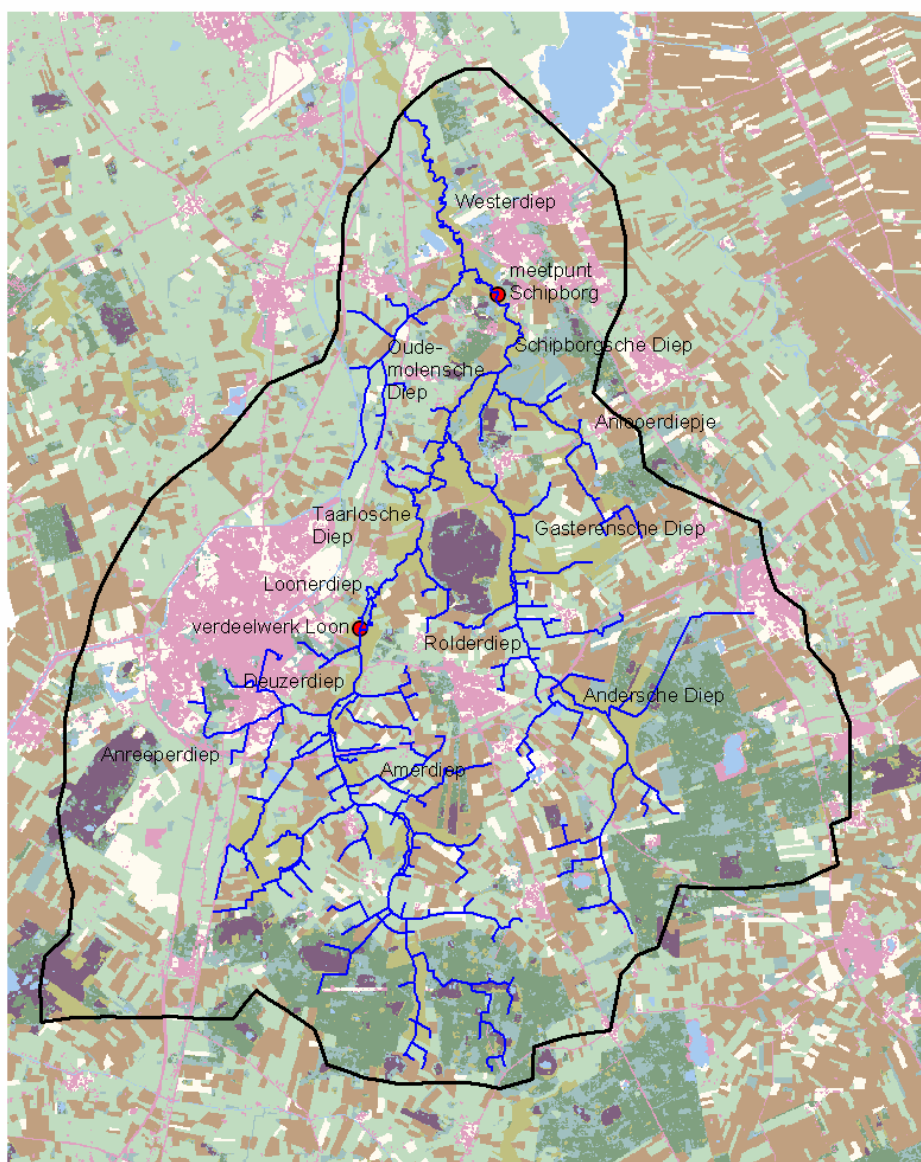
3.2 Oppervlaktewater

3.2.1 Oppervlaktewaterstructuur

Het stroomgebied van het beekstelsel de Drentse Aa is een onder natuurlijk verval afwaterend gebied met een oppervlak van circa 30 000 hectare. De Drentse Aa bestaat uit een aantal takken die veelvuldig van naam veranderen. De stroompjes zijn in het algemeen naar de plaats genoemd waar ze op dat moment langs stromen. Slechts een gedeelte van de benedenloop wordt ook daadwerkelijk Drentse Aa genoemd.

Ten zuiden van Oudemolen ontspringen drie hoofdtakken, het Anreepdiep, Amerdiep en Anderschediep (figuur 7). De meest westelijke beek (Anreepdiep) geldt als oorspronkelijke hoofdstroom. Samen met het Amerdiep gaat deze als Deurzerdiep, Loonerdiep en Taarlosche Diep stroomafwaarts. De oostelijke hoofdtak, het Anderschediep, gaat als Rolderdiep en Gasterenschediep verder en vormt de belangrijkste bijdrage aan de waterafvoer. Nabij Oudemolen komen de twee stromen samen tot het Oudemolenschediep. Verderop wordt dat nog Schipborgerdiep en Westerdiep, waarna de beek een stukje Drentsche Aa mag heten. Tegenwoordig komt het water van de Drentse Aa in het Noord-Willemskanaal terecht.

Onderweg komen zowel plaatselijke kwel als kleine zijbeken de stromen versterken. Het Smalbroekerloopje en Scheebroekerloopje komen in de westelijke en oostelijke hoofdtak uit. Noordelijker vallen het Anloërdiep en de Zeegserloop nog in de hoofdstroom.



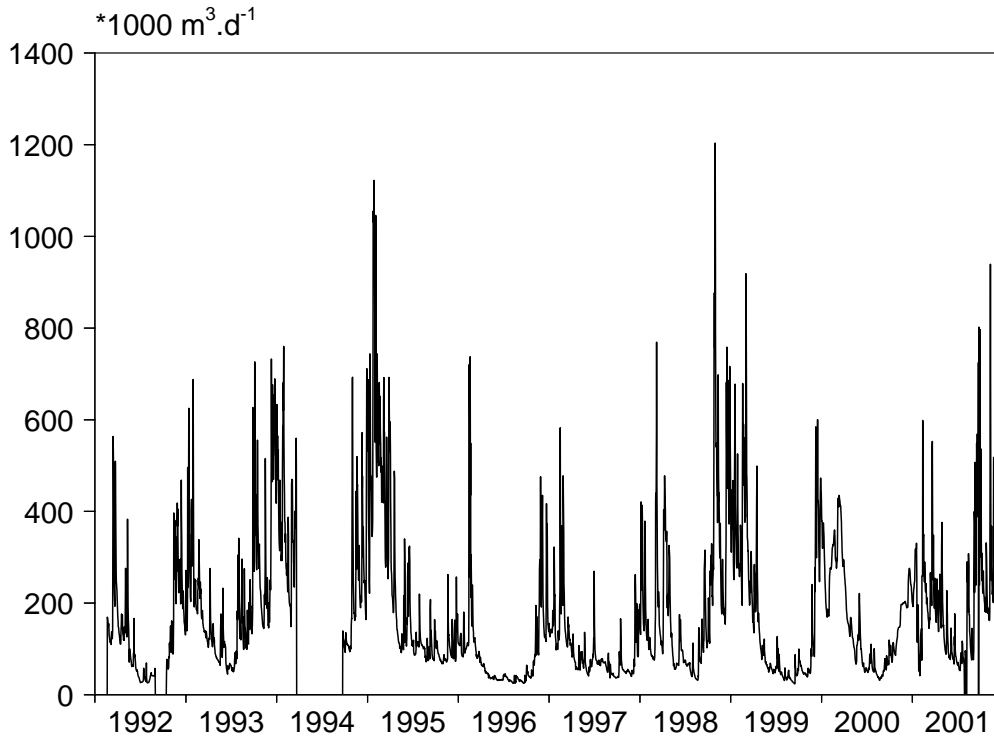
Figuur 7 Ligging van het beekstelsel de Drentse Aa

Sinds de 60-er jaren is de bovenloop van het Loonerdiep, te weten: Amerdiep, Anreepdiep en Deurzerdiep, genormaliseerd. Ook het Rolderdiep, een gedeelte van het Andersediep en de bovenloop van het Zeegseloepje zijn genormaliseerd. De totale lengte van het bedraagt nu circa 65 km.

Een klein gedeelte van het gebied op de Hondsrug nabij Gasselte watert af op een aantal zakputten. Vanuit deze zakputten zijt het water direct in naar het diepe watervoerende pakket.

3.2.2 Waterafvoer

Het bekenstelsel de Drentse Aa is een continu watervoerend stelsel. In de zomer heeft de Drentse Aa een afvoer van circa $50 \cdot 10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. De piekafvoer in het najaar kan oplopen tot ca. $1200 \cdot 10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ (figuur 8).



Figuur 8 Gemeten waterafvoer bij Schipborg

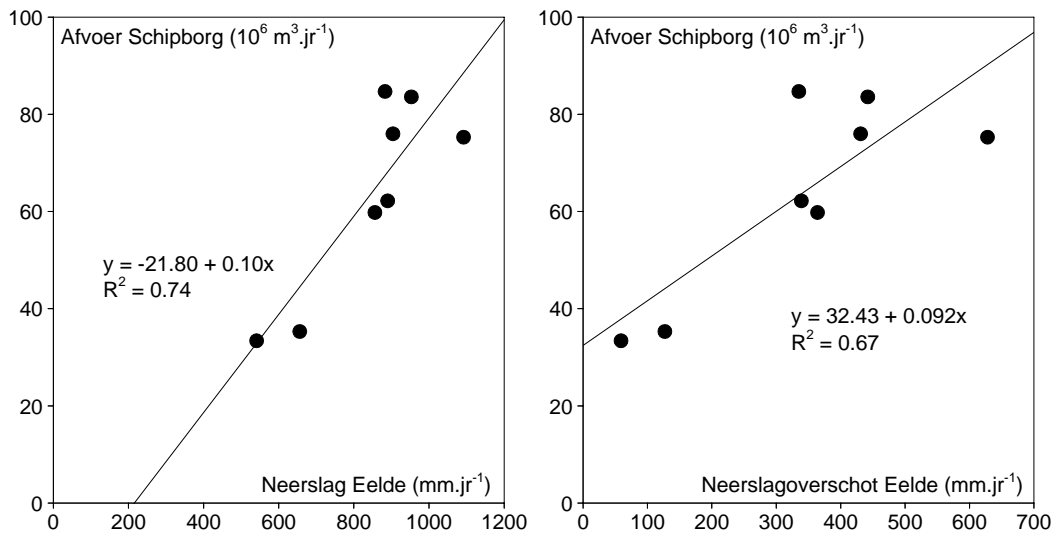
Bij Schipborg wordt de waterstand eenmaal per kwartier geregistreerd door een recorder. Er is 25 meter stroomafwaarts met behulp van snelheidsmetingen een relatie tussen waterpeilhoogte en stroomsnelheid (Q-h relatie) opgesteld. In figuur 8 is voor de periode 1992-2001 de gemeten debieten weergegeven.

Bij Loon is een aftakking gemaakt van het Deurzerdiep naar het Noord-Willemskanaal. Deze aftakking wordt gebruikt om afvoeren groter dan $1.5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ af te voeren (noodoverlaat). Deze noodoverlaat werkt alleen bij hoge afvoeren en voert dus eigenlijk de pieken in de afvoer van het bovenstrooms gelegen gebied direct af naar het Noord-Willemskanaal (Kortleve, 1989). In 1989 is het beheer van de noodoverlaat aangepast, na 1989 verdwijnt minder water naar het Noord-Willemskanaal en is de afgevoerde hoeveelheid in de Drentse Aa met ongeveer 9% toegenomen (van der Bolt *et al.*, 2000).

Tabel 3 Gemeten waterafvoer bij Schipborg

Jaar	Afvoer ($10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{jr}^{-1}$)
1993	76.0
1994	83.6
1995	84.7
1996	33.4
1997	35.3
1998	75.3
1999	62.2
2000	59.8
2001	82.9
Gemiddeld	65.9

In tabel 3 is voor de periode 1993 - 2001 de jaarlijkse afvoer van het Schipborgsche Diep weergegeven (meetpunt Schipborg, figuur 7). De hoeveelheid afgevoerde water kent grote verschillen tussen jaren. Deze verschillen zijn goed terug te leiden naar jaren met hoge neerslaghoeveelheid en neerslagoverschot (figuur 9).



Figuur 9 Verband tussen waargenomen neerslag en neerslagoverschot in weerstation Eelde en waterafvoer bij Schipborg

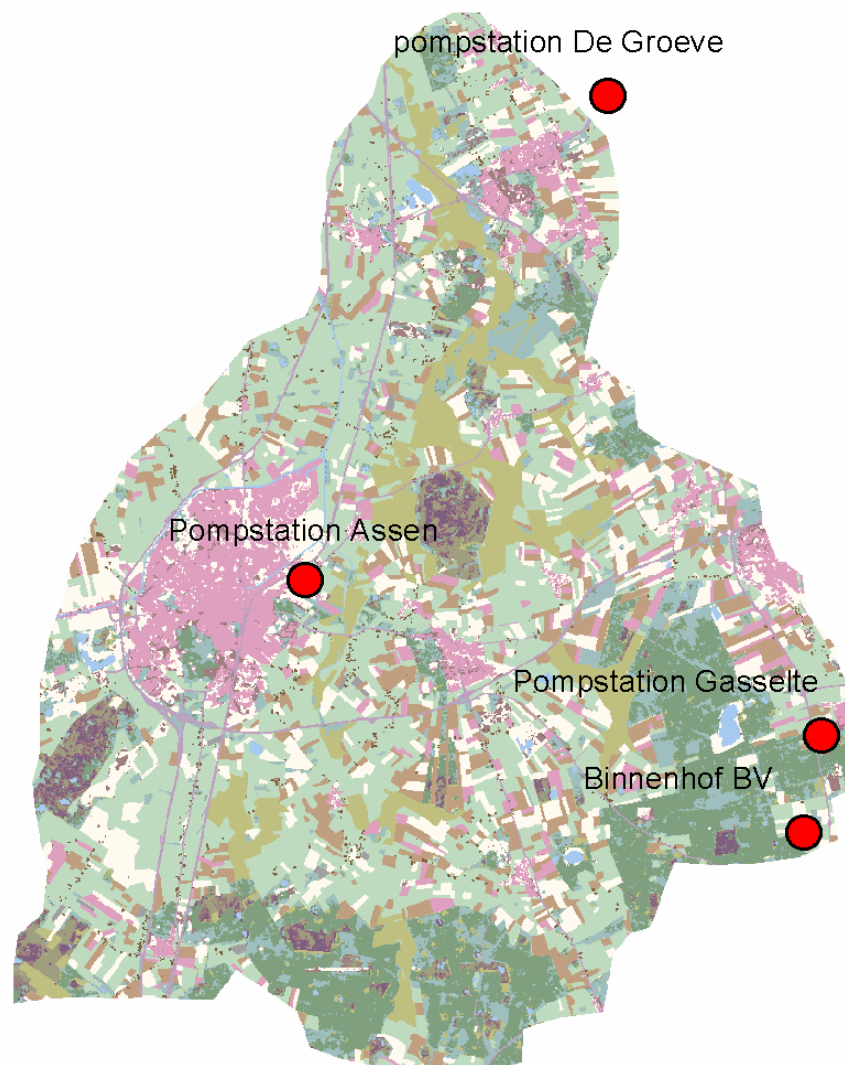
3.2.3 Wateraanvoer

In het stroomgebied van de Drentse Aa vindt geen inlaat van gebiedsvreemd water plaats.

3.3 Grondwater

3.3.1 Onttrekkingen

In het stroomgebied vinden ten behoeven van drinkwaterbereiding en industrie grondwateronttrekkingen plaats. In en in de nabijheid van het gebied de Drentse Aa zijn vier grondwateronttrekingspunten aanwezig (figuur 10).



Figuur 10 Locatie van de pompstations in het gebied de Drentse Aa

Gezamenlijk wordt door deze vier onttrekkingspunten ca. 16 miljoen m³ per jaar grondwater onttrokken (tabel 4). Van deze vier onttrekkingspunten ligt het intrekgebied van pompstation Assen, met een gemiddelde jaarlijkse onttrekking van 3.9 miljoen m³.jr⁻¹, volledig in het stroomgebied van de Drentse Aa.

Het intrekgebied van pompstation De Groeve en pompstation Gasselte ligt respectievelijk voor ca. 60 % en 25 % buiten het stroomgebied. Het intrekgebied van Binnenhof BV is niet bekend maar is voor de eenvoud voor 50 % binnen het stroomgebied meegenomen. Totaal wordt dus gemiddeld ca. 9.5 miljoen m³.jr⁻¹ grondwater in het gebied onttrokken.

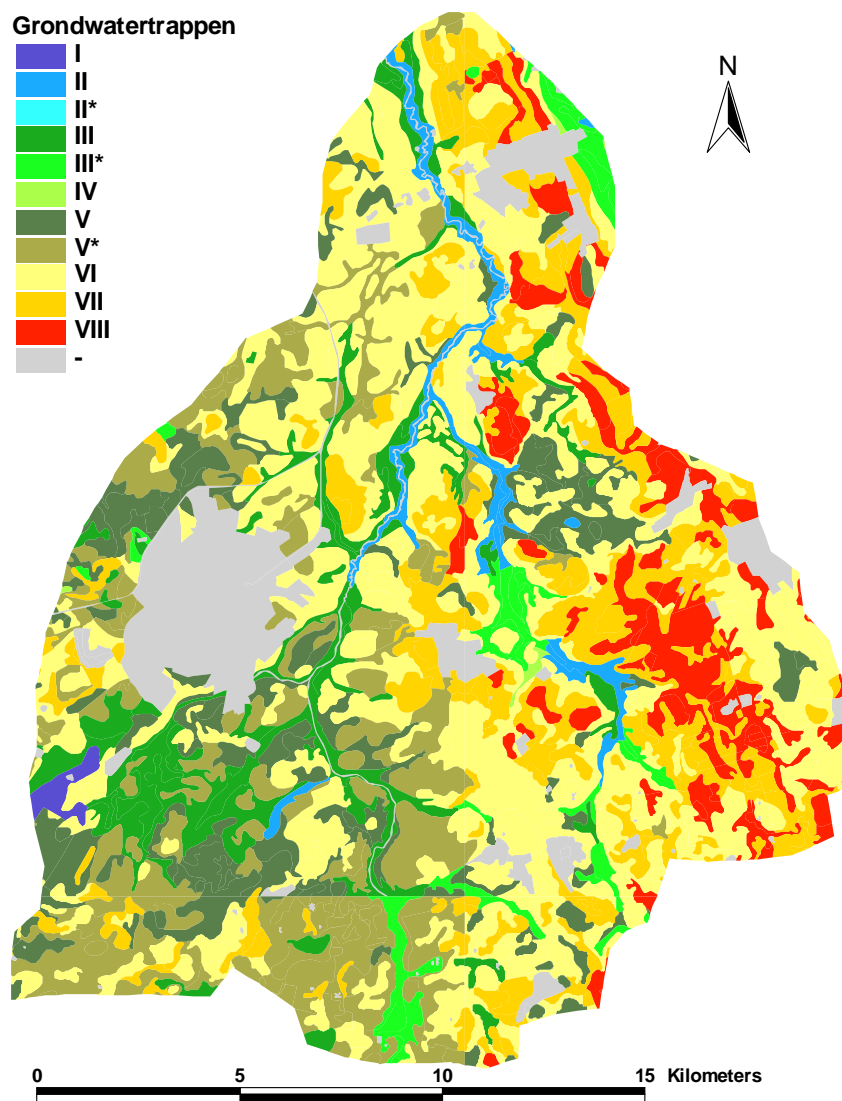
Tabel 4 Grondwateronttrekkingen in het gebied de Drentse Aa

Jaar	Onttrekking pompstation Assen (10 ⁶ m ³ .jr ⁻¹)	Onttrekking pompstation de Groeve (10 ⁶ m ³ .jr ⁻¹)	Onttrekking pompstation Gasselte (10 ⁶ m ³ .jr ⁻¹)	Onttrekking Binnenhof BV (10 ⁶ m ³ .jr ⁻¹)
1992	4.1	8.5	2.2	0.10
1993	3.9	8.6	2.2	0.02
1994	4.0	8.7	2.3	0.07
1995	4.2	8.5	2.3	0.07
1996	3.8	10.0	2.5	0.11
1997	3.7	10.1	2.4	0.07
1998	3.7	10.0	2.3	0.02
1999	3.9	9.9	2.5	0.05
2000	3.9	10.1	2.5	0.01
2001	3.8	10.1	2.4	0.03
Gem.	3.9	9.5	2.4	0.05

3.3.2 Grondwaterstanden

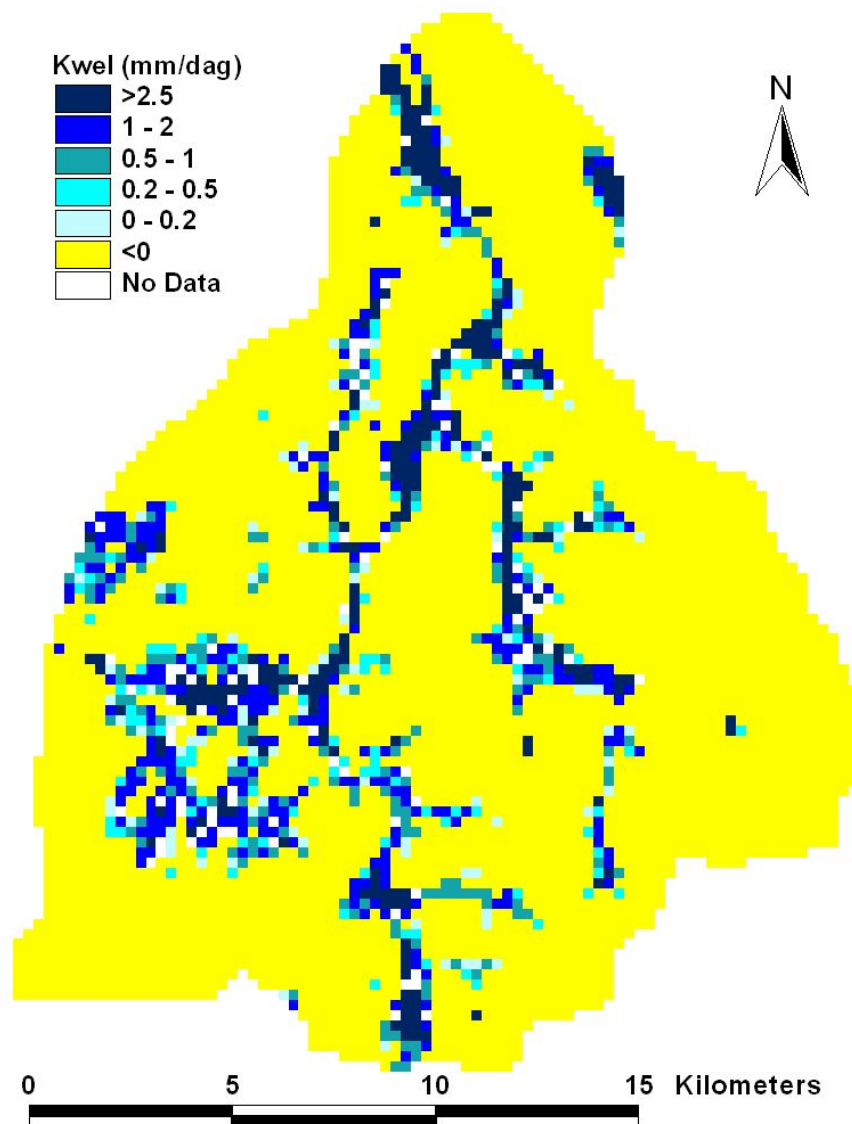
In figuur 11 is de grondwatertrappenkaart uit de 1:50 000 bodemkaart weergegeven. Deze kaart laat duidelijk de natte laaggelegen beekdalen en de droge hooggelegen delen in het zuiden en oosten van het stroomgebied zien. Gemiddeld vindt wegzijging plaats op de dekzandruggen. Kwel treedt op in de beekdalen (figuur 12).

Indien aanwezig vindt ter plaatse van de hooggelegen gronden laterale afstroming plaats over de lemen naar de beekdalen toe. Daarnaast treedt wegzijging op via de slecht doorlatende lemen naar de diepere ondergrond. Ter plaatse van de beekdalen komt eveneens laterale afstroming over de leemafzettingen naar de beken voor, deze ondiepe grondwaterstroming wordt hier mede gevoed door kwellend grondwater dat via de lemen de beken uiteindelijk zal bereiken (Haskoning, 1995).



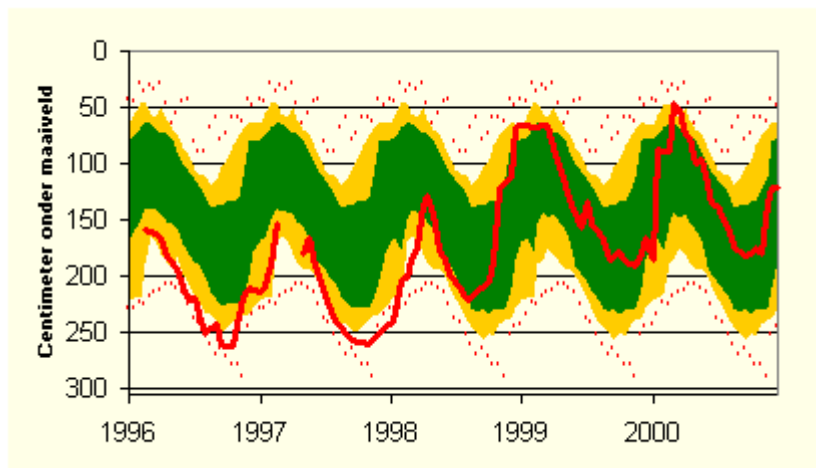
Figuur 11 Grondwatertrappen in het stroomgebied de Drentse Aa volgens de 1:50 000 bodemkaart (de Vries, 1999)

In de directe omgeving van de beken vindt ten gevolge van de drainerende werking toestroming van het ondiepe grondwater plaats. Enerzijds is hier sprake van laterale toestroming, anderzijds worden de beken gevoed door kwellend diep grondwater.



Figuur 12 De gemiddelde kwel over de periode 1979-1985 berekend met de grondwatermodellen NAGROM, MOZART en SWAP (Kroon, et al., 2001)

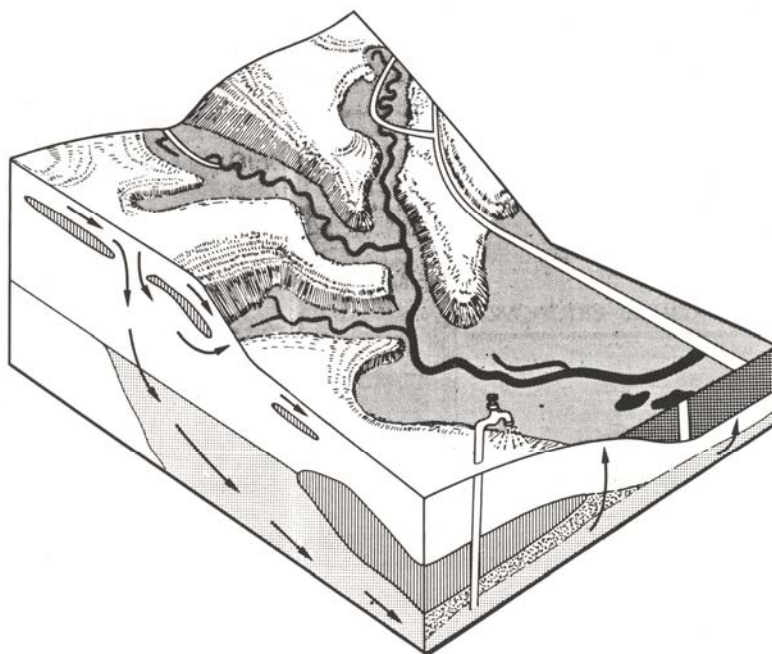
In figuur 13 is het grondwaterstandsverloop van peilbuis 12EL004901 weergegeven. Dit meetpunt ligt in Anloo in de buurt van de Schipborgerweg (DINO, TNO-NITG). De gekleurde banden geven het gemiddelde grondwaterstandsverloop, gebaseerd op historische gegevens, weer. De rode lijn is de actuele gemeten grondwaterstand.



Figuur 13 Grondwaterstandsverloop van meetpunt 12EL004901 (DINO, TNO-NITG)

3.3.3 Grondwaterstroming

Het hydrologisch systeem van de Drentse Aa kan worden opgedeeld in gebieden waar het water inzijgt (met name de Hondsrug en het Drentsch Plateau) en gebieden waar het water omhoog welt (figuur 14). In het gebied van de Drentse Aa treedt in het grootste deel van het gebied inzijging op (zie ook figuur 12). In perioden met neerslag zal er door de combinatie van de weerstand van de keileemlaag en de intensiteit van de ontwatering veel water door het oppervlaktewaterstelsel worden afgevoerd. Dit veroorzaakt de snelle component van de afvoer van het beekstelsel.



Figuur 14 Schematische weergave van de regionale grondwaterstroming in de Drentse Aa (Kortleve, 1989)

De langzame component wordt veroorzaakt door kwel, welke voornamelijk voorkomt in de beekdalen. De intensiteit van de kwel wordt bepaald door de diepte van de insnijding van het beekdal (hoe dieper het beekdal, hoe groter de kwel) en door het voorkomen van slechtdoorlatende lagen, zoals in het geval van het gebied de Drentse Aa de potklei en beekleem. Bij het vergelijken van de verbreiding van de potklei met de plaatsen waar kwel optreedt blijkt dat aan de randen van de potkleibekken de grootste intensiteiten optreden (Kortleve, 1989).

Wanneer de grondwaterstroming van het eerste en tweede watervoerende pakket in beschouwing wordt genomen dan kan worden geconcludeerd dat in grote lijnen de stroming in noordelijke richting plaatsvindt. In de beekdalen buigen de grondwaterstromingen af in de richting van de beek (Kortleve, 1989).

3.4 Waterbalans

Op basis van de verzamelde gebiedsgegevens is getracht een waterbalans op te stellen (tabel 5). Bij het opstellen van de waterbalansen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De balans zal worden opgesteld voor het compartiment oppervlaktewater binnen een stroomgebied. Hierbij zal voor het water in de waterlopen de balans worden opgesteld. Waterplanten en waterbodembodem worden dan beschouwd als externe factoren.
- 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 voornamelijk 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 maandelijks balansen worden opgesteld.

Het gemiddelde neerslagoverschot over de periode 1990-2000 is vastgesteld op 302 mm. Voor het gehele stroomgebied is dit een input van $302 \text{ (mm.jr}^{-1}) * 30\,000 \text{ (ha)} = 90.6 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$ (zie paragraaf 2.1).

Waterafvoer over de periode 1993-2001 is gemiddeld $65.9 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$ (zie paragraaf 2.2.2).

Grondwateronttrekkingen in het gebied zijn ca. $10 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$ (zie paragraaf 2.3.1).

Omdat niet alle posten van de waterbalans bekend zijn (bijv. kwel/wegzijging), kan er geen sluitende waterbalans voor het gebied van de Drentse Aa worden opgesteld (tabel 5).

Tabel 5 Waterbalans op basis van verzamelde gegevens

	IN (10 ⁶ m ³)		UIT (10 ⁶ m ³)
Neerslag	244	Verdamping	153
Waterinlaat	0	Grondwateronttrekkingen	10
Kwel vanuit:		Riolering	--
- landbouw	--	Wegzijging (2.2.3)	--
- natuur	--	Waterafvoer (2.2.2)	66
Totaal	244 +	Totaal	229 +

3.5 Gegevens(bestanden)

Gegevens met betrekking tot neerslag en gewasreferentieverdamping zijn afkomstig van KNMI. Gegevens over het oppervlaktewaterstuctuur zijn afkomstig van waterschap Hunze en Aa's en bestaan uit de zogenaamde digitale leggergegevens. Gegevens over de hoeveelheid waterafvoer zijn eveneens afkomstig van waterschap Hunze en Aa's. Gegevens over grondwateronttrekkingen zijn aangeleverd door Provincie Drenthe. Gegevens over gemeten grondwaterstanden zijn afkomstig vanuit de landelijke database DINO van NITG-TNO. De grondwatertrappen zijn afkomstig van het digitale landsdekkende bestand 1:50 000 bodemkaart (de Vries, 1999). Gegevens over de regionale grondwaterstroming voor het stroomgebied de Drentse Aa zijn afkomstig van Kortleve (1989).

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, veenoxydatie 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 tenslotte wordt een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

4.1 Beschouwde stoffen

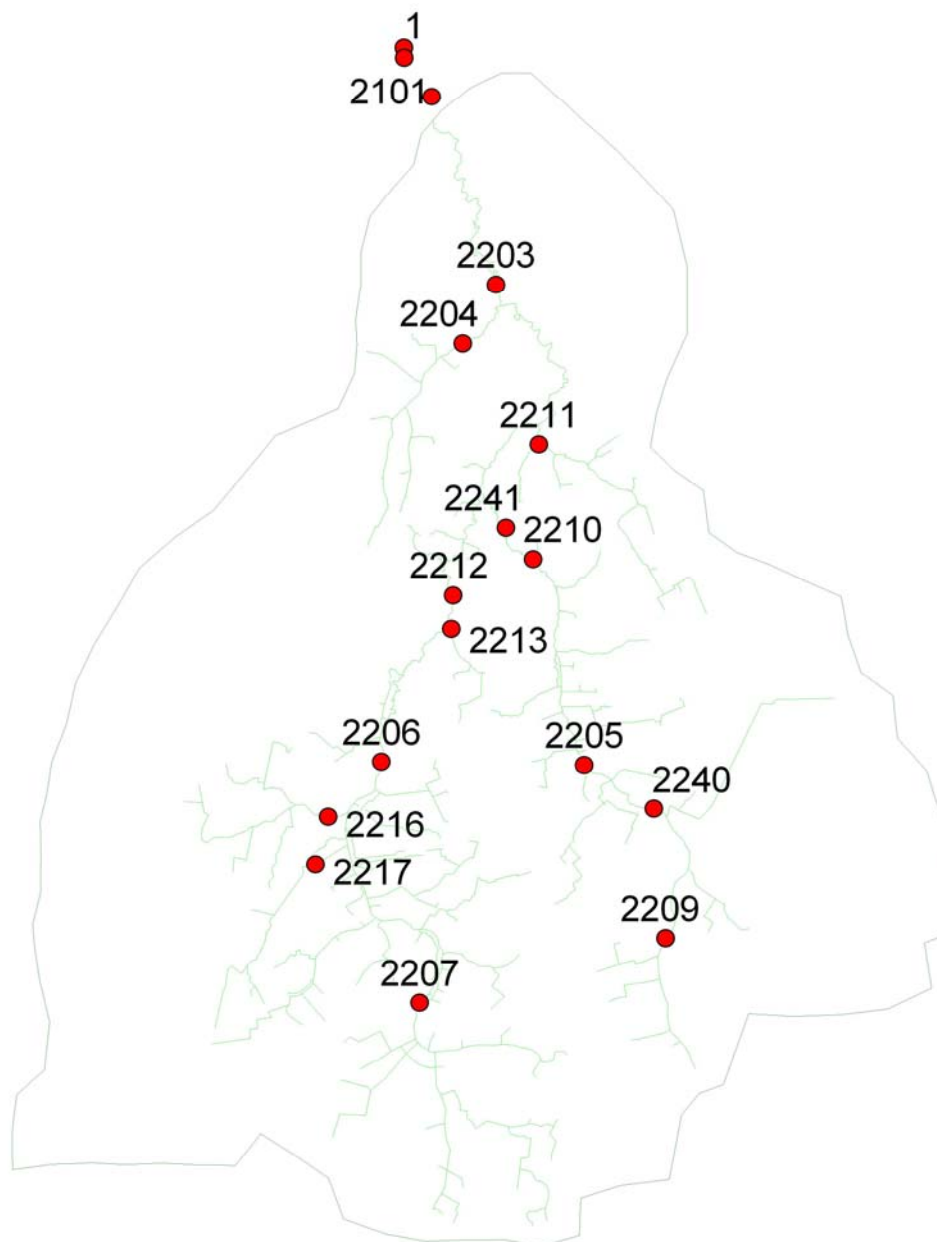
In het meetnet waterkwaliteit van het waterschap Hunze en Aa's worden de volgende stoffen gemeten: totaal-stikstof, totaal-fosfaat, chlorofyl, zuurstof, chloride, bestrijdingsmiddelen en zware metalen. Deze studie beperkt zich tot een systeemanalyse gericht op de belasting van het grond- en oppervlaktewater met nutriënten.

De meetpunten van het meetnet van het waterschap Hunze en Aa's kunnen onderverdeeld worden in hoofdmeetpunten en stroomgebiedsmeetpunten. De hoofdmeetpunten bevinden zich voornamelijk in de grote watergangen, die een belangrijke afwaterende functie hebben voor (een deel van) een stroomgebied. In deze meetpunten vindt meerjarig waterkwaliteitsonderzoek plaats en is vanuit de meerjarige insteek met name bedoeld voor trenddetectie. De hoofdmeetpunten zijn in figuur 15 weergegeven met de meetcodes 2101 en 2203.

Om beter te kunnen inzoomen op specifieke en/of kleinere wateren in een stroomgebied wordt bij zogenaamde stroomgebiedsmeetpunten gemeten en heeft voornamelijk als meetdoel de totstandbepaling van de waterkwaliteit in een stroomgebied. Alle stroomgebiedsmeetpunten worden éénmaal in de vier jaar maandelijks onderzocht (Waterschap Hunze en Aa's, 2002). De stroomgebiedsmeetpunten zijn in figuur 15 weergegeven met de meetcodes 2204, 2205, 2206, 2207, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2216, 2217, 2240 en 2241.

Daarnaast wordt door het Waterbedrijf Groningen, ten behoeve van winning van oppervlaktewater voor drinkwaterbereiding, de kwaliteit van het oppervlaktewater gemeten. Het waterbedrijf meet naast stikstof en fosfaat tevens een reeks van bestrijdingsmiddelen. Het Waterbedrijf Groningen meet op één vaste locatie,

namelijk bij het innamepunt van het pompstation de Punt te Glimmen. Dit meetpunt is in figuur 15 weergegeven met de meetcode 1.



Figuur 15 Ligging van de meetpunten van meetnet van het waterschap Hunze en Aa's (meetpunten 2101 t/m 2241) en het drinkwaterbedrijf Groningen (meetpunt 1)

4.2 Atmosferische depositie

In tabel 6 is voor de periode 1999-2001 de atmosferische depositie voor het stroomgebied de Drentse Aa 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 stroomgebied van de Drentse Aa; berekend met het model OPS t.b.v. Milieubalans 2002 (RIVM, 2003)*

Jaar	NHx (mol.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	NOx (mol.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	Totaal N-dep (mol.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	Totaal N-dep (kg.ha ⁻¹ .jr ⁻¹ N)
1999	1604	646	2250	31.5
2000	1501	587	2088	29.2
2001	1360	570	1930	27.0

4.3 Externe belasting

In het stroomgebied van de Drentse Aa vinden geen directe lozingen van de industrie op het oppervlaktewater plaats.

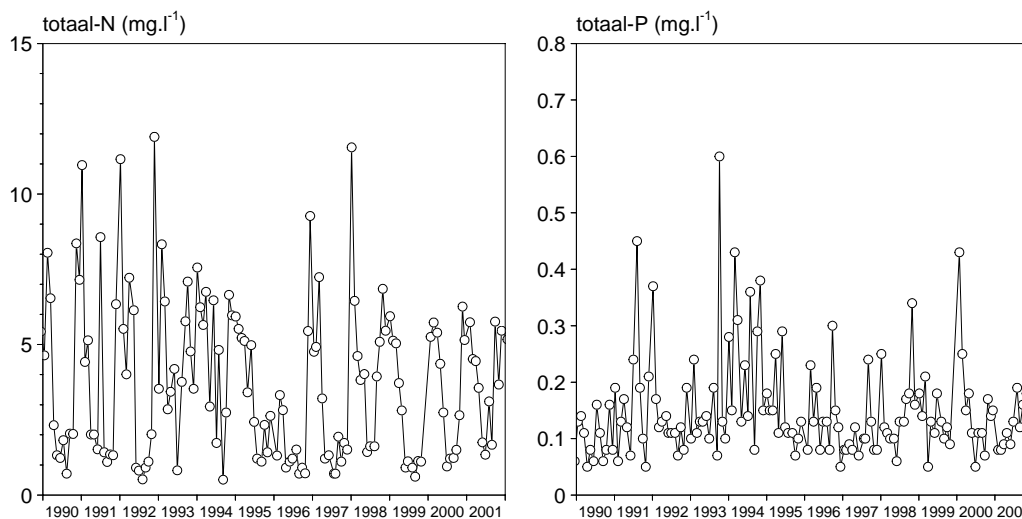
Van de grotere plaatsen zoals Rolde en Assen wordt het rioolwater naar de R.W.Z.I. in Assen gevoerd. Het effluent van de waterzuiveringsinstallatie wordt geloosd op het Noord-Willemskanaal. Riooloverstorten zijn in het stroomgebied van de Drentse Aa te verwaarlozen (zie ook bijlage 1). Gegevens over nutriëntenbelasting door het oxyderen van veen zijn niet aanwezig. Vooralsnog wordt aangenomen dat deze bron klein is, gezien het feit dat er geen grote veenpakketen in het stroomgebied aanwezig zijn en op die plekken waar veen voorkomt (in de beekdalen) de gronden nat zijn, zodat veenoxydatie nagenoeg niet voorkomt.

De nutriëntenconcentratie in het grond- en oppervlaktewater van het stroomgebied van de Drentse Aa wordt grotendeels veroorzaakt door landbouw in dit gebied. Daarnaast vindt er een achtergrondbelasting van nutriënten via kwelwater plaats. Zowel de belasting van nutriënten via kwelwater als vanuit de landbouw kan met de huidige informatie niet worden gekwantificeerd.

4.4 Oppervlaktewater

Het stroomgebied van de Drentse Aa behoort tot het stroomgebied met één van de laagste nutriëntenconcentraties in Nederland. Ongeveer 25% van de stroomgebiedsmeetpunten voldoet in 2001 aan de MTR-norm voor stikstof. Ondanks de hoge stikstofuitspoeling in het natte jaar 2001 blijkt toch nog 25% van de stroomgebiedsmeetpunten te voldoen aan de norm (Waterschap Hunze en Aa's, 2002). De meerderheid (ruim 50%) van de stroomgebiedsmeetpunten voldoen aan de fosfaatnorm (Waterschap Hunze en Aa's, 2002)

In figuur 16 zijn de gemeten totaal stikstof en fosfaat van hoofdmmeetpunt 2101 (uitstroompunt) weergegeven. In deze figuur is te zien dat voor stikstof nog niet aan de MTR-norm wordt voldaan (zie ook bijlage 1).



Figuur 16 Gemeten totaal stikstof en fosfaat in hoofdmeetpunt 2101

Voor de periode 1990-2001 wordt voor hoofdmeetpunt 2101 een langjarig gemiddelde concentratie van $3.7 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N}$ voor totaal-stikstof gevonden. Voor alleen de zomerperiode wordt een langjarig gemiddelde concentratie van $2.2 \text{ mg.l}^{-1} \text{ N}$ voor totaal-stikstof gevonden.

Voor dezelfde periode wordt voor totaal-fosfaat een langjarig gemiddelde concentratie van $0.15 \text{ mg.l}^{-1} \text{ P}$ gevonden. Voor alleen de zomerperiode wordt een langjarig gemiddelde concentratie van $0.14 \text{ mg.l}^{-1} \text{ P}$ voor totaal-fosfor gevonden.

Met een gemiddelde waterafvoer van $65.9 * 10^6 \text{ m}^3.\text{jr}^{-1}$ wordt een afvoer voor stikstof en fosfor voor de periode 1990 t/m 2001 berekend van respectievelijk ca. 240 ton N en ca. 10 ton P per jaar.

Omdat niet alle bronnen van nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in het stroomgebied van de Drentse Aa gekwantificeerd konden worden, kan op basis van de huidige informatie geen relatie gelegd worden tussen de verschillende bronnen en de waargenomen nutriëntenconcentraties of nutriëntenvrachten in het oppervlaktewater. Om het effect van het mestbeleid aan te kunnen tonen (monitoren) is het noodzakelijk dat de landbouwbronnen goed bekend (kwantitatief) dienen te zijn; zowel op ruimtelijk als op temporeel schaalniveau. Daarnaast is het eveneens noodzakelijk dat locaties en bemonsteringstijdstippen van meetpunten van chemische waterkwaliteit zodanig zijn ingericht dat de effecten van de verschillende bronnen eenduidig kunnen worden aangetoond. Dit laatste kan door het ontbreken van de gegevens met betrekking tot landbouw en kwel niet worden geëvalueerd.

4.5 Grondwater

Ten tijden van de systeemverkenning waren deze gegevens niet beschikbaar.

4.6 Stoffenbalans

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

De meeste posten van zowel de stikstof- als de fosforbalans voor het gebied van de Drentse Aa zijn niet bekend of beschikbaar (tabel 7). Alleen voor de atmosferische depositie (stikstof) en voor de waterafvoer (stikstof en fosfor) konden de posten worden gekwantificeerd. De bijdrage van veenoxydatie en puntbronnen in het stroomgebied van de Drentse Aa zijn te verwaarlozen (zie par. 4.3) en zijn in de balans daarom op nul gesteld.

Tabel 7 Stikstof- en fosforbalans op basis van verzamelde gegevens

IN (10 ³ kg)	N	P	UIT (10 ³ kg)	N	P
Atm. depositie	877	n.v.t.	Ammoniakvervluchtiging	--	n.v.t.
Bemesting	--	--	Denitrificatie	--	n.v.t.
Oxydatie veen	0	0	Gewasafvoer	--	--
Puntbronnen	0	0	Vastlegging bodem	--	--
Kwel vanuit			Waterafvoer	240	10
- landbouw	--	--			
- natuur	--	--			
Oppervlakkige afspoeling	--	--			
Uitspoeling vanuit:					
- landbouw	--	--			
- natuur	--	--			
Totaal	--	--	Totaal	--	--

4.7 Gegevens(bestanden)

Gegevens met betrekking tot de atmosferische depositie zijn afkomstig van Milieubalans 2002 (RIVM, 2003). De gemeten nutriëntenconcentraties in de Drentse Aa zijn verkregen door het meetnet van waterschap Hunze en Aa's en een meetpunt van waterbedrijf Groningen.

5 Ecologische waterkwaliteit

In dit hoofdstuk wordt de ecologische waterkwaliteit van het studiegebied beschreven. De typering van de ecologische waterkwaliteit van het studiegebied wordt behandeld in paragraaf 5.1. Voor bijzondere situaties en/of soorten wordt een overzicht gegeven in paragraaf 5.2. Tenslotte wordt in paragraaf 5.3 een overzicht van de gebruikte gegevensbestanden gegeven.

5.1 Typering ecologische waterkwaliteit

Onderdeel van het meetnet waterkwaliteit van het waterschap Hunze en Aa's is het ecologisch meetnet. Ecologisch onderzoek geeft een beeld van de waterkwaliteit over een langere periode. Het voorkomen van bepaalde levensgemeenschappen is een resultante van het waterbeheer (waterkwantiteit en waterkwaliteit). De doelstelling van het ecologisch meetnet is om gebiedsdekkend aan te geven in hoeverre de ecologische doelstelling wordt gehaald (Waterschap Hunze en Aa's, 2002).

Het ecologisch onderzoek is verdeeld in de volgende onderzoeksgroepen: macrofauna, vegetatie, algen en zoöplankton. In beken is het onderzoek gericht op macrofauna en vegetatie.

Het ecologische meetnet heeft twee hoofdmeetpunten in de Drentse Aa liggen: het Gasterensche Diep en het Westerdiep. Daarnaast worden nog de stroomgebiedsmeetpunten onderscheiden (zie hoofdstuk 4).

In 2001 is het stroomgebied Drentse Aa nader in kaart gebracht. Hierbij is met name gekeken naar de verschillende beektrajecten. Het voorkomen van macrofauna in de Drentse Aa wordt in het bijzonder bepaald door de stroomsnelheid, de chemische waterkwaliteit, het type bodemsubstraat (zand, slib, planten en blad) en de vorm van de oevers. De soortensamenstelling is het gevolg van een combinatie van verschillende factoren en daardoor geschikt om de ecologische kwaliteit van de beek te beschrijven. Uit het meetnet blijkt dat het merendeel van de meetpunten in de verschillende beektrajecten voldoet aan de natuurfunctie. Een aantal bovenstroomse trajecten voldoet niet of bijna. Het behalen van de natuurfunctie is sterk gerelateerd aan de inrichting van de beek. Trajecten met een natuurlijke oevervorm en mogelijkheden voor natuurlijke stromingsprocessen voldoen over het algemeen. Genormaliseerde trajecten voldoen over het algemeen niet (Waterschap Hunze en Aa's, 2002).

Er wordt nog onderzocht of uit het ecologisch meetnet een relatie met de nutriëntenconcentraties kan worden gelegd.

De Drentse Federatie van Hengelsportverenigingen (DFH) heeft als visrechthebbende organisatie in 1996 het "Basidocument Drentse beken" laten opstellen door de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB)

(Schouten en Riemersma, 1996). Dit document dient als basis voor dit Soortenbeschermingsplan vissoorten bovenlopen Drentse beken. Door het kiezen van een aantal doelsoorten wordt aangesloten op het “Natuurdoeltype Laaglandbeek” uit het “Handboek Natuurdoeltypen in Nederland” welke ook in het reeds bestaande natuur- en soortenbeleid in de provincie wordt gebruikt (Bosman en Aarts, 2000).

Het hoofddoel van dit soortenbeschermingsplan is tweeledig:

- Het verbeteren van het duurzaam ecologisch functioneren van laaglandbeken in Drenthe, in het bijzonder met betrekking tot beekvissoorten in de bovenloopssystemen.
- Het afstemmen van het sportvisserijgebruik en beheer op het ecologisch functioneren.

Daarvan afgeleide doelen zijn:

- Het vergroten van kennis over de verspreiding en het gedrag van specifieke beekvissoorten in de bovenlopen van laaglandbeken.
- Het formuleren van soortspecifieke beheers- en inrichtingsmaatregelen.
- Het formuleren van aanbevelingen voor de afstemming van het sportvisserijgebruik op de ecologisch gewenste visstand.

Het Drentse Aa beekstelsel heeft kenmerken van een grindhoudende zandbeek en een niet grindhoudende zandbeek. In het Basisdocument Drentse beken is een aantal vissoorten als kenmerkend voor deze typen beken in Drenthe genoemd. De volgende doelvissoorten zijn gekozen:

- Beekprik.
- BERPJE.
- Kleine modderkruiper.
- Kopvoorn.
- Rivierdonderpad.
- Serpeling.
- Winde.

Om een inzicht in de visstand te krijgen is een aantal kwalitatieve visstandbemonsteringen uitgevoerd. Het ging er hierbij om een beeld te krijgen van de mate van voorkomen van de diverse vissoorten waarbij de genormaliseerde delen en de trajecten in de referentiegebieden expliciet werden vergeleken. In het gehele gebied werden 20 trajecten bemonsterd (Oudemolensche Diep, Gasterensche Diep, Rolderdiep, Andersche Diep, Anlooër Diep en Scheebroekerloop). Per traject werd minimaal een stuk van 100 meter bevist. Om eventuele seizoensinvloeden op de visstand aan te kunnen tonen werden deze locaties 2 keer in het jaar bemonsterd. Eén keer in het voorjaar (april 1999) en een keer in het najaar (september 1999).

Uit de vangsten per beektraject blijkt dat naarmate meer stroomafwaarts wordt gekeken het aantal gevangen vissoorten toeneemt. In het meest bovenstrooms gelegen bemonsteringspunt werden alleen tiendoornige stekelbaarsjes aangetroffen. Een beektraject lager komt daar het BERPJE bij en nog een beektraject lager worden

ook nog blankvoorn en riviergrondel aangetroffen. In het Gasterensche Diep werden 15 vissoorten gevangen.

Uit een vergelijking tussen een traject welk is aangeduid als referentietraject van het habitatype 'Bermpje' (Smalbroekerloopje en Anlooërdiepje) en een niet-referentietraject (Andersche Diep) is af te lezen dat zowel het aantal vissen als het aantal vissoorten in de referentietraject hoger ligt. Soorten als serpeling, bermpje en riviergrondel komen in de twee beektrajecten in het Andersche Diep niet voor.

Voor habitatype 'Winde' is een vergelijking tussen een niet genormaliseerd traject (referentie) en een genormaliseerd traject gemaakt. In de genormaliseerde beektrajecten bestond de vangst voornamelijk uit blankvoorn, paling en riviergrondel. Een visstand die meer lijkt op een die van een stilstaand water dan die van een stromende beek. Toch blijkt in de meer natuurlijke trajecten evenmin een typische beekvispopulatie aanwezig te zijn. Meer bermpjes en minder blankvoorn, paling en brasem in de vangsten geeft aan dat deze trajecten overeenkomsten vertonen met een natuurlijke beek. Serpeling en winde laten het echter ook in deze trajecten afweten (Bosman en Aarts, 2000).

Een aantal vissoorten dat verwacht wordt volgens de typering in het Basisdocument Drentse beken werd niet aangetroffen. Dit zijn de doelvissoorten: beekprik, kopvoorn en rivierdonderpad. Daarnaast werd de kwabaal verwacht en niet aangetroffen.

5.2 Bijzondere situaties/soorten

Op een aantal locaties zijn enkele opmerkelijke waarnemingen gedaan. Het betreft de volgende locaties: (Waterschap Hunze en Aa's, 2002)

- Rolderdiep (2205)
- Een bijzondere vondst is *Hydrodroma torrenticula*, een watermijt die eenmaal eerder is gevonden in het benedenstroomse deel van het Gasterensche Diep. Nieuw voor de Drentse Aa is de gevonden mugge-larve *Stempelinella minor*. In Nederland is deze soort op slechts 4 locaties aangetroffen.
- Andersche Diep (2209)
- In dit traject is in 2001 een opmerkelijke stijging in doelsoorten waargenomen. Terwijl in 1996 slechts 1 doelsoort aangetroffen werd is dit aantal inmiddels gestegen tot 17.
- Westerdiep (2203)
- Op deze locatie is de dansmuglarve *Cricotopus vierriensis* gevonden. Hiervan is in het beheersgebied van waterschap Hunze en Aa's slechts 1 andere vindplaats bekend (Gasterensche Diep). Landelijk is dit ook een zeldzame soort. Eveneens is de larve van de dansmug *Parachironomus cf. tenuicaudatus* voor de eerste maal in het stroomdal van de Drentse Aa gevonden.
- Oudemolensche Diep (2609)

- Een zeer zeldzame watermijt *Torrenticula amplexa*, is hier aangetroffen. In Drenthe is deze soort verder alleen bekend van het Gasterensche Diep en het Westerdiep.
- Gasterensche Diep (2601)
- De zeer zeldzame kriebelmuglarve *Simulium lundstromi* is hier in 2000 voor het eerst aangetroffen. In 2001 is deze soort op beide locaties van het Gasterensche Diep aangetroffen (2601 en 2210). Op dezelfde locatie werd de watermijt *Sperchon clupeifer* gevonden. Ook voor deze soort geldt dat alleen in het Gasterensche Diep (2210) eerder een exemplaar is ontdekt. Een andere nieuwe soort die voor het eerst in het Drentse Aa-stroomdal is aangetroffen is de borstelworm *Pristina foreli*.
- Zeegserloopje (2204)
- Het Zeegserloopje is de eerste vindplaats van de kriebelmug *Simulium angustipes/velutinum*. Vanwege onduidelijke taxonomie was het tot voor kort nagenoeg niet mogelijk deze groep op soortnaam te brengen.
- Loonerdiep (2212)
- In het Loonerdiep is tijdens de bemonstering een nieuwe soort dansmug gevonden: *Cricotopus triannulatus*.

Een soort die voortkwam in de vangst is de rivierprik. Van deze soort werden in het voorjaar twee volwassen exemplaren aangetroffen.

De serpeling is een typische beekvissoort die op verschillende locaties in het Drentse Aa systeem werd aangetroffen. Ook juvenielen van de soort werden aangetroffen wat aangeeft dat de soort zich succesvol voortplant in het systeem.

5.3 Gegevens(bestanden)

Gegevens over het hydrobiologisch onderzoek komen uit het meetnet van waterschap Hunze en Aa's. Gegevens over het voorkomen van vissoorten zijn afkomstig van Bosman en Aarts (2000).

6 Plannen voor het stroomgebied de Drentse Aa

In het Structuurschema Groene Ruimte van 1993 van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is het gebied van de Drentse Aa opgenomen in de lijst van potentiële nationale parken. In termen van dit structuurschema is een nationaal park:

“een aaneengesloten gebied van ten minste 1000 ha, bestaande uit natuurterreinen, wateren en/of bossen, met een bijzondere landschappelijke gesteldheid en planten- en dierenleven. Er zijn goede mogelijkheden aanwezig voor recreatief medegebruik. In de nationale parken worden natuurbeheer en natuurontwikkeling geïntensiveerd, natuur- en milieueducatie sterk gestimuleerd en vormen van natuurgerichte recreatie, alsook onderzoek bevordert.”

Omdat het gebied de Drentse Aa niet op alle punten voldoet aan de definitie van een nationaal park, is een Regionale Adviescommissie ingesteld om een aanpak en organisatievorm voor dit gebied te maken. In een nota van juli 2000 stelt de Regionale Adviescommissie voor om het begrip ‘nationaal park’ voor het gebied van de Drentse Aa een verbrede doelstelling te geven en voortaan te spreken van een ‘Nationaal beek- en esdorpenlandschap’. De commissie stelt voor om de voorbereiding van een Nationaal beek- en esdorpenlandschap op korte termijn ter hand te nemen voor het gebied dat ruwweg kan worden aangeduid met de driehoek Assen - Glimmen - Gieten. De toenmalige staatssecretaris is op 25 juli 2000 met deze aanpak akkoord gegaan en heeft de opdracht aan bureau ARCADIS verleend om het Beheer-, Inrichtings- en Ontwikkelingsplan op te stellen (Logemann, 2002).

Uitgangspunt voor de toekomst van het Nationaal beek- en esdorpenlandschap Drentse Aa is het behouden en het versterken van de identiteit van het gebied. De ontwikkeling van het landschap met haar bijzondere kenmerken en specifieke betekenis geldt daarbij als een overkoepelende beleidsstrategie, met ‘behoud door vernieuwing’ en de cultuurhistorie als inspiratiebronnen en als leidende principes. In het Beheer-, Inrichtings- en Ontwikkelingsplan worden de volgende maatregelen voorgesteld (Logemann, 2002):

- In beeld brengen van de beschikbare en ontbrekende informatie over landschap, cultuurhistorie, hydrologie en ecologie om een integrale landschapsvisie op te kunnen stellen.
- Opstellen van een integrale landschapsvisie als uitwerking van een integrale kansenkaart met onder meer:
 - schets van de eindbeelden per deelgebied;
 - kansen en mogelijkheden voor landgebruik en ruimtelijke ontwikkeling;
 - gewenste inrichtings- en beheermaatregelen.

Ten aanzien van het watersysteem worden de volgende maatregelen voorgesteld:

- De aan het Overlegorgaan deelnemende organisaties brengen de visie van het Beheer-, Inrichtings- en Ontwikkelingsplan in bij de opstellers van de waterkansenkaart van het Waterschap Hunze en Aa's om hiermee een nadere

hydrologische afweging te maken voor de ruimtelijke ontwikkelingen binnen de randvoorwaarden van het Beheer-, Inrichtings- en Ontwikkelingsplan.

- Het op basis van de waterkanskaart in kaart brengen van waterhuishoudkundige knelpunten en oplossingsrichtingen voor onder meer de functies natuur en landbouw.
- Hoofdwatergangen buiten natuurgebieden herdimensioneren. Kansrijke genormaliseerde waterlopen zijn: Rolderdiep, Deurzerdiep en Zeegserloopje.
- Aankoppelen oude meanders en toestaan van een meer natuurlijke begroeiing.
- Heroverwegen van het onderhoud en beheer van oevers in het licht van het moderne waterbeheer.
- Sanering van ongezuiverde lozingen en riooloverstorten.
- Verkennen van de mogelijkheden voor de aanpassing of omvorming van de grondwaterwinning.
- Vergroting van de basisafvoer van de beek.

Ten aanzien van de landbouw worden de volgende maatregelen voorgesteld:

- Extensivering van de landbouwkundige bemesting langs de rand van de beek en het instellen van spuitvrije bufferzones langs het oppervlaktewater.
- Opschalen van de (bestaande) regionale grondbank.
- Uitplaatsing buiten het Nationaal beek- en esdorpenlandschap stimuleren voor ondernemers die hiervoor belangstelling hebben.
- Actieve inbreng van de kennis en ervaring bij de vormgeving van het instrumentarium van de 'groene diensten'.
- Landbouw uitnodigen om de innovatie van duurzame teelten op te pakken.
- Investeren in de uitplaatsing of bedrijfsbeëindiging van varkens- en pluimveebedrijven in het gebied.
- Fors inzetten op kavelruil.

7 Conclusies

Binnen de studie “Meerjarig monitoringsprogramma naar de uit- en afspoeling van nutriënten vanuit landbouwgronden in stroomgebieden en polders” zullen de effecten van het mestbeleid in het stroomgebied van de Drentse Aa gevolgd worden. Hiervoor wordt een combinatie van meten en modelleren gebruikt, welke elkaar aanvullen. Met metingen kunnen modelresultaten worden gecontroleerd en met een model kan een zinvolle locatie en tijdsinterval van een meetpunt worden bepaald. In deze systeemverkenning is bekeken of er voldoende gegevens aanwezig zijn om de monitoring uit te kunnen voeren. Dit houdt in dat er gekeken is welke processen in de Drentse Aa een belangrijke rol spelen in de water- en nutriëntenhuishouding, welke gegevens er beschikbaar zijn en waar en met welke frequentie metingen worden gedaan.

In het stroomgebied van de Drentse Aa komen lokaal grote hoogteverschillen voor. Voor de schematisering (het opdelen van het studiegebied in homogene rekeneenheden) is het van groot belang hiermee rekening te houden en tevens dient het ruimtelijke schaalniveau van de invoergegevens hierop afgestemd te worden. De beschreven grondgebruik is afkomstig van één opname in tijd (voor het stroomgebied de Drentse Aa is het referentiejaar 2000). Voor een meerjarig monitoringssysteem is het van belang veranderingen in grondgebruik mee te kunnen nemen.

De hydrologische eigenschappen van het te bestuderen gebied zijn sterk bepalend voor de belasting van het grond- en oppervlaktewater met stikstof en fosfor. Het is dan ook van groot belang dat de hydrologische toestand van het stroomgebied de Drentse Aa goed bekend is.

Lokaal zou versnelde afvoer van water (en nutriënten) via oppervlakkige afvoer over het maaiveld (runoff) kunnen optreden. Hier zijn echter geen gegevens over bekend. Voor de kwantificering van dat deel van de neerslag welke door gerioleerde gebieden wordt afgevoerd is het nodig de gerioleerde gebieden in kaart te brengen. De gegevens hierover ontbreken vooralsnog.

De beschreven grondwatertrappen zijn afkomstig van de 1:50 000 bodemkaart welke inmiddels sterk is verouderd. Een geactualiseerde grondwatertrappenkaart is voor het stroomgebied van de Drentse Aa momenteel nog niet beschikbaar.

In het stroomgebied worden lokaal hoge kwelintensiteiten waargenomen (in de beekdalen). De kwelintensiteit is mede afhankelijk van het voorkomen van potklei en beekleem. De verbreiding van potklei is momenteel niet goed duidelijk. Het is wenselijk om hierin beter inzicht te krijgen. Kwantificering van de kwel en wegzijging is vooralsnog niet mogelijk omdat meetgegevens ontbreken.

De (diepe) kwel vormt de zogenaamde langzame component van afvoer van de beek. Voor de modellering van het hydrologie is het van belang om het diepe grondwater in het model mee te nemen.

De onttrekking van (diep) grondwater voor drinkwaterwinning heeft invloed op de regionale hydrologie. Hierbij is van belang dat de temporele resolutie van de

gegevens fijner is dan jaarlijkse cijfers van onttrekkingen zoals die nu in het bezit zijn bij Alterra.

Momenteel zijn voor het stroomgebied van de Drentse Aa geen gegevens over de nutriëntenconcentraties in het grondwater bekend. Voor de belasting van het oppervlaktewater via kwelwater is het van belang hier inzicht in te hebben.

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 de Drentse Aa zijn.

Uiteraard is de beschikbaarheid van bemestingsgegevens en andere managementgegevens van landbouwbedrijven (zoals beweiding, uitrijtjdstippen, mesttoedieningstechnieken, beregening, ploegen, scheuren van grasland, etc.) van groot belang voor de belasting van het grond- en oppervlaktewater met nutriënten en daarmee voor het monitoringssysteem. Ten tijde van de systeemverkenning waren deze gegevens voor het stroomgebied niet beschikbaar.

In het stroomgebied van de Drentse Aa zijn de bijdragen van puntbronnen te verwaarlozen. Hiermee hoeft dus ook geen rekening te worden gehouden in het modelsysteem.

Voor de monitoring van nutriënten in het oppervlaktewater in het stroomgebied van de Drentse Aa zijn momenteel 2 hoofdmeetpunten en 13 stroomgebiedsmeetpunten aanwezig. Alleen in de hoofdmeetpunten vindt meerjarig kwaliteitsonderzoek plaats. De stroomgebiedsmeetpunten worden slechts eenmaal in de vier jaar onderzocht. Zowel de hoofdmeetpunten als de stroomgebiedsmeetpunten hebben een maandelijkse meetfrequentie.

De 2 hoofdmeetpunten hebben een vrij grove ruimtelijke resolutie. Effecten van het mestbeleid op deelstroomgebiedsniveau kunnen niet adequaat worden geregistreerd (zie ook bijlage 1). De stroomgebiedsmeetpunten lijkt aan dit probleem tegemoet te komen, maar hiervoor geldt dat maar slechts eenmaal in de vier jaar gemeten wordt. Lokale effecten binnen deze periode kunnen niet worden gemeten.

Voor zowel de hoofdmeetpunten als de stroomgebiedsmeetpunten geldt dat een eenmaandelijke meting een grote tijdschaal is. Snelle processen, zoals versnelde afvoer van fosfaat bij intensieve regenbuien, kunnen niet worden waargenomen bij een maandelijkse meetfrequentie. Vanwege deze tekortkoming in de huidige monitoring kan er geen koppeling worden gelegd tussen de belasting vanuit de landbouw enerzijds en de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater anderzijds. Om de vrachten van stikstof en fosfor te kunnen bepalen zijn tevens debieten nodig. Momenteel zijn alleen debietsmetingen van het meetpunt te Schipborg bekend. Vrachten van de deelgebieden in het stroomgebied Drentse Aa zijn dus niet bekend.

Er wordt nog onderzocht of uit het ecologisch meetnet een relatie met de nutriëntenconcentraties kan worden gelegd.

De plannen voor het stroomgebied van de Drentse Aa zal tot gevolg hebben dat de landbouw in dit gebied nog verder geëxtensiveerd zal worden. Dit zal met name gevolgen hebben voor het grondgebruik in dit gebied. Hiermee zal rekening moeten worden gehouden met de locaties van de meetpunten.

De algehele conclusie van de systeemverkenning voor het stroomgebied van de Drentse Aa 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

- Berg, B.M. van den en B.W.M. van Hees, 1983. *Landschapsoecologie van de Drentse Aa, Interpretatie van het beekdal tussen Deurze en Oudemolen*. Laagland bekenproject rapportnummer 4, Staatsbosbeheer, Rijksuniversiteit Groningen.
- Bolt, F.J.E., A.A. Veldhuizen en P.J.T. van Bakel, 2000. *Verhogen van de basisafvoer van de Drentse Aa. Verkennen van mogelijke maatregelen*. Rapport 173, Alterra, Wageningen.
- Bosman, D.A.F. en T.W.P.M. Aarts, 2000. *Drentse beekvissen beter bekeken. Soortenbeschermingsplan vissoorten bovenlopen Drentse beken*. OVB, Nieuwegein.
- Csengö, T., 1981. *Matig tot slecht doorlatende afzettingen boven het grove watervoerend pakket. Deklagen in Drenthe*. N.V. Waterleidingsmaatschappij Drenthe.
- Everts, F.H. en N.P.J. de Vries, 1991. *De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen. Een landschapsoecologische studie van enkele Drentse beekdalen*. ISBN 90 6554 500 X, Historische Uitgeverij Groningen, Groningen.
- Haskoning, 1995. *Onderzoek naar het dynamisch gedrag van grondwatersystemen. Stroomgebied Drentse Aa*. Rapportnr. 1730.C1855.A0/R005/FJO/KB, Nijmegen.
- Kortleve, M.W., 1989. *Regionaal geohydrologisch modelonderzoek van het stroomgebied van de Drentse Aa. Deel 1: IJking geohydrologische parameters*. Staatsbosbeheer.
- Kroon, T., P.A. Finke, I. Peereboom en A. Beusen, 2001. *Redsign STONE. De nieuwe schematisatie voor STONE: de ruimtelijke indeling en de toekenning van hydrologische parameters en bodemchemische parameters*. RIZA rapport 2001.017, Lelystad.
- Kuijper, P.C., 1991. *Bodemkaart van Nederland (met toelichting), Kaartblad 12-West Assen, schaal 1:50 000*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.
- Logemann, D., 2002. *Beheer-, inrichtings- en ontwikkelingsplan voor het nationaal Beek- en Estdorpen-landschap Drentsche Aa.* Rapportnr. 110202/NA2/122/000424.001, Arcadis, Assen.
- Provinciaal Bestuur van Drenthe, 1985. *Grondwaterplan Drenthe. Deel III: technische toelichting 1*.
- RIVM, 2002. *MINAS en Milieu. Balans en Verkenning*. ISBN 90 6960 097-8, Bilthoven.
- RIVM, 2003. *Milieubalans 2002*. ISBN 90 14 08867 1, Kluwer, Bilthoven.
- ROM/WCL, 1998. *Drentsche Aa: waaROM, daaROM. Een tussentijdse evaluatie ROM/WCL Drentsche Aa/Elperstroom*. Stuurgroep ROM/WCL.

Schouten, W.J. en P. Riemersma, 1996. *Basisdocument Visstandbeheer en Sportvisserij Drentse Beken*.

Vries, F. de, 1999. Karakterisering van Nederlandse gronden naar fysisch-chemische kenmerken. Rapport 654, Alterra, Wageningen.

Waterschap Hunze en Aa's, 2002. *Waterkwaliteit onder de loep. Jaarrapportage waterkwaliteit 2001*. Waterschap Hunze en Aa's, Veendam.

Weperen, M.J. van, 1986a. *Geologisch onderzoek in het stroomgebied van de Drentse Aa*. Rijks Geologische Dienst.

Weperen, M.J. van, 1986b. *Potklei inventarisatie Drentse Aa*. Rijks Geologische Dienst.

Wösten, J.H.M., F. de Vries, J. Denneboom en A.F. van Holst, 1988. *Generalisatie en bodemfysische vertaling van de bodemkaart van Nederland, 1:250 000, ten behoeve van de PAWN-studie*. rapport 2055. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

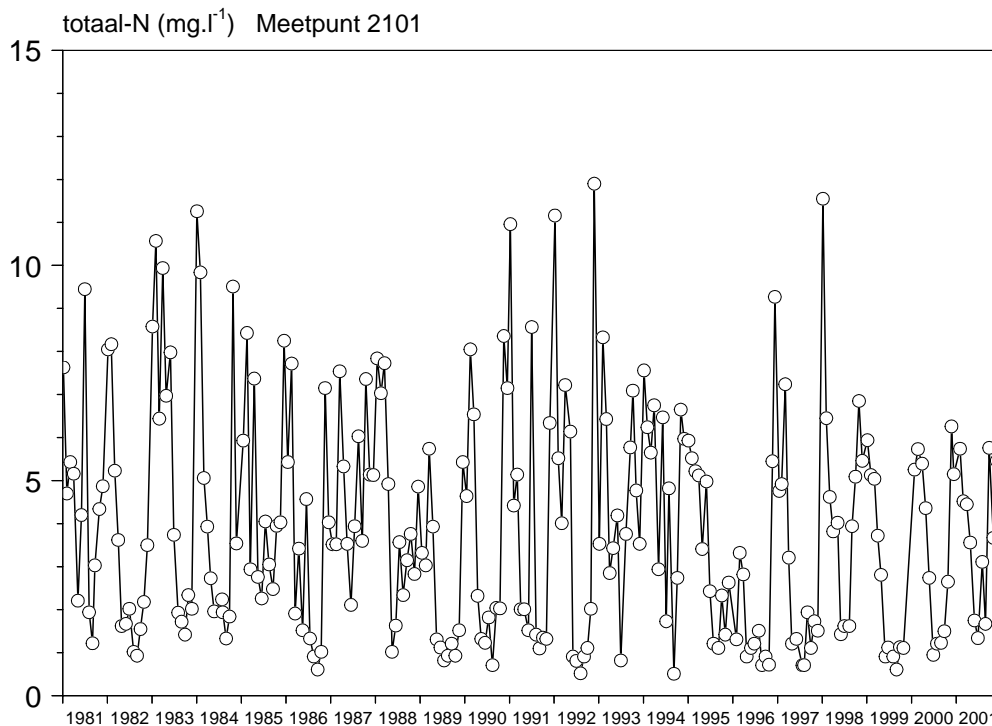
Andere geraadpleegde bronnen:

<http://www.drentscheaa.nl>

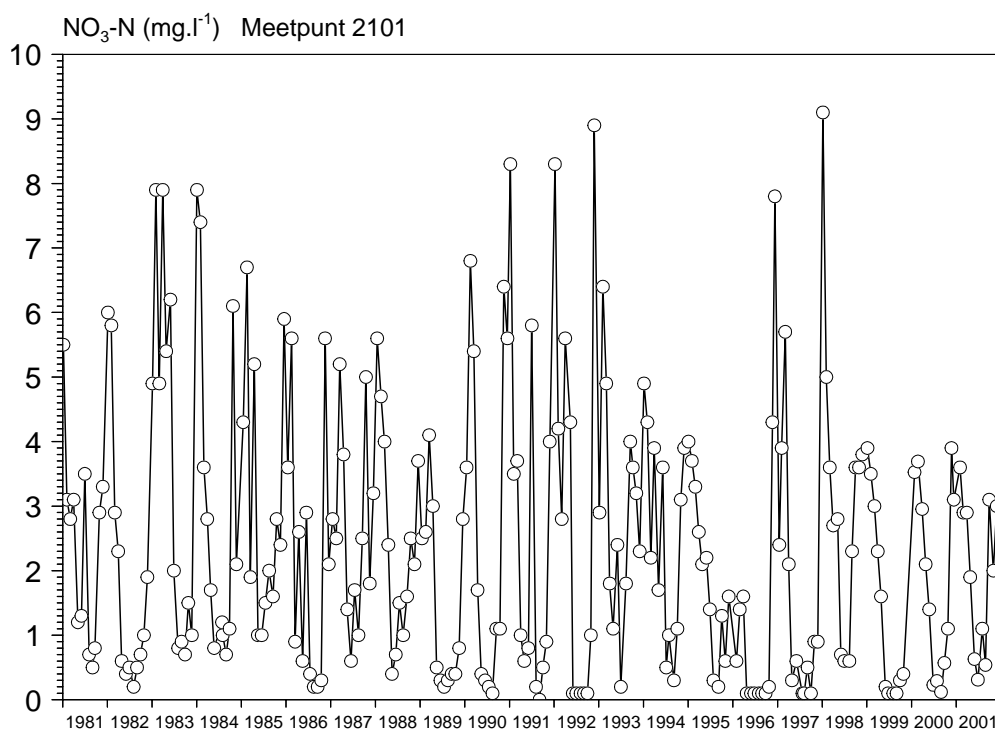
Bijlage 1 Bijdrage Evaluatie Mestwetgeving 2004

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 1 geeft de inhoud van deze bijdrage voor het stroomgebied van de Drentse Aa weer.

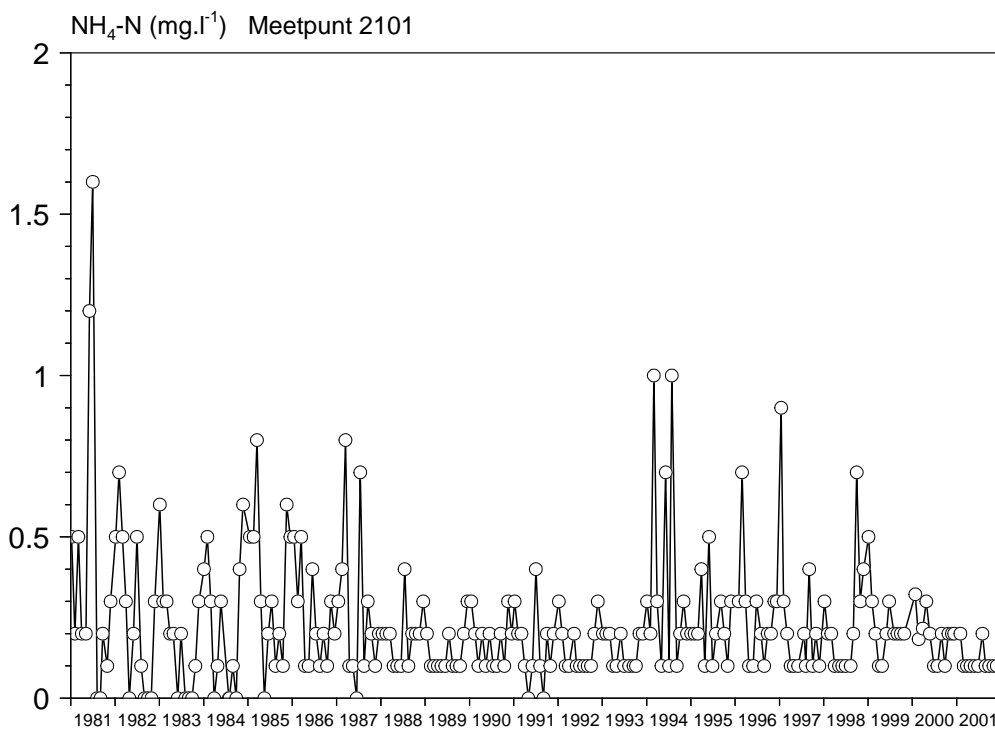
Op basis van de gemeten stikstof- en fosforconcentraties in het uitlaatpunt van het stroomgebied de Drentse Aa kan er geconcludeerd worden dat er een (geringe) daling van zowel de stikstof- als de fosforconcentraties wordt waargenomen (Fig. B1 t/m B8).



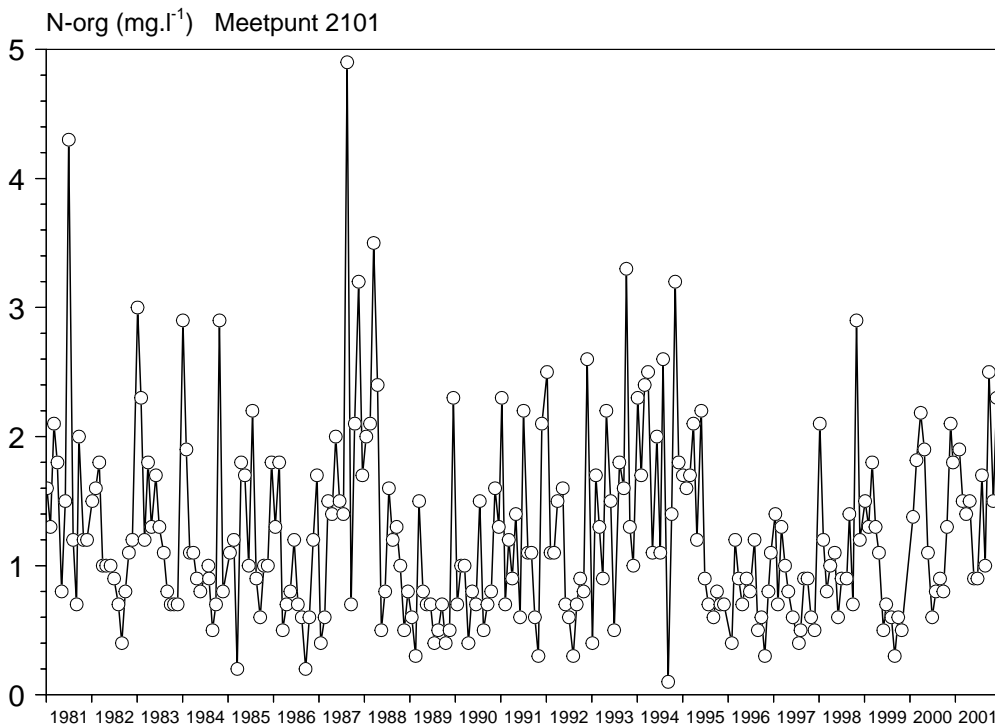
Figuur B1 Gemeten stikstofconcentraties in het uitlaatpunt (meetpunt 2101) van het stroomgebied de Drentse Aa (in mg.l⁻¹ N)



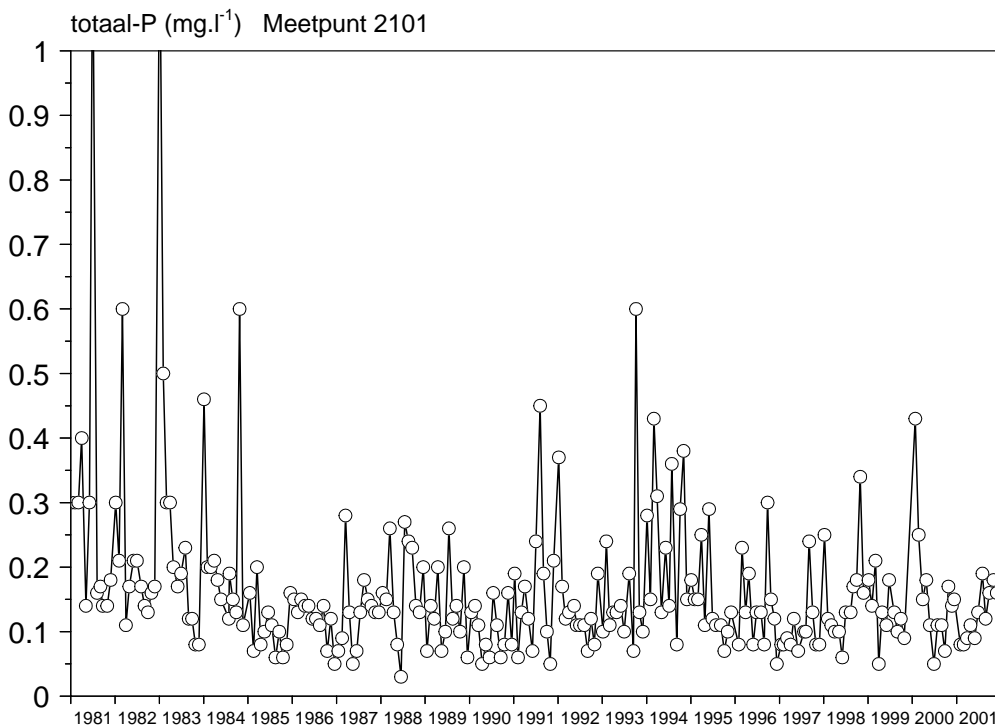
Figuur B2 Gemeten nitraatconcentraties in het uitlaatpunt (meetpunt 2101) van het stroomgebied de Drentse Aa (in mg.l⁻¹ NO₃-N)



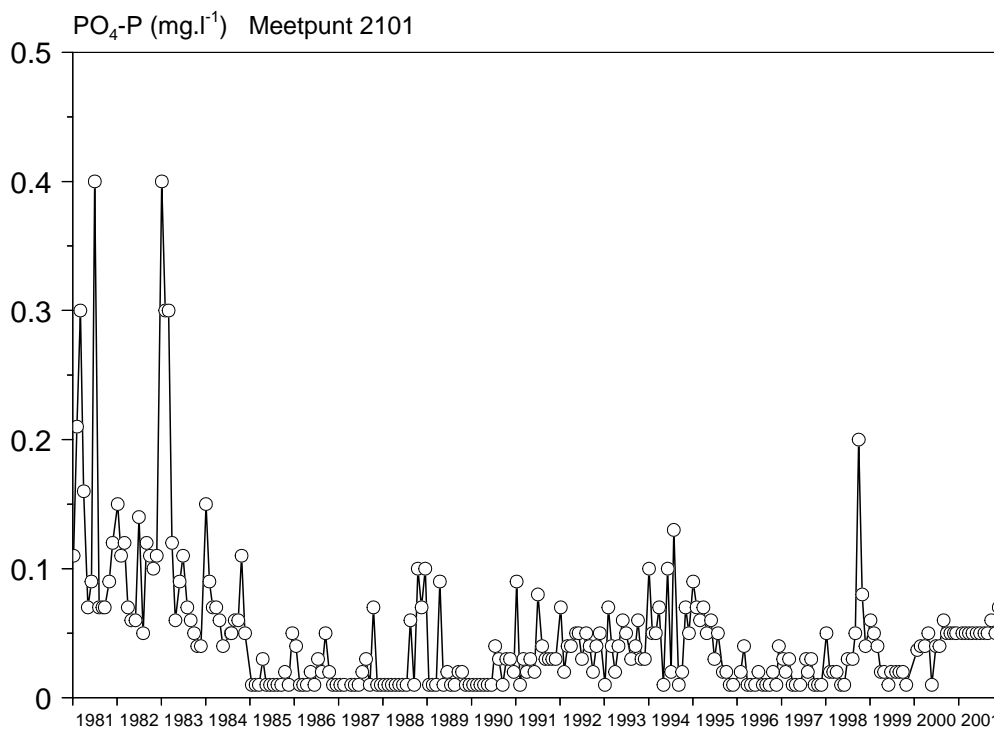
Figuur B3 Gemeten ammoniumconcentraties in het uitlaatpunt (meetpunt 2101) van het stroomgebied de Drentse Aa (in mg.l⁻¹ NH₄-N)

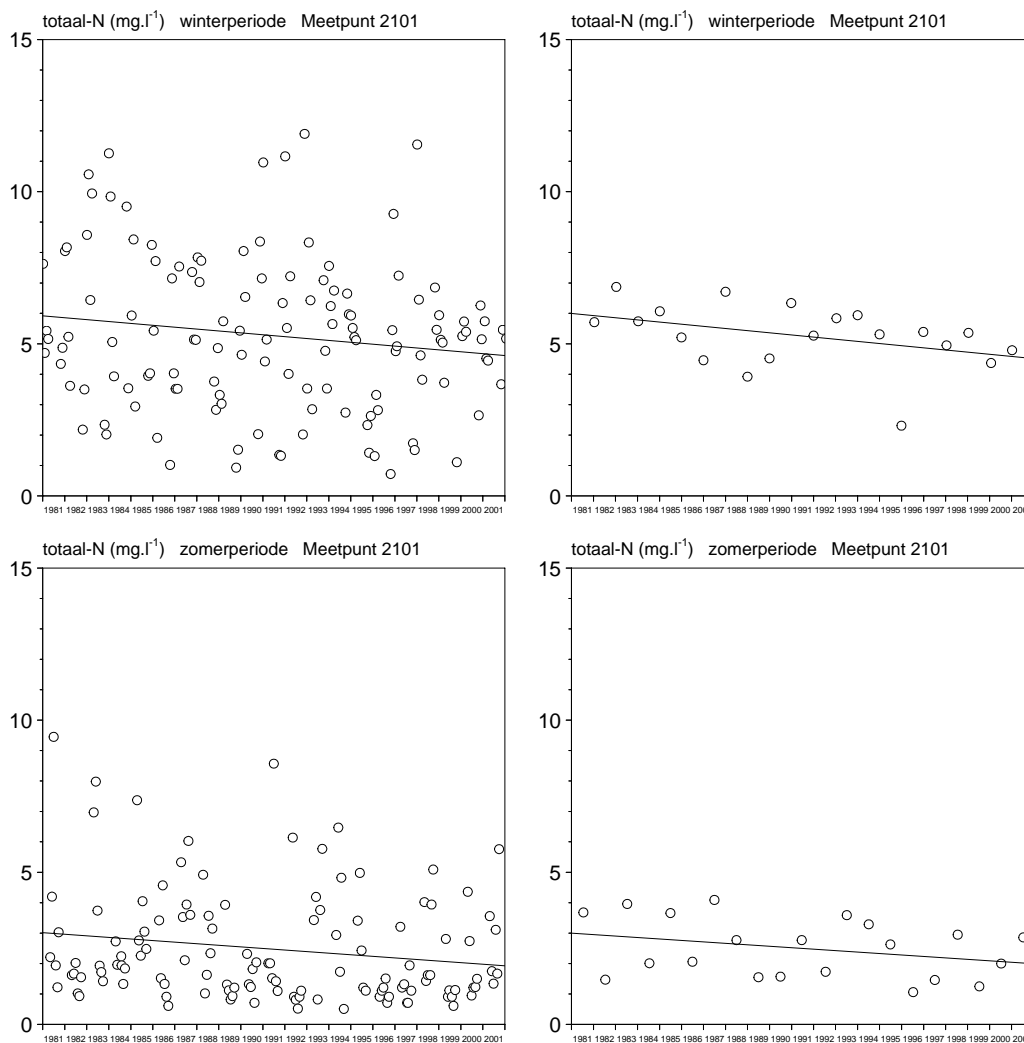


Figuur B4 Gemeten organischestikstofconcentraties in het uitlaatpunt (meetpunt 2101) van het stroomgebied de Drentse Aa (in mg.l⁻¹ N-org)

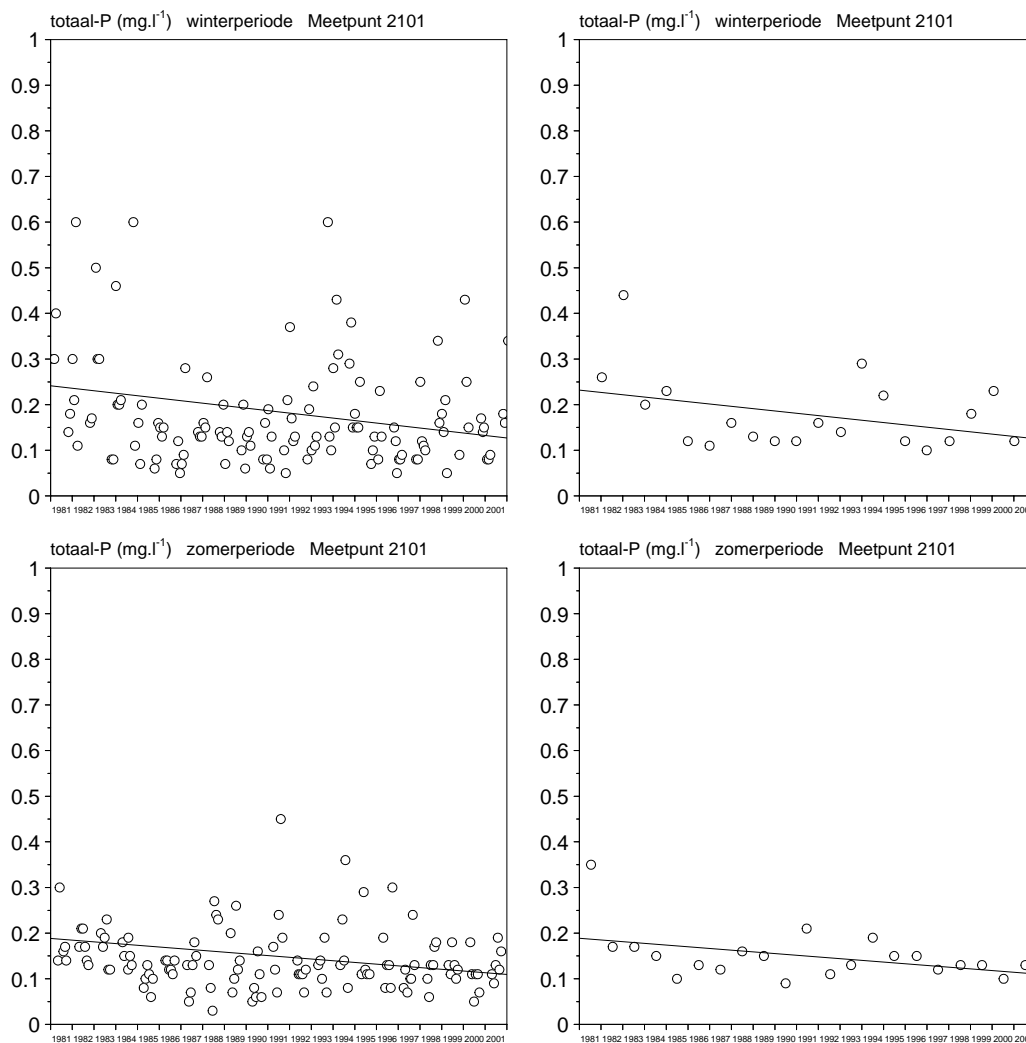


Figuur B5 Gemeten fosforconcentraties in het uitlaatpunt (meetpunt 2101) van het stroomgebied de Drentse Aa (in mg.l⁻¹ P)





Figuur B7 Gemeten stikstofconcentraties (links) en gemiddelde stikstofconcentraties (rechts) in de winterperiode (boven) en zomerperiode (beneden) in het uitlaatpunt (meetpunt 2101) van het stroomgebied de Drentse Aa (in mg.l⁻¹ N)

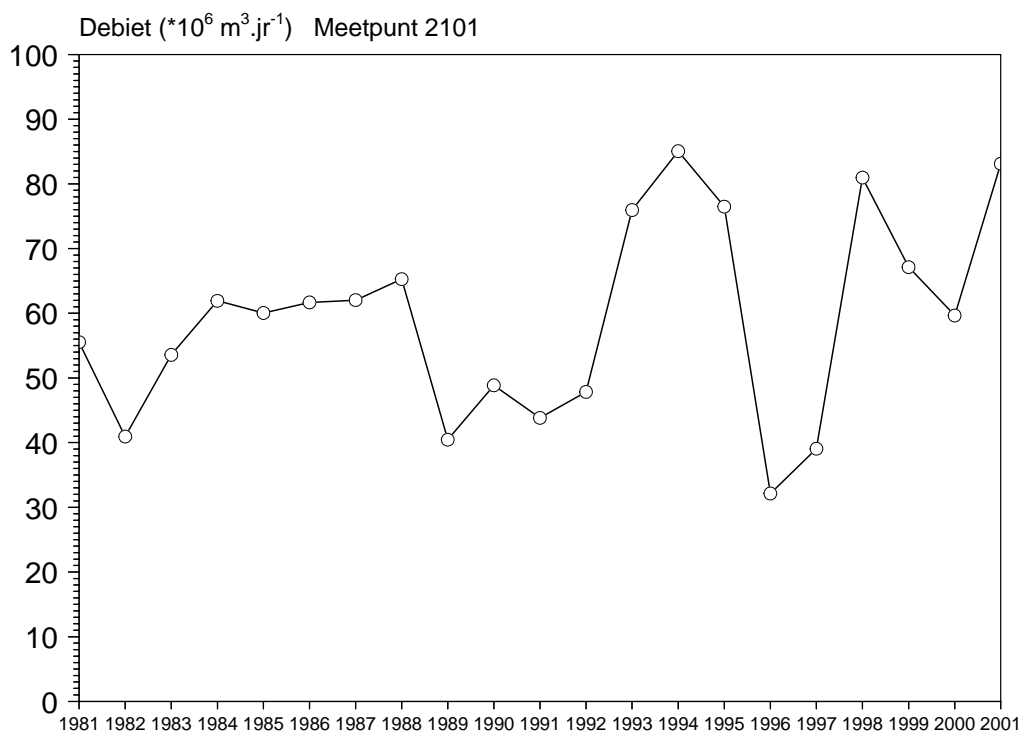


Figuur B8 Gemeten fosforconcentraties (links) en gemiddelde fosforconcentraties (rechts) in de winterperiode (boven) en zomerperiode (beneden) in het uitlaatpunt (meetpunt 2101) van het stroomgebied de Drentse Aa (in mg.l⁻¹ P)

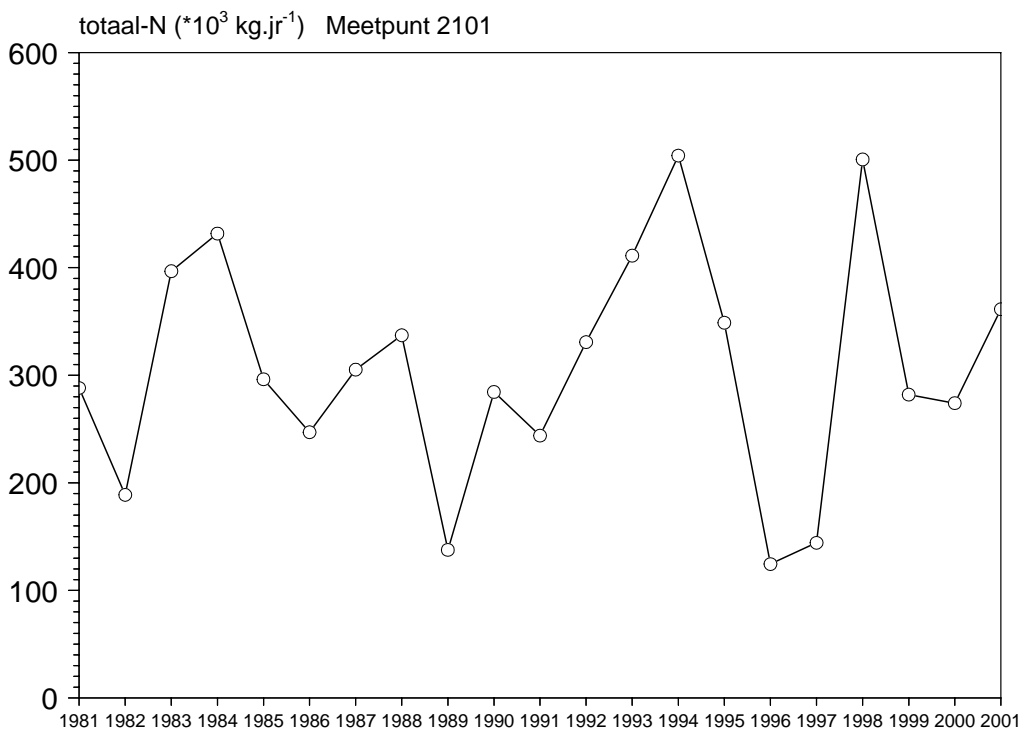
Met behulp van de maandelijks gemeten stikstof- en fosforconcentraties en dagelijkse waarnemingen van de waterafvoer zijn de stikstof- en fosforvrachten berekend, gebruikmakend van de OSPAR-methodiek voor vrachtenbepaling. In tabel B1 en figuur B9 t/m B11 zijn de jaarlijkse waterafvoer, stikstof- en fosforvracht weergegeven.

Tabel B1 Jaarlijkse debieten, stikstofvracht en fosforvracht in het uitlaatpunt van het stroomgebied de Drentse Aa

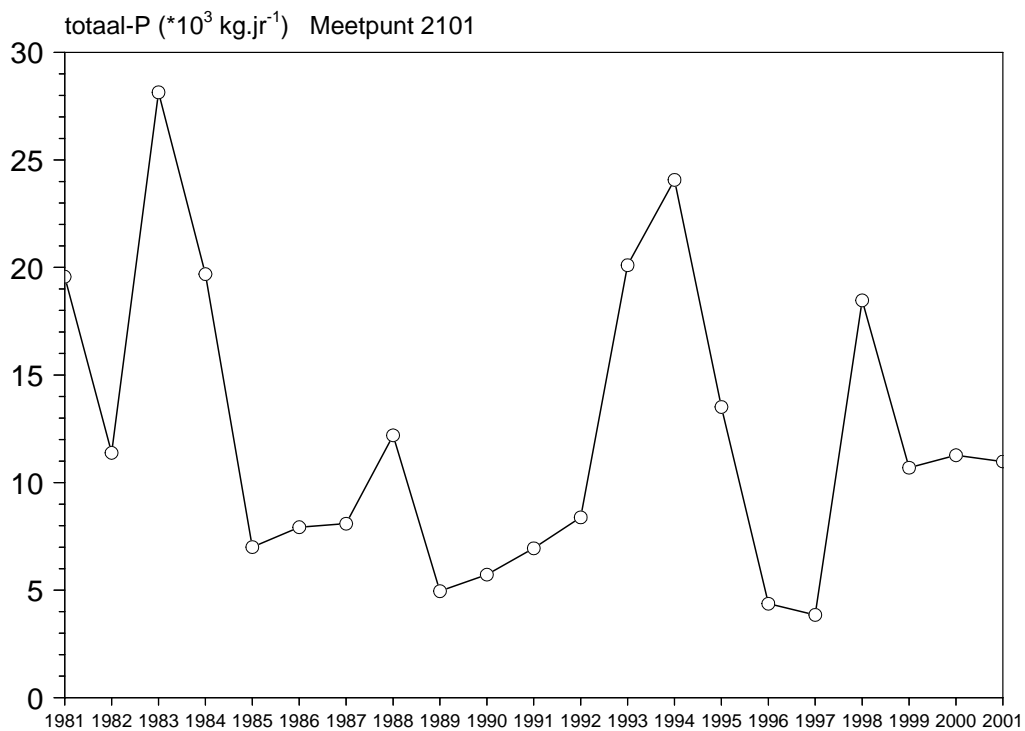
Jaar	Debiet (m ³ .jr ⁻¹)	N (kg.jr ⁻¹)	P (kg.jr ⁻¹)
1981	55525824	288197	19569
1982	40938912	188788	11384
1983	53571456	396739	28142
1984	61919424	431751	19693
1985	60035040	296251	7002
1986	61674048	247067	7926
1987	62032608	305200	8091
1988	65271744	337165	12199
1989	40450752	137616	4954
1990	48855744	284479	5722
1991	43816896	243865	6946
1992	47841408	330838	8384
1993	75952858	411218	20105
1994	85045766	504213	24071
1995	76476960	348836	13516
1996	32130950	124482	4370
1997	39049862	144256	3849
1998	80973043	500649	18471
1999	67119840	282008	10692
2000	59647968	274056	11272
2001	83110752	361395	10978
gem.	59116279	306622	12254



Figuur B9 Gemeten waterafvoeren in het uitlaatpunt van het stroomgebied van de Drentse Aa (in $10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{jr}^{-1}$)

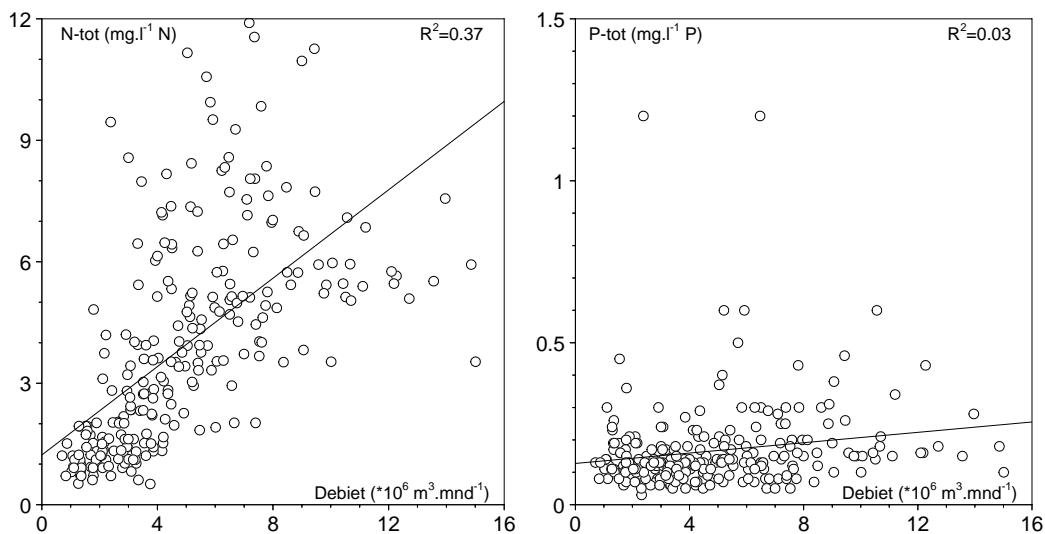


Figuur B10 Jaarlijkse stikstofvracht in het uitlaatpunt van het stroomgebied van de Drentse Aa (in $10^3 \text{ kg} \cdot \text{jr}^{-1} \text{ N}$)

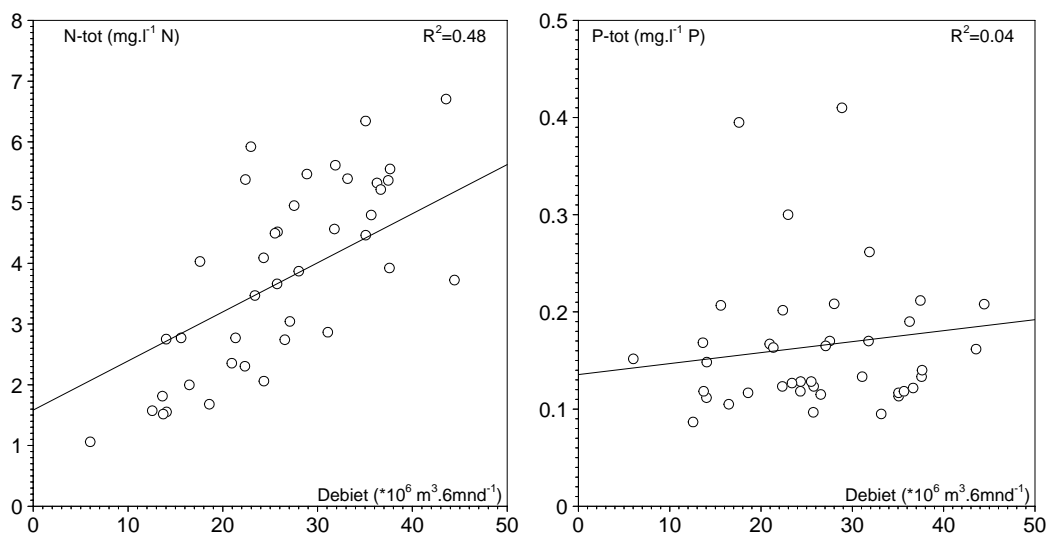


Figuur B11 Jaarlijkse fosforvracht in het uitlaatpunt van het stroomgebied van de Drentse Aa (in 10³ kg.jr⁻¹P)

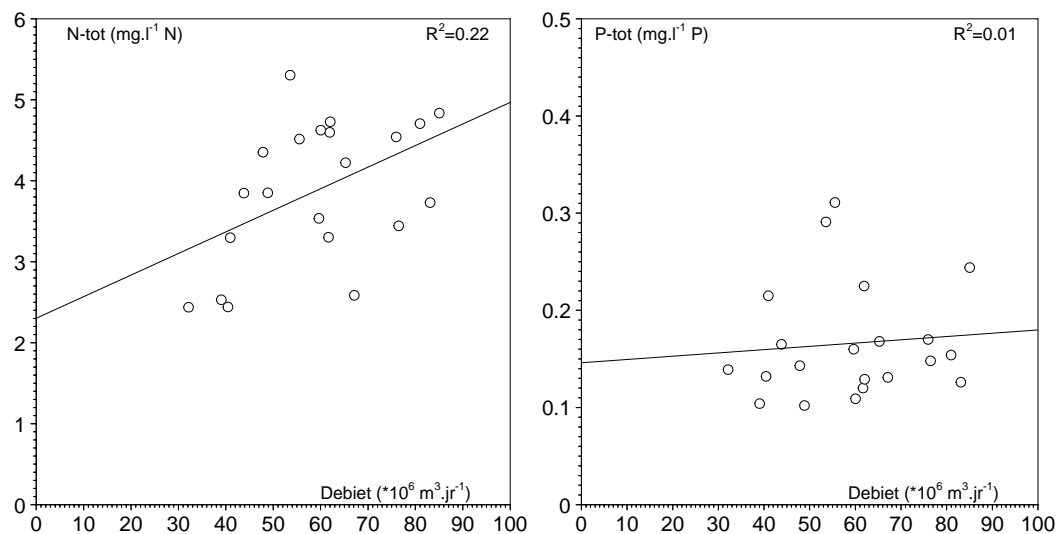
In figuur B12, B13 en B14 is de relatie tussen respectievelijk de maandelijkse, halfjaarlijkse en jaarlijkse waterafvoer en stikstof- en fosforconcentratie weergegeven. Op basis van deze gegevens is een relatie tussen stikstofconcentratie en waterafvoer waar te nemen (R^2 0.22 – 0.48). Voor fosfor wordt geen relatie tussen waterafvoer en fosforconcentratie gevonden.



Figuur B12 Relatie tussen maandelijksse waterafvoer en stikstof- (links) en fosforconcentratie (rechts) in het uitlaatpunt van het stroomgebied van de Drentse Aa



Figuur B13 Relatie tussen halfjaarlijkse (zomer- of winterperiode) waterafvoer en stikstof- (links) en fosforconcentratie (rechts) in het uitlaatpunt van het stroomgebied van de Drentse Aa



Figuur B14 Relatie tussen jaarlijkse waterafvoer en stikstof- (links) en fosforconcentratie (rechts) in het uitlaatpunt van het stroomgebied van de Drentse Aa

Naast belasting van het oppervlaktewater van nutriënten vanuit landbouw- of natuurgebieden zijn tevens rioolstorten verantwoordelijk voor nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. In tabel B2 zijn de rioolstorten in het stroomgebied van de Drentse Aa weergegeven. Uit deze gegevens blijkt dat de bijdrage vanuit rioolstorten verwaarloosbaar klein is.

Tabel B2 Riooloverstorten in het stroomgebied van de Drentse Aa (Bron: Drentsche Aa: WaaROM daaROM. Een tussentijdse evaluatie ROM/WCL Drentsche Aa/Elperstroom. Stuurgroep ROM/WCL, 1998)

Riooloverstort	Overstort voor 1997 (m ³ /jaar)	Overstort 31 dec 1997 (m ³ /jaar)	Overstort na 1997 (m ³ /jaar)
Deurze-Noord	189	1.5	1.5
Deurze-Zuid	212	1.5	1.5
Asserstraat	170	11.5	11.5
Ekehaar	1658	223	223
Nijlande	18	4.5	4.5
Amen	20	1	1
Elp	289	121	121
Gasteren	4900	4900	294
Schipborg	764	764	99
Tynaarlo-Zuid	1374	1374	124
Oudemolen	194	194	29
Taarlo	99	99	11
Zeegse	p.m.	p.m.	p.m.
Assen	p.m.	p.m.	p.m.
Totaal overstort	9887	7695	921
Totaal vracht N (kg.jr ⁻¹)*	198	154	18.4
Totaal vracht P (kg.jr ⁻¹)*	29.7	23.1	2.8

* Een gemiddelde waarde aangenomen voor de concentratie van stikstof en fosfor in het effluent van ca. 20 mg.l⁻¹ N en 3 mg.l⁻¹ P (bron: gebiedsdata Overijsselse Vecht EUROHARP)