

Systemverkenning Krimpenerwaard

Systeemverkenning Krimpenerwaard

**G.H.P. Arts,
M. Groenendijk
F.J.E. van der Bolt**

**Alterra-rapport 969
Reeks Monitoring Stroomgebieden 2-III**

Alterra, Wageningen, 2004

REFERAAT

Arts, G.H.P., M. Groenendijk & F.J.E. van der Bolt, 2004 *Systeemverkenning Krimpenerwaard* Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 969. 53 blz.; 13 fig.; 16 tab.; 25 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 de polder Krimpenerwaard. Daarbij zijn van dit systeem beschikbare gegevens, relevante processen en het functioneren geïnventariseerd. De Krimpenerwaard is een veengebied, waar nutriënten een belangrijke factor vormen die de waterkwaliteit en ecologie bepaalt. Uit de systeemverkenning kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken:

- Binnen het gebied vindt er geen regionale stroming van grondwater plaats.
- Een sluitende stoffenbalans is met de beschikbare gegevens niet op te stellen. Wel is aan te geven welke termen belangrijk zijn in de balans.
- Bij de kwaliteit van het oppervlaktewater liggen hiaten in gegevens bij de kwaliteit van het in- en uitgelaten oppervlaktewater.
- Van de haarvaten van het gebied, de sloten, ontbreken met name gegevens van de abiotische en biotische kwaliteit van het oppervlaktewater.
- De voorgenomen herinrichting van de Krimpenerwaard zal grote veranderingen van de waterhuishouding teweeg brengen.
- Op basis van de verzamelde gebiedsgegevens is het niet mogelijk om het mestbeleid te evalueren. Dit vraagt een andere manier van monitoren (meten én modelleren).

Trefwoorden: systeemverkenning, polder, Krimpenerwaard, monitoring, mestbeleid, modelsysteem, nutriënten

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €24,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 969. 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	18
2.3 Maaiveld	19
2.4 Bodem	19
2.5 Grondgebruik	21
2.6 Gegevens(bestanden)	22
3 Het watersysteem	23
3.1 Neerslag en verdamping	23
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 Onttrekkingen	27
3.3.2 Grondwaterstanden	28
3.3.3 Grondwaterstroming	29
3.4 Waterbalans	30
3.5 Gegevens(bestanden)	30
4 Chemische waterkwaliteit	31
4.1 Beschouwde stoffen	31
4.2 Atmosferische depositie	31
4.3 Externe belasting	31
4.4 Oppervlaktewater	33
4.5 Grondwater	34
4.6 Stoffenbalans	35
4.7 Gegevens(bestanden)	36
5 Ecologische waterkwaliteit	37
5.1 Typering ecologische waterkwaliteit	37
5.2 Bijzondere soorten	40
5.3 Gegevens(bestanden)	40
6 Plannen voor de Krimpenerwaard	41
7 Conclusies	43
Literatuur	47
Bijlage 1 Notitie trends in nutriëntengehalten van het oppervlaktewater in de Krimpenerwaard	49

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 i.s.m. de waterbeheerders in de vier proefgebieden.

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 verkennende systeembeschrijving gemaakt op basis van vooral literatuurstudie. Slechts in beperkte mate was de systeembeschrijving gebaseerd op dataverwerking. De verkennende systeembeschrijving 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

De Krimpenerwaard is een veengebied, waar de nutriëntenproblematiek een belangrijke factor is die de waterkwaliteit en ecologie bepaald. De huidige waterkwaliteit en ecologie voldoet niet aan de normen. Het mestbeleid heeft invloed op de belasting aan nutriënten van het milieu en kan bijdragen aan een betere waterkwaliteit en ecologie.

Vooralsnog wordt in het gebied een aanpak nagestreefd van stratificatie. Door te stratificeren naar grondsoort (klei en veen), grondgebruik (natuur en landbouw) en hydrologie (kwel en wegzijging) en daarbij de oppervlakten van de strata te betrekken, kunnen de voor het gebied belangrijkste strata worden onderscheiden. Binnen elk stratum is een andere ontwikkeling van de nutriëntenproblematiek te verwachten. Een vergelijking in de ontwikkeling tussen de strata geeft beter zicht op de invloed van verschillende factoren daarop.

Het watersysteem

In dit rapport wordt geconcludeerd dat er geen regionale stroming van grondwater plaats vindt binnen het gebied. De kwel in het gebied is afkomstig vanaf de grote rivieren en de als gevolg van wegzijging verlaat water het gebied naar andere polders. Hierdoor en door de vrij constante fluxen is het niet noodzakelijk om in een modellering het grondwater mee te nemen. In plaats hiervan kan als onderrandvoorwaarde een flux met een richting opgegeven worden. Bij het bepalen van deze onderrand dient wel rekening gehouden te worden met de drinkwateronttrekkingen in het zuiden langs de Lek. Deze onttrekkingen beïnvloeden de kwelstromen. In de Krimpenerwaard wordt het oppervlaktewater en hiermee samenhangend de onverzadigde zone gestuurd door de ligging en peilen van de waterlopen. In de waterbalans zijn de hoeveelheden in- en uitgelaten water op de rivieren belangrijke termen.

Op basis van de systeemanalyse konden de hiaten in de beschikbare gegevens worden aangegeven en konden kritische systeemcomponenten en -parameters worden aangegeven.

Chemische waterkwaliteit

Een sluitende stoffenbalans is met de beschikbare gegevens niet op te stellen. Wel is aan te geven welke termen belangrijk zijn in de balans. De grootste inkomende post is de bijdrage van de landbouw (50-70%). De bijdrage van oxidatie van veen is ongeveer 20%. De bijdrage van het ingelaten buitenwater is eveneens ongeveer 20%. De grootste uitgaande post is de lozing op de het buitenwater.

Van de puntbronnen in het gebied (AWZI's, riolering) zijn voldoende gegevens beschikbaar. Van de diffuse bronnen op het gewenste schaalniveau komen de eerste gegevens beschikbaar (onderzoek over geheel Zuid-Holland). De achtergronduitspoeling uit veen kan worden geschat. Veenoxydatie kan worden gekwantificeerd m.b.v. modelberekeningen.

De kwaliteit van het grondwater kan worden bepaald aan de hand van meetgegevens van grondwaterkwaliteitsmeetnetten.

Bij de kwaliteit van het oppervlaktewater liggen de hiaten in gegevens bij de kwaliteit van het in- en uitgelaten oppervlaktewater. Van een aantal in- en uitlaatpunten is de kwaliteit onvoldoende bekend. Van de haarvaten van het gebied, de sloten, ontbreken met name gegevens van de abiotische en biotische kwaliteit van het oppervlaktewater.

Herinrichting

In de Krimpenerwaard wordt een herinrichting voorgenomen, die grote veranderingen van de waterhuishouding teweeg zal brengen. Het areaal natuurterrein zal worden uitgebreid. Door de scheiding van landbouw en natuur zal een groot verschil ontstaan tussen de kwaliteit van het oppervlaktewater in de natuurgebieden enerzijds en in de landbouwgebieden anderzijds. Landbouw en natuur krijgen beide een ander peilbeheer.

Conclusies

Uit de systeemverkenning kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken:

- De voorgenomen herinrichting van de Krimpenerwaard zal grote veranderingen van de waterhuishouding teweeg brengen.
- Binnen het gebied vindt er geen regionale stroming van grondwater plaats.
- Een sluitende stoffenbalans is met de beschikbare gegevens niet op te stellen. Wel is aan te geven welke termen belangrijk zijn in de balans.
- Bij de kwaliteit van het oppervlaktewater liggen hiaten in gegevens bij de kwaliteit van het in- en uitgelaten oppervlaktewater.
- Van de haarvaten van het gebied, de sloten, ontbreken met name gegevens van de abiotische en biotische kwaliteit van het oppervlaktewater.
- De voorgenomen herinrichting van de Krimpenerwaard zal grote veranderingen van de waterhuishouding teweeg brengen.

Evaluatie mestbeleid

Op basis van gegevens verzameld in de verkennende systeembeschrijving is een bijdrage geleverd aan een eerste evaluatie van het mestbeleid. Daarvoor zijn trends in nutriëntengehalten in oppervlaktewater in de Krimpenerwaard gegenereerd. Op de bestudeerde afzonderlijke punten geven deze trends een daling te zien van de totaalfosfaat- en orthofosfaatgehalten. Van de stikstofcomponenten kon een daling worden waargenomen in ammoniumgehalten en soms in gehalten aan N-totaal. Er is een neerwaartse overall-trend aanwezig van zomerhalfjaargemiddelde concentraties van fosfor en stikstof en van jaargemiddelde concentraties van fosfor.

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.

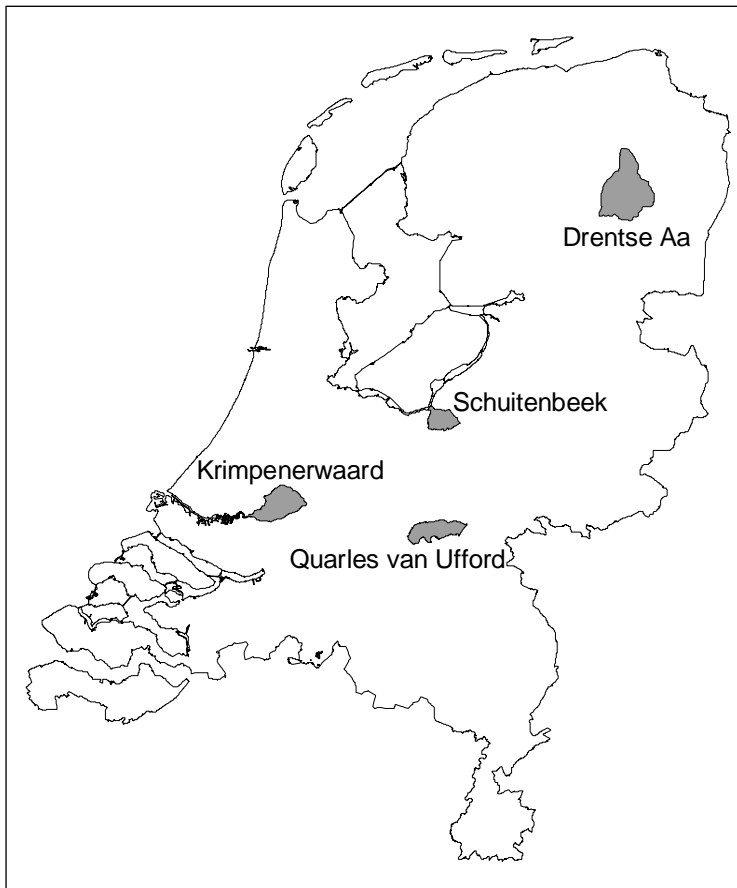
1.1 Gebiedskeuze

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 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.

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

2.1 Geologie

De Pleistocene ondergrond van de Krimpenerwaard bestaat uit een afwisseling van zand-, grind-, en kleilagen behorende tot de Formatie van Kreftenheye. De bovenkant van dit Pleistocene pakket ligt op 8 tot 14 m – NAP. Op enkele plaatsen in de Krimpenerwaard komt de Pleistocene ondergrond ondieper voor in de vorm van donken (Boland, 1994).

In het Holoceen is in het gebied een 10 tot 20 m dik pakket gevormd dat is opgebouwd uit veen- en kleilagen, behorende tot de Westland Formatie. De belangrijkste afzettingen hierin zijn het Hollandveen en de Afzettingen van Tiel. Deze deklaag is in sterke mate bepalend voor de waterhuishouding van de Krimpenerwaard. De invloed van het onderliggende Pleistoceen is gering (den Held, 1990).

Het Hollandveen komt in grote delen van het gebied aan de oppervlakte. Binnen het Hollandveen bestaan zowel horizontaal als verticaal verschillen in de samenstelling. De variatie wordt vooral bepaald door de mate van beïnvloeding door zeewater en de mate van (natuurlijke) ontwatering. In gebieden met zeeïnvloed werd riet- en rietzeggeveen gevormd, in de enigszins ontwaterde gebieden vooral bosveen en in de natste gebieden eutroof broekveen en zeggeveen. In het centrale deel van de Krimpenerwaard heeft de bovenzijde van het veenpakket zeer waarschijnlijk uit veenmos bestaan. In het pakket Hollandveen kunnen diverse perimariene en mariene afzettingen voorkomen. Deze dateren uit de perioden waarin de veenvorming werd onderbroken door zeespiegelrijzing.

De afzettingen van Tiel variëren in dikte van minder dan een halve meter tot meer dan een meter, waarbij in het algemeen sprake is van een geleidelijke toename in dikte vanuit het centrum van de Krimpenerwaard naar de randen. Hierdoor is er sprake van een grootschalige veen-klei-gradiënt. De afzettingen zijn tamelijk gevarieerd van opbouw en bestaan dicht langs de rivieren merendeels uit lichte tot zware klei en meer naar het centrum hoofdzakelijk uit zware klei. Langs de rivieren varieert de dikte van de afzettingen sterk van plaats tot plaats, als gevolg van de vormingswijze (kreekruggen en kommen). Het kalkgehalte is in de bovengrond vrijwel overal zeer laag.

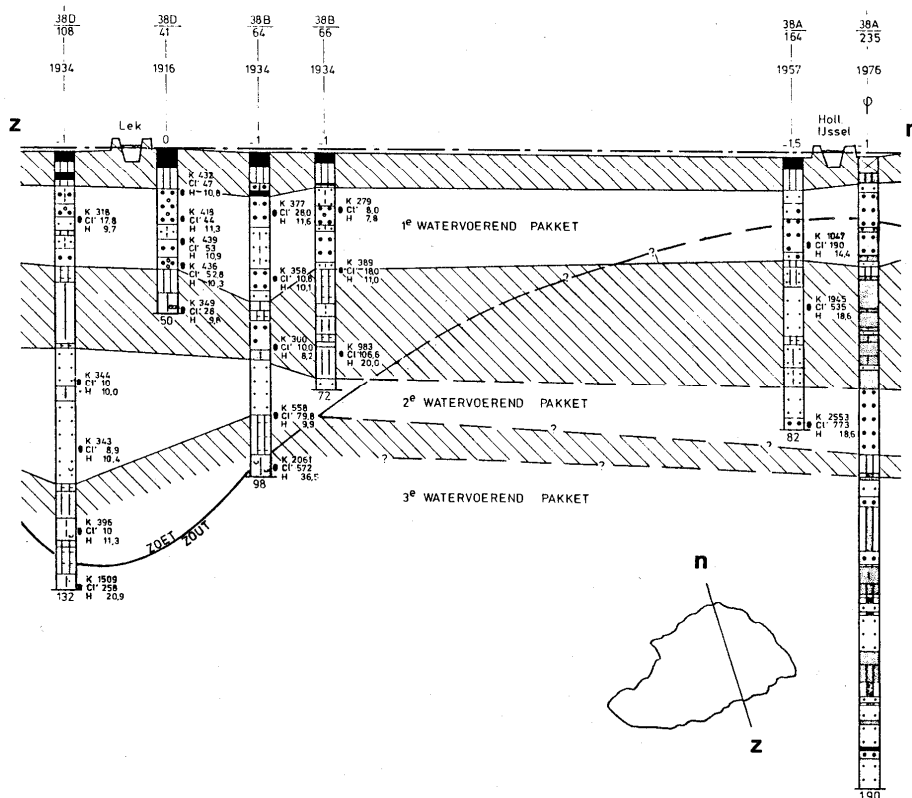
Door bedijking van de rivieren en daarop volgende ontginning is een eind gekomen aan de natuurlijke sedimentatie en de veengroei. Het veenpakket is door klink en mineralisatie als gevolg van ontwatering in dikte afgenomen (Bakker et al., 1995).

2.2 Geohydrologie

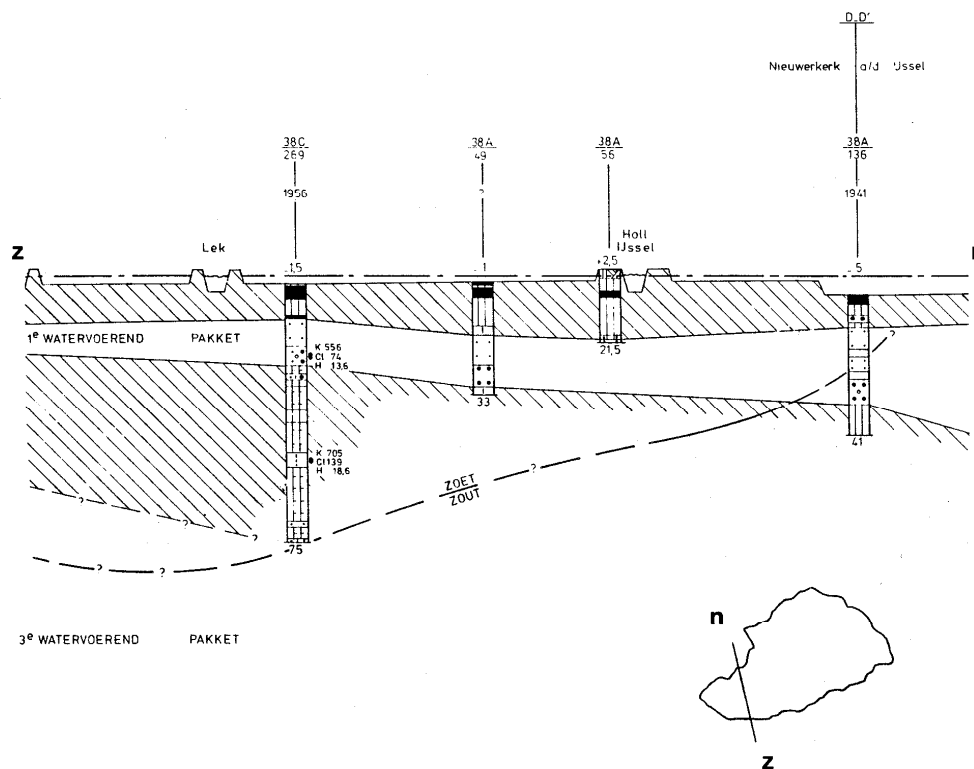
Het profiel in Figuur 2 loopt in zuid-noord richting door de Krimpenerwaard ten hoogte van Bergambacht. Vanaf het maaiveld gerekend is er een opeenvolging van minstens drie watervoerende lagen. Het eerste watervoerende pakket bestaat uit zanden van de formaties Sterksel en Kreftenheye, met een kD -waarde van $800 - 1500 \text{ m}^2/\text{dag}$, toenemend van noord naar zuid. Het dunne tweede watervoerend pakket bestaat uit de formatie van Harderwijk. Op grotere diepte, vanaf ca. 100 m, komen ook watervoerende lagen voor, het derde watervoerende pakket.

De afdekkende laag wordt gevormd door Holocene afzettingen met een sterk variërende c -waarde van 500 tot 1000 dagen. De scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerende pakket is enkele tientallen meters dik, maar de weerstand is waarschijnlijk vrij laag. Over de scheiding tussen de tweede en derde watervoerende laag is minder bekend.

Het profiel in Figuur 3 loopt eveneens in zuid-noord richting, maar in het westelijke deel van de Krimpenerwaard tussen Krimpen a/d Lek en Lekkerkerk. In dit profiel ontbreekt de tweede watervoerende laag en het eerste watervoerende pakket is dunner, de kD -waarde is $500 - 1000 \text{ m}^2/\text{dag}$. De afdekkende Holocene laag heeft hier ook een sterk wisselende samenstelling. De scheiding tussen het eerste en derde watervoerende pakket is zeer dik (Maas, 1989).



Figuur 2. Geohydrologisch profiel door de Krimpenerwaard ten hoogte van Bergambacht (Maas, 1989)



Figuur 3. Geohydrologisch profiel door de Krimpenerwaard ten hoogte van Krimpen a/d Lek en Lekkerkerk (Maas, 1989)

2.3 Maaiveld

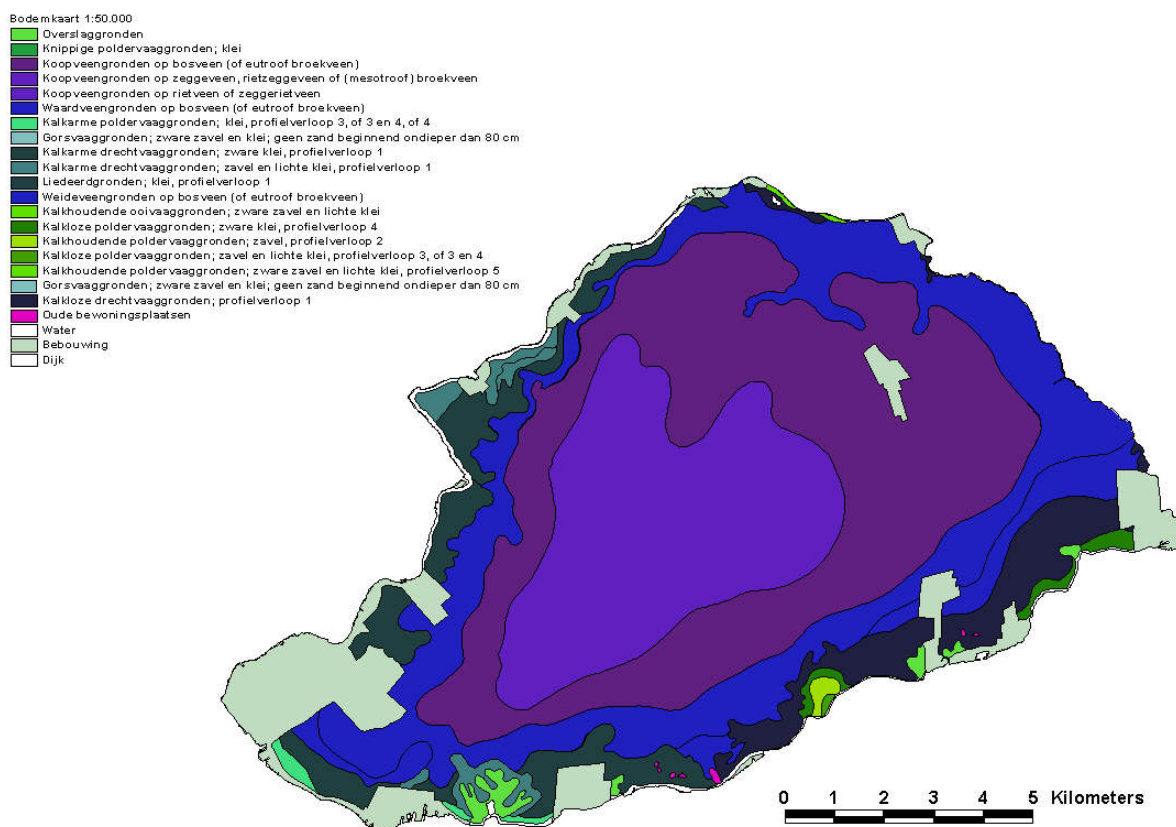
Voor de ontginning van de Krimpenerwaard lag het gebied boven NAP. Door ontwatering van het veenpakket is het maaiveld steeds lager komen te liggen, 1 à 2 meter beneden de zeespiegel met een helling van ongeveer 1 meter per 10 kilometer van zuidoost naar noordwest (Bakker et al., 1995).

In het kleigebied langs de rivier komt een zeer zwak reliëf voor in de vorm van kreekkruggen. Zeer plaatselijk komt er een sterker reliëf voor in de vorm van donken en een stroomrug in de polder Bergambacht. Kunstmatig reliëf komt voor in de vorm van sloten, klei- en veenputten, afgegraven percelen, landscheidingen, wegen, dijken en “hol” gelegen percelen (Haartsen, 1986).

2.4 Bodem

Het overgrote deel van de bodem in de Krimpenerwaard bestaat uit een veenpakket of een veenpakket met een kleidek (zie Figuur 4). Deze bodem wordt getypeerd als koopveengrond. Het veenpakket heeft een dikte variërend van 3 tot 7 meter en plaatselijk 10 meter. Het grootste gedeelte hiervan is eutroof broekveen gemengd met houtresten en slib, plaatselijk komt ook bosveen voor.

Het kleidek heeft dicht bij de rivieren een dikte van 80 cm of meer en neemt in dikte af naar het centrum van het gebied, waar plaatselijk veengronden zonder kleidek voorkomen.



Figuur 4. Bodemkaart 1:50.000 van de Krimpenerwaard (Steur & Heijink, 1991)

2.5 Grondgebruik

Tabel 1. Grondgebruik in de Krimpenerwaard volgens LGN4

Grondgebruik	Oppervlakte (ha)	Oppervlakte (%)
Landbouw	11510	82
<i>gras</i>	11437	82
<i>maïs</i>	28	0.2
<i>overige landbouwgewassen</i>	15	0.1
<i>glastuinbouw</i>	9	0.1
<i>boomgaard</i>	21	0.2
Natuur	126	0.9
<i>loofbos</i>	117	0.8
<i>bos in moerasgebied</i>	9	0.1
Open water	91	0.6
Bebouwd gebied	2301	16
<i>stedelijke bebouwd gebied</i>	1253	8.9
<i>bebouwing in buitengebied</i>	20	0.1
<i>bebouwing in agrarisch gebied</i>	284	2.0
<i>loofbos in bebouwd gebied</i>	71	0.5
<i>naaldbos in bebouwd gebied</i>	4	0.0
<i>bos met dichte bebouwing</i>	134	1.0
<i>gras in bebouwd gebied</i>	246	1.8
<i>hoofdwegen en spoorwegen</i>	289	2.1
Totaal	14028	100

De verdeling van het grondgebruik in de Krimpenerwaard wordt in Tabel 1 weergegeven. Het overgrote deel is agrarisch gebied. Sinds de ontginning van het gebied zijn de klei- en veengronden als grasland gebruikt. De aanwezige bodemtypen zijn voor akkerbouw minder of zelfs ongeschikt. Melkveehouderijen nemen in de agrarische sector dan ook een eerste plaats in. Langs de Nieuwe Maas en de Lek komt sporadisch akkerbouw en fruitteelt voor.

Het oppervlak aan open water wordt onderschat doordat het LGN bestand bestaat uit gridcellen van 25 bij 25 m, waardoor de kleinere waterlopen wegvallen.

De ruimtelijke verdeling van het landgebruik wordt in Figuur 5 weergegeven.

Figuur 5. Landgebruik in de Krimpenerwaard (LGN4)

De stedelijke gebieden liggen langs de grote rivieren. Stolwijk en Berkenwoude zijn kernen die midden in het gebied liggen. Verder is er nogal wat lintbebouwing aanwezig.

2.6 Gegevens(bestanden)

De volgende gegevensbestanden zijn beschikbaar:

- Bodem, digitaal polygonen bestand van de bodemkaart 1:50.000
- Landgebruik, LGN4, digitaal grid bestand (25x25m)
- Hoogtebestanden van het hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard
- Hydrologische gegevens uit STONE, afgeleide hydrologische bestanden uit het modelinstrumentarium, aanwezigheid buisdrainage, freatische lekweerstand van het primaire, secundaire en tertiaire ontwateringssysteem, slootdichtheid voor het primaire, secundaire en tertiaire ontwateringssysteem, en kwelwegzijing. (grid bestand 250x250m)

3 Het watersysteem

3.1 Neerslag en verdamping

Het Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard gebruikt voor de berekening van de neerslagsom het gemiddelde van de KNMI stations Groot-Ammers, Gouda en IJsselmonde en de waarnemingen van de machinisten bij de gemalen.

Voor de bepaling van de gemiddelde potentiële verdamping wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde verdamping van de stations Herwijnen, de Bilt en Rotterdam. Deze is vermenigvuldigd met de referentie gewasverdamping (Makkink formule) (Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, 1995). In Tabel 2 wordt de neerslag, potentiële verdamping en het neerslagoverschot voor de Krimpenerwaard gegeven.

Tabel 2. Neerslag, verdamping en neerslagoverschot (Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, 1992-1995)

Jaar	Neerslag (mm j ⁻¹)	Verdamping (mm j ⁻¹)	Neerslagoverschot (mm j ⁻¹)
1991	676	546	130
1992	901	582	319
1993	915	524	391
1994	970	547	423
1995	747	559	187

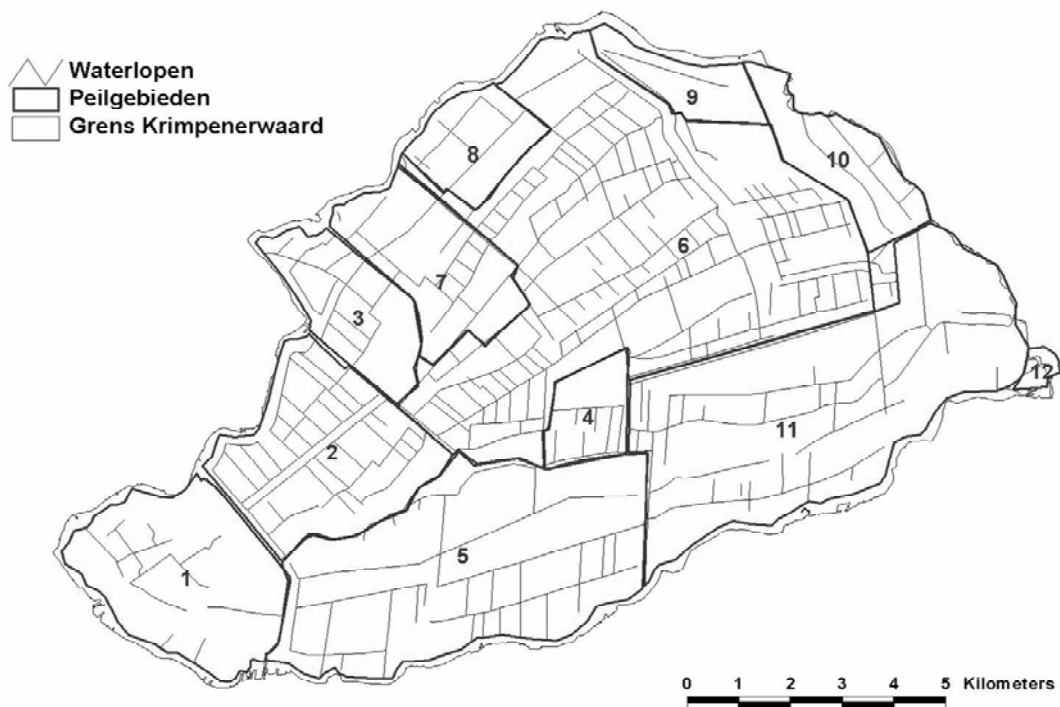
3.2 Oppervlaktewater

3.2.1 Oppervlaktewaterstructuur

De waterstaatkundige oppervlakte van de Krimpenerwaard is 13.612 ha. Het beheersgebied is opgedeeld in 12 bemalingsgebieden waaruit door één of meerdere waterlopen het waterbezwaar wordt afgevoerd. Per bemalingsgebied worden één of meer peilgebieden onderscheiden (Tabel 3).

Tabel 3. Indeling beheersgebieden, lengte hoofdwatervan en gemiddelde zomer en winterpeilen van de Krimpenerwaard (Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, 1995)

Bemalingsgebied	Opper vlakte (ha)	Aantal peil gebieden	Lengte hoofdwatervan gangen (m)	Zomerpeil (m-NAP)	Winterpeil (m-NAP)
1 Langeland en Kortland	1.121	1	35.740	1,97	2,02
2 Kromme Geer en Zijde	1.140	1	22.525	2,20	2,20
3 De Nesse	545	1	11.000	2,54	2,54
4 Zuidbroek	262	1	7.460	2,15	2,15
5 Den Hoek en Schuwagt	2.221	5	62.280	2,08	2,08
6 Stolwijk/Berkenwoude	3.865	7	91.150	2,02	2,05
7 Kattendijksblok en Achterbroek	674	1	11.430	2,30	2,40
8 Middelblok	403	1	6.330	2,20	2,25
9 Beneden-Haastrecht	310	3	5.765	2,15	2,20
10 Vlist-Westzijde	418	3	7.350	2,10	2,15
11 Bergambacht	2.627	7	57.028	1,73	1,78
12 Stadswater Schoonhoven	26	1	2.204		
Totaal	13.612	32	320.265		



Figuur 6. Ligging van de beheersgebieden uit tabel 3

De huidige oppervlaktewaterhuishouding wordt gekenmerkt door gelijke peilen over grote aaneengesloten oppervlakten; onderbemalingen met lagere peilen zijn slechts incidenteel aanwezig. De peilfluctuaties zijn zeer gering; de winterpeilen liggen circa 0-10 cm lager dan de zomerpeilen.

Het net aan waterlopen is zeer dicht en heeft een totale oppervlakte van ca. 2500 ha. De sloten hebben een gemiddelde diepte van 60 cm en een breedte van 4.7 m. De hoofdwatergangen hebben een gemiddelde diepte van 90 cm en een breedte van 11.2 m (ZHEW).

3.2.2 Waterafvoer

De waterafvoer vindt plaats vanuit peilgebieden via een systeem van hoofdwatergangen, welke omschreven zijn in de leggers van het hoogheemraadschap. De belangrijkste kunstwerken in de hoofdwatergangen zijn eveneens opgenomen in de leggers. De vele kunstwerken met een klein doorstroomprofiel veroorzaken opstuwning in de hoofdwatergangen. De waterafvoer verloopt hierdoor minder vlot.

Vanwege de diepe ligging van de polders kan waterlozing uitsluitend door bemaling plaatsvinden. Bemaling is zodanig geregeld dat peilschommelingen binnen de polder

tot een minimum worden beperkt. De capaciteit van de gemalen is in de loop van de tijd sterk afgenomen door dalend rendement en gestegen opvoerhoogte.

De peilverschillen tussen de peilgebieden zijn relatief gering. Hierdoor is het in een aantal situaties mogelijk, dat als gevolg van afmaling in het ene polderdeel, water vrij kan worden geloosd vanuit een ander polderdeel. In perioden met veel wateroverlast wordt, bij wijze van ondersteuning van deze mogelijkheid gebruik gemaakt.

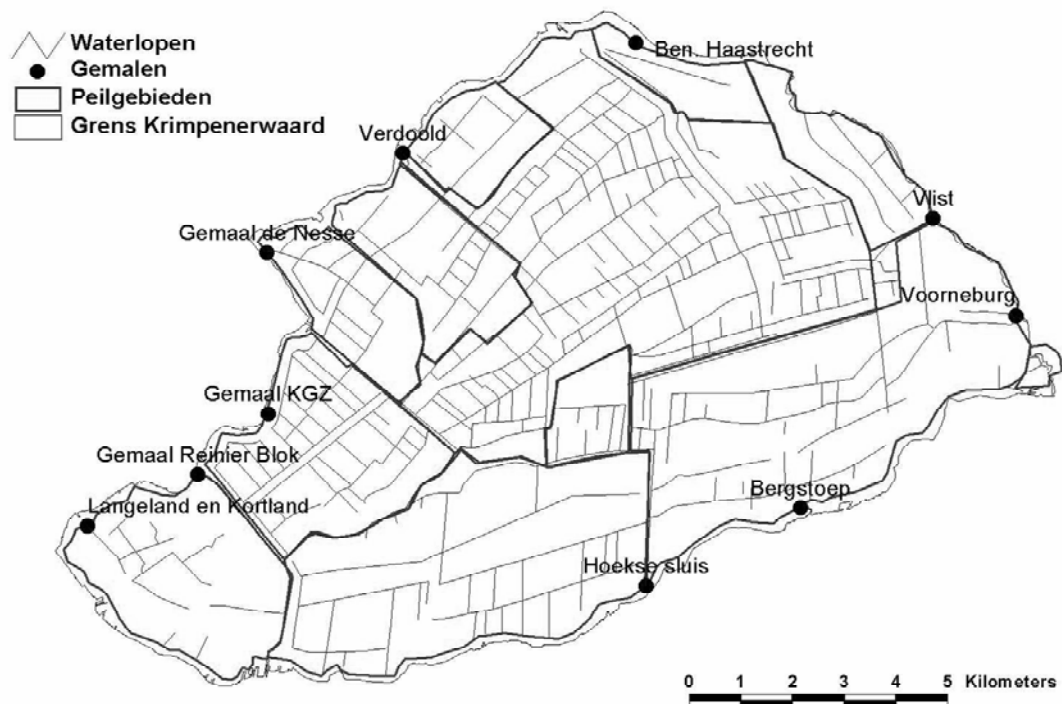
3.2.3 Wateraanvoer

In de Krimpenerwaard wordt al zeer lang rivierwater ingelaten om het polderpeil te kunnen handhaven in de droge zomerperiode. De ingelaten water is direct afkomstig uit de omringende rivieren zonder tussenkomst van een boezemstelsel. De rivieren die het gebied omringen vervullen feitelijk de boezemfunctie van het gebied.

Waterinlaat vindt onder vrij verval plaats vanuit de Lek, de Hollandsche IJssel en de Vlist. In droge perioden en bij lage rivierafvoeren zijn de inlaten op het bovenstroomse gedeelte van de Lek relatief belangrijk. Benedenstroomse inlaten kunnen in deze periode komen te vervallen door zoutbezwaar. De belangrijkste inlaten zijn die te Bergambacht (Lek), Schoonhoven (Vlist), Gouderak (Hollandsche IJssel), en Krimpen aan den IJssel (Hollandsche IJssel).

Vanuit de rivieren wordt naar behoefte water ingelaten en via afsluitbare grondduikers, stuwen en sluizen naar de peilgebieden geleid. De waterinlaat wordt afgestemd op de verhouding tussen waterstanden en het peil in de peilgebieden. Net als in het geval van waterafvoer is het streven bij de aanvoer van water gericht op de handhaving van de vastgestelde peilen (Tauw, 1992).

In Figuur 7 wordt de ligging van de inlaten en gemalen weergegeven. In Tabel 4 wordt de hoeveelheid ingelaten buitenwater weergegeven. In de tabel is te zien dat er alleen tijdens de droge zomermaanden water ingelaten wordt.



Figuur 7. Ligging van de inlaten en gemalen in de Krimpenerwaard

Tabel 4. Hoeveelheid ingelaten buitenwater in 2001 (in 1000 m³)

Inlaat	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec	Totaal
L. & K.	0	0	0	0	324	438	242	0	0	0	0	0	1005
KGZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reinier Blok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
De Nesse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verdoold	0	0	0	0	821	1090	346	346	0	0	0	0	2602
Hoekse sluis	0	0	0	0	1093	1297	924	567	0	0	0	0	3881
Ben. Haastrecht	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	38
Bergstoep	0	0	0	0	0	0	200	298	0	0	0	0	499
Voorneburg	0	0	0	0	0	180	215	135	0	0	0	0	529
Vlist	0	0	0	0	259	76	148	0	0	0	0	0	484
Grote Haven	0	0	0	0	151	151	151	0	0	0	0	0	454
Bachte-naar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	0	0	0	0	2648	3270	2227	1345	0	0	0	0	9490

3.3 Grondwater

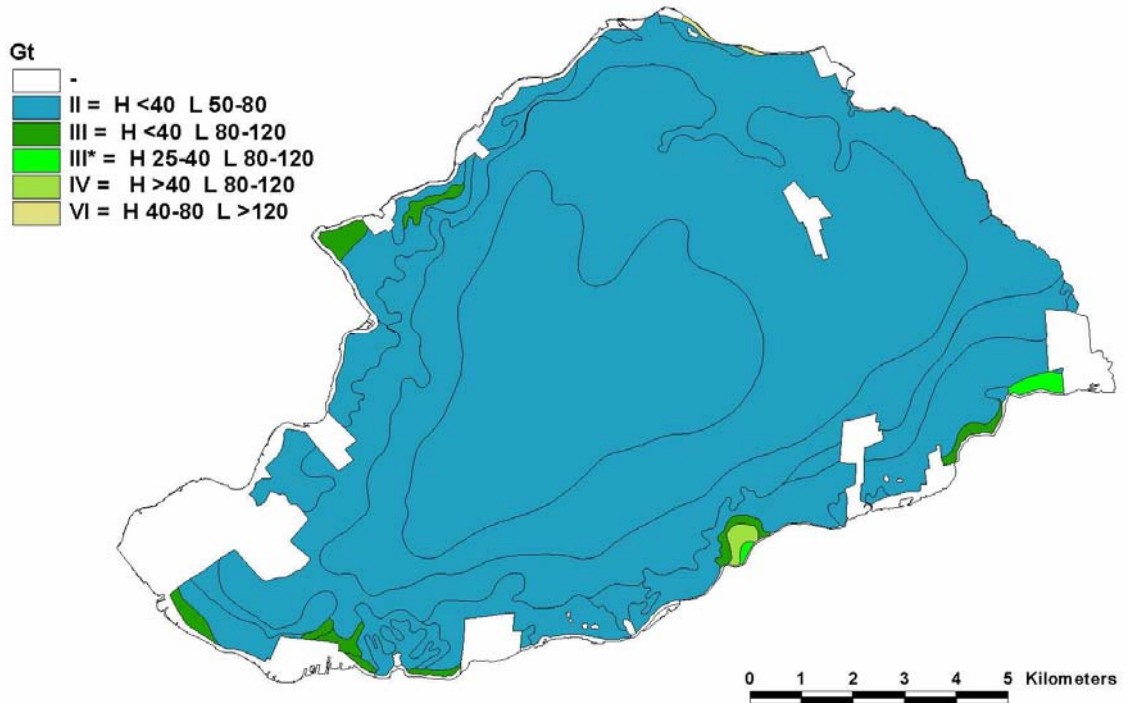
3.3.1 Onttrekkingen

In het zuidelijke deel van de Krimpenerwaard wordt grondwater onttrokken aan het eerste watervoerende pakket ten behoeve van de drinkwatervoorziening en industrie (zie Tabel 5). De pompputten van de waterwinning liggen nabij de Lek en onttrekken vooral recent geïnfiltreerd rivierwater. De winning vindt plaats op een diepte tussen 15 en 30 m –NAP. Deze onttrekkingen hebben invloed op de hoeveelheid water die uitgeslagen moet worden omdat een deel van de kwel door de pompputten wordt afgevangen. In de omgeving van de grote waterwinning Rodenhuis is de kwel vanuit de Lek verdwenen en vindt infiltratie naar het pompstation plaats (Haartsen, 1986).

Tabel 5. Wateronttrekkingen mln. m³ per jaar in de Krimpenerwaard (Haartsen, 1986 en Maas, 1989)

Pompstation	Onttrekking 1975	Onttrekking 1986
Lekkerkerk	2.6	3.30
Bergambacht, Dijklaan	0.8	0.84
Bergambacht, Rodenhuis	8.5	9.48
Schoonhoven	0.7	0.45
Industrie Schoonhoven	1.0	-

3.3.2 Grondwaterstanden



Figuur 8. De grondwatertrappen in de Krimpenerwaard (Steur & Heijink, 1991)

De grondwaterstand komt in vrijwel de gehele Krimpenerwaard op geringe diepte beneden maaiveld voor. Deze wordt veroorzaakt door geringe drooglegging, het slootpeil staat gemiddeld 30 - 40 cm onder maaiveld. Het grootste deel van het gebied heeft grondwatertrap II. Langs de rivieren komt in de kleigronden ook GT III en IV voor (Figuur 8).

Op de in Figuur 9 weergegeven punten wordt door TNO de grondwaterstand gemeten. Deze zijn opgeslagen in de DINO database.



Figuur 9. Ligging van TNO peilbuizen waar de grondwaterstand wordt gemeten (vanaf 1980)

3.3.3 Grondwaterstroming

De globale grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket is zuidoost noordwest. Deze afstroming wordt veroorzaakt door het hoge peil van het rivierwater in de Lek en de diepe bemaling van de Zuidplaspolder die de Krimpenerwaard in het noorden begrenst. Door het diepe polderpeil in de Zuidplaspolder vindt in het noordelijk deel van de Krimpenerwaard en waarschijnlijk ook vanuit de IJssel wegzijging naar deze polder plaats. Het hoge peil in de Hollandsche IJssel is hierdoor niet van invloed op het algemene afstroompatroon.

De Lek heeft zich ter hoogte van de Krimpenerwaard niet in de doorlatende ondergrond ingesneden. Door het positieve hoogteverschil tussen het waterpeil in de Lek en de waterlopen in de Krimpenerwaard vindt een toestroming plaats van rivierwater via het eerste pakket naar de waterlopen in de polder, waarbij een weerstandsbiedende deklaag gepasseerd wordt.

In het grootste deel van de Krimpenerwaard is sprake van lichte infiltratie (0-0,1 mm dag⁻¹). Langs de Lek en de Vlist is een vrij brede zone aanwezig met lichte kwel (van rivierwater) met een intensiteit tot 0,35 mm dag⁻¹. Door de aanwezigheid van een dik slecht doorlatend (veen) pakket als deklaag en factoren, zoals de vlakke ligging en de

hoge drainagedichtheid, spelen kwel en wegzijging een ondergeschikte rol in de kwantitatieve grondwaterhuishouding (de Held, 1990).

3.4 Waterbalans

Tabel 6. Waterbalans in mm jaar¹ voor de polder Bergambacht (Zomer, Winter en Totaal, Meijer (1989) en de gehele Krimpenerwaard (HH, Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard)

IN	Zomer	Winter	Totaal	HH	UIT	Zomer	Winter	Totaal	HH
Neerslag	360	390	750	842	Verdamping	439	116	554	552
Waterinlaat	306	86	392	122	Wegzijging				31
Kwel	47	47	95	58	Waterafvoer	367	428	795	470
AWZI's	29	28	57						
Restpost	63		55	31	Restpost		8		
Totaal	805	544	1349	1053	Totaal	805	544	1349	1053

In de jaarverslagen van het Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard wordt per jaar een waterbalans opgesteld. Deze is gemiddeld over de periode 1991-1995 in Tabel 6 (kolommen HH) gegeven. De waterinlaat hierin is een schatting. De afvoer is bepaald met behulp van de bedrijfsurenstaten van de gemalen en de capaciteiten van de pompen.

Om een beeld te krijgen over de spreiding binnen een jaar zijn in Tabel 6 ook de zomer en winter balanstermen van de polder Bergambacht weergegeven (Meijer, 1989). De waterinlaat en -afvoer kunnen niet vergeleken worden met de waarden voor de gehele Krimpenerwaard. Wel wordt duidelijk, net als in Tabel 4, dat de waterinlaat vrijwel alleen in de droge zomermaanden plaatsvindt.

De kwel is in Bergambacht groter dan in de gehele Krimpenerwaard, wat veroorzaakt wordt door de zuidelijke ligging binnen het kwelgebied in Krimpenerwaard.

De restpost bevat de berging in het oppervlakte- en grondwater. Deze is voor Bergambacht 4% en voor de Krimpenerwaard 3% van de totale inkomende termen.

3.5 Gegevens(bestanden)

De volgende gegevensbestanden zijn beschikbaar:

- Neerslag en verdamping, KNMI
- Grondwaterstanden, het landelijk bestand DINO
- Papieren legger van het Hoogheemraadschap
- Digitale begrenzing van de peilgebieden
- Maaluren en capaciteiten van de gemalen

4 Chemische waterkwaliteit

4.1 Beschouwde stoffen

In het monitoringsmeetnet voor oppervlaktewaterkwaliteit van Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden worden de volgende stoffen gemeten: totaal-stikstof, ammonium, nitraat, totaal-fosfaat, ortho-fosfaat, zuurstof, chloride. Deze studie beperkt zich tot een systeemanalyse gericht op de belasting van het grond- en oppervlaktewater met nutriënten.

De meetpunten van het meetnet van Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden zijn weergegeven in Figuur B.1 (Bijlage 1). 15 vaste en 16 roulerende punten worden iedere maand bemonsterd.

4.2 Atmosferische depositie

In Tabel 7 wordt de atmosferische depositie in de Krimpenerwaard voor de jaren 1999 tot 2001 gegeven. Deze is berekend met het model OPS ten behoeve van Milieubalans 2002 voor grids van 5*5 km.

Tabel 7. Atmosferische stikstofdepositie in de Krimpenerwaard.

Jaar	NH _x (mol ha ⁻¹ jr ⁻¹)	NO _x (mol ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Totaal N-dep (mol ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Totaal N-dep (kg ha ⁻¹ jr ⁻¹)
1999	1713	890	2603	36.4
2000	1464	769	2233	31.2
2001	1373	799	2172	30.4

4.3 Externe belasting

Puntbronnen

Afvalwaterzuiveringsinrichtingen (AWZI's)

In de Krimpenerwaard lozen 4 AWZI's op het oppervlaktewater: Bergambacht, Ammerstol, Berkenwoude en Stolwijk. Deze zijn mogelijk belangrijke bronnen van fosfaat in bodemslib en oppervlaktewater. In Tabel 8 worden de fosfaat en stikstof hoeveelheden van het influent en effluent van deze AWZI's gegeven.

Tabel 8. Het gemiddelde influent en effluent (kg d-1) van de AWZI's in de Krimpenerwaard over de periode 1991-2001 (ZHEW)

	influent				effluent				
	CZV	BZV	KjN	Ptot	CZV	BZV	KjN	Ntot	Ptot
Ammerstol	196	72	23	3.7	22	2.1	1.7	4.3	0.8
Bergambacht	782	296	72	11.2	87	6.9	6.5	10.1	1.3
Berkenwoude	224	93	21	3.7	29	3.1	1.9	3.8	1.2
Stolwijk	675	280	65	10.9	76	5.7	4.2	8.0	0.6

Diffuse bronnen

Landbouw

Door bemesting worden stoffen aan de bodem toegediend in soms grotere hoeveelheden dan het gewas kan opnemen. Als gevolg van de gereduceerde en zure omstandigheden van de bovengrond (hoge grondwaterstanden) wordt het via de mest toegediende fosfaat vrijwel niet vastgelegd in de bovengrond. De fosfaten spoelen dan uit naar het grond- en oppervlaktewater. Het omgekeerde geldt voor stikstof.

Door de ondiepe grondwaterstanden is de waterberging in de bodem gering. Bij neerslag zullen de opgebrachte meststoffen bovendien gemakkelijk over het maaiveld naar de sloten kunnen afspoelen.

Bodemslib

In de Krimpenerwaard speelt de afzetting van slib en dood plantenmateriaal op de slootbodem een belangrijke rol in de verontreiniging van oppervlaktewater. De slootbodem vormt een depot voor niet of langzaam afbreekbare stoffen. De bron voor deze stoffen wordt enerzijds gevormd door de organische stof in het slib zelf, anderzijds vindt aanvoer plaats door diverse punt- en diffuse lozingen.

Relatief hoge concentraties aan fosfaat worden benedenstrooms van lozingspunten van effluent en rioolwater aangetroffen.

In de zuurstofloze sliblaag gaat fosfaat in oplossing waarna deze stof naar het oppervlaktewater kan diffunderen. Bij opwoeling van bodemslib (bij doorspoeling of verhoogde afvoer) komt dit fosfaat in sterkere mate vrij en zal bijdragen tot eutrofiëring (Haartsen, 1986).

Veen

Het oppervlaktewater ondervindt een hoge belasting door af- en uitspoeling van meststoffen van veengronden door hoge grondwaterstanden en concurrentie om zuurstof. Bij een laag peil tijdens droge perioden vindt oxidatie van de organische stof in de bovengrond plaats. Hierdoor komen nutriënten vrij die in de organische verbindingen waren vastgelegd. Deze nutriënten komen via uit- en afspoeling bij een hoger peil in het oppervlaktewater terecht.

In Hendriks (1991) wordt een schatting van de achtergronduitspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater uit laagveengronden gegeven (Tabel 9). Hierbij is uitgegaan van de gemiddelde N en P concentraties in de bovenste meter van het

grondwater, een gemiddeld jaarlijks neerslag overschot van 300 mm en geen kwelinvloed.

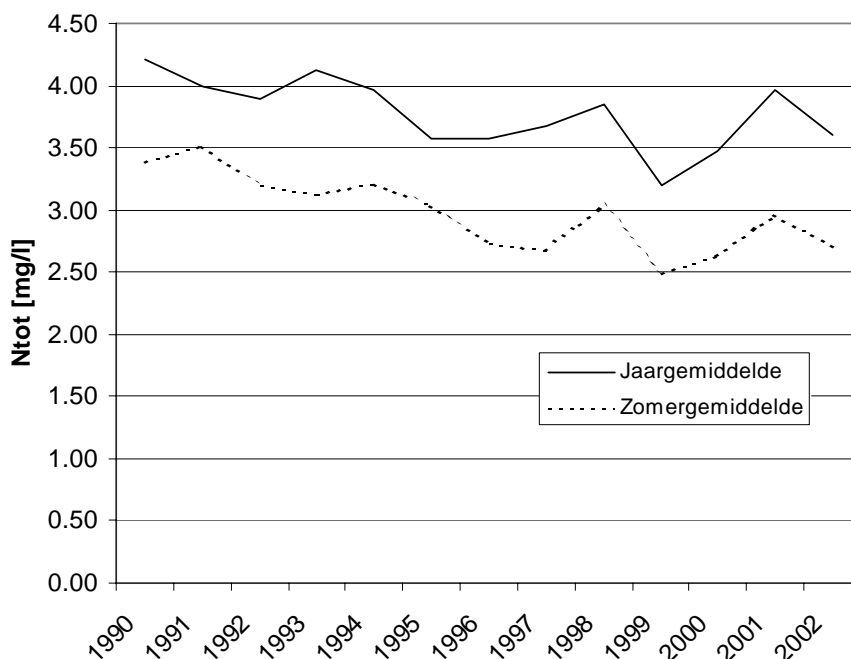
Tabel 9. Schatting van de achtergronduitspoeling van stikstof en fosfor in kg ha-1 j-1 (Hendriks, 1991).

Nitraat-N	Ammonium-N	Organisch-N	Totaal-N	Ortho-P	Organisch-P	Totaal-P
1	6	5	12	0,3	0,7	1,0

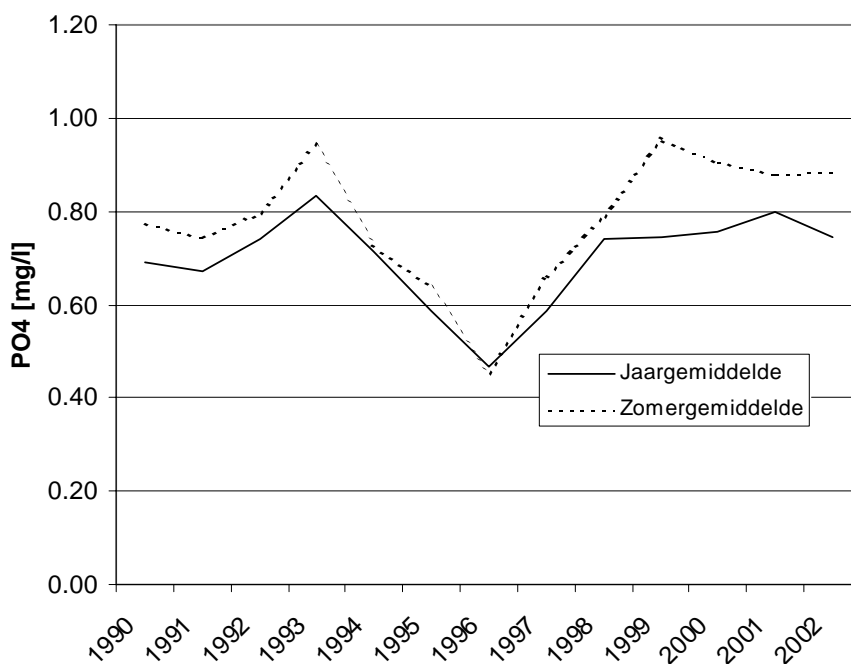
4.4 Oppervlaktewater

Door de vlakke ligging van de Krimpenerwaard is in het algemeen sprake van geringe stroomsnelheden en lange verblijftijden, met name in de perceelsloten. Drie hoofdtypen zijn daarbij aan de orde: gebiedseigen calcium-bicarbonaat-rijk grondwater, aangevoerd natrium-chloride-rijk rivierwater en relatief ionenarm water bestaande uit neerslag en weinig gerijpt grondwater.

Per jaar worden er maandelijks op 15 vaste basism Meetpunten en op 16 roulerende punten door het ZHEW bemonsteringen uitgevoerd. De concentraties ortho-fosfaat, ammonium, nitraat, sulfaat, totaal-N, totaal-P, zuurstof, en Cl, en de pH, EC, en alkaniteit worden bepaald. In de Figuren 10 en 11 worden de gemiddelde waarden van de basism Meetpunten totaal-N en PO₄ weergegeven. Er is een duidelijke afnemende concentratie totaal-N te zien in de periode 1990-2002. Het PO₄-gehalte heeft een ander verloop, er is geen afname te zien. In de droge jaren 1995-1997 is wel een afname van de concentratie te zien, hetgeen kan worden toegeschreven aan een verminderde belasting vanuit de bodem door een geringere afvoer.



Figuur 10. Gemiddelde totaal-N (mg l-1) per jaar op de 15 basism Meetpunten (ZHEW)



Figuur 11. Gemiddelde PO₄ (mg l⁻¹) per jaar op de 15 basism Meetputen (ZHEW)

De Lek speelt een belangrijke rol voor de waterhuishouding van de Krimpenerwaard en is hierdoor van grote invloed op de samenstelling van met name het oppervlaktewater. Inlaat van Lekwater vindt voornamelijk in de zomer plaats. De kwaliteit van het ingelaten Lekwater wordt gegeven in Tabel 10 en Tabel 11.

Tabel 10. Samenstelling van Lekwater in 1985, gemiddelde van 6 waarnemingen (Haartsen, 1986)

	gemiddeld	minimum	maximum
Ammonium-N (mg l ⁻¹)	0.61	0.07	2.38
Nitrat-N (mg l ⁻¹)	4.4	3.4	5.8
Fosfaat-P (mg l ⁻¹)	0.37	0.25	0.52
Chloride (mg l ⁻¹)	187	104	370

Tabel 11. Samenstelling van Lekwater in 1988-1989 (Hendriks & van der Kolk, 1994)

	Lek		Vlist	
	zomer	winter	zomer	Winter
Totaal-N (mg l ⁻¹)	4.6	5.5	3.3	2.7
Totaal-P (mg l ⁻¹)	0.28	0.31	0.46	0.38

4.5 Grondwater

In Tabel 12 wordt de kwaliteit van het grondwater op 2 verschillende diepten gegeven onder veen, zand en klei.

Tabel 12. Gemiddelde gehalte van grondwater voor chloride, ammonium en fosfor op 12 en 24 m over de periode 1980-1985 (Haartsen, 1986)

	chloride (mg l ⁻¹)		fosfor (mg l ⁻¹)		ammonium (-N) (mg l ⁻¹)	
	12m-mv	24m-mv	12m-mv	24m-mv	12m-mv	24m-mv
Veen	58	76	1.5	0.6	26	18
Zand	165	158	0.3	0.2	0.6	0.6
Klei	158	164	0.6	0.1	5.8	1.9

Het P-totaal gehalte in het freatisch grondwater varieert tussen 0.02 en 1.50 mg l⁻¹, en ligt meestal tussen de 0.05 en 0.30 mg l⁻¹. Het NH₄ gehalte ligt in het algemeen tussen de 1 en 10 mg l⁻¹. Het nitraatgehalte bedraagt op de meeste plaatsen minder dan 0.05 mg l⁻¹, maar bereikt plaatselijk waarden van 0.3 tot 1.0 mg l⁻¹ (den Held, 1990).

De kwaliteit van het kwelwater in een smalle zone direct langs de Lek betreft een nutriëntenconcentratie van circa 0,5 mg l⁻¹ totaal-N en 0,235 mg l⁻¹ totaal-P. Richting het noordwesten nemen de concentraties af (Wolters en Hendriks, 2002).

4.6 Stoffenbalans

Voor het land zijn de stikstof- en fosfaatbalansen met elkaar vergeleken uit de balansstudie van Meijer (1989) en de modelstudie van Wolters & Hendriks (2002) voor de polder Bergambacht in de Krimpenerwaard. In Tabel 13 en Tabel 14 worden deze naast elkaar weergegeven voor het land. Voor het oppervlaktewater wordt de balans weergegeven in tabel 15. Door de verschillende benaderingen van de studies is er een verschil te zien in de weergegeven getallen. In de balans van Meijer (1989) is een restpost te zien van 85%. Deze wordt onder andere veroorzaakt doordat denitrificatie en gewasopname niet meegenomen worden. In de modelstudie worden alle termen in de balans meegenomen en is er hierdoor ook geen restpost te zien.

In beide studies ligt het aandeel van de landbouw hoog, op 65-70% van de totale inkomende posten voor stikstof en op 70-90% voor fosfaat (Tabellen 13 en 14).

De bijdrage van veen ligt rond de 15-20% voor stikstof. In die studie van Meijer (1989) ligt deze voor fosfaat ook op 17%, terwijl in de andere studie deze slechts op 1% ligt.

De weergegeven balansen geven een indicatie voor de Krimpenerwaard, maar kunnen niet overgenomen worden, omdat het peilgebied Bergambacht niet representatief is voor het gehele Krimpenerwaard. Er is in dit gebied een grotere kwel intensiteit. Ook is de belasting van de landbouw lager, omdat dit gebied als proefgebied wordt gebruikt in het project 'Samen naar schoon water in peilgebied Bergambacht'.

Tabel 13. *Vergelijking van de stikstof balans (in kg b-1 j-1) uit Meijer (1989) en Wolters & Hendriks (2002) voor het systeem land in polder Bergambacht*

IN	Studie 1989	Studie 2002	UIT	Studie 1989	Studie 2002
Depositie	38.17	41.90	Netto gewas opname		296.00
Mest/Landbouw	228.83	285.50	Denitrificatie		148.00
Veen	50.74	97.40	Wegzijging		3.80
Kwel	6.03	8.40	Uitspoeling	45.41	30.50
Infiltratie	2.33	2.00	Verandering bodemvoorraad		-43.10
			Restpost	280.70	
Totaal	326.11	435.20	Totaal	326.11	435.20

Tabel 14. *Vergelijking van de fosfaat balans (in kg b-1 j-1) uit Meijer(1989) en Wolters & Hendriks (2002) voor het systeem land*

IN	Studie 1989	Studie 2002	UIT	Studie 1989	Studie 2002
Depositie	0.74	0.78	Netto gewas opname		33.30
Mest/Landbouw	16.03	31.64	Wegzijging		0.43
Veen	3.77	0.36	Uitspoeling	4.20	3.02
Kwel	0.39	0.90	Verandering bodemvoorraad		-2.54
Infiltratie	0.97	0.53	Restpost	17.70	
Totaal	21.91	34.21	Totaal	21.91	34.21

Tabel 15. *Stikstof en fosfaat balans voor het oppervlaktewater in het peilgebied Bergambacht (Meijer, 1989)*

IN	kg N/ha/jr	kg P/ha/jr	UIT	kg N/ha/jr	kg P/ha/jr
Neerslag + atmosferische depositie	8.14	0.15	Drainage	2.04	0.83
Waterinlaat Lek	16.32	1.63	Waterafvoer	31.66	7.03
AWZI's	9.60	2.02	Berging in water	0.08	0.01
Kwel	1.14	0.08	Restpost	42.53	-0.22
Uit- en afspoeling	41.13	3.78			
Totaal	76.32	7.65	Totaal	76.32	7.65

4.7 Gegevens(bestanden)

De volgende gegevensbestanden zijn beschikbaar:

- Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit
- Kwaliteitsgegevens, DINO
- Meetgegevens van het ZHEW

5 Ecologische waterkwaliteit

5.1 Typering ecologische waterkwaliteit

Geomorfologie en hoogteligging zijn in sterke mate bepalend voor enkele andere milieufactoren. Via de grondwaterhuishouding kan het kreekruigenreliëf aanleiding geven tot een belangrijke variatie in de biotische ontwikkeling. Dit zal vooral het geval zijn bij een gemiddelde grondwaterstand dicht onder of iets boven het maaiveld. Bij diepere grondwaterstanden zullen de verschillen gering zijn omdat de kalkloze klei bovengrond dan de dominante factor is voor de vegetatieontwikkeling. Kunstmatige hoogteverschillen zoals holle percelen en slootkanten, manifesteren zich duidelijk in de biotische ontwikkeling via de waterhuishouding. Het huidige slotensysteem is er de oorzaak van dat aquatische ecosystemen vermoedelijk een veel groter oppervlakteaandeel hebben dan van nature het geval zou zijn.

De vele smalle sloten vormen een optimaal milieu voor plantengemeenschappen van beschutte wateren, zoals het Kikkerbeet-verbond, het Verbond der Kleine Fonteinkruiden en het Verbond van Klein kroos.

De geringe waterdiepte, veroorzaakt door baggervorming, heeft echter de ontwikkeling van vegetaties uit de twee eerstgenoemde verbonden ongunstig beïnvloed. Dit geldt ook voor de visfauna in het algemeen (den Held, 1990).

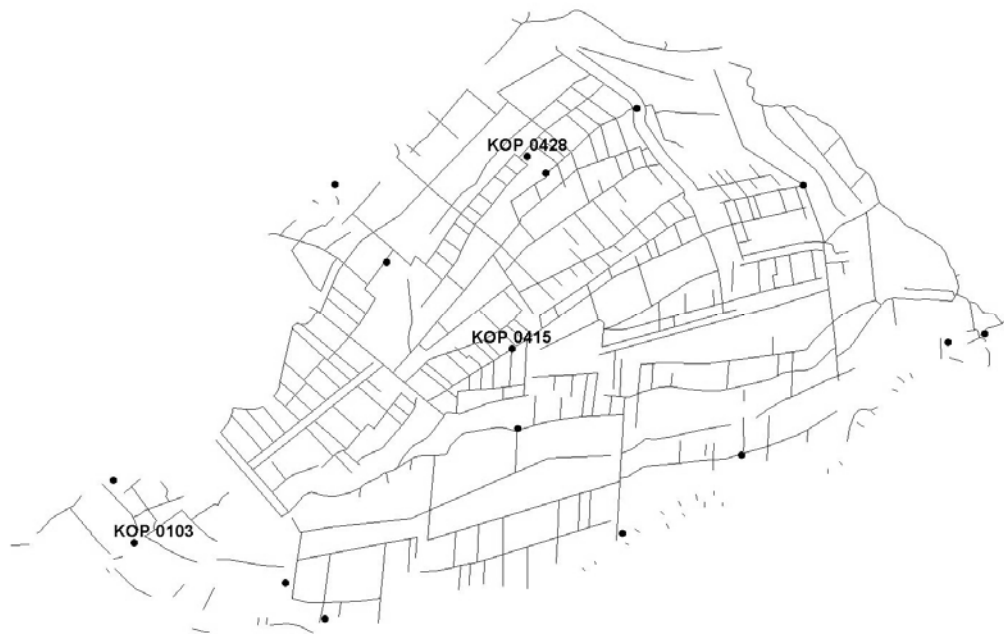
Vooraf door bemesting is het oppervlaktewater zeer rijk aan nutriënten, de huidige aquatische ecosystemen worden hierdoor vrijwel geheel bepaald. Hierdoor zijn in de afgelopen decennia op grote schaal watervegetaties met kroostsoorten, grof hoornblad, draadwier en smalle waterpest ontstaan, die thans het vegetatiebeeld in de sloten bepalen. Meer oorspronkelijke vegetatie met krabbescheer, stijve waterranonkel, drijvend fonteinkruid, gele plomp, witte waterlelie en gewoon sterrenkroos komen nog slechts plaatselijk voor. Voorheen waren deze talrijker, als gevolg van de lagere voedselrijkdom en het toen nog lithocliene karakter van het inlaatwater.

Watervegetaties die relatief schoon water indiceren komen vooral voor in de kleigebieden, hetgeen een invloed van het bodemtype op het nutriëntengehalte doet vermoeden.

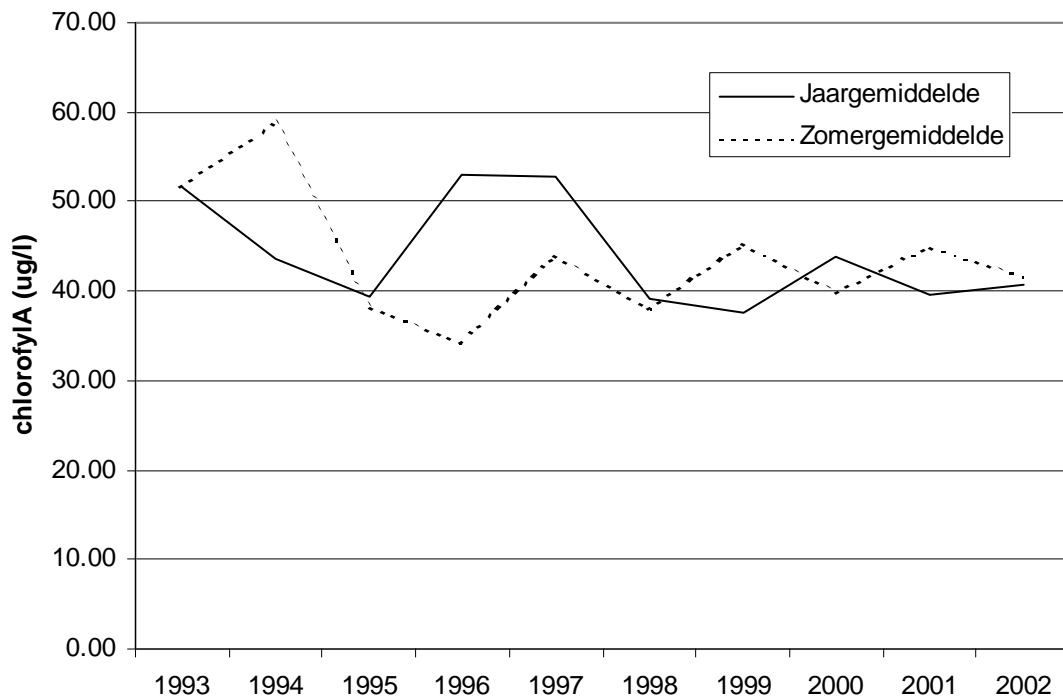
Voorts is er een duidelijk verschil tussen het noorden van het gebied, waar ondermeer krabbescheer en witte waterlelie veel voorkomen, en het zuiden waar sterrenkroos algemeen is. Dit patroon zou kunnen samenhangen met de inlaat van rivierwater vanuit het zuiden. (den Held, 1990).

Om de relatie tussen het voorkomen van soorten en andere factoren te kunnen leggen moeten er in verschillende gebieden vegetatieopnamen worden gedaan, bijvoorbeeld in klei en veen gebieden met een verschillend landgebruik en bemestingsniveau. Op dit moment worden er per jaar op 3 roulerende punten vegetatie opnamen gedaan (Figuur 12 en Tabel 16). Daarbij zijn er ook op 34 punten binnen projecten opnamen gedaan.

Op de basismeetpunten en roulerende meetpunten wordt het chlorofyl-a gehalte bepaald. De chlorofyl-a gehalten in het oppervlaktewater van de Krimpenerwaard variëren van zeer laag (enkele bemonsteringspunten) tot matig hoog (Figuur 13). De waarden voldoen aan de MTR, maar kunnen voor een door ondergedoken waterplanten gedomineerd systeem deels nog te hoog zijn.



Figuur 12. Ligging van de vegetatieopnamen uit tabel 16



Figuur 13. Gemiddelde chlorofyl-a gehalte ($\mu\text{g l}^{-1}$) op door ZHEW bemonsterde meetpunten

Tabel 16. Een deel van de soorten uit de vegetatieopnamen op 3 meetpunten (ZHEW). (watpl = waterplanten)

	KOP 0103 12-07- 1993	KOP 0103 19-06- 1996	KOP 0103 28-07- 1999	KOP 0415 12-07- 1993	KOP 0415 17-06- 1996	KOP 0415 28-07- 1999	KOP 0428 05-07- 1993	KOP 0428 19-06- 1996	KOP 0428 28-07- 1999
Ceratophyllum demersum	0	7	15	15	4	15	4	15	5
Elodea nuttallii	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
Lemna trisulca	1	0.5	0	0	0	0.5	1	1	0
Myriophyllum spicatum	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus circinatus	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Draadwier (alle soorten)	40	0.5	0	0	0	0	0	0	0
Flab (drijvende algenmatten)	0	0	10	0	0	0	0	20	0
Kroos bedekking	2	2	95	5	94	89	90.5	48	92
Ondergedoken watpl bedekking ondergedoken	14	7.5	15	15	4	15.5	5	16	5.5
watpl aantal soorten	3	2	1	1	1	2	2	2	2

5.2 Bijzondere soorten

Gekarteerde zeldzame soorten in de Krimpenerwaard zijn Slangewortel (*Calla palustris*), Grote boterbloem (*Ranunculus lingua*) en Poelruit (*Thalictrum flavum*).

5.3 Gegevens(bestanden)

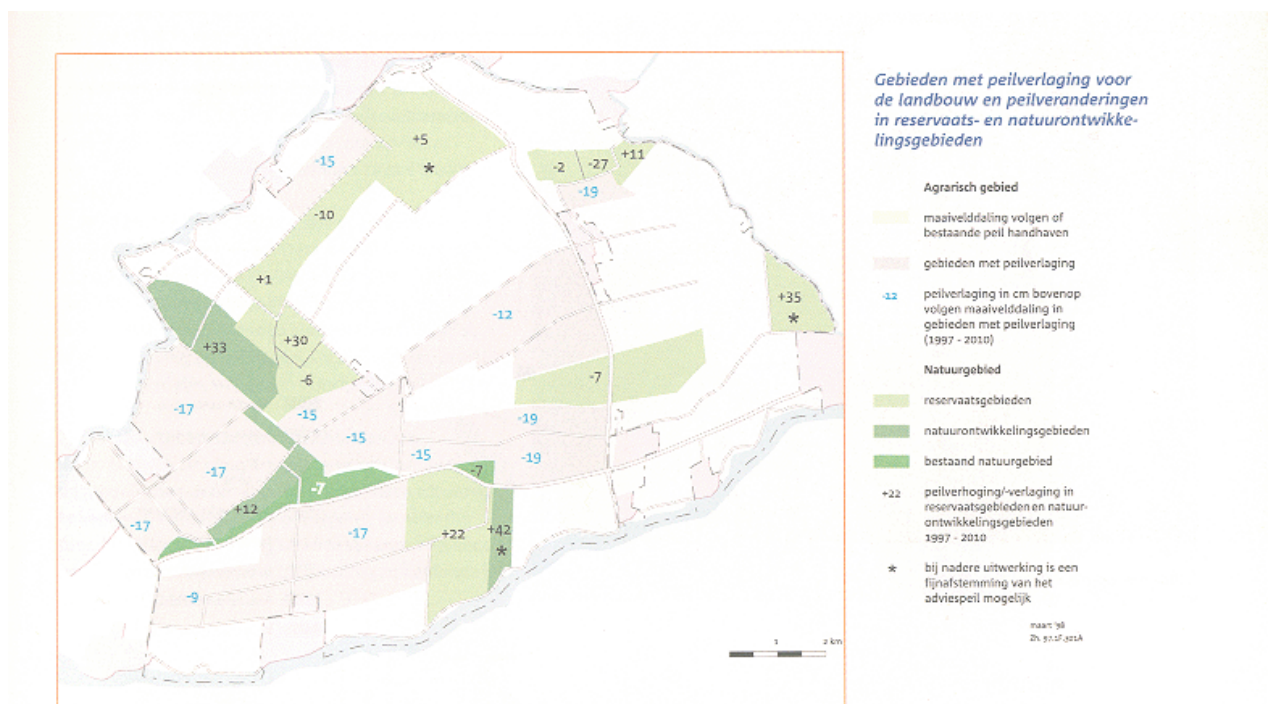
De volgende gegevensbestanden zijn beschikbaar:

- Metingen van chlorofyl en vegetatieopnamen van de waterbeheerder Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden.

6 Plannen voor de Krimpenerwaard

In het Ontwerpplan Herinrichting Krimpenerwaard (1998) worden de volgende plannen voorgesteld:

Voor de landbouw wordt de verkaveling verbeterd door bedrijfsverplaatsing, uitplaatsingen en ruilen van gronden. De waterhuishouding wordt aangepast met waar mogelijk een verbeterde drooglegging (een beperkte peilverlaging, zie figuur 14). Ook de ontsluiting wordt verbeterd. In de relatienotagegebieden ontstaan mogelijkheden voor agrarisch natuurbeheer.



Figuur 14. Gebieden met peilverlaging voor de landbouw en peilveranderingen in reservats- en natuurontwikkelingsgebieden (Landinrichtingscommissie Krimpenerwaard, 1998)

Voor de natuur worden de begrenste 1970 ha reservatsgebied en 480 ha natuurontwikkelingsgebied ter plekke aangekocht of vrijgemaakt door uitruil. Voor ecologische verbindingen wordt de oppervlakte natuurontwikkelingsgebied met 30 ha uitgebreid tot 510 ha. Deze gebieden worden vervolgens optimaal ingericht door peilverhoging (zie figuur 14), hydrologische scheiding, ontsluiting voor beheer en lokaal plaggen van de bovenlaag.

Voor de natuurgebieden komt vanuit de Lek en de Vlist een eigen wateraanvoer. Dit kan zorgen voor voldoende water van goede kwaliteit. De structuur van de

waterbeheersing wordt aangepast, zodat de natuurgebieden onderling worden verbonden en er geen water uit het agrarische gebied hoeft te worden ingelaten. Om reservaat- of natuurontwikkelingsgebieden onderling met elkaar te verbinden zullen enkele hoofdwatervanggebieden als natte verbindingen fungeren.

De hoge kosten voor het waterbeheersingssysteem in het alternatief Nieuwe Fase (VOP/MER) hebben geleid tot een bezinning. Dat leidde ertoe dat gekozen is voor een waterbeheersingssysteem met een interne boezem en drie hoofdgemalen, die elkaars functie kunnen overnemen. Hierdoor wordt het systeem goedkoper, zowel in aanleg als in beheer. Bovendien wordt de beheersing van het waterpeil flexibeler. Het boezemmodel voldoet volledig aan het uitgangspunt om een gescheiden watersysteem te creëren voor de landbouw en de natuurgebieden. Zowel bij waterafvoer als bij wateraanvoer zal het water nauwelijks mengen.

Het aanbrengen van peilscheidingen tussen landbouw- en natuurgebieden bevordert een betere waterkwaliteit in de natuurgebieden. Bovendien maakt een gescheiden wateraanvoer via een langere aanvoerweg een lange verblijftijd mogelijk.

Toepassing van gegevens

Op basis van gegevens verzameld in deze systeemverkenning is een bijdrage geleverd aan een eerste evaluatie. Bijlage 1 geeft trends in nutriëntengehalten in oppervlaktewater in de Krimpenerwaard. Op de bestudeerde afzonderlijke punten geven deze trends een daling te zien van de totaalfosfaat- en orthofosfaatgehalten. Van de stikstofcomponenten kon een daling worden waargenomen in ammoniumgehalten en soms in gehalten aan N-totaal. Er is een neerwaartse overall-trend aanwezig van zomerhalfjaargemiddelde concentraties van fosfor en stikstof en van jaargemiddelde concentraties van fosfor.

7 Conclusies

Er is een verkennende systeembeschrijving gemaakt op basis van vooral literatuurstudie. Slechts in beperkte mate was de systeembeschrijving gebaseerd op dataverwerking. De verkennende systeembeschrijving 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.

Waterkwantiteit

De belangrijkste inkomende flux in de waterbalans van de Krimpenerwaard is de neerslag (80%). De overige 20% is het ingelaten water vanuit de rivieren tijdens de zomer (12%), kwel (6%) en water afkomstig van het stedelijk gebied (2%).

Bij de uitgaande fluxen is de verdamping de grootste flux (52%). Verder verlaat het water de Krimpenerwaard via de lozingen op de rivieren (45%) en wegzijging (3%).

Grondwater

Er komen zowel gebieden met kwel als met wegzijging voor in de Krimpenerwaard. In het zuiden komt kwel voor vanuit de Lek en in het noorden wegzijging naar de verder noordelijk laaggelegen Zuidplaspolder. Deze fluxen zijn vrij constant en zijn niet groot in vergelijking met andere fluxen in de waterbalans.

Er vindt geen regionale stroming van grondwater plaats binnen het gebied. De kwel is afkomstig vanaf de grote rivieren en de wegzijging verlaat het gebied naar andere polders. Hierdoor, en door de vrij constante fluxen, is het niet noodzakelijk om in een modellering het regionale grondwater mee te nemen. In plaats hiervan kan als onderrandvoorwaarde een flux met een richting opgegeven worden. Bij het bepalen van deze onderrand dient wel rekening gehouden te worden met de drinkwateronttrekkingen in het zuiden langs de Lek. Deze onttrekkingen beïnvloeden de kwelstromen.

Oppervlaktewater

In de Krimpenerwaard wordt het oppervlaktewater en hiermee samenhangend de onverzadigde zone gestuurd door de ligging en peilen van de waterlopen. De legger gegevens met ligging en karakteristieken van de waterlopen en kunstwerken zijn hiervoor uitermate belangrijk. Deze gegevens worden beheerd door het Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard en zijn beschikbaar via een papieren legger bij het Hoogheemraadschap.

In de waterbalans zijn de hoeveelheden in- en uitgelaten water op de rivieren belangrijke termen. Deze worden voornamelijk bepaald aan de hand van de gemaalcapaciteiten en het aantal draaiuren per maand. Voor het opstellen van een

waterbalans over een kleinere tijdseenheid is het belangrijk dat voor alle in- en uitlaatpunten de debieten ook voor kleinere tijdseenheden bekend zijn. Ideaal hiervoor zouden metingen op dagbasis zijn. Mogelijk moeten hiervoor nieuwe meetpunten ingericht worden.

Chemische waterkwaliteit

Een sluitende stoffenbalans is met de beschikbare gegevens niet op te stellen. Wel is met behulp van de balansen in tabellen 13, 14 en 15 aan te geven welke termen belangrijk zijn in de balans. De grootste inkomende post is de bijdrage van de landbouw (50-70%) in zowel het land als apart systeem beschouwd, als het oppervlaktewater. De bijdrage van veenoxidatie is ongeveer 20%. De bijdrage van het ingelaten buitenwater is eveneens ongeveer 20%.

Bronnen

De puntbronnen in de Krimpenerwaard zijn de 4 AWZI's. Hiervan zijn voldoende gegevens beschikbaar van het influent en effluent.

Van de diffuse bronnen is minder bekend. De hoeveelheid bemesting op de landbouwgronden is niet bekend op het gevraagde detailniveau. Deze gegevens zijn op dit moment alleen beschikbaar op een grotere schaal, welke voor deze studie niet bruikbaar is.

Van de achtergronduitspoeling van veen kan een schatting gegeven worden uit studies van Hendriks et al. (1994, 1995, 2002). Voor de gehele Krimpenerwaard kan met behulp van modelberekeningen een beeld verkregen worden van de veenoxidatie.

Grondwater

Voor de bepaling van de achtergrondconcentraties in de Krimpenerwaard is de kwaliteit van het kwelwater belangrijk. Deze kan bepaald worden met metingen uit verschillende meetnetten.

Oppervlaktewater

De bemonstering van het oppervlaktewater wordt uitgevoerd door het ZHEW (Zuid-Hollandse Eilanden en Waarden). 15 vaste en 16 roulerende punten worden iedere maand bemonsterd.

Echter, zoals bij de debieten, niet bij alle in- en uitlaat punten wordt de kwaliteit gemeten. Bij de gemalen Reinier Blok, Bergstoep, Voorneburg en Vlist zijn geen basismetpunten aanwezig. De kwaliteit van het ingelaten rivierwater kan worden bepaald uit de kwaliteit van het dichtstbijgelegen meetpunt in het gebied, maar nauwkeuriger is om in de rivieren de kwaliteit te meten.

Ook zijn niet in alle peilgebieden basismetpunten aanwezig. In deze gebieden zijn wel binnen projecten metingen gedaan.

Ecologie

De nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater en het type water zijn bepalend voor de aard van de waterplantenvegetaties die in de sloten voorkomen. Door de hoge belasting met nutriënten zijn de oorspronkelijke soorten, zoals Krabbescheer en Sterrenkroos, verdwenen. Beter ontwikkelde waterplantenvegetaties komen alleen

voor in de kleigebieden. De mogelijke invloed van het bodemtype op het nutriëntengehalte dient daarbij nog nader te worden onderzocht. Dit geldt ook voor de verschillen tussen het noorden en het zuiden van het gebied, die mogelijk samenhangen met de inlaat van rivierwater. Bij voorkeur zou een vlakdekkende kartering dienen te worden gemaakt van het gehele gebied teneinde de relatie met landgebruik, bemestingsniveau en type oppervlaktewater (macro-ionensamenstelling) te kunnen leggen.

Te verwachten ontwikkelingen

De herinrichting van de Krimpenerwaard zal grote veranderingen van de waterhuishouding teweeg brengen. Door de scheiding van natuur en landbouw zal een groot verschil ontstaan van de kwaliteit van het oppervlaktewater in de natuur- en landbouwgebieden. Als tijdens de herinrichting een monitorings-project uitgevoerd wordt is het mogelijk dat niet meer duidelijk is wat de oorzaak is van veranderingen in de waterkwaliteit, bijvoorbeeld een ander mestbeleid, de nieuwe structuur van de waterhuishouding of een omzetting van landbouwgebied in natuurgebied.

Algehele conclusie

De algehele conclusie van de systeemverkenning voor de Krimpenerwaard 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

Bakker, N.J., Blok, D., van der Ent, L.J., 1995. De vegetatie van de relatienotagebieden in de Krimpenerwaard in 1994 : Achterbroek, Bergambacht - Oost, Bergambacht - West, Berkenwoude, Het Beijersche, Den Hoek, Middelblok, Schuwagt, Veerstablok, Vlist - Westzijde, Zuidbroek. LBL – publicatie 79.

Boels, D., 2000. valuatie actief bodembeheer Kimpenerwaard: een methode voor de verificatie van landbouwkundige risico's: tussenrapport fase 1.

Boels D., Zweers, A. J., 2001. Evaluatie actief bodembeheer Krimpenerwaard. Fase I, verkennend onderzoek landbouwkundige risico's. Alterra-rapport 145.

Boland, D., 1994. Hydrologisch onderzoek Krimpenerwaard.

Brunner, C. M., 2000. Waterstructuurplan Krimpenerwaard. Witteveen + Bos [etc.], 2000. - 58, [38] p.

Eilander, J., Muns, P., Rijtema, L.B., 1998. Ontwerpplan herinrichting Krimpenerwaard : naar een duurzame Krimpenerwaard. Landinrichtingsdienst Krimpenerwaard.

Griffioen, J., et al., 2002. De achtergrond belasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P, en CI, en enkele ecohydrologische parameters in West-Nederland. TNO rapport, NITG 02-166-A.

Haartsen A. J., Jansen, S. R. J., Vissers, . H. J. S. M., 1986. Herinrichting Krimpenerwaard: advies natuur, landschap en cultuurhistorie. Natuurbeschermingsraad, Utrecht.

den Held, J.J., 1990. Ecologische structuur Krimpenerwaard. Mededelingen / Landinrichtingsdienst196.

Hendriks, R.F.A. Kolk, J.W.H. van der Oosterom, H.P., 1994. Effecten van beheersmaatregelen op de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater van peilgebied Bergambacht : een modelstudie. DLO-Staring Centrum, ISSN 0927-4499.

Hendriks, R.F.A., 1994. Afbraak en mineralisatie van veen : literatuuronderzoek. DLO-Staring Centrum, ISSN 0927-4499.

Hendriks, R.F.A., 1995. Nutriëntenbelasting van oppervlaktewater in veenweidegebieden. DLO - Staring Centrum, ISSN 0927-4499.

Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, 1991 t/m 1995. Jaarverslagen.

Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, 1999. Meerjarenplan IWBP 2 : planperiode 1999-2003. Plangebied Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard. Krimpen aan den IJssel.

Landinrichtingscommissie Krimpenerwaard, 1998. Ontwerpplan herinrichting Krimpenerwaard.

Maas, C., 1988. Rapport over een onderzoek naar geschikte locaties voor de uitbreiding van de drinkwaterwinning in de Krimpenerwaard. KIWA.

Meijer, H. A., 1989. Resultaten van eutrofiëringsonderzoek in het peilgebied Bergambacht in de Krimpenerwaard. Eindrapportage. ZHEW.

Meuleman, A., 1987. Waterkwaliteitsverbetering door helofytenfilters : een studie naar toepassingsmogelijkheden van helofytenfilters in de Krimpenerwaard. Studie- en Informatiecentrum TNO voor Milieu-onderzoek, Delft.

Mulder, J.R., de Groot, W.J.M., Beekman, A.G., 1986. Een bodemkartering van het landinrichtingsgebied Krimpenerwaard : een veldbodemkundig onderzoek naar de ontstaanswijze van het landschap, de bodemgesteldheid en de bodemgeschiktheid voor weidebouw. Rapport / Stichting voor Bodemkarteringno. 1736, Wageningen.

Oosterberg, W., Heijs, J.T.F., A Boeijen, J.H., 1989. Resultaten van eutrofiëringsonderzoek in het peilgebied Bergambacht in de Krimpenerwaard. Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden.

van der Perk, M., 1990. Water in het groene hart : natuurkerngebieden Krimpenerwaard en Hollandse Plassen. TNO-rapport R 90/76, Delft.

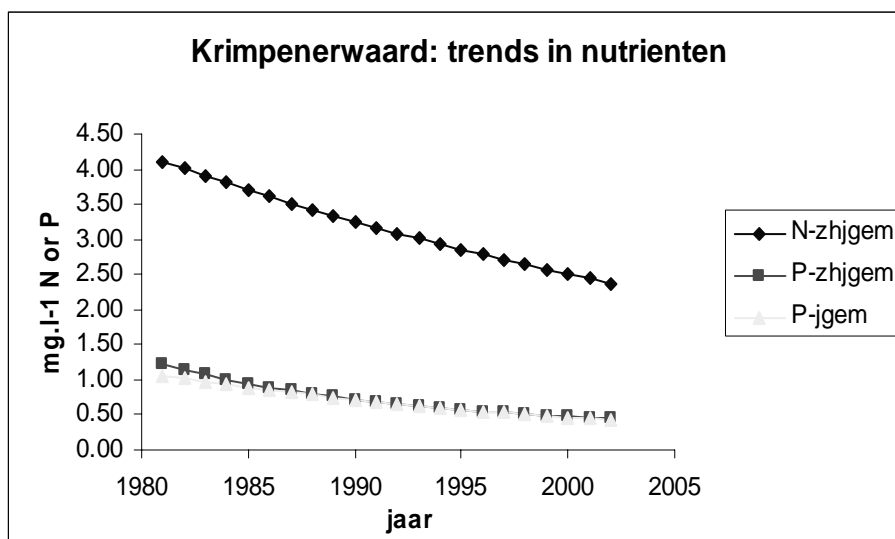
Steur, G.G.L., W. Heijink, 1991. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Algemene begrippen en indelingen. Staring Centrum, Wageningen.

TAUW Infra Consult, 1992. Meerjarenplan waterbeheersing Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard : voorontwerp.

Thijs, H.M.E., 1990. Resultaten van het bedrijfsmodellen - onderzoek Krimpenerwaard. Mededelingen / Landinrichtingsdienst195, Utrecht.

Wolters, R.T Hendriks, R.F.A.,2002. OPTIMIX : vaststellen van optimale mix van maatregelen voor realisatie van waterkwaliteitsnormen in proefgebieden : een modelstudie Wageningen Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte.

Figuur B.2: Overall trend in concentraties. Zhjgem = zomerhalfjaargemiddelde; jgem = jaargemiddelde. Gegevens zijn afkomstig van Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden.

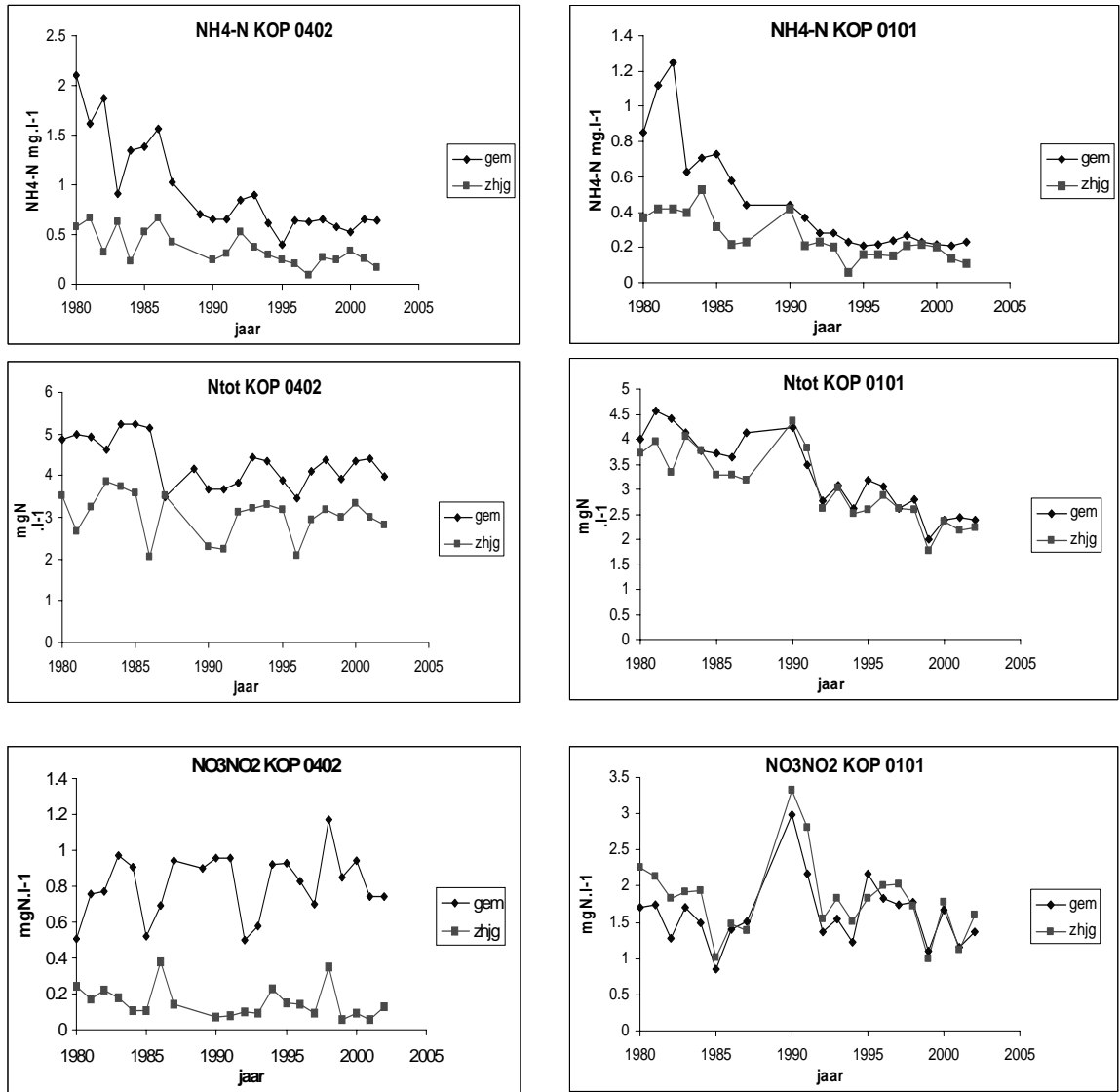


Er is een aantal ontwikkelingen aan te wijzen die als verklaring kunnen dienen voor de afnemende trend zoals weergegeven in Fig. B.2 (informatie afkomstig van Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden):

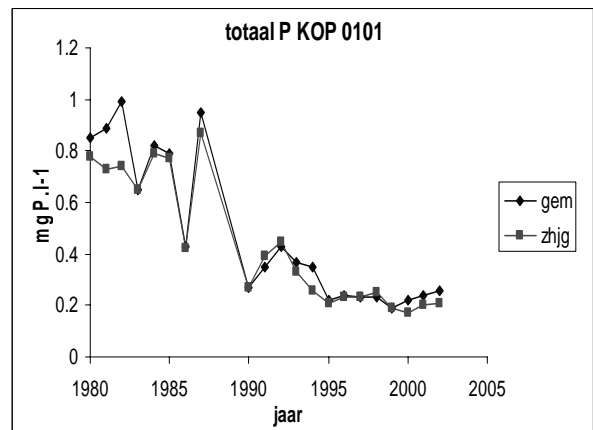
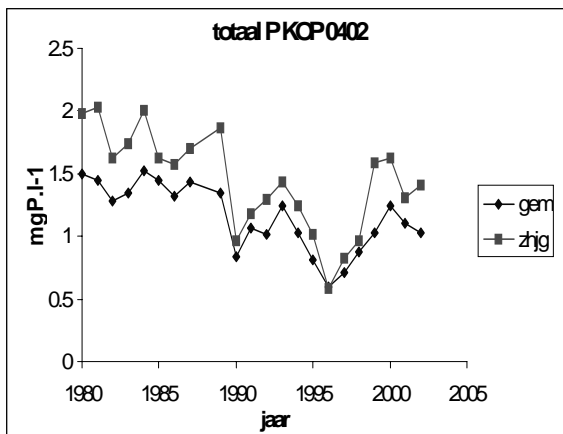
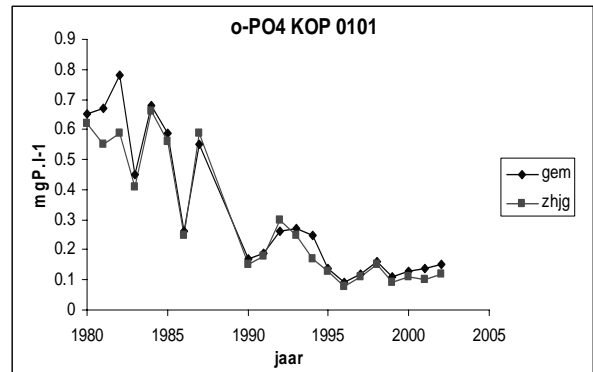
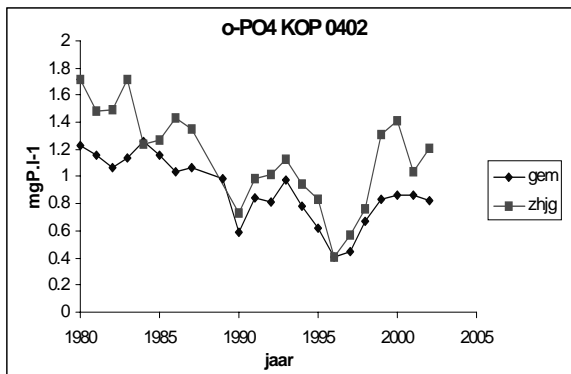
1. Sinds 1980 zijn panden aangesloten op de riolering;
2. Sinds 1980 zijn afvalwaterlozingen schoner geworden.
3. Er is met name de laatste jaren redelijk veel grond in handen gekomen van het Zuid-Hollands Landschap, hetgeen extensiever grondgebruik tot gevolg heeft.
4. Er wordt sinds een jaar of tien meer gebaggerd.

In de Krimpenerwaard is niet veel veranderd in peilen en in het waterbeheer.

Een kwantificering van de verandering in het aandeel van bovenstaande bronnen ontbreekt. Verbetering van de kwaliteit van de puntbronnen heeft met name plaats gevonden in de jaren tachtig. Door mestbeleid én melkquotering is de inschatting voor de Krimpenerwaard dat de afname in mestgebruik pas heeft plaats gevonden in de jaren negentig (na een toename in de jaren tachtig).

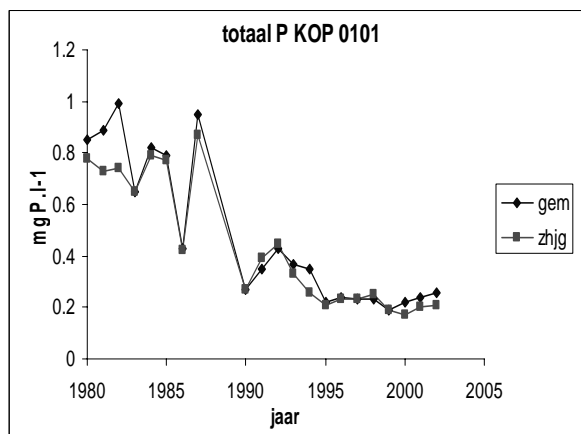
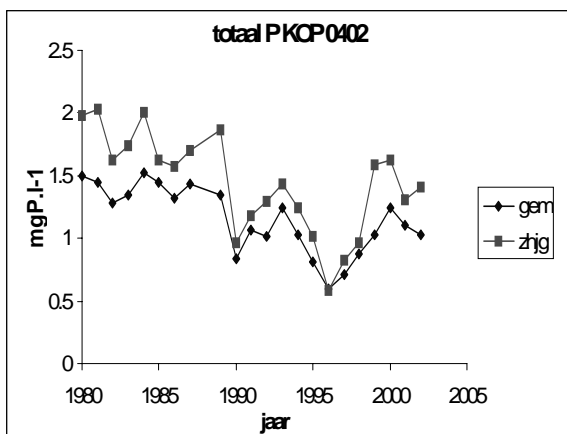
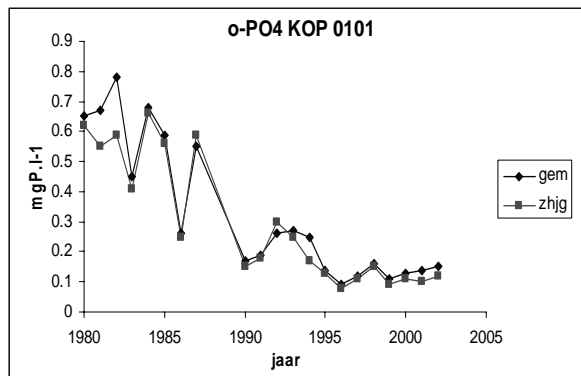
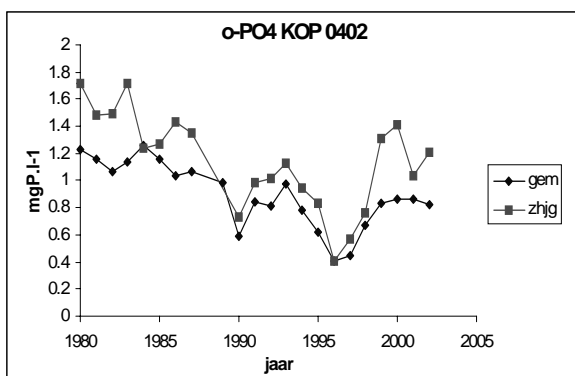


Figuur B.3: Trends in concentraties op afzonderlijke punten. Gem = jaargem; zhjg=zomer zomerhalfjaargemiddelde.



KOP 0402 is gelegen midden in de Krimpenerwaard, KOP 0101 is gelegen aan de rand van de Krimpenerwaard. Uit bovenstaande trends is een aantal conclusies te trekken:

1. Ammonium laat op beide punten een dalende trend zien.
2. In andere stikstofcomponenten is veel minder een dalende trend te zien, alleen in Ntotaal op meepunt 0101.
3. De concentraties orthofosfaat en totaal fosfaat laten een dalende trend zien.



KOP 0402 is gelegen midden in de Krimpenerwaard, KOP 0101 is gelegen aan de rand van de Krimpenerwaard. Uit bovenstaande trends is een aantal conclusies te trekken:

4. Ammonium laat op beide punten een dalende trend zien.
5. In andere stikstofcomponenten is veel minder een dalende trend te zien, alleen in N totaal op meetpunt 0101.
6. De concentraties orthofosfaat en totaal fosfaat laten een dalende trend zien.