

32/446(701)2<sup>e</sup> ex

## Watersysteemverkenning Noord-Nederland

Invloed van veranderingen in de waterhuishouding op drie  
ruimtegebruikscenario's

K.W. Ypma  
H.T.L. Massop  
J. van Os

m.m.v. W.C. Knol

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"  
Droevendaalsesteeg 3a  
6708 PB Wageningen

Rapport 701

Staring Centrum, Wageningen, 1999

20 APR 2000

win 970720

## REFERAAT

Ypma, K.W., H.T.L. Massop, J. van Os, 1999. *Watersysteemverkenning Noord-Nederland; Invloed van veranderingen in de waterhuishouding op drie ruimtegebruikscenario's*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 701. 74 blz. 8 fig.; 15 ref.

Het doel van het project Watersysteemverkenning Noord-Nederland is om te onderzoeken in hoeverre er knelpunten kunnen ontstaan bij een verdere uitwerking van drie ruimtelijke scenario's van de Horizonverkenning Noord-Nederland (Nij Bijvank et al., 1998) als de watersystemen medesturend worden bij de invulling van het ruimtelijk beleid en rekening wordt gehouden met consequenties van klimaatverandering en bodemdaling voor de waterhuishouding. Om dit doel te bereiken is gebruik gemaakt van twee analysebenaderingen, de gridbenadering en de watersysteembenadering, waarmee respectievelijk knelpunten en aandachtspunten in kaart zijn aangegeven. Gezien de aard en het aantal knelpunten en aandachtspunten blijkt dat het geen overbodige luxe is om bij het genereren van ruimtelijke scenario's rekening te houden met de watersysteembenadering en ontwikkelingen in de waterhuishouding als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling. Daarom zal in het vervolg een watersysteemverkenning niet zozeer moeten worden uitgevoerd nadat een strategische toekomstverkenning van de ontwikkeling van het landelijk gebied heeft plaatsgevonden, maar zal water, in huidige en toekomstige staat, expliciet van meet af aan als één van de ordeningsprincipes moeten worden meegenomen bij een dergelijke toekomstverkenning.

Trefwoorden: bodemdaling, functie-eisen, klimaatverandering, Noord-Nederland, scenario, water, watersysteembenadering,

ISSN 0927-4499



© 1999 Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC),  
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.  
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

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

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

ALTERRA is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie gaat in op 1 januari 2000.

# Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Probleem- en doelstelling	14
1.3 Opzet van het rapport	14
2 Methode	17
2.1 Structuur	17
2.2 Analyseniveaus	17
2.2.1 Analyseniveau 1: de gridbenadering	17
2.2.2 Analyseniveau 2: de watersysteembenadering	18
3 Ontwikkelingen	21
3.1 Ontwikkelingen in het ruimtegebruik	21
3.1.1 De scenario's van de Horizonverkenning	21
3.1.2 Aanvullende aannames aangaande het ruimtegebruik	22
3.2 Ontwikkelingen in de waterhuishouding	25
3.2.1 Het 2050 scenario	25
3.2.2 Aanvullende aannames aangaande de waterhuishouding	30
4 Interactie van functies met water	33
4.1 Landbouw	33
4.1.1 Waterkwantiteit	33
4.1.2 Waterkwaliteit	34
4.2 Natuur	36
4.2.1 Waterkwantiteit	36
4.2.2 Waterkwaliteit	36
4.3 Bebouwing	37
4.3.1 Waterkwantiteit	37
4.3.2 Waterkwaliteit	38
4.4 Functierelaties binnen watersystemen	39
5 Resultaten	43
5.1 De knelpunten	43
5.2 De aandachtspunten	47
5.3 Kansen 2030	51
6 Conclusies en aanbevelingen	53
6.1 Conclusies	53
6.2 Aanbevelingen	54

Literatuur	57
------------	----

***Aanhangsels***

1 Werkwijze bij de bepaling van knelpunten voor de Landbouw	59
2 Werkwijze bij de bepaling van knelpunten voor de Natuur	63
3 Werkwijze bij de bepaling van knelpunten voor de bebouwing	69
4 Relatie GVG-Gt	71
5 Betrokken organisatie bij project	73

## Woord vooraf

De Watersysteemverkenning Noord-Nederland is in 1999 uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij Directie Noord als aanvulling op de in 1998 afgeronde toekomstverkenning, de Horizonverkenning Noord-Nederland (Nij Bijvank et al., 1998). De Horizonverkenning is gepubliceerd in februari 1999 en bevond zich bij de start van Watersysteemverkenning Noord-Nederland in het dialoogtraject. Bij de afronding van de Horizonverkenning werd reeds ingezien dat te weinig expliciet rekening was gehouden met de watersysteembenadering en ontwikkelingen in het waterbeheer als gevolg van klimaatsverandering en bodemdaling. Alterra (voorheen DLO-Staring Centrum) werd gevraagd om een watersysteemverkenning als aanvulling op de Horizonverkenning uit te voeren.

Het project Watersysteemverkenning Noord-Nederland is gefinancierd door het DWK-programma Kwaliteit leefomgeving. Het programma brengt kennis over sociale, economische, ecologische en culturele factoren in de context van planning, inrichting en beheer van de groene ruimte bij elkaar. Op grond van deze kennis wordt inhoud gegeven aan het begrip 'leefomgevingskwaliteit' als integrerend afwegingscriterium. De kwaliteit van de leefomgeving wordt onderzocht op basis van een drietal invalshoeken 'mensen en hun wensen', 'gebieden en hun kwaliteiten', en 'sturing en implementatie'. Vanuit deze invalshoeken komen in dit programma drie thema's als specifieke aandachtsvelden van LNV aan bod: 'cultuurhistorie en aardkundige waarden', 'meervoudig ruimtegebruik en recreatie' en 'klimaat en water'. De invalshoek die in Watersysteemverkenning Noord-Nederland centraal staat is 'gebieden en hun kwaliteit'; het thema 'klimaat en water' fungeert als zwaartepunt in het onderzoek. Voor het project Watersysteemverkenning Noord-Nederland betekent dit, dat op gebiedsniveau een betere afstemming tussen het beleid voor water en voor de groene ruimte grote voordelen zal opleveren voor een duurzame functievervulling in het landelijk gebied. Zowel de thema's uit het programma als de vraag van LNV-Directie Noord zijn sturend geweest voor het project.

De organisatie van het project bestond uit een projectteam, een kernteam en een begeleidingscommissie. Het projectteam was verantwoordelijk voor de uitvoering en bestond uit Alterra-medewerkers. Het kernteam was samengesteld uit de projectleider van het projectteam en drie medewerkers van LNV-Directie Noord. In de kernteambijeenkomsten werden zowel de voortgang en planning, als de inhoud van de verkenning besproken. De begeleidingscommissie was ingesteld om inhoudelijke ondersteuning te geven en was samengesteld uit vertegenwoordigers van LNV-Directie Noord, de Dienst Landelijk Gebied, Rijkswaterstaat, de noordelijke provincies en twee waterschappen (Dollard-Zijlvest en Fryslân) (Aanhangsel 5).

Het project is afgesloten met een bijeenkomst van een verbrede begeleidingscommissie, waarin de bruikbaarheid van de Watersysteemverkenning centraal stond. Het werd een aansprekend, helder rapport bevonden, dat bruikbaar is

op het hogere schaalniveau van Provincies en Rijkswaterstaat, en handvaten biedt op lagere schaalniveaus zoals de Waterschappen. Als mogelijk vervolg werd een gebiedstudie genoemd om de knelpunten en kansen meer gedetailleerd te concretiseren. Eveneens werd in deze bijeenkomst duidelijk dat de Watersysteemverkenning niet los kan worden gezien van de Horizonverkenning en beide verkenningen voortaan als koppel moeten worden beschouwd.

Onze dank gaat uit naar Kees Nieuwerth, Cees van der Brand en Lucas Klamer voor hun begeleiding als kernteam en naar de gehele begeleidingscommissie die tijdens bijeenkomsten en ook tussentijds bereid waren hun kennis en informatie ter beschikking van Alterra te stellen. Daarnaast zijn we Geo Arnold en Marjolein Haasnoot van het RIZA dankbaar voor het gebruik van de meest recente gegevens over de ontwikkelingen in de waterhuishouding.

## Samenvatting

Het belang om in de ruimtelijke ordening rekening te houden met de watersysteembenadering en ontwikkelingen in de waterhuishouding als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling blijkt vanuit de maatschappij en het beleid steeds meer benadrukt te worden. Met ondergelopen woningen, wateroverlast en tekorten voor de landbouw blijkt Nederland niet optimaal te zijn ingericht. Zeker door de huidige klimaatverandering en bodemdaling wordt het beleid gedwongen om over de waterproblematiek na te denken en oplossingen aan te dragen. Met het oog hierop werd in beleidsnota's zoals de Vierde Nota Waterhuishouding de watersysteembenadering als belangrijk concept naar voren wordt gebracht om beter te kunnen omgaan met de waterproblematiek.

De Directie Noord van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij heeft met steun van het DLO-Staring Centrum (per januari 2000 Alterra) in 1998 een strategische toekomstverkenning van de ontwikkeling van het landelijk gebied in Noord-Nederland uitgevoerd, gekoppeld aan de bekende scenario's van het Centraal Planbureau (CPB) 'European Coördination' en Global Competition'. Hierin zijn drie scenario's voor het ruimtegebruik van Noord-Nederland uitgewerkt. Alhoewel bij deze Horizonverkenning Noord-Nederland uitgegaan is van de karakteristieke ruimtelijk-fysieke opbouw van Noord-Nederland in het algemeen, is hier nog onvoldoende expliciet rekening gehouden met de watersysteembenadering en toekomstige ontwikkelingen in de waterhuishouding.

Het doel van het onderhavige project Watersysteemverkenning Noord-Nederland is om te onderzoeken in hoeverre er knelpunten kunnen ontstaan bij een verdere uitwerking van drie ruimtelijke scenario's van de Horizonverkenning Noord-Nederland als de watersystemen medesturend worden bij de invulling van het ruimtelijk beleid en rekening wordt gehouden met consequenties van klimaatverandering en bodemdaling voor de waterhuishouding.

Om dit doel te bereiken is gebruik gemaakt van twee analysebenaderingen, de gridbenadering en de watersysteembenadering. Analyse volgens de gridbenadering houdt in dat per dominante gebruiksfunctie (landbouw, natuur, bebouwing) binnen een oppervlak van 1km x 1km is gekeken welke eis die functie aan waterkwantiteit en waterkwaliteit stelt, en is vervolgens deze eis vergeleken met de eigenschappen van het water op die locatie. Discrepancie tussen vraag en aanbod levert een knelpunt op. De analyse volgens de watersysteembenadering levert aandachtspunten op. Aandachtspunten ontstaan enerzijds omdat functies elkaar via het water negatief beïnvloeden en anderzijds door de ligging van die functie ten opzichte van het afvoersysteem. In de tabel zijn de relaties van functies onderling weergegeven.

Informatie over het huidige ruimtegebruik en het ruimtegebruik in 2030 is afkomstig uit de Horizonverkenning Noord-Nederland (Nij Bijvank et al., 1998). De drie scenario's uit de Horizonverkenning zijn Raamwerk, Weefwerk en Marktwerk. In de

eerste twee scenario's is de overheid sterk sturend, dit wordt in Raamwerk gecombineerd met scheiding van functies en in Weefwerk met verweving van functies. Marktwerk wordt gestuurd door de markt. De gegevens over de huidige situatie van de waterhuishouding en die in 2050 zijn afkomstig van het RIZA (Haasnoot et al., 1999). De berekeningen zijn gebaseerd op klimaatverandering (incl. zeespiegelstijging), veranderingen in landgebruik en bodemdaling bij ongewijzigd beleid ten aanzien van de waterhuishouding.

Tabel Relaties tussen gebruiksfuncties via het watersysteem in de huidige situatie

Functie		Probleem	Veroorzaker	G/O <sup>*)</sup>	Toelichting
Natuur	Droge natuur	-	-	-	-
	Natte natuur	watertekort	aangrenzend bouwland	G	berekening drainage
			aangrenzend grasland	G	berekening
			aangrenzende bestaande bebouwing	G	drainage en snelle afvoer
	Schrale natte natuur	eutrofiëring	bovenstrooms gelegen bouwland	O	bestrijdingsmiddelen
			bovenstrooms gelegen bouwland	O	bemesting op zand en veen
			bovenstrooms gelegen grasland	O	bemesting op zand en veen
			bovenstrooms gelegen bestaande bebouwing	O	riooloverstort
Landbouw	Grasland	vervuild water voor veedrenking	bovenstrooms gelegen bouwland	O	bestrijdingsmiddelen
			bovenstrooms gelegen bestaande bebouwing	O	als bebouwing niet direct grenst aan hoofdafwateringssysteem dan riooloverstort probleem
	Bouwland	-	-	-	-
	Gemengd	(vervuild water voor veedrenking)	(bovenstrooms gelegen bouwland)	(O)	(bestrijdingsmiddelen)
			(bovenstrooms gelegen bestaande bebouwing)	(O)	(als bebouwing niet direct grenst aan hoofdafw. systeem dan riooloverstort probleem)
Bebouwing		-	-	-	-

\*) relatie via grond-(G) of oppervlaktewater(O)

- = niet van toepassing

(..) = mogelijk van toepassing maar in de analyse niet meegenomen

Na het bepalen van de knelpunten en aandachtspunten kan worden geconcludeerd dat Weefwerk het meeste past in een scenario waar voor de beleidsvelden van het Ministerie van LNV rekening wordt gehouden met de gevolgen van klimaatverandering en bodemdaling voor de waterhuishouding. Weefwerk levert relatief de minste knelpunten en aandachtspunten, en biedt de meeste mogelijkheden om daarmee om te gaan, hoewel het beheer ingewikkelder kan zijn afhankelijk van de mate waarin de natuur verweven is met andere functies. In Marktwerk is vanwege de grote rol van de markt het moeilijker te voorspellen hoe omgegaan wordt met de knelpunten en aandachtspunten. Terwijl in Weefwerk er ruimte voor water kan



worden gecreëerd, wordt in Marktwerk eerder verwacht dat de gebruiksfuncties op de ontwikkelingen inspelen. Drijvende woningen en zilte gewassen behoren dan tot de mogelijkheden. In Raamwerk zijn de natuurfuncties kwetsbaar en eisen de grote landbouwbedrijven veel van hun omgeving.

Gezien de aard en het aantal knelpunten en aandachtpunten blijkt dat het geen overbodige luxe is om bij het genereren van ruimtelijke scenario's rekening te houden met de watersysteembenadering en ontwikkelingen in de waterhuishouding als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling. Daarom zal in het vervolg een watersysteemverkenning niet zozeer moeten worden uitgevoerd nadat een strategische toekomstverkenning van de ontwikkeling van het landelijk gebied heeft plaatsgevonden, maar zal water, in huidige en toekomstige staat, expliciet van meet af aan als één van de ordeningsprincipes moeten worden meegenomen bij een dergelijke toekomstverkenning.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

‘Nederland, Waterland’ krijgt een steeds bredere betekenis. Voorheen geïntroduceerd voor pr-doeleinden, nu met de regelmatig terugkerende hoogwaterproblematiek een motto met een bijmaak. Met ondergelopen woningen en wateroverlast en tekorten voor de landbouw blijkt Nederland niet optimaal te zijn ingericht. Zeker door de ingang zijnde klimaatverandering en bodemdaling wordt het beleid gedwongen om over de waterproblematiek na te denken en oplossingen aan te dragen.

In de onlangs verschenen Vierde Nota Waterhuishouding is het concept van de watersysteembenadering als belangrijk concept naar voren gebracht om beter te kunnen omgaan met de waterproblematiek. Het samenhangende geheel van grond- en oppervlaktewateren inclusief de relevante omgeving wordt hierbij in ogenschouw genomen. De relatie tussen de verschillende gebiedsfuncties staat hierbij centraal en waterkwantiteit en -kwaliteit zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.

In het onlangs uitgebrachte advies van de Raad voor het Landelijk Gebied, getiteld ‘Overvloed en schaarste: water als geld’, wordt er indringend op gewezen dat door onder meer elkaar versterkende ontwikkelingen als klimaatsverandering en bodemdaling op termijn problemen zullen optreden ten aanzien van de waterhuishoudkundige inrichting van het landelijk gebied.

In dit verband wordt ervoor bepleit dat water weer als sturende factor bij de functietoekenning wordt gehanteerd. Van functiedenken naar watersysteem-denken is hierbij het motto. Dit vraagt om:

- een centraal gestelde watersysteembenadering in de ruimtelijke ordening;
- veel meer aandacht voor watervoorraadbeheer (retentie, berging, inundatie);
- nadrukkelijker doorgevoerd ketenbeheer (“vervuiler betaalt”) bij waterbeheer;
- collegiaal bestuur en interactieve beleidsontwikkeling (LNV, VROM, VenW, provincie en waterschappen).

Dergelijke analyses hebben ertoe bijgedragen dat de watersystemen hierdoor (opnieuw) mede-sturend zijn bij de invulling van het ruimtelijk beleid. Hiervoor wordt ook een lans gebroken in de onlangs gepubliceerde ‘Startnota ruimtelijke ordening: De ruimte van Nederland’. De uitwerking hiervan zal plaatsvinden in de 5<sup>e</sup> Nota Ruimtelijke Ordening die eind 1999 is verschenen. Het belang van deze vertaalslag is duidelijk naar voren gekomen tijdens de wateroverlast in de jaren ‘90. ‘Water als ordenend principe’ en ‘Herstel van de natuurlijke veerkracht van watersystemen’ zijn in dit verband veel gehoorde uitspraken. Het denken over meer natuurlijke watersystemen is hierdoor in een stroomversnelling geraakt.

## 1.2 Probleem- en doelstelling

De Directie Noord van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij heeft in 1998 met steun van het DLO - Staring Centrum een strategische toekomstverkenning van de ontwikkeling van het landelijk gebied in Noord-Nederland uitgevoerd. Hierin zijn drie scenario's voor Noord-Nederland uitgewerkt. De drijvende krachten achter maatschappelijke ontwikkelingen en de kenmerkende ruimtelijk-fysieke opbouw van Noord-Nederland vormen de basis van de scenario's. Hierbij is wat betreft de uitgangspunten aangesloten bij andere toekomstverkenningen, met name de 'Omgevingsscenario's' van het CPB. Het resultaat van deze strategische verkenning is inmiddels gepubliceerd onder de titel 'Horizonverkenning Noord-Nederland' en wordt benut ten behoeve van de beleidsontwikkeling van LNV.

Alhoewel bij deze Horizonverkenning uitgegaan is van de karakteristieke ruimtelijk-fysieke opbouw van Noord-Nederland in het algemeen, is hier nog onvoldoende rekening gehouden met elkaar versterkende gevolgen van klimaatverandering (inclusief zeespiegelstijging) en bodemdaling, terwijl dit mogelijk wel een belangrijke factor is in Noord-Nederland. Ook is nog onvoldoende aandacht geschonken aan het daadwerkelijk doorredeneren van de gevolgen van de keuze voor water(-systemen) als ordenend principe bij de functietoedeling. Als dit echt in praktijk gebracht zou worden, liggen dan de functies op de meest geëigende plek, waarbij niet alleen aan de Ecologische Hoofd Structuur maar ook aan kerngebieden voor bepaalde vormen van landbouw gedacht moet worden?

Bovenstaande overwegingen vormden voldoende aanleiding om in aanvulling op de Horizonverkenning een Watersysteemverkenning Noord-Nederland uit te voeren. Daarom gaan de gedachten uit naar het confronteren van de scenario's met de huidige en toekomstige situatie van het watersysteem in Noord-Nederland als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling.

Het doel van het onderhavige project Watersysteemverkenning Noord-Nederland is om te onderzoeken in hoeverre er knelpunten kunnen ontstaan bij een verdere uitwerking van de scenario's van de Horizonverkenning Noord-Nederland als de watersystemen medesturend worden bij de invulling van het ruimtelijk beleid en rekening wordt gehouden met consequenties van klimaatverandering en bodemdaling voor de waterhuishouding.

## 1.3 Opzet van het rapport

Hoofdstuk 2 begint met een toelichting op de methode die wordt gehanteerd om knelpunten in de scenario's te ontdekken. Hoofdstuk 3 beschrijft vervolgens kort het ruimtegebruik van de scenario's uit de Horizonverkenning en gaat in op de consequenties van klimaatsverandering en bodemdaling voor de watersystemen. Om de Horizonverkenning Noord-Nederland en de Watersysteemverkenning Noord-Nederland op elkaar aan te sluiten worden in dit hoofdstuk een aantal aannames

gedaan aangaande het ruimtegebruik en de waterhuishouding. Centraal in hoofdstuk 4 staat de interactie van gebruiksfuncties met hun natte omgeving en de daarbij behorende eisen aan en gevolgen voor het watersysteem. Deze informatie wordt gebruikt om in hoofdstuk 5 de knelpunten te achterhalen voor de huidige situatie en de drie toekomstscenario's. In dit hoofdstuk vindt een vergelijking plaats tussen de scenario's en worden aanknopingspunten per scenario gegeven om in te spelen op de ontwikkelingen in de waterhuishouding. In het afsluitende hoofdstuk 6 volgen de belangrijkste conclusies en enkele aanbevelingen.

## 2 Methode

### 2.1 Structuur

In hoeverre kunnen er knelpunten ontstaan bij een verdere uitwerking van de scenario's van de Horizonverkenning Noord-Nederland, als de watersystemen medesturend worden en rekening wordt gehouden met klimaatverandering en bodemdaling? Om dit doel te realiseren is een methode ontwikkeld die deze knelpunten kan signaleren.

Knelpunten worden in deze studie uitgedrukt in termen van de gebruiksfuncties bebouwing, landbouw en natuur. Voor deze gebruiksfuncties ontstaan er knelpunten als op de locatie niet wordt voldaan aan de functie-eisen. In deze studie zijn de functie-eisen gekoppeld aan de waterkwaliteit en de waterkwantiteit. Zo kan een locatie te nat of te droog zijn voor een bepaalde vorm van landbouw of een te hoog zoutgehalte bevatten voor een bepaald natuurdoel.

Knelpunten worden in deze studie door middel van twee methoden bepaald. De eerste methode is een kwantitatieve methode, waarbij gebruik wordt gemaakt van gegevens op gridniveau van 1km x 1km. De tweede methode is een meer kwalitatieve methode, waarbij de ligging van de gebruiksfunctie in een watersysteem bepalend is voor potentiële knelpunten. Omdat deze knelpunten meer kwalitatief worden bepaald, wordt bij deze methode gesproken over het bepalen van aandachtspunten. De analyse op gridniveau en op watersysteemniveau sluiten elkaar niet uit maar vullen elkaar aan.

### 2.2 Analyseniveaus

#### 2.2.1 Analyseniveau 1: de gridbenadering

Analyse op gridniveau houdt in dat per dominante gebruiksfunctie binnen een oppervlak van 1km x 1km is gekeken welke eis die functie aan waterkwantiteit en waterkwaliteit stelt. De variabele voor de waterkwantiteit is de grondwatertrap (Gt) en voor waterkwaliteit het zoutbezwaar. Bij landbouw is de eis bepaald voor 6 typen landbouw en bij natuur voor 21 natuurdoelen. Bij bebouwing is de eis aan het water onderscheiden in bestaande en toekomstige 'duurzame' bebouwing. Natte en droge infrastructuur is niet expliciet meegenomen, omdat deze lijnvormige elementen zelden het grootste oppervlak binnen een gebied van 1km x 1km innemen, dus nooit dominant zijn.

Vervolgens is de eis per functie vergeleken met de eigenschappen van het water op die locatie van 1km x 1km. Daarbij zijn de huidige gebruiksfuncties geconfronteerd met de karaktereigenschappen van de huidige waterhuishouding en de toekomstige gebruiksfuncties zoals neergelegd in de drie scenario's van de Horizonverkenning

Noord-Nederland, geconfronteerd met de toekomstige situatie van de waterhuishouding.

Voor het in beeld krijgen van de toekomstige situatie van de waterhuishouding is gebruikgemaakt van één scenario van het RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling) (paragraaf 3.2) voor alle drie de toekomstscenario's van de Horizonverkenning Noord-Nederland.

Het karakteristieke van de gridbenadering is dat de veranderingen in de waterhuishouding worden veroorzaakt door ontwikkelingen die buiten het lokale watersysteem liggen. Verandering van grondwatertrappen als gevolg van stijging van het waterpeil in de Waddenzee en toename van neerslag is dus een voorbeeld waarvan de bron buiten het gebied is gelegen.

### **2.2.2 Analyseniveau 2: de watersysteembenadering**

Als aanvulling op de gridbenadering is een kwalitatieve methode gebruikt om aandachtspunten te formuleren. Of een gebruiksfunctie op een bepaalde locatie een punt van aandacht is, wordt bepaald door de ligging van die functie binnen het lokale watersysteem. Hierbij zijn de ordeningsprincipes van de watersysteembenadering gebruikt: deelstroomgebied-principe, positionerings-principe en het buffer-principe (zie paragraaf 3.2.2).

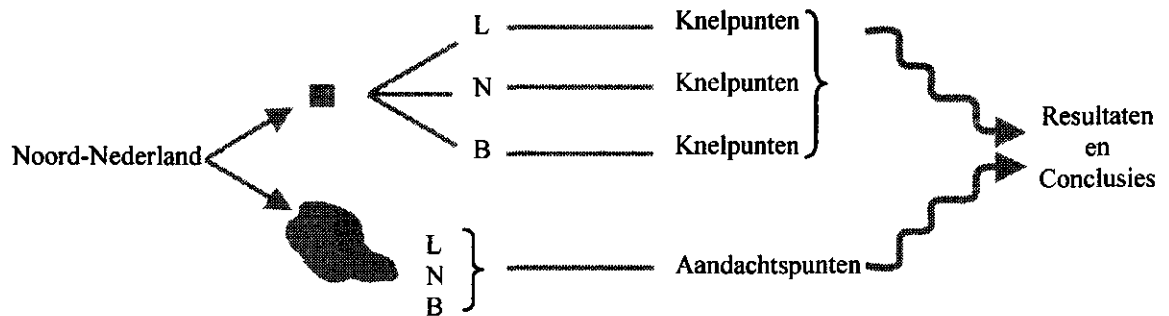
Op tweeërlei wijze kan een aandachtspunt ontstaan. Enerzijds door de ligging van die functie ten opzichte van een andere functie binnen het watersysteem. Een aardappelveld waar veel bestrijdingsmiddelen worden gebruikt en direct bovenstrooms gelegen is van een natuurgebied dat afhankelijk is van oppervlaktewater met goede kwaliteit is een voorbeeld van een dergelijk aandachtspunt. Bij deze aandachtspunten draait het om de relatie tussen functies via het water. In functie-relatietabellen zijn regels vastgelegd om te bepalen wanneer een locatie een aandachtspunt is.

Anderzijds wordt het aandachtspunt veroorzaakt door de ligging van die functie ten opzichte van het afvoersysteem. Voor de toekomst wordt voorspeld dat problemen kunnen ontstaan rond verzamelpunten van oppervlaktewater, omdat het water niet op tijd kan worden uitgeslagen vanwege toename van watertoevoer, stijging van het buitenwater en een beperkte gemaalcapaciteit (paragraaf 3.2.1). Functies die rond deze uitslagpunten zijn gelegen kunnen bij extreme situaties met te veel water te maken krijgen, waardoor de fysieke situatie niet meer voldoet aan de eis van die functie. Dit zijn situaties die niet frequent zullen voorkomen, maar wel invloed op gebruikersfuncties kunnen hebben. Deze aandachtspunten worden ook wel incidentele aandachtspunten genoemd.

Het karakteristieke van de watersysteembenadering is dat de veranderingen in de waterhuishouding worden veroorzaakt door hoofdzakelijk de inrichting van het betreffende watersysteem. Bron en effect liggen bij de watersysteembenadering in

eenzelfde watersysteem waardoor de oplossing ook brongericht kan plaatsvinden. Overigens speelt bij de incidentele aandachtspunten de positie in het afwateringssysteem een grote rol en wordt het belang vergroot door de buiten het gebied gelegen ontwikkelingen van klimaatverandering en bodemdaling.

In schema 1 is de gebruikte methode geschematiseerd weergegeven.



Schema 1 Geschematiseerde weergave van de gebruikte methode volgens de grid-(boven) en watersysteembenadering (onder); L=landbouw, N=natuur, B=bebouwing

In tabel 1 is vastgelegd welke variabelen bij de bepaling van de knelpunten in de gridbenadering en van de aandachtspunten in de watersysteembenadering een rol hebben gespeeld.

Tabel 1 Gebruikte variabelen voor de bepaling van knelpunten (grids) en aandachtspunten (watersystemen); Gt=grondwatertrap, H=heden, T=toekomst

Functies per eenheid		Waterkwantiteit		Waterkwaliteit							
		Gt		Zout		Fosfaat		Gewasbeschermingsmiddelen		Nitraat	
		H	T	H	T	H	T	H	T	H	T
Grid	Landbouw	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
	Natuur	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
	Bebouwing	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Water-Systeem	Landbouw										
	Natuur	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
	Bebouwing										

x	gebruikt
-	niet gebruikt

## 3 Ontwikkelingen

### 3.1 Ontwikkelingen in het ruimtegebruik

#### 3.1.1 De scenario's van de Horizonverkenning

De 'Horizonverkenning Noord-Nederland' (Nij Bijvank et al., 1998) is een toekomstverkenning voor de ontwikkeling van het landelijk gebied van de drie noordelijke provincies exclusief de Waddenzee en -eilanden. In deze verkenning zijn drie scenario's uitgewerkt met als tijdshorizon het jaar 2030. De drijvende krachten achter maatschappelijke ontwikkelingen en de kenmerkende ruimtelijke-fysieke opbouw van Noord-Nederland vormen de basis voor het ontwikkelen van de scenario's. De drie scenario's heten Raamwerk, Weefwerk en Marktwerk, en verschillen in de wijze waarop en de mate waarin de overheid sturend optreedt. In de scenario's Raamwerk en Weefwerk stuurt de overheid actief, waarbij sturing op scheiding dan wel verweving van functies onderscheidend is. In Marktwerk stelt de overheid zich meer terughoudend op waardoor inzicht wordt gegeven in de mogelijke gevolgen van een verdergaande liberalisering van het markt- en prijsbeleid in de landbouw en het ruimtelijke ordeningsbeleid. De scenario's zijn gebiedsdekkende uitwerkingen van de CPB-scenario's European Coordination (Raamwerk en Weefwerk) en Global Competition (Marktwerk) voor de voor LNV relevante beleidsvelden (landbouw, natuur, landschap en recreatie).

De inhoud van de scenario's zal hier kort worden behandeld, om in latere hoofdstukken de kansen van knelpunten en aandachtspunten te kunnen bepalen.

#### *Raamwerk*

Dit scenario is gericht op een optimale ontwikkeling van individuele functies. Scheiding van functies en grootschaligheid zijn hiervan het resultaat. Watersystemen zijn gebruikt om deze scheiding van functies aan te brengen. Zo ontstaan er agrarische ontwikkelingsgebieden, natuurontwikkelingsgebieden, concentraties van recreatie, wonen en bedrijvigheid. De landbouw wordt gekarakteriseerd door een toename in de bedrijfsomvang. In de melkveehouderij en akkerbouw ontstaan bedrijven van 750 ha groot met een zeer hoge mechanisatiegraad. De melkveehouderij neemt wat betreft grondgebruik in oppervlakte toe. De akkerbouw kan zich handhaven door de door overheid gestimuleerde agrificatie en teelt van voederproducten voor de veehouderij. De natuur wordt met 150.000 hectare uitgebreid. De nadruk bij natuurontwikkeling wordt gelegd op grote begeleid-natuurlijke eenheden welke neergelegd worden in een grofmazig netwerk van verbindingzones. Deze verbindingzones sluiten aan bij de belangrijkste waterlopen. De landschapsstructuur op regionaal niveau wordt versterkt door deze grote eenheden: landbouw, natuur en duidelijke net van wegen, steden en recreatiecentra. De verscheidenheid van het landschap op lokaal niveau neemt echter sterk af. Toch wordt verwacht dat er voldoende afwisselende recreatiemogelijkheden zijn. Wel kan



langs de randen van natuurgebieden en in de buurt van stedelijke bevolkingsconcentraties een hoge recreatiedruk ontstaan.

### ***Weefwerk***

In dit scenario wordt multifunctioneel ruimtegebruik en de verwevenheid van functies sterk gestimuleerd. Ook hier zijn de watersystemen sturend in de ruimtelijke ordening maar wordt binnen de watersystemen een verwevenheid van functies nastreeft. Verspreid wonen en werken in het landelijk gebied neemt toe onder andere door de ontwikkeling van nieuwe landgoederen en buitenplaatsen. De bedrijfsomvang blijft nagenoeg gelijk (melkveehouderij 35 ha, akkerbouw 80 ha). Een deel van het inkomen wordt verkregen door verbreding van de landbouw door productverwerking op het bedrijf of neventakken (zorgboerderij, recreatie). Het oppervlak natuurgebied wordt verdubbeld ten opzichte van de huidige situatie (170.000 ha extra). Daarnaast wordt 80.000 ha weiland extensief beheerd. Uitbreiding vindt met name plaats in de vorm van de multifunctionele natuurdoeltypen. Door versterking van de kleinschaligheid is de aantasting van de landschapstypen in Weefwerk kleiner dan in Raamwerk. De recreatiedruk zal in Weefwerk meer verspreid zijn door dit meer aantrekkelijke landschap en meer multifunctionele ruimtegebruik.

### ***Marktwerk***

In Marktwerk treden grote verschuivingen op ten gevolge van een volledig vrije wereldhandelsmarkt en een overheid die bij het ruimtelijk orderings- en milieubeleid slechts op hoofdlijnen stuurt. In de akkerbouw moet de teelt van fabrieksaardappelen, graan en suikerbieten veel terrein prijsgeven aan de melkveehouderij en tuinbouw. De pootaardappelen houden goed stand. De akkerbouwbedrijven die blijven bestaan vergroten sterk (350 ha). De ontwikkeling van technische innovaties en mechanisatie is minder sterk dan in raamwerk. Het areaal natuur neemt met 140.000 ha, minder sterk toe dan in de andere twee scenario's. Bovendien ligt de natuur meer versnipperd. Door de versnippering van verstedelijking en natuurontwikkeling neemt de identiteit van het landschap zowel regionaal als op lokaal niveau af. Terwijl in de recreatiesector het commerciële aanbod toeneemt, nemen de recreatievoorzieningen voor de 'gewone man' af, omdat fiets- en wandelpaden onaantrekkelijk voor financierders zijn.

## **3.1.2 Aanvullende aannames aangaande het ruimtegebruik**

De scenario's zijn niet altijd even expliciet over de invulling van het ruimtegebruik. Om in hoofdstuk 4 de eisen en gevolgen van de verschillende gebruiksfuncties ten aanzien van waterkwantiteit en waterkwaliteit te kunnen bepalen zijn een aantal aannames noodzakelijk. Achtereenvolgens worden aannames op een rij gezet aangaande landbouw, natuur en bebouwing. Het resultaat van de aannames is een nadere specificatie van de legenda-eenheden uit de Horizonverkenning Noord-Nederland. De aannames gelden voor alle drie scenario's.

## Landbouw

Om knelpunten te bepalen voor de landbouw is een indicatie van de ruimtelijke verdeling van het landgebruik niet voldoende. Daarom moeten de landschapstypen (zie aanhangsel 1) worden vertaald naar bouwplannen. Er wordt aangenomen dat er geen verschillen bestaan tussen de samenstelling van de bouwplannen per legendagroep open agrarisch landschap, half-open agrarisch landschap en gesloten agrarisch landschap. De mate van geslotenheid kan worden toegeschreven aan de lengte aan lijnvormige elementen in het landschap. Het resultaat zijn zes bouwplannen. In tabel 2 staat de samenstelling van elk bouwplan per legende-eenheid van de Horizonverkenning weergegeven.

Tabel 2 Vertaling van de legende-eenheden uit de Horizonverkenning naar bouwplannen (% van 1 km<sup>2</sup>)

Legende-eenheden	Bouwplannen				
	Gras	Maïs	Granen	Aardappel	Suikerbiet
Melkveehouderijlandschap	100				
Melkveehouderij landschap met maïs	70	30			
Gemengd agrarisch landschap	50	20	10	10	10
Agrificatielandschap	50	20	10	10	10
Hakvruchtenlandschap	10	10	20	30	30
Graanlandschap	15	15	70		

Om de gewassen vermeld in tabel 2 te kunnen telen wordt er vanuit gegaan dat in droge perioden gebruik wordt gemaakt van beregening, maar dat dit hoofdzakelijk zal plaatsvinden uit oppervlaktewater. Mogelijk kan hiervoor water worden gebruikt dat in de winter is opgevangen en vastgehouden. Alleen in noodgevallen kan worden beregend uit grondwater, zoals in de hoge gebieden van Drente waar niet overal oppervlaktewater aanwezig is.

Er wordt ervan uitgegaan dat het voorgenomen milieubeleid slaagt. Dit betekent dat de nitraatproblematiek wordt opgelost, mede onder druk van de EU in verband met het uitvoeren van de nitraatrichtlijn. Alhoewel wordt getwijfeld aan het daadwerkelijk bereiken van deze doelstelling, wordt in dit onderzoek niet verder op deze problematiek ingegaan. Voor fosfaat wordt verondersteld dat de landbouw in 2030 zich houdt aan een maximale verliesnorm van 20 kg fosfaat per ha per jaar. Voor de bestrijdingsmiddelen wordt verondersteld dat het toelatingsbeleid mede gebaseerd zal worden op maximale concentraties in het oppervlaktewater en dat minder middelen gebruikt zullen worden door verbetering van spuitmethodes. Dit neemt niet weg dat rekening moet worden gehouden met calamiteiten<sup>1</sup>. Depositie wordt in deze studie niet meegenomen, omdat grond- of oppervlaktewater daarin geen directe rol speelt.

<sup>1</sup> Er is geen gebruikgemaakt van een fosfaat- en bestrijdingsmiddelenkaart, omdat deze niet beschikbaar zijn. Een andere probleem is dat de concentraties van deze stoffen erg beleidsafhankelijk zijn: de regelgeving kan een aanzienlijke invloed hebben op de omvang van de emissies en de concentraties in het oppervlaktewater. Het geheel voorkomen van emissies van fosfaat en bestrijdingsmiddelen is echter een moeilijke zaak; dit gaat in het algemeen gepaard met aanzienlijke opbrengstreducties voor de landbouw of hogere bewerkingskosten. Daarnaast is er bij fosfaat sprake van een nulleffect van hoge mestgiften in het verleden.

## *Natuur*

De natuur is in de Horizonverkenning eveneens in landschapstypen uitgedrukt. De natuurlandschappen zijn onderverdeeld naar de hoofdgroepen van de natuurdoeltypologie: begeleid-natuurlijk, half-natuurlijk en multifunctioneel (Nij Bijvank et al., 1998). De hoofdgroepen onderscheiden zich hoofdzakelijk in ecologische waarde en daarmee naar eisen aan de omgeving. Multifunctionele landschapstypen zijn minder gericht op ecologische waarde maar meer op medegebruik, waardoor minder strengere eisen aan de omgeving worden gesteld. Veranderingen in de waterhuishouding zijn daarom minder bedreigend voor multifunctionele landschapstypen dan voor begeleid-natuurlijke landschapstypen.

Daar droge en natte varianten van een landschapstype soms onder één noemer zijn gezet is het onmogelijk om eisen aan de natte omgeving te kwantificeren. Bij landschapstypen zoals het boslandschap van bron en beek wordt er daarom vanuit gegaan dat het landschapstype zich kan aanpassen aan de veranderingen van de natte omgeving. Dit kan gevolgen hebben voor de identiteit van het landschap. Waar mogelijk zijn landschapstypen wel gekoppeld aan eisen aan de natte omgeving door middel van expert judgement (aanhangel 2).

Omdat water dus niet altijd onderscheidend kan zijn, zijn de eisen van de natuur aan de bodem eveneens getoetst. Dit is een aanvulling op de Horizonverkenning waar alleen globaal naar de bestaande fysiotopen (grondwatertrap en bodem) is gekeken maar niet op een niveau van 1km x 1km.

## *Bebouwing*

Wat betreft de bebouwing in 2030 is van belang wat voor soort woningen in de toekomst worden gerealiseerd. Is duurzaam bouwen de trend en zo ja in welke vorm? In de scenario's van de Horizonverkenning wordt niet gesproken over duurzaam bouwen. Wel zijn er een aantal parameters waarvan het kan worden afgeleid. In tabel 3 staan deze parameters genoemd.

*Tabel 3 Parameters van duurzaam bouwen*

	Oppervlak (in km <sup>2</sup> )*	Economische groei	Soc.-cultureel	Ecologisch besef	Oorzaak, basis CPB scenario
Marktwerk	530	hoog	wereldburger	matig	Global Competition
Raamwerk	483	hoog	stedelijke samenleving met oog voor natuur en milieu	hoog	European Coordination
Weefwerk	490	hoog	landelijk wonen	hoog	European Coordination

\*Huidige situatie 377 km<sup>2</sup> bebouwing

Gezien de huidige trend, het sociaal-cultureel gedrag, de hoge economische groei en het toch redelijk hoog ecologisch besef in alle drie de scenario's wordt er gekozen voor duurzaam bouwen. De uitgangspunten voor duurzaam bouwen op nieuwe locaties zijn (Waterschap Rijn & IJssel et al., 1998):

- regenwater afkoppelen van de riolering waardoor riooloverstorten minder vaak noodzakelijk zijn en rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) effectiever werken;
- regenwater infiltreren in de bodem waardoor het grondwater wordt aangevuld en verdroging kan worden tegengegaan;
- regenwater gebruiken als huishoudwater, waardoor op drinkwatergebruik wordt bespaard;
- kruipruimteloos bouwen waardoor hogere grondwaterstanden mogelijk worden.

Er wordt vanuit gegaan dat in de kleigebieden geen drinkwater uit oppervlaktewater kan worden gewonnen. Mogelijk zijn in de zandgebieden daarvoor meer mogelijkheden. Momenteel liggen in de zandgebieden van Drente, Friesland en Groningen voornamelijk grondwaterpompstations. Wel wordt door het Gemeentelijk Waterleidingbedrijf Groningen drinkwater gewonnen uit het oppervlaktewater van de Drentse Aa.

De huidige woningen zijn niet gebouwd vanuit het oogpunt van duurzaam bouwen. Daarom zullen bijna op elke huidige woonlocatie knelpunten ontstaan met de toekomstige eisen. Er is daarom besloten om de knelpunten voor bebouwing in de huidige situatie niet te bepalen.

Infrastructuur kan ook worden gerekend onder de gebruiksfunctie bebouwing. Echter, in deze studie worden vanwege de schaal geen lijnelementen meegenomen in de bepaling van knelpunten en aandachtspunten.

## **3.2 Ontwikkelingen in de waterhuishouding**

### **3.2.1 Het 2050 scenario**

#### *Exogene ontwikkelingen*

Om inzicht te krijgen in de waterhuishouding in 2050 is gebruik gemaakt van gegevens van het Riza (Haasnoot et al., 1999). Gekozen is om het CEN2050-scenario als uitgangspunt te nemen, omdat dit scenario doorkijkt tot 2050 en gebaseerd is op klimaatverandering (incl. zeespiegelstijging), veranderingen in landgebruik en bodemdaling bij ongewijzigd beleid ten aanzien van de waterhuishouding.

Klimaatveranderingen worden met name veroorzaakt door een verdubbeling van de CO<sub>2</sub> in de atmosfeer. Verwacht wordt dat in 2050 de temperatuur gemiddeld met 1°C is toegenomen, de zeespiegel met 25 cm is gestegen, grond- en oppervlaktewater sneller verdampen en neerslag in hoeveelheid en intensiteit zal toenemen. In tabel 4 staan de verwachte klimaatverandering voor het CEN2050-scenario weergegeven.

Tabel 4 Veranderingen in het klimaat volgens het CEN2050-scenario (Haasnoot et al., 1999)

	Stijging tempe- ratuur	Zeespiegel- stijging	$\Delta$ neerslag in de winter	$\Delta$ neerslag in de zomer	$\Delta$ evaporatie	$\Delta$ transpiratie
CEN2050	+1 °C	+ 25 cm	6%	1%	4%	-4 tot -12%

Bewegingen in de bodem worden veroorzaakt door drie aspecten: verzakking en oxidatie van afzettingsmateriaal uit het Holoceen (veen en klei), mijnbouw (gaswinning) en tektonische bewegingen. De bodemdaling kan oplopen tot meer dan 60 cm in vergelijking met de huidige maaiveldhoogte. In het oosten van Groningen vindt daarentegen een stijging van het maaiveld plaats van enkele centimeters (figuur 1).

Veranderingen in landgebruik hebben invloed op de evapotranspiratie. Door verschillen in verdamping per grondgebruik zijn veranderingen in landgebruik relevant. Het landgebruik is voor 2015 bepaald met behulp van een van de sociaal-economische scenario's van het Centraal Planbureau. In tabel 5 staan de belangrijkste verschuivingen weergegeven. Veranderingen in landgebruik na 2015 zijn onzeker waardoor die veranderingen niet zijn meegenomen in de bepaling van effecten voor de waterhuishouding<sup>2</sup>.

Tabel 5 Landelijke verdeling van het landgebruik in de huidige situatie en schattingen voor 2015 (%) (Haasnoot et al., 1999)

	Landbouw	Natuur	Bebouwd gebied	Anders
Huidige situatie (1995)	55,8	12,2	7,6	24,4
Schatting 2015 (CEN2050)	49,1	16,1	9,5	25,3
Verschuiving	-6,7	+3,9	+1,9	+0,9

### **Betekenis voor de waterhuishouding**

De structurele gevolgen voor de waterhuishouding in Noord-Nederland van deze exogene ontwikkelingen zijn een verandering van de grondwaterstanden (figuur 2) en het zoutbezwaar in grond- en oppervlaktewater (figuur 3). Als gevolg van toename van de winterneerslag, in combinatie met een versterkte kwelstroom door bodemdaling, wordt in een groot deel van Noord-Nederland een stijging van de gemiddeld hoogste voorjaarsgrondwaterstand (GVG) verwacht met meer dan 10 cm in de periode tot 2050 (Haasnoot et al., 1999). In een paar delen van Noord-Nederland wordt daarentegen in die periode een zekere verlaging van de GVG berekend. Beide kunnen leiden tot een verandering in de grondwatertrap (aanhangel 4). Door bodemdaling in gebieden met zout en brak grondwater stijgt de zoutbelasting van het slootwater (zoutbezwaar), omdat de kwelstroom toeneemt. Zout en brak grondwater is met name aanwezig in de zeekleigebieden. Een andere mogelijke oorzaak voor toename van de zoute kwelstroom in polders langs de kust is een versterkte invloed van zout grondwater door toename van het potentiaalverschil tussen zee en polderland, dat weer een gevolg is van de zeespiegelstijging en bodemdaling (Kwakernaak et al., 1998).

De meer plaatselijke en tijdelijk voorkomende gevolgen van de ontwikkelingen in de waterhuishouding zijn de afwateringsproblematiek en het overstromingsgevaar.

<sup>2</sup> In de Horizonverkenning is dus juist wel het grondgebruik voor 2030 bepaald.

Door de toename van de neerslaghoeveelheid en -intensiteit zullen de afvoerpieken in polder- en boezemwateren toenemen, zowel in hoogte als in frequentie. Dit wordt versterkt door een toename van kwelwater in de polders als gevolg van de bodemdaling. Deze toegenomen gebiedsafvoer zal tevens moeilijker kunnen worden uitgemaalend vanwege verhoogde waterstanden in de buitenwateren (door zeespiegelstijging). In het IJsselmeer wordt dit beleidsmatig versterkt, doordat in de toekomst zal worden gestreefd naar een natuurlijk waterbeheer waarbij het zomerpeil juist lager is dan het winterpeil<sup>3</sup> (Iedema et al., 1997).

Dit zal ertoe leiden dat de huidige bergingscapaciteit van boezemstelsels alsmede de gemaal- en spuicapaciteit in grote delen van laag Noord-Nederland onvoldoende wordt om bescherming tegen wateroverlast en overstroming te kunnen garanderen (Kwakernaak et al., 1998). De stijging van de hoogste waterstanden in de zoete wateren zal niet alleen kunnen leiden tot overstromingen langs de boezems en bij afvoerpunten van oppervlaktewater. Eveneens bestaat de kans voor overslag van water uit het IJsselmeer, wanneer een zeer hoogwaterpeil samenvalt met stormachtig weer. Bovenstaande incidentele aandachtspunten staan samengevat in tabel 6.

Klimaatveranderingen zijn het meest verantwoordelijk voor bovenstaande veranderingen in de waterhuishouding, meer dus dan de bijdrage van de meer autonome ontwikkelingen zoals veranderingen in landgebruik en bodemdaling.

Voor de bepaling van knelpunten zullen met name de structurele gevolgen worden geconfronteerd met het ruimtegebruik, de meer incidentele problemen komen meer aanbod bij de bepaling van aandachtspunten.

*Tabel 6 Mogelijke incidentele aandachtspunten voor gebruiksfuncties*

Probleem	Via G/O*)	Locatie	Veroorzakende ontwikkeling
Afvoercapaciteit	O	boezems en beken	toename neerslag en neerslagpieken versnelde afvoer
Uitslagcapaciteit	O	bij afvoerknooppunten	zeespiegelstijging gecombineerd met toename neerslag en neerslagpieken
Overslag	O	langs IJsselmeerkust	zeespiegelstijging gecombineerd met stormachtig weer
Verziltig	O, G	in de kuststrook	zeespiegelstijging bodemdaling
Kusterosie	O	Waddenzeekust	zeespiegelstijging

\*) probleem via grond- (G) of oppervlaktewater (O)

<sup>3</sup> In de zomer hanteert de directie een hoger streefpeil (0,20 meter beneden NAP) dan in de winter (0,40 meter beneden NAP) om de wateraanvoer naar het omliggende land op peil te kunnen houden. In de wintermaanden is het streefpeil lager om zoveel mogelijk water te kunnen ontvangen. Onder natuurlijke omstandigheden zou dit verschil in waterpeil juist andersom zijn.

### 3.2.2 Aanvullende aannames aangaande de waterhuishouding

Bij het bepalen van de knelpunten wordt gebruikgemaakt van het CEN2050-scenario dat in paragraaf 3.2.1 is beschreven. Daarbij committeert de watersysteemverkenning zich eveneens aan de uitgangspunten die voor het CEN2050-scenario zijn gebruikt, zoals het niet meer doorspoelen van zoutwater dan bij het huidige beleid wordt gedaan en het handhaven van het huidige peilbeheer. Veranderingen die in het waterbeheer worden doorgevoerd om meer duurzame watersystemen te creëren worden dus niet meegenomen.

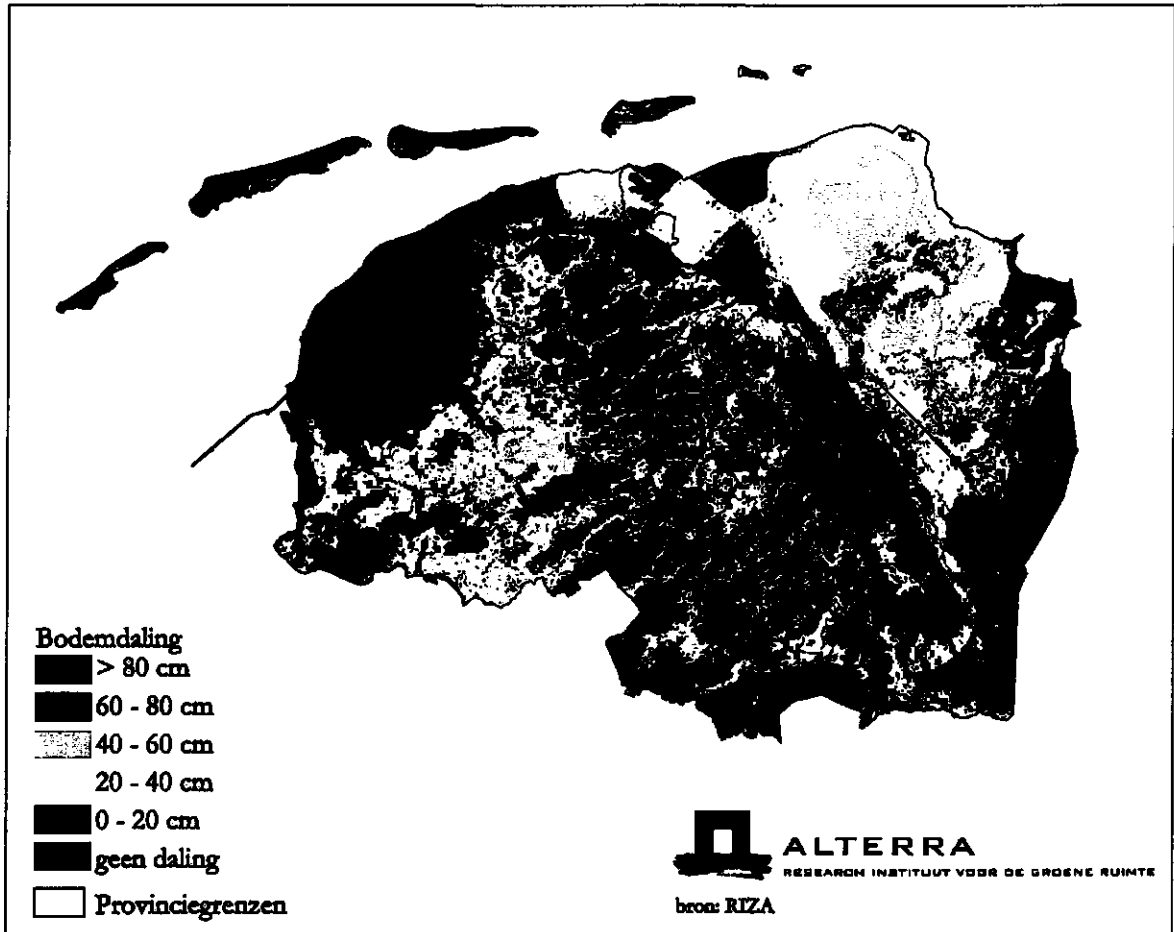
In de bepaling van de aandachtspunten wordt gewerkt met de watersysteembenadering. Het watersysteem wordt in de ruimtelijke ordening gebruikt om te plannen met water. Het doel is om zo natuurlijk mogelijk en daarmee duurzaam het watersysteem in te richten waardoor op langere termijn lagere kosten zijn gemoeid omdat een meer duurzame ruimte is ontstaan. Omdat functies eisen stellen aan waterkwaliteit en waterkwantiteit, en functies binnen een watersysteem via oppervlaktewater en grondwater met elkaar in verbinding staan, is water als ordenend principe geen slechte keus. De watersysteembenadering kan worden gebruikt bij plannen en bij toetsen.

Drie principes worden onderscheiden bij de watersysteembenadering. Bij het *stroomgebiedenprincipe* wordt aan elk van de watersysteemeenheden een functieaccent toegekend. Het studiegebied kan één watersysteemeenheid zijn, oftewel een stroomgebied, maar kan eveneens uit meerdere stroomgebieden bestaan. Door een hoofdfunctie aan een stroomgebied toe te kennen wordt invloed van de ene functie op de andere het meest beperkt.

Eveneens kan worden gekozen voor het *positioneringprincipe*, waarbij de functies op zodanige wijze worden geordend binnen onderscheiden waterhuishoudkundige eenheden dat onverenigbare functies elkaar zo weinig mogelijk beïnvloeden. Functies die hoge eisen stellen aan de waterkwaliteit kunnen daarom het best bovenstrooms, aan het begin van het watersysteem worden geplaatst omdat daar andere functies nog geen invloed kunnen hebben op de kwaliteit van het water.

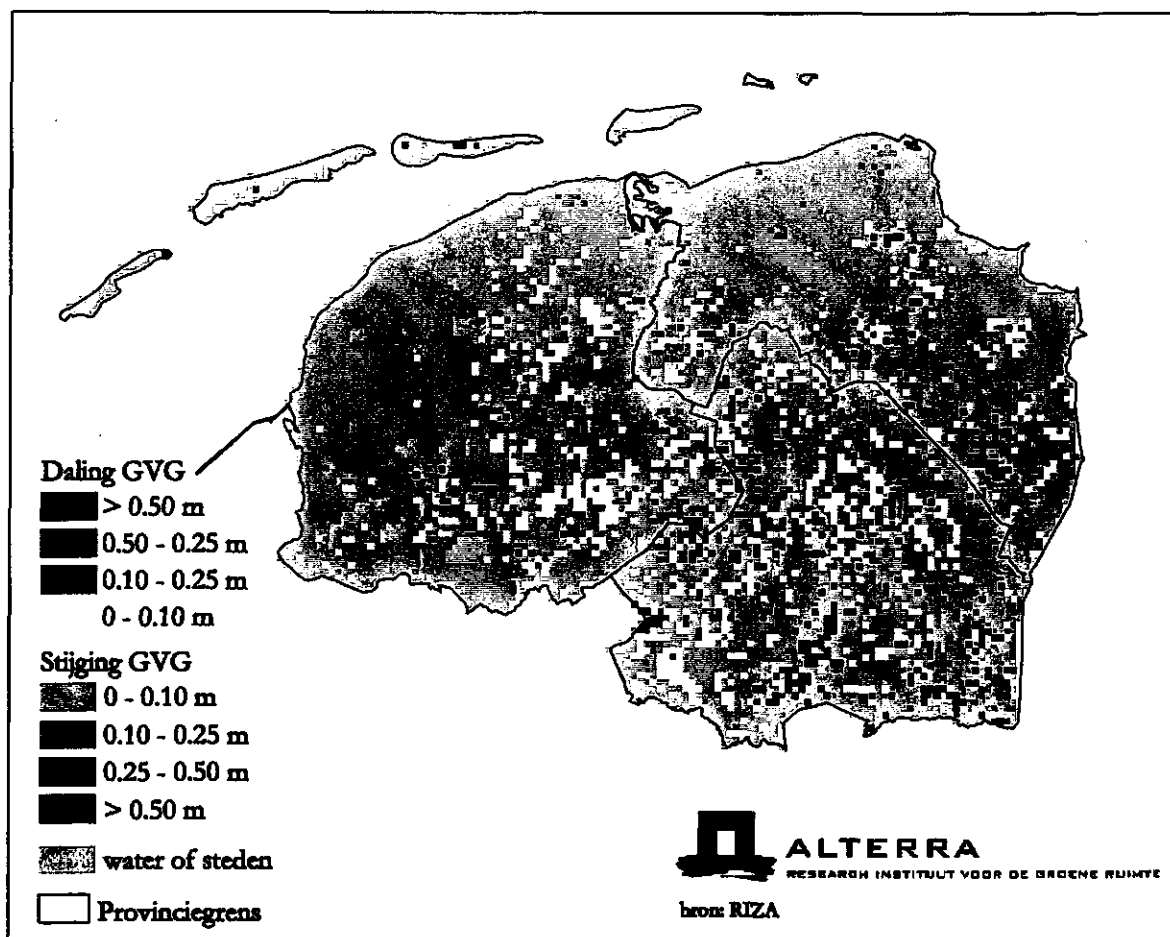
Tot slot kan gebruik worden gemaakt van het *bufferprincipe*. Deze benadering wordt in regionale plannen gehanteerd om tot fijnere afstemming van functies te komen. Hierbij worden hydrologische overgangszonen gecreëerd zodat de negatieve beïnvloeding met de afstand afneemt. Het bufferprincipe zal niet worden gebruikt om de aandachtspunten te achterhalen. Het bufferprincipe wordt meer gezien als oplossingsrichting

Omdat er wordt aangenomen dat bij een duurzaam systeem geen afwenteling van de problemen plaatsvindt in tijd en ruimte, betekent dit dat geen gebiedsvreemd water wordt ingelaten in droge tijden. Daarom zullen er geen wijzigingen meer zijn van afwatersystemen naar aanvoerende systemen en wordt als analyseeenheid bij de watersysteembenadering voor het afwateringssysteem gekozen (figuur 4)



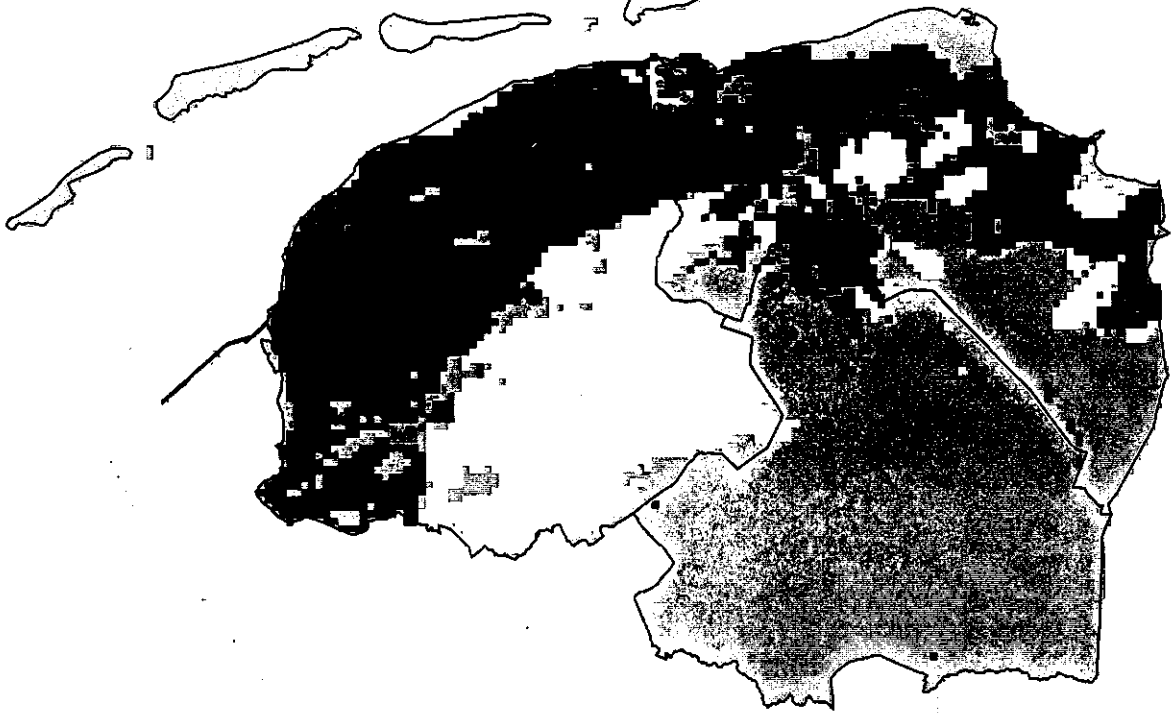
Figuur 1 Bodemdaling in de periode 1995 - 2050



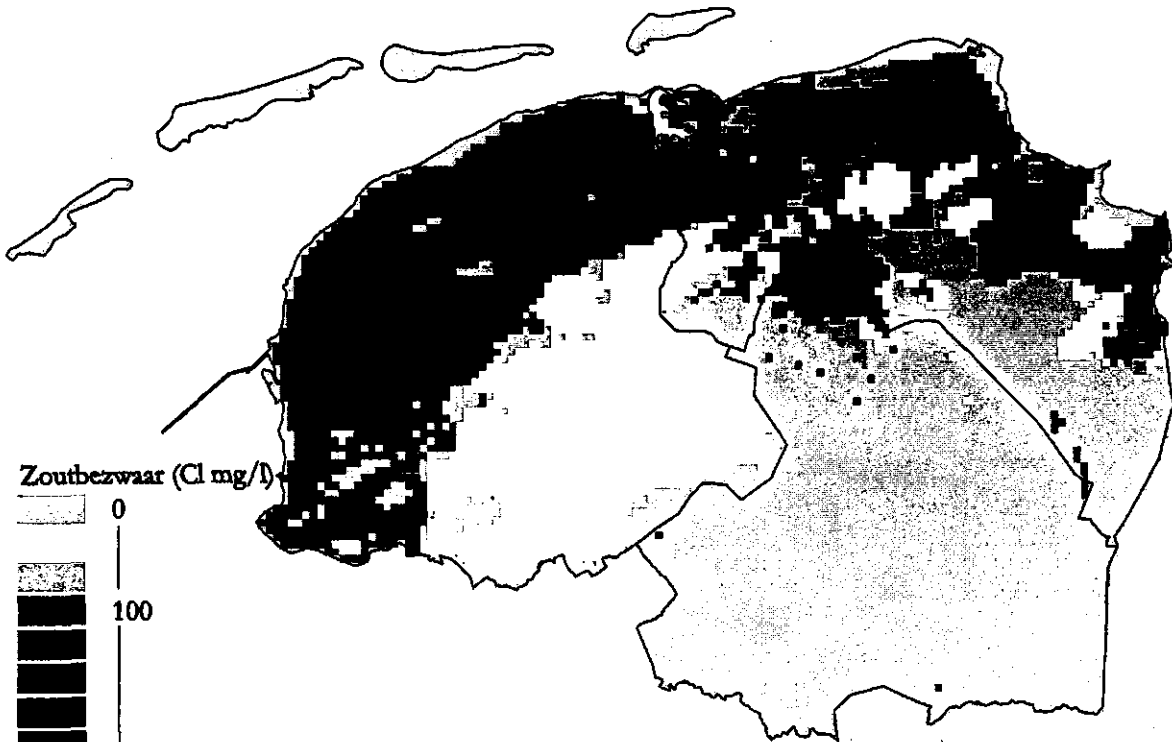


Figuur 2 Verandering van de gemiddelde hoogste voorjaarsgrondwaterstand (GVG) in de periode 1995 - 2050

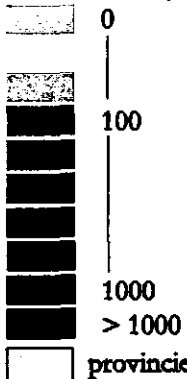
Huidige situatie



2050



Zoutbezwaar (Cl mg/l)

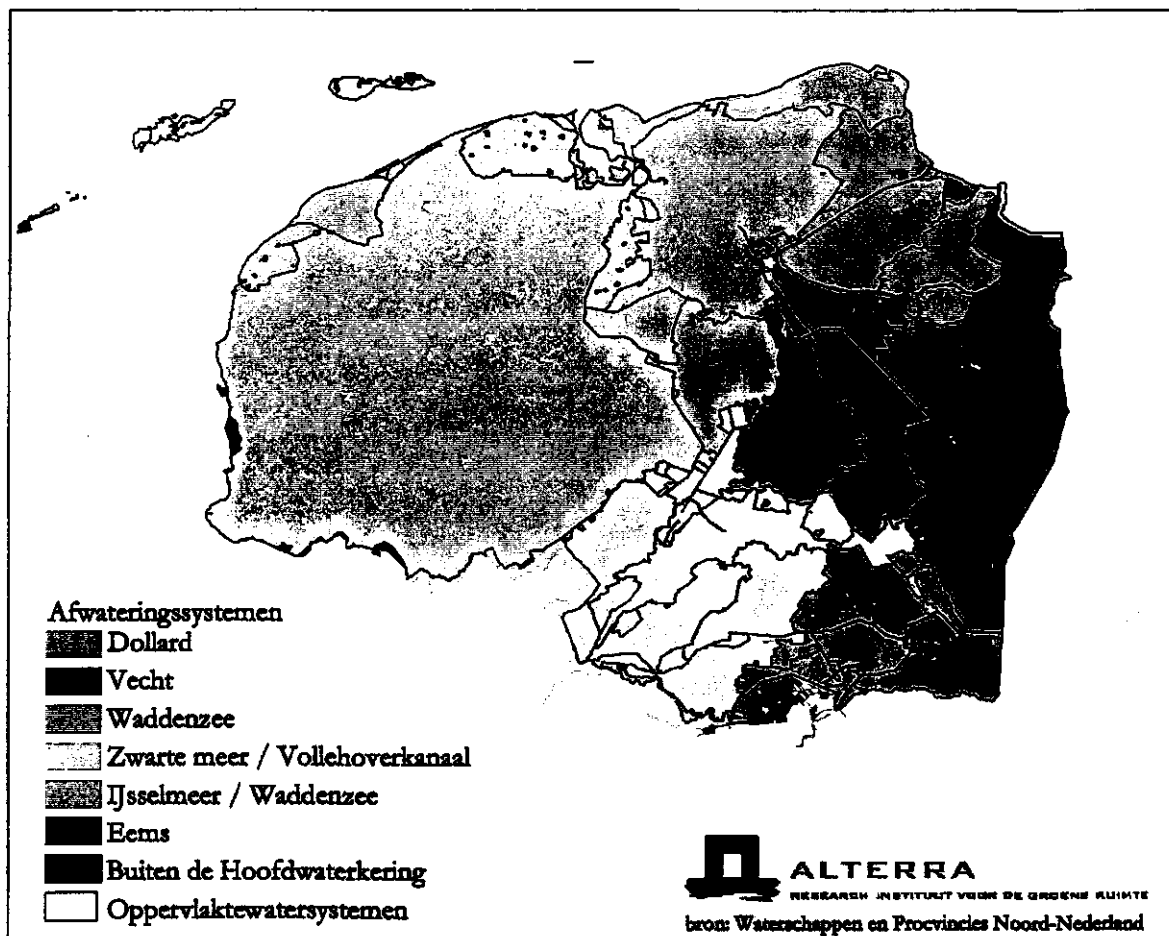


**ALTERRA**

RESEARCH INSTITUUT VOOR DE GROENE RUIMTE

bron: RIZA

Figuur 3 Zoutconcentratie oppervlaktewater in de huidige situatie (1995) en 2050 (Cen2050)



Figuur 4 Afwateringssystemen en oppervlaktewatersystemen van Noord-Nederland

## 4 Interactie van functies met water

In de gridbenadering gaat het om de eisen die functies stellen aan de waterkwantiteit en waterkwaliteit. Knelpunten ontstaan als de natte omgeving van gebruiksfuncties niet aan de daardoor gestelde eisen voldoet. In de watersysteembenadering staan de relaties tussen functies centraal waardoor zowel eisen aan als gevolgen voor het watersysteem belangrijke informatie vormen.

In dit hoofdstuk staan de eisen van functie aan hun omgeving en de gevolgen van functies voor hun omgeving centraal. Achtereenvolgens komen de functies landbouw, natuur en bebouwing aan de orde. Deze relaties van functies met hun omgeving zijn gebruikt om de knelpunten en aandachtspunten te bepalen. In tabel 7 zijn relaties van gebruiksfuncties met het watersysteem reeds op een rij gezet.

Tabel 7 Relaties tussen de gebruiksfuncties en het watersysteem

	Landbouw	Natuur	Bebouwing
Eisen aan			
Waterkwantiteit	- berekening voor akkerbouw - ontwatering voorjaar - hoog zomerpeil	- voldoende regenwater of kwel	- niet te hoog peil - infiltratiecapaciteit
Waterkwaliteit	- max. 600 mg Cl per liter - geen riooloverstorten	- geen bestrijdingsmiddelen en fosfaat - geen zout/brak grond- of oppervlaktewater	-
Gevolgen voor			
Waterkwantiteit	- grondwaterstandsverlaging door berekening uit grondwater en waterafvoer	-	- peilverlaging in de omgeving
Waterkwaliteit	- emissie van nitraat, fosfaat en bestrijdingsmiddelen	- (soms hoge N-conc.)	- riooloverstorten

### 4.1 Landbouw

#### 4.1.1 Waterkwantiteit

##### *Eisen aan het watersysteem*

Water is nodig voor de gewassen. Dit kan direct beschikbaar komen via neerslag en capillaire opstijging uit het grondwater of indirect door beregening. In het voorjaar is voldoende ontwatering nodig, zodat het land goed berijdbaar is en de bodemtemperatuur in voldoende mate stijgt (Gt III\* of droger is gewenst). In de zomerperiode is het gewenst dat het grondwaterpeil niet te ver zakt, om te voorkomen dat de gewassen een vochttekort krijgen (max. Gt V of natter is

gewenst). In het najaar is voldoende ontwatering weer van belang, zodat het land goed bereikbaar blijft om te oogsten en er geen rotting plaatsvindt van gewassen die op het veld staan. Deze aspecten zijn meegenomen in de gridbenadering, waarin opbrengstdepressies gekwantificeerd worden als gevolg van wateroverlast in voor- en najaar en watertekort in de zomerperiode. Hierbij is gesteld dat de opbrengstdepressie 30% mag bedragen. Uiteraard zijn verbeteringen in de waterhuishouding om de opbrengst te verhogen zeer gewenst vanuit de landbouw. Deze grens is gekozen om de urgente knelpunten in beeld te brengen.

Vooraf in hoger gelegen, vrij afwaterende gebieden is voor sommige gewassen de mogelijkheid voor beregening uit met name grondwater erg belangrijk, omdat er anders door vochttekort veel droogteschade ontstaat. Tenslotte is van belang dat in het algemeen de eisen aan de ontwatering voor akkerbouwgewassen hoger liggen dan voor grasland. De ontwateringsnorm voor grasland is 30 cm-mv. en voor bouwland 50 cm-mv. bij stationaire afvoer van 7 mm per dag.

#### *Gevolgen voor het watersysteem*

Als er voor de landbouw beregening uit grondwater plaatsvindt, wordt in het algemeen het grondwaterpeil in de directe omgeving daardoor verlaagd. Beregening uit oppervlaktewater wordt niet als probleem gezien voor de omgeving. Voor akkerbouwpercelen is vaak een wat lager peil gewenst dan voor graslandpercelen. Om dit lage peil te realiseren zijn bouwlandpercelen vaak gedraineerd, waardoor een groot deel van de neerslag in het voorjaar snel uit het gebied wordt afgevoerd. Dit betekent dat beregening uit grondwater van grasland geen problemen geeft voor bouwland, maar beregening van bouwland wel voor het aangrenzende grasland. Natte natuur ondervindt in beide gevallen nadelen.

### **4.1.2 Waterkwaliteit**

#### *Eisen aan het watersysteem*

Wat betreft de eisen die landbouwbedrijven stellen aan de kwaliteit van het water zijn vooral de zoutconcentratie, bestrijdingsmiddelen en riooloverstorten van belang. Voor zowel akkerbouw- als graslandbedrijven mag de zoutconcentratie niet te hoog worden. Bij een te hoge zoutconcentratie neemt de opbrengst af, met name doordat de gewassen dan te weinig water kunnen opnemen. In het algemeen is de opbrengstreductie recht evenredig met de zoutconcentratie. De mate waarin opbrengstreductie optreedt is echter ook afhankelijk van het gewas en ook van andere omstandigheden zoals concentraties van andere stoffen, kwel/wegzijging en meteorologische omstandigheden. Als grens voor zoutbezwaar van zowel gras- als bouwland wordt in het algemeen 600 mg Cl per liter gehanteerd (Huinink et al., 1999). Bij aardappelen of suikerbieten bijvoorbeeld is er bij een zoutgehalte van 3000 mg per liter 10% opbrengstderving. Granen krijgen pas problemen boven de 6000 mg Cl. Aan de andere kant zijn er ook groenten, zoals sla, die ook bij lagere concentraties al opbrengstdepressie vertonen; dit geldt eveneens voor maïs. De omvang van het bezwaar is echter sterk afhankelijk van de interactie met andere stoffen, maar deze koppeling wordt buiten beschouwing gelaten. Vooral als

berekening nodig is, moet een afweging gemaakt worden tussen mogelijke droogteschade of zoutschade. Voor de bouwplannen in deze studie wordt vastgehouden aan de grens van 600 mg Cl per liter

Als het oppervlaktewater gebruikt wordt als drinkwater voor weidend vee is de waterkwaliteit belangrijk. Vervuiling van dit oppervlaktewater door bestrijdingsmiddelen uit akkerbouw of riooloverstorten van bebouwing is zeer ongewenst voor weidend vee. De dieren kunnen daarvan ziek worden of er kunnen mogelijk residuen in de melk terecht komen.

### *Gevolgen voor het watersysteem*

De landbouw brengt een aantal stoffen in het watersysteem: stikstof (in de vorm van nitraat), fosfaat en bestrijdingsmiddelen. Nitraat komt in het systeem door bemesting van grasland of bouwland. Deze stof komt via de korte stromen van grondwater naar het oppervlaktewater en via directe afstroming naar het oppervlaktewater in het watersysteem. Verwacht wordt dat de nitraat-problematiek in het grondwater waarschijnlijk wordt opgelost, vooral door druk vanuit de EU in verband met de nitraatrichtlijn. In het oppervlaktewater is nitraat niet bepalend voor de ecologische ontwikkeling, maar fosfaat. Verwacht wordt dat de verliesnormen uit het mestbeleid voldoende zijn om in de meeste gebieden de problemen op te lossen. Er is echter veel variatie, terwijl in sommige gebieden ook een hoge N-concentratie aanwezig is door natuurlijke processen (nutriëntenrijke kwel in veengronden). Met het oog op het toekomstig beleid is stikstof verder niet meegenomen in deze studie.

Fosfaat komt in het systeem door bemesting van grasland of bouwland. Deze stof komt via de korte stromen van grondwater naar het oppervlaktewater en via directe afstroming naar het oppervlaktewater in het watersysteem. Er wordt vanuit gegaan dat fosfaatbelasting in grondwater geen rol speelt, omdat het fosfaat wordt vastgelegd in de bodem. Voor het oppervlaktewater is de eindnorm van 20 kg fosfaat verlies per ha per jaar veel hoger dan de maximale norm vanuit ecologisch oogpunt: 1 kg. Fosfaat wordt ook gezien als het meest limiterend voor de ecologische ontwikkeling in stilstaande en stromende wateren. Een teveel aan fosfaat zorgt voor overmatige algengroei en zuurstoftekorten. Het is een bedreiging voor water met een ecologische en een recreatieve functie (zwemwater). Het probleem kan versterkt worden door vernatting van landbouwgrond, waardoor een grotere hoeveelheid fosfaat kan vrijkomen.

Het grondwater lijkt met behulp van het huidige toelatingsbeleid dat gebaseerd is op maximale concentraties op 10 m diepte, voldoende beschermd tegen gewasbeschermingsmiddelen. Voor het oppervlaktewater is een vergelijkbare systematiek in voorbereiding en verwacht wordt dat deze in 2030 operationeel is. Hierdoor en door verminderingen van de dosis per ha, door betere apparatuur, kwaliteitssystemen en slootkantenbeheer (niet spuiten en bemesten) wordt verwacht dat de concentraties aanzienlijk zullen afnemen ten opzichte van de huidige situatie. Er moet echter rekening worden gehouden met kwetsbare functies die door calamiteiten bovenstrooms nadelig beïnvloed kunnen worden.

Samengevat kan gesteld worden dat akkerbouw en grasland vooral door fosfaat-emissie in het oppervlaktewater problemen kunnen veroorzaken voor omliggende kwetsbare functies (natuur, vee op grasland). Hetzelfde geldt voor bestrijdingsmiddelen die in de akkerbouw gebruikt worden (Van Bakel et al., 1999).

In aanhangsel 1 is de bepaling van knelpunten voor landbouw verder uitgewerkt.

## 4.2 Natuur

### 4.2.1 Waterkwantiteit

#### *Eisen aan het watersysteem*

In de Horizonverkenning worden landschapstypen onderscheiden waarvan meestal een natte en droge vorm aanwezig is. Vooral de natte varianten zijn kwetsbaar. Er moet voldoende water van de gewenste kwaliteit beschikbaar zijn (Gt I of II). Soms kan dat bereikt worden door te voorkomen dat geïnfiltreerd regenwater te snel wordt afgevoerd; dit betekent dat er nauwelijks of geen greppels of sloten in het natuurgebied aanwezig mogen zijn en dat een hoog peil wordt ingesteld. In andere gevallen kan de gewenste situatie alleen bereikt worden door voldoende hoge peilen in omliggende gebieden, waardoor de gewenste kwelstroom ontstaat. De landschapstypen waarin natuur centraal staat zijn in de gridbenadering op geschiktheid van bodem en grondwatertrap getoetst. Dit geldt voor de landschapstypen die zich uitsluitend in een natte omgeving kunnen ontwikkelen.

#### *Gevolgen voor het watersysteem*

Gevolgen voor het watersysteem van de functie natuur worden hier achterwege gelaten, omdat 'gevolgen' in deze studie feitelijk gedefinieerd zijn als afwijkingen van een natuurlijke situatie. Aangezien het hier natuurgebieden betreft zijn er dus geen gevolgen van natuurgebieden op de kwantitatieve aspecten van het watersysteem.

### 4.2.2 Waterkwaliteit

#### *Eisen aan het watersysteem*

Bestrijdingsmiddelen en fosfaat zijn voor bijna elk natuurdoel een probleem zodra zij in contact staan met oppervlaktewater. Dit is relevant voor de gebieden met hoofdfunctie natuur. Multifunctionele natuurlandschappen zijn echter niet als kwetsbaar natuurlandschap beschouwd voor bestrijdingsmiddelen en fosfaat, omdat de natuur daar een meer maatschappelijke functie heeft dan ecologische functie.

Ongeveer de helft van de natuurdoelen is gevoelig voor zoutconcentraties in het water: boslandschappen, bos-, heide- en hoogveenreservaten, riet- en boscultuur. Deze gevoeligheid begint al bij concentraties van 150 mg Cl per liter.

### *Gevolgen voor het watersysteem*

Ook hier geldt dat natuurgebieden per definitie geen gevolgen hebben voor de waterkwaliteit. Maar zoals vermeld kan dat voor sommige gebieden echter wel betekenen dat er hoge N-concentraties zijn in het uitstromende water als gevolg van natuurlijke processen (bv. nutriëntenrijke kwel in veengronden).

In aanhangsel 2 is de bepaling van knelpunten voor natuur verder uitgewerkt.

## **4.3 Bebouwing**

### **4.3.1 Waterkwantiteit**

#### *Eisen aan het watersysteem*

De grondwaterstand wordt in bestaand stedelijk gebied om verschillende redenen kunstmatig laag gehouden. De eisen aan de grondwaterstand verschillen per stedelijke functie, waarbij woningen maatgevend zijn. In Nederland worden woningen bijna altijd van een kruipruimte voorzien. Een kruipruimte ligt 60-80 cm onder vloerpeil en om schimmels te voorkomen mag het grondwater hooguit 1 of 2 keer per jaar de grens van 20 cm onder kruipruimtevloer overschrijden (Van Bakel, 1995).

Een te hoge grondwaterstand onder wegen kan leiden tot stabiliteitsproblemen en vergroot het risico van opvriezen. Om met name schade aan wegen te voorkomen, wordt over het algemeen standaarddrainage onder de weg aangelegd.

Het drainagecriterium voor tuinen en openbaar groen is voornamelijk afhankelijk van de soort begroeiing en de bodem. Bomen zijn met name gevoelig voor ontwatering vanwege het risico van ontworteling.

Concluderend kan gesteld worden dat met betrekking tot de ontwatering van bestaande bebouwde gebieden de kruipruimten maatgevend zijn.

Woningbouwlocaties stellen ook eisen aan de veiligheid (droge voeten). Dit betekent dat de locaties met Gt I, II<sub>nat</sub>, III<sub>nat</sub> en V<sub>nat</sub> niet geschikt zijn voor woningbouw. Ook in gebieden met overstromingsrisico's (in lage delen langs boezems en bij afvoerknooppunten) zou geen bebouwing mogen liggen.

Er wordt verondersteld dat voor de toekomst alle nieuwe bebouwing duurzaam wordt uitgevoerd (zie par. 3.3 voor een omschrijving van duurzame bebouwing). Dit betekent dat regenwater in bebouwd gebied zoveel mogelijk ter plaatste moet infiltreren. Dit kan alleen worden toegepast bij een bodem met een voldoende infiltratiecapaciteit. Deze kan bepaald worden uit de doorlaatfactor van de toplaag, de dikte van de deklaag en het doorlaatvermogen van het onderliggende watervoerende pakket.



### ***Gevolgen voor het watersysteem***

In de huidige situatie is drainage het grootste probleem voor de grondwaterstand in de omgeving. Over het algemeen heeft het stedelijk gebied namelijk een ander watersysteem dan het landelijk gebied. In de eerste plaats wordt de infiltratie van regenwater in de bodem verstoord door een hoog percentage verhard oppervlak en zetting van de ondergrond. Het water wordt daardoor versneld afgevoerd, afhankelijk van het rioleringsstelsel, naar het oppervlaktewater dan wel naar de rwzi. In de tweede plaats wordt in de stad gedraineerd vanwege de gewenste lage grondwaterstand.

Voor de scenario's wordt verondersteld dat in de toekomst duurzaam wordt gebouwd. Dit betekent dat regenwater wordt afgekoppeld van de riolering en kan worden geïnfilteerd in de bodem en dat, waar mogelijk, regenwater wordt gebruikt als huishoudwater. Deze maatregelen zorgen voor een aanvulling van het grondwater, waardoor grondwaterstandsverlaging in de omgeving beperkt blijft.

Daarnaast wordt verondersteld dat in de toekomst kruipruimteloos zal worden gebouwd. Door kruipruimteloos te bouwen (duurzaam bouwen) kunnen ter plaatse van de woningen hogere grondwaterstanden worden geaccepteerd. Tuinen en wegen worden dan maatgevend (Van Bakel, 1995).

## **4.3.2 Waterkwaliteit**

### ***Eisen aan het watersysteem***

Zowel in de huidige situatie als de toekomstige situatie stelt bebouwing geen eisen aan de kwaliteiten van het watersysteem. Natuurlijk moet het stedelijk oppervlaktewater voldoen aan het basisniveau en mag de volksgezondheid niet in gevaar komen, maar in principe is de waterkwaliteit daarvoor in heel Noord-Nederland voldoende. Goed drinkwater kan altijd worden aangevoerd. Zoutconcentraties zijn daarom voor bebouwde gebieden in principe geen bezwaar. Voor (moes)tuinen kan mogelijk wel een knelpunt ontstaan bij hoge zoutconcentraties. Dit knelpunt wordt echter niet in de analyse meegenomen.

### ***Gevolgen voor watersysteem***

In de huidige situatie zijn de riooloverstorten het grootste probleem voor de waterkwaliteit. Het vervuilde water kan schadelijk zijn voor drinkend vee en kan zorgen voor overmatige algengroei en zuurstoftekorten in het oppervlaktewater. Bij het effect van riooloverstorten op het oppervlaktewater moet rekening worden gehouden met het verdunningsaspect. Hoe verder benedenstrooms, hoe minder geconcentreerd en dus minder schadelijk.

Voor de scenario's wordt verondersteld dat in de toekomst duurzaam wordt gebouwd. Dit betekent in het algemeen dat de nieuwe locaties geen negatieve gevolgen voor het omliggende watersysteem met zich meebrengen.

In aanhangsel 3 is de bepaling van knelpunten voor bebouwing verder uitgewerkt.

#### 4.4 Functierelaties binnen watersystemen

De combinatie van de gevolgen van functies en eisen van andere functies leidt ertoe dat bepaalde functies beter niet bovenstrooms of benedenstrooms van elkaar kunnen liggen. Om deze watersysteembenadering goed toe te kunnen passen bij het achterhalen van aandachtspunten zijn een aantal uitgangspunten voor de werkwijze nodig voor het tijd-ruimte-aspect. Het belangrijkste is dat voor de waterkwantiteit relevante veranderingen (drainage, beregening uit grondwater) alleen via het grondwater plaatsvinden. Verandering van de waterkwaliteit vindt alleen via oppervlaktewater plaats. Omdat de verblijftijd van grondwater binnen de afwateringssystemen varieert van 250 tot 2500 jaar (infiltratie en kwelgebied) zijn effecten alleen meegenomen bij aangrenzende (kwetsbare)-functies. Aangenomen wordt dat effecten op de waterkwaliteit steeds beperkter worden vanwege een steeds duurzamere landbouw. Hieronder volgt een overzicht.

##### Waterkwantiteit

- Beregening uit oppervlaktewater is geen probleem.
- Als grondwaterafhankelijke natuur (Gt I en II) grenst aan andere functies (grasland, landbouw of stad) is er altijd een aandachtspunt; dit vanwege mogelijke grondwateronttrekking door drainage of vanwege beregening uit grondwater.
- In hoger gelegen delen vindt vaak wel beregening (met name in de zomer) plaats uit grondwater, waardoor verdroging en droogteschade in de omgeving optreedt. Dit betekent een aandachtspunt voor omliggende grondwaterafhankelijke natuur en landbouw die niet wordt beregend.

##### Waterkwaliteit

- De gebruiksfunctie 'gemengd gras- en bouwland', kan aandachtspunt zijn in verband met veedrenking in relatie tot bestrijdingsmiddelen. Dit wordt hier achterwege gelaten.
- Bemesting op grasland of bouwland is een aandachtspunt voor benedenstrooms gelegen schrale natuur.
- Bemesting is geen aandachtspunt voor veedrenking. Dit geldt voor bemesting van zowel grasland als bouwland (volgens de verliesnormen).
- Als grasland benedenstrooms van bouwland of bebouwing is gelegen, is er altijd een aandachtspunt vanwege kans op vervuiling van het oppervlaktewater door respectievelijk gewasbeschermingsmiddelen en riooloverstorten.
- Gras-bouwland is alleen aandachtspunt als binnen het watersysteem bouwland grenst aan grasland. Als grasland of bouwland grenst aan gebied met gemengd grasland en bouwland dan wordt dat niet als probleem beschouwd omdat daar makkelijker geschoven kan worden met functies.
- In de winter worden door gladheidsbestrijding de zoutbelasting in het oppervlaktewater en grondwater verhoogd. Dit fenomeen wordt niet meegenomen omdat de schaal van infrastructuur te klein is voor deze studie.
- Bovenstrooms gelegen grondwaterafhankelijke natuur is geen knelpunt voor de waterkwaliteit.

Met behulp van de gegevens uit de vorige paragrafen en bovenstaande uitgangspunten kan een functierelatie-tabel worden samengesteld die kan worden gebruikt om aandachtspunten binnen oppervlaktewatersystemen op te sporen. Deze relaties staan weergegeven in tabel 8.

Tabel 8 Relaties tussen gebruiksfuncties via het watersysteem in de huidige situatie

Functie		Probleem	Veroorzaker	G/O*)	Toelichting
Natuur	Droge natuur	-	-	-	-
	Natte natuur	watertekort	aangrenzend bouwland	G	beregening
			aangrenzend grasland	G	drainage
			aangrenzende bestaande bebouwing	G	drainage en snelle afvoer
	Schrale natte natuur	eutrofiëring	bovenstrooms gelegen bouwland	O	bestrijdingsmiddelen
			bovenstrooms gelegen bouwland	O	bemesting op zand en veen
			bovenstrooms gelegen grasland	O	bemesting op zand en veen
			bovenstrooms gelegen bestaande bebouwing	O	riooloverstort
Landbouw	Grasland	vervuild water voor veedrenking	bovenstrooms gelegen bouwland	O	bestrijdingsmiddelen
			bovenstrooms gelegen bestaande bebouwing	O	als bebouwing niet direct grenst aan hoofdafwateringssysteem dan riooloverstort probleem
	Bouwland	-	-	-	-
	Gemengd	(vervuild water voor veedrenking)	(bovenstrooms gelegen bouwland)	(O)	(bestrijdingsmiddelen)
			(bovenstrooms gelegen bestaande bebouwing)	(O)	(als bebouwing niet direct grenst aan hoofdafw. systeem dan riooloverstort probleem)
Bebouwing		-	-	-	-

\*) relatie via grond-(G) of oppervlaktewater(O)

- = niet van toepassing

(..) = mogelijk van toepassing maar in de analyse niet meegenomen

Aandachtspunten kunnen ook ontstaan door incidentele gebeurtenissen, zoals een neerslagpiek die in de winter samenvalt met stormachtig weer, waardoor de uitslag naar het buitenwater wordt bemoeilijkt of water van het IJsselmeer over de dijk wordt geslagen. In tabel 9 staan deze periodieke relaties van functies met de waterhuishouding weergegeven.

Tabel 9 Relaties gebruiksfuncties en ontwikkelingen in het watersysteem

Functie	Probleem	Verorzakende ontwikkeling	Via G/O*)	Locatie
Natuur	kusterosie	zeespiegelstijging	o	Waddenzeekust
Landbouw	uitslagcapaciteit	zeespiegelstijging gecombineerd met toename neerslag en neerslagpieken	o	bij afvoerknooppunten
Bebouwing	uitslagcapaciteit	zeespiegelstijging gecombineerd met toename neerslag en neerslagpieken	o	bij afvoerknooppunten
	overslag	zeespiegelstijging gecombineerd met stormachtig weer	o	langs IJsselmeerkust

\*) Probleem via grond- (G) of oppervlaktewater (O)

De gegevens in dit hoofdstuk zijn gebruikt om knelpunten en aandachtspunten voor de huidige situatie en de drie scenario's Raamwerk, Weefwerk en Marktwerk te bepalen. In hoofdstuk 5 worden deze resultaten besproken.

## 5 Resultaten

Met de gegevens uit hoofdstuk 4 kunnen knelpunten en aandachtspunten voor de huidige situatie en de drie scenario's in beeld worden gebracht. De resultaten worden in dit hoofdstuk besproken en vergeleken. In dit hoofdstuk wordt dus de doelstelling beantwoord in hoeverre er knelpunten kunnen ontstaan bij verdere uitwerking van de scenario's van de Horizonverkenning Noord-Nederland als de watersystemen medesturend worden bij de invulling van het ruimtelijk beleid en rekening wordt gehouden met consequenties van klimaatverandering en bodemdaling voor de waterhuishouding. Tevens wordt kort ingegaan op de mogelijke kansen die bovenstaande ontwikkelingen met zich meebrengen.

### 5.1 De knelpunten

In de eerste plaats kan een cijfermatige vergelijking van de knelpunten plaatsvinden. In tabel 10 zijn de knelpunten per functie in percentages weergegeven. Het eerste wat in deze tabel opvalt is dat procentueel gezien de knelpunten in alle drie de scenario's ten opzichte van de huidige situatie toenemen. Worden de knelpunten die voortkomen uit de locatie van nieuwbouw niet meegenomen, dan daalt het totale percentage knelpunten voor Weefwerk ten opzichte van de huidige situatie. Het grootste verschil wordt verklaard door het dalende percentage aan knelpunten dat veroorzaakt wordt bij natuur door verdroging en niet geschikte ondergrond voor het aanwezige natuurlandschap (waterkwantiteit natuur). Uit tabel 11 blijkt dat het verschil in percentage veroorzaakt wordt door een verdubbeling van het aantal knelpunten in Weefwerk dat samen valt met een verdrievoudiging van het oppervlak aan natuur. Bij de overige functies heeft Weefwerk een vergelijkbaar percentage knelpunten als in de huidige situatie.

In de andere twee scenario's, Marktwerk en Raamwerk, neemt het aantal knelpunten procentueel aanzienlijk toe. In beide gevallen is het grootste verschil toe te schrijven aan het percentage dat voortkomt uit de waterkwantitieve situatie (en bodem) bij natuur. Evenals in Weefwerk neemt het oppervlakte aan natuur ten opzichte van de huidige situatie toe, echter het aantal knelpunten verdrievoudigt in Marktwerk en verviervoudigt in Raamwerk. Dit betekent dat de natuur die in deze twee scenario's zich moet ontwikkelen zich niet optimaal kan ontwikkelen vanwege de fysiotop op de betreffende locatie. Op de zandgronden zorgt de kans op verdroging voor de meeste knelpunten.

Knelpunten in de landbouw door veranderingen in de waterkwantiteit zijn voor Marktwerk en Raamwerk zowel procentueel als absoluut vergelijkbaar met de Huidige Situatie en Weefwerk. Echter de knelpunten krijgen in Raamwerk een extra dimensie, omdat de sterke mechanisatie bij droog land gebaat is en de grote monofunctionele bedrijven onvoldoende flexibel zijn om in te spelen op de grilligheid van het watersysteem.

In Raamwerk is er ten opzichte van de andere scenario's eveneens een sterke toename in het percentage knelpunten die ontstaan door toename in het zoutbezwaar in de kuststreek van Noord-Nederland. Bepaalde natuurlandschappen die zich volgens dit scenario hier gaan ontwikkelen, zoals boslandschap van bron en beek, rietcultuur en bosculturen, zijn niet bestand tegen een zilte omgeving.

Tabel 10 Totaal aantal knelpunten per functie en per scenario in % van de totale oppervlak van de gebruiksfunctie

		Huidig	Raamwerk	Weefwerk	Marktwerk
Landbouw	Kwantiteit	7	9	10	9
	Kwaliteit	5	6	6	6
Natuur	Kwantiteit	26	47	16	31
	Kwaliteit	2	5	1	2
Bebouwing	Kwantiteit	-	14	13	15
		14	26	16	20

Tabel 11 Totaal aantal knelpunten per gebruiksfunctie en per scenario in km<sup>2</sup>

		Huidig (opp.tot.)	Raamwerk (opp.tot.)	Weefwerk (opp.tot.)	Marktwerk (opp.tot.)
Landbouw	Kwantiteit	508 (6955)	463 (5213)	492 (5131)	483 (5414)
	Kwaliteit	367 (6955)	303 (5213)	316 (5131)	316 (5414)
Natuur	Kwantiteit	236 (901)	1202 (2534)	408 (2609)	718 (2286)
	Kwaliteit	14 (901)	122 (2534)	36 (2609)	53 (2286)
Bebouwing	Kwantiteit	- (377)	68 (483)	62 (490)	78 (530)

236: aantal knelpunten voor dat scenario

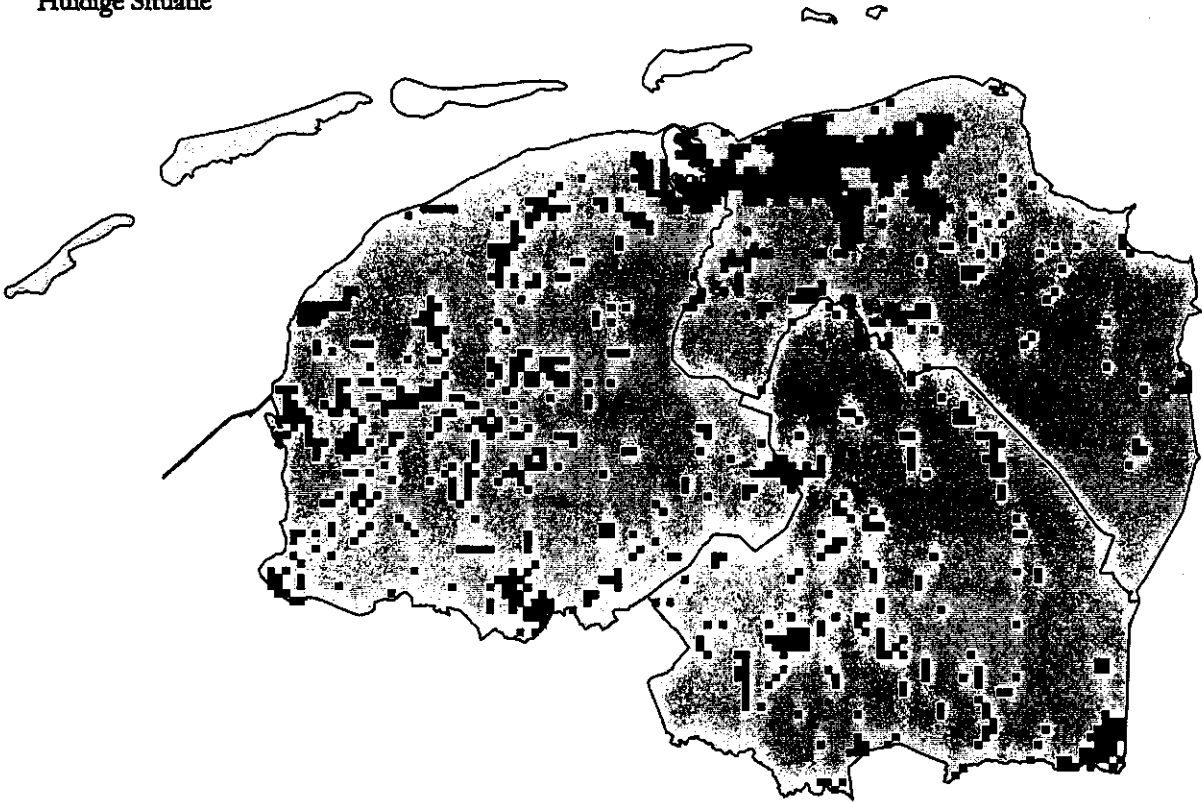
(901): totale oppervlak van die functie in dat scenario

In alle drie scenario's is het percentage knelpunten voor bebouwing nagenoeg gelijk. Uit tabel 11 blijkt dat er toch verschillen zijn. In Marktwerk is namelijk de verstedelijking van Noord-Nederland het grootst. Dit betekent dat in Marktwerk absoluut gezien meer uitbreidingslocaties op geschikte locaties voor duurzame bebouwing zijn neergelegd. Dit blijkt uit het ruimtelijke beeld waar met name op de hogere zandgronden in Drente de uitbreidingslocaties zijn neergelegd (figuur 6).

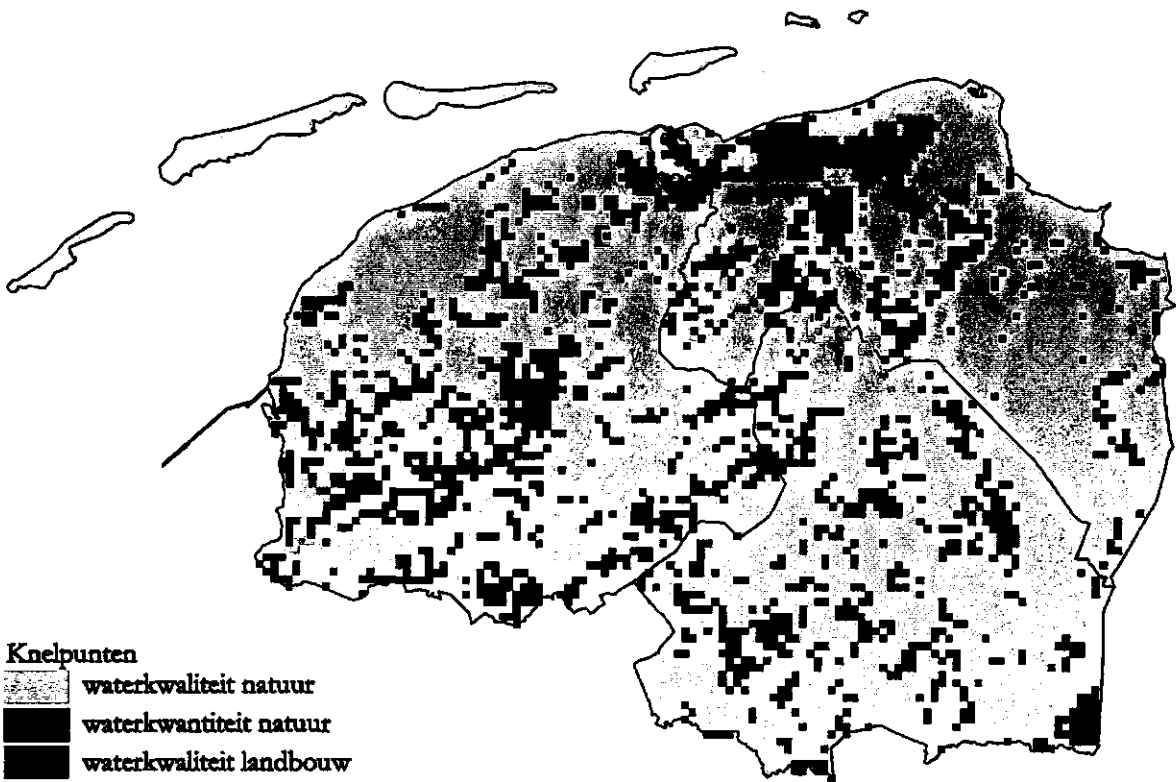
Uit het ruimtelijk beeld van de knelpunten wordt bovenstaande analyse bevestigd. Raamwerk en daarna Marktwerk kennen de meeste knelpunten. Het overwicht van de knelpunten bij natuur komt hier eveneens duidelijk naar voren. De problemen voor de landbouw zijn in zowel de huidige situatie als in de drie scenario's geconcentreerd in het afwateringssysteem van de Friese Boezems. De landbouwdepressie wordt hier veroorzaakt door een te hoge GVG en het bodemtype. Voor wat betreft het zoutbezwaar heeft de landbouw al in de huidige situatie op een aantal locaties de grens van 600 mg/l Cl bereikt. Zoals in hoofdstuk 3 in figuur 3 te zien is vinden ondanks de toename in het zoutbezwaar veranderingen met name plaats binnen de onderscheiden zoutklassen. Hierdoor zijn de verschillen in knelpunten tussen de scenario's zowel procentueel als ruimtelijk minimaal<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> In huidige situatie wordt sla in de kuststreek verbouwd. Sla heeft een veel lagere acceptatieniveau wat betreft het zoutbezwaar dan grasland of bouwland in het algemeen hebben. Omdat hier gewerkt wordt met grids van 1km x 1km, en sla niet als legenda eenheid in de Horizonverkenning is opgenomen, komt een dergelijk knelpunt hier niet naar voren.







Huidige Situatie



Raamwerk



Knelpunten

-  waterkwaliteit natuur
-  waterkwantiteit natuur
-  waterkwaliteit landbouw
-  waterkwantiteit landbouw
-  waterkwaliteit bebouwing
-  provinciegrenzen

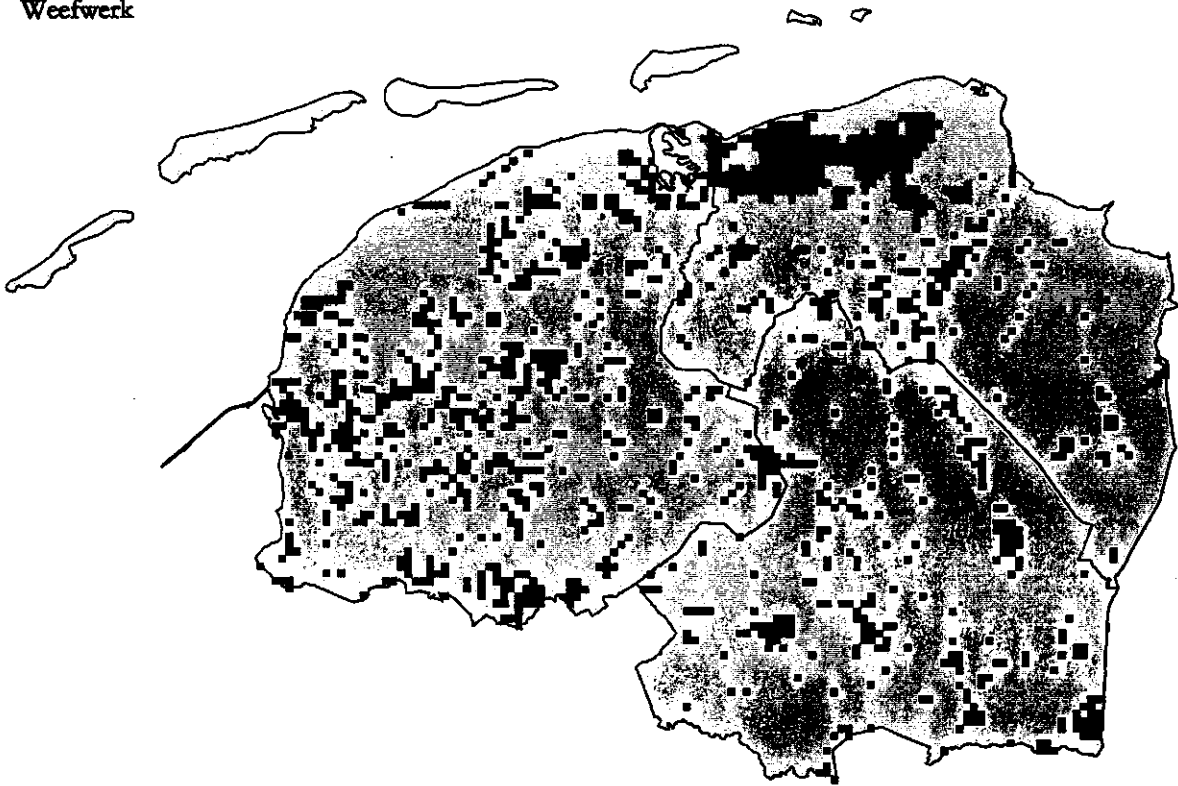


**ALTEERRA**

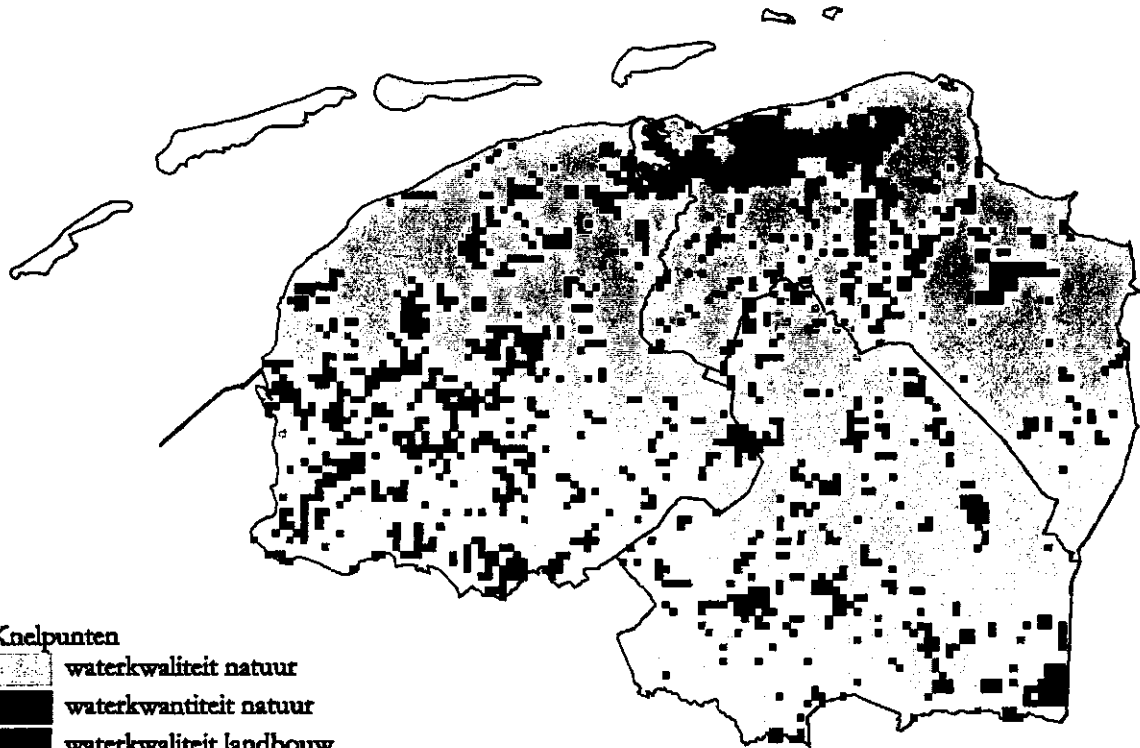
RESEARCH INSTITUUT VOOR DE GROENE RUIMTE

Figuur 5 Knelpunten per gebruiksfunctie in de Huidige Situatie en Raamwerk







Weefwerk



Marktwerk



**Knelpunten**

-  waterkwaliteit natuur
-  waterkwantiteit natuur
-  waterkwaliteit landbouw
-  waterkwantiteit landbouw
-  waterkwaliteit bebouwing
-  provinciegrenzen



**ALTEERRA**

RESEARCH INSTITUUT VOOR DE GROENE RUIMTE

Figuur 6 Knelpunten per gebruiksfunctie in Weefwerk en Marktwerk



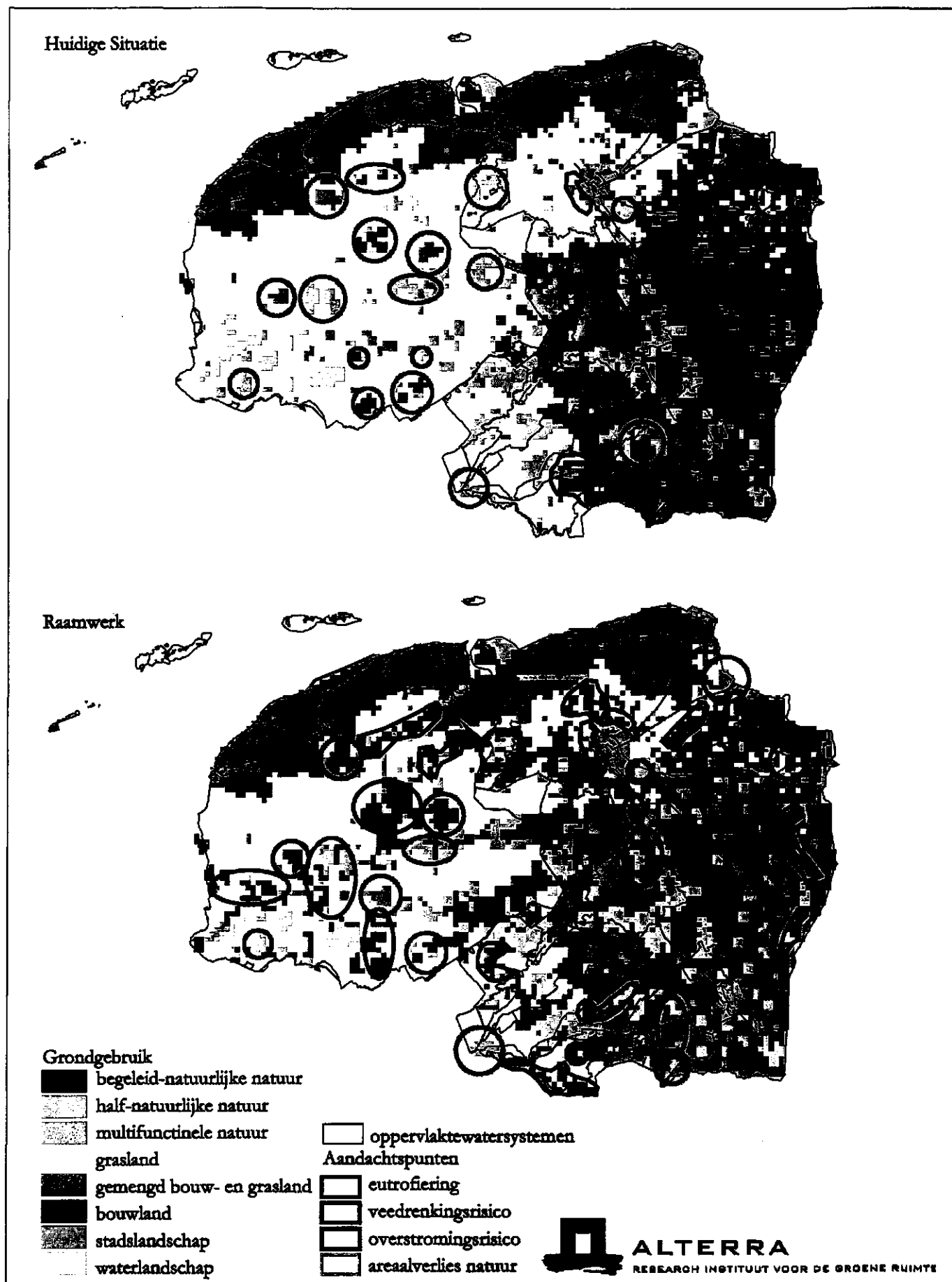
## 5.2 De aandachtspunten

De aandachtspunten geven meer inzicht in de knelpunten die ontstaan door de ruimtelijke verdelingen van functies in de verschillende scenario's. De aandachtspunten geven een indicatie van de knelpunten die zich mogelijk kunnen voordoen in elk scenario. In figuur 7 en 8 zijn alleen de aandachtspunten in beeld gebracht die ontstaan via het oppervlaktewater. In de figuren staan niet aangegeven de aandachtspunten die ontstaan doordat natuurgebieden grenzen aan landbouw- en bebouwingsgebieden en deze gebruiksfuncties de natuurgebieden negatief beïnvloeden via het grondwater.

De zwaarte van aangegeven aandachtspunten kan met de gebruikte gegevens niet worden bepaald, maar de aandachtspunten kunnen wel worden genuanceerd. Deze nuancering houdt sterk verband met de invulling die is gegeven aan de landschapstypen per scenario in de Horizonverkenning.

In figuur 7 en 8 is te zien dat in de Huidige Situatie het minste aantal aandachtspunten te zien zijn. De oorzaak ligt in de sterke clustering van de gebruiksfuncties. Echter, de aandachtspunten voor eutrofiëring en veedrenking zijn in het algemeen in de huidige situatie zwaarder dan de aandachtspunten in de toekomst, omdat in de huidige situatie de gebruiksfuncties minder milieuvriendelijk zijn. Zo wordt in de huidige situatie in de landbouw nog niet voldaan aan de nitraatrichtlijnen en worden alom nog bestrijdingsmiddelen gebruikt. Ook wordt er nog volop berekend uit het grondwater en wordt het regenwater in stedelijke gebieden te snel afgevoerd. Alle grondwaterafhankelijke natuur die grenst aan landbouw of bebouwing is, dus een punt van aandacht. De aandachtspunten overstromingsrisico en areaalverlies natuur door zeespiegelstijging zijn met name aandachtspunten voor de toekomst. Het overstromingsrisico bij Meppel en Coevorden is wel aangestipt omdat in de winter van '98 reeds is gebleken dat hier nu al aandacht aan moet worden besteed. Overigens zijn deze overstromingsrisico's eveneens aanwezig bijvoorbeeld langs de kaden van het Winschoterdiep en in delen van de stad Groningen, echter deze worden niet op dit schaalniveau als aandachtspunt aangemerkt.

Weefwerk heeft evenzeer een beperkt aantal aandachtspunten. Eutrofiëring is met name minder vaak een aandachtspunt, omdat de natuur geconcentreerd is gelegen. Het merendeel is geclusterd in een watersysteem of bovenstrooms te vinden. Hierdoor stroomt geen vervuild oppervlaktewater door het natuurgebied. Daarnaast is in Weefwerk voor een groot deel multifunctionele natuur aanwezig. Deze natuur heeft meer een maatschappelijke dan een ecologische functie en stelt daardoor minder eisen aan het watersysteem. Het ecologisch besef is hoog in dit scenario waardoor duurzaam bouwen en milieubeleid zeer haalbaar lijken en er dus meer kansen zijn voor een goede waterkwaliteit en een beperkte manipulatie van het grondwater. Ook is het oppervlak gemengd grasland en bouwland groot. Dit betekent dat binnen deze legendeenheid wat betreft het facet water ruimte is om te schuiven met gewassen.

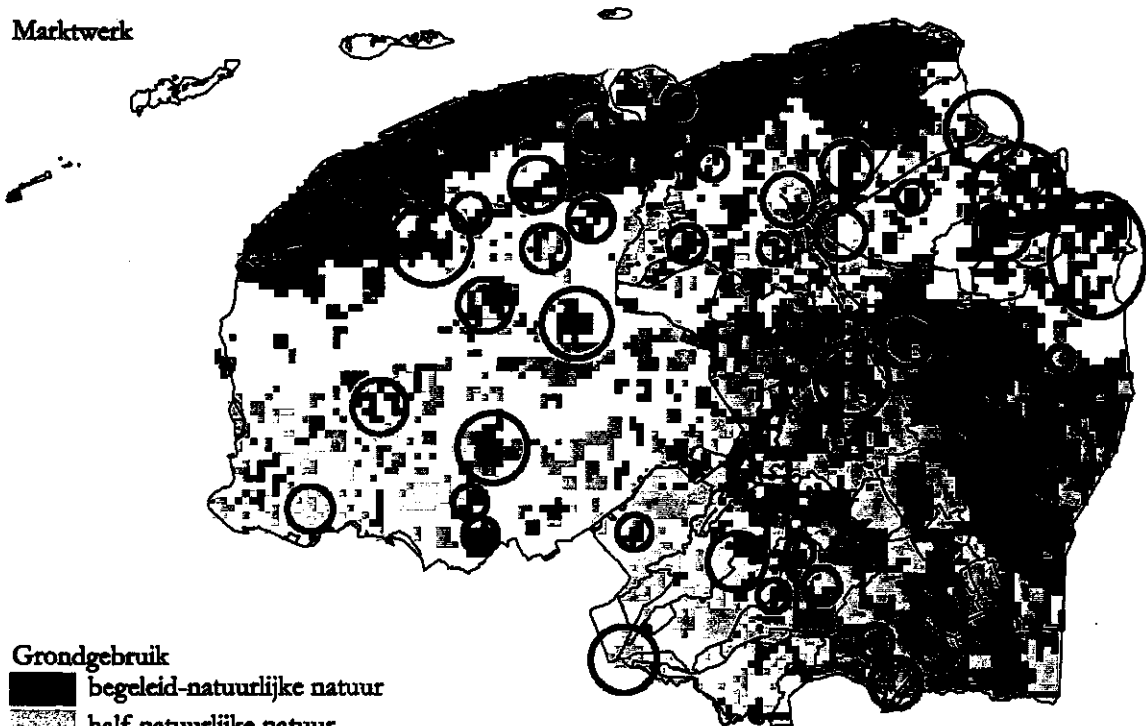


Figuur 7 Aandachtspunten per gebruiksfunctie in de Huidige Situatie en Raamwerk

Weefwerk








Marktwerk



Grondgebruik

-  begeleid-natuurlijke natuur
-  half-natuurlijke natuur
-  multifunctionele natuur
-  grasland
-  gemengd bouw- en grasland
-  bouwland
-  stadslandschap
-  waterlandschap

-  oppervlaktewatersystemen
- Aandachtspunten
-  eutrofiering
-  veedrenkingsrisico
-  overstromingsrisico
-  areaalverlies natuur



**ALTEERRA**

RESEARCH INSTITUUT VOOR DE GROENE RUIMTE

Figuur 8 Aandachtspunten per gebruiksfunctie in Weefwerk en Marktwerk

In Weefwerk zijn de uitslagpunten een groter aandachtspunt dan in de huidige situatie. Wel biedt Weefwerk mogelijkheden om in te spelen op het creëren van ruimte voor water, zodat deze uitslagpunten gedoseerd water te verwerken kunnen krijgen. In dit scenario neemt namelijk het areaal van natuur het sterkst toe en zijn landschappen met nevenfunctie natuur zeer belangrijk. Water als hoofdfunctie krijgt daardoor de ruimte. In tijden van wateroverlast kan water worden opgevangen en het vasthouden van water in de winter voor verdroging in de zomer maakt meer kans. Specifieke landschapstypen zijn rietcultuur met waterbergingsfunctie en landgoed met waterbergingsfunctie. Terwijl Weefwerk mogelijkheden biedt voor het vasthouden van water neemt tegelijkertijd ook de hoeveelheid neerslag toe en stijgt de zeespiegel. Dit betekent dat of wel water elders in het afwateringssysteem moet worden vastgehouden, of de functies rond boezems en uitslagpunt periodiek niet veeleisend moeten zijn wat betreft de waterkwantiteit. Een ander aandachtspunt is de kusterosie aan de noordkust. De hier aanwezige natuur in Weefwerk kan verdwijnen door de stijgende zeespiegel.

Evenals bij de knelpunten hebben Raamwerk en Marktwerk aanzienlijk meer aandachtspunten dan Weefwerk en de Huidige Situatie. Qua scenario is Raamwerk ook inderdaad een tegenhanger van Weefwerk. In Raamwerk heeft een grootschalige scheiding van functies plaatsgevonden waardoor de landgebruiktypen met nevenfunctie natuur niet worden toegepast. De begeleide en half-natuurlijke natuur is neergelegd in een grofmazig netwerk van verbindingzones. Deze verbindingzones sluiten aan bij de belangrijkste waterlopen wat vanuit ecologisch oogpunt zeker te verdedigen is. Echter, daar de waterlopen, over het algemeen benedenstrooms zijn gelegen is de kans groot dan bovenstrooms gelegen vervuilende functies de waterkwaliteit zo aantasten dat de ecologische natuur benedenstrooms daaronder lijdt. Hier komen de meeste aandachtspunten ook uit voort bij Raamwerk. Daarnaast is het versnipperde karakter van de aanwezige natuur kwetsbaar voor manipulaties door gebruiksfuncties van het grondwater, zoals beregening of snelle afvoer van water in stedelijke gebieden.

Daar in Raamwerk geen ruimte is voor nevenfuncties of water als hoofdfunctie betekent dit dat voor waterberging of waterconservering maar beperkt ruimte. Het overstromingsrisico langs boezems en bij uitslagpunten is daarom op het eerste gezicht in dit scenario groter dan in Weefwerk. Daarnaast wordt, evenals in Weefwerk, de natuur langs de noordkust bedreigd door mogelijke kusterosie veroorzaakt door de stijgende zeespiegel.

In Raamwerk is evenals in Weefwerk het ecologisch besef hoog waardoor ook in dit scenario duurzaam bouwen en milieubeleid zeer haalbaar lijken en er dus meer kansen zijn voor een goede waterkwaliteit en een beperkte manipulatie van het grondwater.

De aandachtspunten in Marktwerk zijn vergelijkbaar met die in Raamwerk. Omdat Marktwerk leidt tot fragmentatie van landschappen en natuurgebieden is de natuur in Marktwerk nog meer versnipperd. Hierdoor leveren negatieve invloeden van andere functies meer algemene aandachtspunten op. In Marktwerk komt wel weer

multifunctionele natuur voor, waardoor de natuur minder eisen stelt aan de omgeving en dus minder aandachtspunten met zich meebrengt. De meeste aandachtspunten komen voort uit de ten opzichte van landbouw of bebouwing benedenstrooms gelegen begeleid natuurlijke natuur.

De toename van het gemengde bedrijf in Marktwerk biedt kansen voor de natuur. Alleen is het de vraag of boeren gaan ordenen vanuit water of vanuit bodemgeschiktheid. Daarbij komt dat het ecologisch besef in Marktwerk matig is, waardoor in dit scenario het nog afwachten is of duurzaam bouwen en milieubeleid haalbaar lijken.

Ook in Marktwerk zijn overstromingsrisico's langs de boezems en rond de uitslagpunten. Gezien de marktwerking kan het zijn dat hier eerder naar technische middelen wordt gegrepen, zoals het vergroten van de gemalen. Die technische middelen helpen niet om de natuur langs de noordkust te beschermen.

Aangezien de markt sturend is in Marktwerk is de kans groot dat de verschillende ruimtegebruikers zullen inspelen op de ontwikkelingen van klimaat, bodem en zeespiegelstijging op de waterhuishouding. De vraag is of dit zonder de overheid ook op tijd en op een duurzame manier gebeurt.

### **5.3 Kansen 2030**

De knelpunten en aandachtspunten kunnen ook juist kansen opleveren. Het natter worden van de landbouw in de veenweidegebieden levert knelpunten voor deze landbouw op, maar is gunstig voor het milieu omdat geen stikstof vrijkomt. Daarnaast kunnen laag gelegen kleigebieden langs boezems en beken waar het te nat is voor de landbouw, ruimte voor water bieden. Hoewel het verstandiger is om niet in natte gebieden te gaan bouwen, kan ook gedacht worden om de invulling van duurzaam bouwen te wijzigen en de bouw in zijn geheel aan te passen aan het fysische milieu rekening houdend met de vraag van de consument. Daarbij kan worden gedacht aan drijvende woningen die geen nadelige gevolgen hebben voor het watersysteem. Een andere kans ligt er bij de knelpunten in de landbouw die worden veroorzaakt door een te zilte omgeving. Gewassen als gerst kunnen zich prima ontwikkelen op zout water en kunnen daarmee een bijdrage leveren aan het arsenaal van regioproducten.

Geconcludeerd kan worden dat Weefwerk het meeste past in een scenario waar voor de beleidsvelden van het Ministerie van LNV rekening wordt gehouden met de gevolgen van klimaatverandering en bodemdaling voor de waterhuishouding. Weefwerk heeft de minste knelpunten en aandachtspunten en biedt de meeste mogelijkheden om daarmee om te gaan, hoewel het beheer ingewikkelder kan zijn, afhankelijk van de mate waarin de natuur verweven is met andere functies. In Marktwerk is vanwege de grote rol van de markt het verrassender hoe wordt ingespeeld op de knelpunten en aandachtspunten. Terwijl in Weefwerk ruimte voor water kan worden gecreëerd, wordt in Marktwerk eerder verwacht dat de

gebruiksfuncties op de ontwikkelingen inspelen. Drijvende woningen en zilte gewassen behoren dan tot de mogelijkheden. In Raamwerk zijn de natuurfuncties zeer kwetsbaar en eisen de grote bedrijven veel van hun omgeving. Deze strijd kan ten koste gaan van de strijd voor het water.

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

In deze studie is een poging gedaan om inzicht te krijgen in de knelpunten die ontstaan bij een verdere uitwerking van de toekomstscenario's van de Horizonverkenning Noord-Nederland, als de watersystemen medesturend worden bij de invulling van het ruimtelijk beleid en rekening wordt gehouden met consequenties van klimaatverandering en bodemdaling voor de waterhuishouding. Met behulp van een kwantitatieve methode en een meer kwalitatieve methode zijn respectievelijk knelpunten en aandachtspunten in kaart gebracht.

Gebleken is dat Weefwerk relatief de minste knelpunten en aandachtspunten oplevert en Raamwerk de meeste. Weefwerk biedt eveneens de meeste ruimte voor water hoewel het beheer ingewikkelder kan zijn, afhankelijk van de mate waarin de natuur met deze nevenfunctie verweven is met andere functies. Marktwerk daarentegen biedt de meeste ruimte om de functies landbouw en bebouwing te laten inspelen op de veranderingen in de waterhuishouding.

Uit de analyse kunnen de sterke punten uit de verschillende scenario's worden gedestilleerd, waarmee bij het sturen van het toekomstige ruimtegebruik in Noord-Nederland in 2030 ingespeeld kan worden op de verandering in de waterhuishouding door klimaatverandering en bodemdaling. Ten eerste geeft de aanwezigheid van natuur als nevenfunctie een bepaalde flexibiliteit in de inrichting. De hoofdfunctie kan worden ingevuld al naar gelang de fysieke situatie van het watersysteem. Is het gebied gevoelig voor overstromingen dan zal ruimte gecreëerd moeten worden voor de tijdelijke opvang van water en zullen de gebruiksfuncties rond de overstromingsgebieden zich moeten aanpassen aan periodieke hoge waterstanden. In drogere tijden kan het overtollige water worden afgevoerd of in het gebied worden gebruikt voor beregening van landbouwgebieden of vernatting van natuurgebieden. Hieruit blijkt dat plannen met watersystemen een noodzakelijke stap is. Of gekozen wordt voor het stroomgebiedenprincipe of het positioneringsprincipe is onder andere afhankelijk van de fysische omstandigheden en de functie van het watersysteem binnen geheel Noord-Nederland. Daarnaast kan aanvullende marktwerking ruimte maken voor creativiteit binnen de verschillende gebruiksfunctie. Als vanuit de overheid wordt aangegeven dat ruimte moet komen voor het water, doorspoelen wordt beperkt en het peilbeheer meer afgestemd wordt op de natuur en daarnaast de landbouw geen prijsondersteuning meer ontvangt, dan moet gezocht worden naar alternatieven die passen bij de nieuwe fysieke omstandigheden. Tot slot is het stimuleren van een hoog ecologisch besef noodzakelijk. Zonder draagvlak voor het creëren van een duurzaam watersysteem is het onmogelijk om het bovenstaande te bewerkstelligen.

Uit bovenstaande kan worden geconcludeerd dat het omgaan met water zeer bepalend kan zijn voor het ruimtegebruik. Daarom zal in het vervolg niet een

watersysteemverkenning moeten worden uitgevoerd nadat een strategische toekomstverkenning heeft plaatsgevonden, maar moet de watersysteembenadering van meet af aan als één van de ordeningsprincipes worden meegenomen in die toekomstverkenning.

Wat betreft de methode en resultaten van deze Watersysteemverkenning moeten twee passen op de plaats worden gemaakt. In de eerste plaats sluiten de resultaten van de Horizonverkenning inhoudelijk niet zonder meer aan bij de aanpak van deze studie. De Horizonverkenning is landschapsecologisch georiënteerd, de Watersysteemverkenning Noord-Nederland meer functie-georiënteerd. Dit verschil in oriëntatie heeft geleid tot een aantal aannames om de Horizonverkenning en de Watersysteemverkenning nauwer op elkaar te doen aansluiten. Op de tweede plaats zijn de knelpunten en aandachtspunten op een vrij hoog abstractieniveau bepaald. Dit heeft mede zijn oorsprong in het schaalniveau van de resultaten van het rapport Horizonverkenning Noord-Nederland. Door dit hoge abstractieniveau moeten de knelpunten en aandachtspunten als indicatief worden beschouwd, maar moeten beleidsmatig zeker serieus worden meegenomen.

Tot slot dient erop gewezen te worden dat deze studie zich beperkt tot het confronteren van de huidige situatie met de drie toekomstscenario's. Een extrapolatie van de autonome ontwikkeling in termen van knel- en aandachtspunten vanuit de huidige situatie naar die in 2030, een zogenaamd 'trendscenario', is niet gemaakt. Daardoor kan moeilijk aangegeven worden of aard en aantal knel- en aandachtspunten in één van de toekomstscenario's voortkomen uit de aan dat scenario inherente ontwikkelingen, dan wel aan de los van dat scenario voortgaande autonome ontwikkelingen. Geconstateerd werd dat een dergelijk trendscenario nog een welkome aanvulling op deze studie zou vormen, mede met het oog op een goed effectbeoordeling van de scenario's uit de Horizonverkenning. Desondanks mag geconcludeerd worden dat deze Watersysteemverkenning het inzicht in de gevolgen van klimaatwijziging en bodemdaling voor de watersystemen en de verschillende door het landelijk gebied te vervullen functies, alsmede de aard en spreiding van de daarmee gepaard gaande knel- en aandachtspunten op het schaalniveau van het landsdeel Noord Nederland heeft vergroot.

## **6.2 Aanbevelingen**

In de eerste plaats wordt aanbevolen om in scenariostudie actief in te spelen op water als ordenend principe en de veranderingen in onze waterhuishouding die plaatsvinden als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling. Dit betekent niet dat water als enig ordenend principe moet gelden, maar een gelijkwaardige plek moet krijgen naast alle andere ordenende principes. Zo kan binnen een gebied het ene stroomgebied optimaal worden ingericht voor de landbouw omdat de bodem geschikt is en in het andere de natuur de ruimte krijgt. Bij de invulling van scenario's kan er ook voor worden gekozen om reeds in te spelen op de ontwikkeling van het klimaat en bodemdaling. Bij de invulling van het ruimtegebruik moet dan eerst worden bepaald of ruimte voor water dient te worden gecreëerd en met welk doel. Is



dit alleen voor de veiligheid of mogelijk ook om drinkwater uit oppervlaktewater te winnen en verdroging in het gebied te kunnen bestrijden zodat geen water aan hoeft te worden gevoerd? In deelgebieden ontstaat hierdoor een meer integrale benadering beredeneerd vanuit het waterbeheer.

Voor Noord-Nederland zou het nuttig zijn om na te gaan waar ruimte voor water kan worden gecreëerd, welke watersystemen zich lenen voor een hoog productieniveau en welke geschikt zijn voor innovaties in de gebruiksfuncties. Dergelijke afwegingen zouden niet alleen moeten worden gebaseerd op fysische omstandigheden maar ook op sociale, zoals de vraag: hoe staan de plaatselijke boeren tegenover dergelijke veranderingen?

Het bovenstaande zou kunnen worden uitgewerkt voor een nader te selecteren deelgebied. Naast een mogelijke vertaling van de resultaten naar oplossingen en het stellen van prioriteiten zou een gebiedstudie eveneens de betekenis van de twee verkenningen voor een Waterschap kunnen aangeven. Dit is vooral ingegeven doordat de Horizonverkenning en daarmee ook deze studie zijn uitgewerkt op basis van een vierkante kilometer grid en de daarin dominante functie, hetgeen voor een zo realistisch mogelijke analyse te grofmazig is, zo werd vanuit de dagelijkse praktijk van het waterbeheer aangegeven. Deze Watersysteemverkenning kan worden gebruikt om stroomgebieden te selecteren die zich lenen voor een meer gedetailleerde gebiedsuitwerking. Een dergelijke gebiedsstudie kan tegelijk als voorbeeld dienen voor vergelijkbare gebieden in Noord-Nederland.

## Literatuur

- Bakel, P.J.T. van, A.J. de Braal, G.D. Geldof, D.J. Marsman, L.M. Remesal van Merode & J. Luijendijk, 1995. *Verstedelijking en verdroging*. NOV rapport 4-1.
- Bakel, P.J.T. van, J.W.J. van der Gaast, P.J.G.J. Hellegers, C. Kwakernaak, M. Mulder, J. van Os, C.W. J. Roest, N.P. van der Windt, K.W. Ypma., 1999. *De Aquarel; verkennende studie ten behoeve van het waterbeleid van het Ministerie van LNV*. DLO-Staring Centrum, Rapport 653, Wageningen.
- Blokland, K.A. en R.J.M. Kleijberg, 1997. *De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische natuurdoeltypen. Holoceen Nederland*. Stowa-rapport 97-16. Juli 1997. Nationaal Programma Verdroging NOV-rapport 3-2.
- Buit, A.M.C.F., 1997. *Begroeiingskaart voor Nederland. Typologie en databestanden voor NVK'97 en LEDESS*. DLO-Staring Centrum, Rapport 463, Wageningen.
- Buit, A.M.C.F. en J.M.J. Farjon, 1998. *LEDESS Nederland*. DLO-Staring Centrum, Rapport 564, Wageningen.
- Dam J.C. van, J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk en C.A. van Diepen, 1997. *Theory of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment*. Technical Document 45. DLO Winand Staring Centre, Wageningen.
- M. Haasnoot, J.A.P.H. Vermulst, H. Middelkoop. (1999). *Impacts of climate change and land subsidence on the regional water systems in the Netherlands. Terrestrial areas*. RIZA-rapport 99.049. ISBN 9036952786. NRP project 952210, Lelystad.
- Huinink, H.J., F. Verstraten, J. Jansen, M. Mooij, L. Beyer en A. van der Wees, 1998. *Het economisch belang van de landbouw*. Informatie- en KennisCentrum Landbouw/Ede.
- W. Iedema, C. Breukers, 1997. *Samenvattend hoofd rapport: definitiestudie instrumentarium Waterhuishouding in het Natte Hart*, RIZA, rapportnr. 97.086, Lelystad.
- Kollen, R.M., 1997. *Stedelijke Water; samenvatting van de aanwezige kennis op het gebied van stedelijke hydrologie*. DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Kwakernaak, C., K.W. Ypma, J.A. Klijn, P.J.T. van Bakel, en J.W.J. van der Gaast, 1998. *Ruimtelijke gevolgen van klimaatverandering en bodemdaling; effecten van veranderingen in de waterhuishouding op het ruimtegebruik*. DLO-Staring Centrum, Rapport 618, Wageningen.

Massop H.Th.L., L.C.P.M. Stuyt, P.J.T. van Bakel, J.M.M. Bouwmans en H. Prak, 1997. *Invloed van de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand*. DLO-Staring-Centrum, Rapport 527.1, Wageningen.

Nij Bijvank, R.A.F., J.M.J. Farjon, L.N. Noorman, K. Nieuwerth en K.R. de Poel, 1998. *Horizonverkenning Noord-Nederland*. DLO-Staring Centrum, Rapport 548, Wageningen.

Pastoors, M.J.H., 1992. *Landelijk Grondwatermodel; conceptuele beschrijving*. RIVM-rapport nr 714305004.

Waterschap Rijn & IJssel, Provincie Gelderland en Grontmij groep, 1998. *Waterkansenkaart* (folder en rapport).

## Aanhangsel 1 Werkwijze bij de bepaling van knelpunten voor de Landbouw

### Waterkwantiteit

In dit aanhangsel wordt meer in detail de werkwijze weergegeven die is gevolgd bij de knelpuntbepaling voor landbouw. De grote lijnen zijn weergegeven in paragraaf 3.1.2 en 4.1. In tabel A.1 zijn de gevolgde stappen uitgewerkt.

Tabel A.1 Werkwijze om landbouwdepressie te bepalen

Stap	Benodigde data	Opmerkingen
1. Bepalen van de bouwplannen van de legenda uit de scenario's	scenariobeschrijving uit de horizonverkenning p. 136, zie tabel 1.	weergegeven als tabel 2 in par. 3.1.2; de legenda in de klassen 5 en 6 zijn vergelijkbaar met 4 (voor wat betreft de landbouwgewassen)
2. Bepalen van de grondwatertrappen voor de huidige en toekomstige situatie	GVG-kaarten van het RIZA voor huidige en toekomstige situatie	deze GVG-kaarten zijn omgewerkt naar gt's, zie aanhangsel 4
3. Bepalen van de opbrengstdepressie per grid	nieuwe depressietabel van Huinink, IKC-L;	omgewerkt tot tabel met depressies per horizon-legenda voor elke bodem/gt-combinatie
4. Bepalen van de knelpunten	De maximaal toelaatbare depressie: 30%	depressie boven de 30% worden als knelpunt weergegeven

Voor stap 1 was een vertaalslag nodig van de landschapstypen uit de Horizonverkenning naar bouwplannen (tabel 3, paragraaf 3.1.2). Deze vertaalslag heeft voor de drie legendagroepen (open, half-open en gesloten agrarisch landschap) op de zelfde wijze plaatsgevonden. De keuze van de samenstelling van de bouwplannen is zoveel mogelijk afgeleid van de omschrijving van de landschapstypen in de Horizonverkenning (zie kader).

Kader A.1 Toelichting op de legenda-eenheden van de Horizonverkenning Noord-Nederland

**Beschrijving legendagroepen**  
*Open agrarisch landschap*: ruime ondergeschikt.  
*Half-open agrarisch landschap*: ruime ondergeschikt, beperkte hoeveelheden bos en/of lijnvormige beplantingen.  
*Gesloten agrarisch landschap*: ruime ondergeschikt, meer dan 5 km lijnvormige beplantingen (per grid) of meer dan 1 km lijnvormige beplantingen en meer dan 1% bos.  
**Omschrijving legenda-eenheden die per groep voorkomen**  
*Milkevee/agrarisch landschap*: gras < 10% maïs.  
*Milkevee/agrarisch landschap*: ruime maïs: gras > 10% maïs.  
*Gemeen agrarisch landschap* (complex: gras, akkers): een complex met 20-70% gras, 0-30% maïs, 0-45% grasen, 5-35% hakhoeven.  
*Aggrarisch landschap* (complex: akkers en ruime grasen): sterke menging van weide en akkers, zoals bij gemeen agrarisch landschap, met bovendien nieuwe gewassen: 35% maïs en hakhoeven, 20% gras en 45% hakhoeven.  
*Plantsoenlandbouw*: > 50% hakhoeven: het landgebruik in de huidige veenkoloniën naast hakhoeven komt hier gras, maïs en graan voor.  
*Graanlandbouw*: > 50% graan: het dominante huidige landgebruik in de Dollantpolders. Naast graan komt iets maïs en gras voor.

Opmerkingen naar aanleiding van de nieuwe depressietabel van IKC-Landbouw:

- De opbrengstdepressies bij gras zijn bij natte situaties aangepast; ook de extra herinzaaikosten bij natte situaties zijn meegenomen.
- De percentages voor bouwland zijn uitgesplitst naar de gewassen; en daardoor beter geschikt voor deze studie waarin verschillen tussen scenario's o.a. bestaan uit verschillen in bouwplannen.
- Voor een bestaande situatie is volgens Huinink de maximaal toelaatbare opbrengstdepressie 40–45%. Dit lijkt veel, maar ook op ideale gronden in het Nederlandse klimaat is er bijna altijd (gebiedsgemiddeld) minimaal 10–20% opbrengstdepressie. Bij 40–45% verwacht hij dat boeren overschakelen op een ander gewas. Als het echter gaat om te verwachten nieuwe situaties ligt deze grens een stuk lager: 30–35%. Door deze toekomstverkenning wordt uitgegaan van de grens van 30%, omdat daarmee de huidige situatie vergelijkbaar wordt met de scenario's.
- Het maakt nogal verschil over welk gewas je praat: bij grassen en granen is 20% niet veel geld, bij aardappelen en suikerbieten is 20% wel een aanzienlijk bedrag.

### ***Waterkwaliteit***

Om in de gridbenadering de knelpunten voor de waterkwaliteit te bepalen is gebruikgemaakt van het zoutbezwaar als chloride-indicator. Voor alle bouwplannen is een gemiddelde grens van 600 mg Cl/l gekozen. Eisen van de gebruiksfuncties zijn geconfronteerd met de gegevens over zoutbezwaar per cluster van peilvakken, omdat gegevens over zoutbezwaar (Haasnoot et al., 1999) niet beschikbaar zijn per 1km x 1km.

### ***Zoutschade***

Zoutschade aan gewassen blijkt in het algemeen recht evenredig met de 'totaal zout'-concentratie in het bodemvocht. Deze zout concentratie wordt uitgedrukt in mg Chloor per liter. In het landbouwkundig onderzoek naar zoutschade in gewassen wordt meestal het kengetal 'geleidingsvermogen' of 'EC' gebruikt. De relatie tussen EC en zoutconcentratie is voor Nederlands oppervlaktewater met de volgende relatie weer te geven:

$$EC_{25} = 0,003299 * \frac{mg}{l} Cl^{-} + 0,73$$

In het begin van het groeiseizoen is het bodemvocht afkomstig van geïnfiltreerd regenwater, in de loop van het groeiseizoen verandert de kwaliteit als gevolg van opname door de plant, capillaire opstijging, verdamping, natuurlijke en kunstmatige neerslag en kwel uit de ondergrond. Ook de veranderende wortelactiviteit met de diepte (en tijd) heeft effect. Het EC van bodemvocht is dus niet constant in de tijd, door het selectief buiten de wortel houden van zouten en opname van vocht, loopt de EC in het bodemvocht gedurende het groeiseizoen op met een factor 3-8. Het gedrag van het EC-gehalte in het bodemvocht is complex, lastig te meten en slechts in te schatten aan de hand van modelberekeningen.

Door Huinink (Huinink, 1998) zijn relaties gegeven voor opbrengstderving bij verschillende gemiddelde constante EC-concentraties bodemvocht (tabel A.2).

Suikerbieten, snijmaïs en in mindere mate aardappelen geven al vanaf EC=6,5-8 een opbrengstderving te zien. Tarwe en gerst blijken veel minder gevoelig voor zout.

Tabel A.2 Relaties opbrengstderving bij verschillende constante EC concentraties bodemvocht (Huinink et al., 1998)

Gewas	EC-traject zonder opbrengstderving	Opbrengstderving bij een bepaalde EC waarde	
		EC-waarde	Opbrengstderving
Aardappelen	0-8	35	90 %
Zomer- en wintertarwe	0-18	42	90 %
Suikerbieten	0-6,5	46	80 %
Snijmaïs	0-6,5	50	50 %
Zomergerst	0-31	47	25 %

In het model SWAP wordt de opname van water gereduceerd als de zoutconcentratie te hoog is in het bodemvocht. De reductiecoëfficiënt voor opname water is een functie van de EC van het bodemwater (Van Dam et al., 1997). Bij een EC tussen 0 en  $EC_{max}$  vindt geen reductie plaats van de opname van water. Voor  $EC > EC_{max}$  wordt bij model SWAP gerekend met een lineaire afname ( $EC_{slope}$ ). Reductie van de wateropname leidt tot lagere gewasopbrengsten, omdat opbrengsten zijn gerelateerd aan beschikbaar vocht voor de plant. Voor enkele gewassen zijn waarden bekend voor  $EC_{max}$  en  $EC_{slope}$ . Uit tabel A.3 blijkt dat vooral maïs gevoelig is voor zout.

Tabel A.3 Ec waarden van een aantal gewassen

		Ecmax	Ecslope	CImax
Vezel- en graangewassen				
Graan	Zea mays	1,7	12	294
Suikerbieten	Beta vulgaris	7	5,9	1901
Tarwe	Triticum aestivum	6	7,1	1597
Grassen				
Graan	Zea mays	1,8	7,4	324
Raaigras	Lolium Perenne	5,6	7,6	1476
Tarwe	Triticum aestivum	4,5	2,6	1143

Op basis van de attenderingswaarden voor waterkwaliteit (Huinink, 1998) is voor landbouw de grenswaarde van 600 mg/l gekozen.

### **Berekeningen RIZA**

Door RIZA zijn berekeningen uitgevoerd waarbij de zoutlast op het oppervlaktewater is bepaald. De zoutlast is gedefinieerd als de gemiddelde chloridelast vanuit diep grondwater in het lokale oppervlaktewater in kg/ha per jaar. Het product van de opwaartse kwelflux met de gemiddelde chlorideconcentratie in het oppervlaktewater geeft de zoutlast. Hierbij geeft een zoutbelasting van 1000-2000 kg/ha per jaar een gemiddelde zoutconcentratie in de range van 100-800 mg/l (Haasnoot et al., 1999). Deze waarde is afhankelijk van de hoeveelheid kwel.

Het kwantificeren van schade door hogere zoutconcentraties is niet direct mogelijk. Een kwalitatieve inschatting is mogelijk door combinatie van:

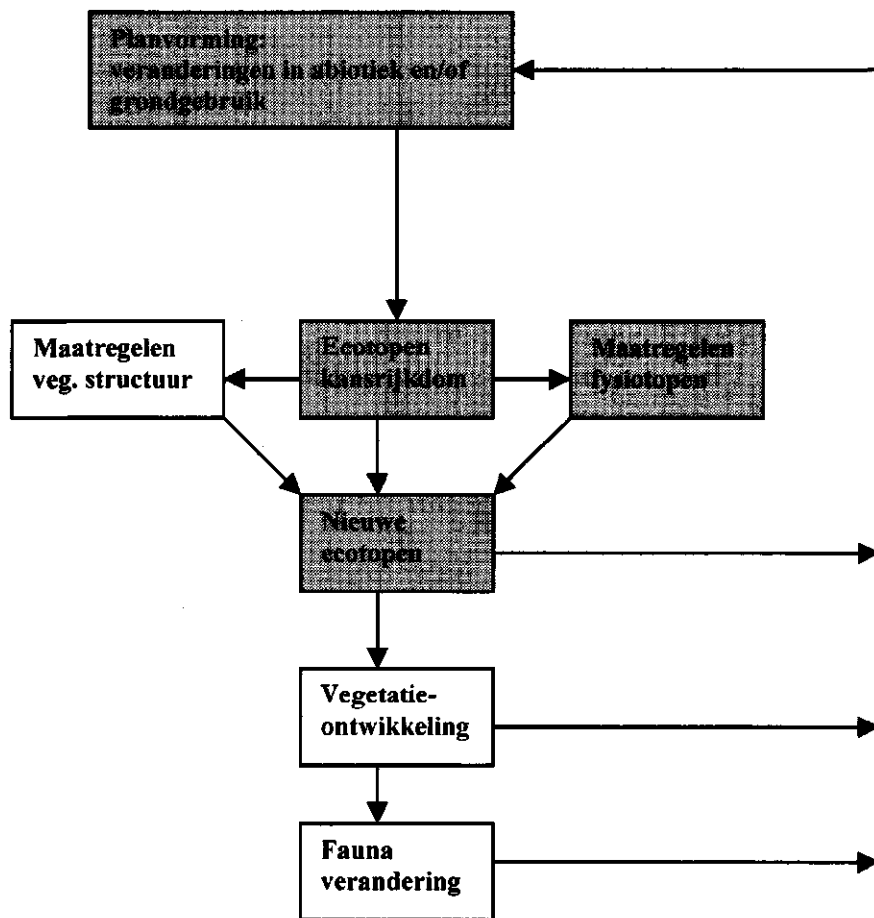
- bodemgebruik (tolerantie gewas);
- kwel/wegzijgingssituatie (grondwater);
- berekening (kwaliteit oppervlaktewater).

Voor de bepaling van de zoutconcentratie van het oppervlaktewater is de zoutlast ongerekend naar een concentratie in mg/l met de volgende constante 450/1500 (aanname), dit geeft een globale waarde voor de zoutconcentratie (voor 1995 zijn alleen de positieve waarden gebruikt, en met de factor 450/1500 vermenigvuldigd, voor 2050 zijn de door RIZA (Haasnoot et al., 1998) berekende verschillen opgeteld bij de zoutconcentratie zoals berekend voor 1995).

## Aanhangsel 2 Werkwijze bij de bepaling van knelpunten voor de Natuur

### *Waterkwantiteit*

Met het model LEDESS (Landscape Ecological DEcision Support System) zijn globale effecten van veranderend waterbeheer op natuur bepaald. Hiervoor is een specifiek onderdeel van het LEDESS-model gebruikt, namelijk de bepaling van abiotische kansrijkdom (figuur 1). Daarvoor worden de beoogde vormen van grondgebruik, i.c. de natuurdoeltypen, getoetst aan (veranderde) ecotopen t.g.v. veranderend waterbeheer. Waar dit conflicten oplevert worden maatregelen voorgesteld om de beoogde doelen gerealiseerd te krijgen.

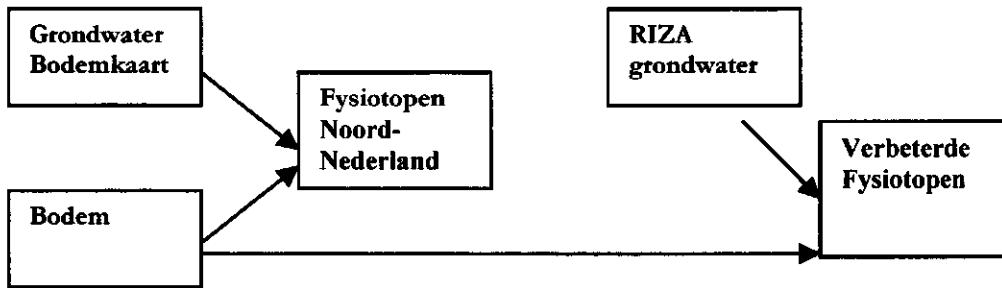


*Figuur A.1 Schematische weergave van het LEDESS-model en de in deze studie toegepaste onderdelen (grijs)*

In deze studie is gebruik gemaakt van data uit verschillende bronnen. Gegevens over de toekomstscenario's zijn afkomstig uit het project Horizonverkenningen Noord-Nederland (Nij Bijvank et al., 1998) en ongewijzigd overgenomen. Gegevens over de



abiotische situatie zijn eveneens afkomstig uit deze studie, maar voor de hydrologische component bewerkt met meer recente gegevens. Deze bewerking is schematisch weergegeven in figuur A.2. Voor het studiegebied zijn de meer gedetailleerde gegevens van het RIZA over de grondwaterstanden gebruikt (Haasnoot et al., 1998). Een vergelijking tussen de gegevens van RIZA en de grovere gegevens (1km x 1km) uit de Horizonverkenning laat zien dat er een grote mismatch bestaat van ongeveer 5000 cellen. Hieruit blijkt dat de grondwater gegevens uit de bodemkaart (Stiboka, 1985) aanzienlijk zijn veranderd in de afgelopen twintig jaar. De gegevens over bodemgroepen zijn wel integraal overgenomen uit de Horizonverkenning.



Figuur A.2 *Bewerking van hydrologische gegevens voor een verbeterde fysiotopenkaart.*

Omdat het LEDESS-model werkt met vier klassen van grondwatertrappen, gebaseerd op de GVG, is een vertaling nodig van de meest actuele grondwatertrappen naar deze vier klassen. Deze omzetting van fysiotopen Noord-Nederland naar verbeterde fysiotopen op basis van RIZA-grondwatergegevens is als volgt bepaald:

De fysiotopen met open water en stedelijk gebied zijn afkomstig uit de Noord-Nederland-studie en gehandhaafd. Hiervoor zijn geen Gt's gehanteerd en zijn dus gebieden waarvoor geen effecten zijn bepaald.

Voor de overige fysiotopen zijn de RIZA-grondwatertrappen vertaald naar de klassen met grondwatertrappen zoals die voor LEDESS worden gebruikt.

RIZA		Klassen Noord-Nederland
Gt I	->	Gt I
Gt II	->	Gt II
Gt II*	->	Gt III
Gt III	->	Gt III
Gt III*	->	Gt IV>
Gt IV	->	Gt IV>
Gt V	->	Gt IV>
Gt V*	->	Gt IV>
Gt VI	->	Gt IV>
Gt VII	->	Gt IV>
Gt VII*	->	Gt IV>

Met de nieuwe Gt-verdeling zijn zowel voor de huidige situatie als voor de toekomstige situatie nieuwe fysiotoepen berekend (FYSGTNU en FYSGTFUTURE).

### ***Kansrijkdom en maatregelen***

Om effecten van huidige en toekomstige waterpeilen op natuur te kunnen bepalen is gebruikgemaakt van een kennistabel waarin de geplande natuurdoelen uit de studie Horizonverkenningen worden getoetst aan de fysiotoepen. Waar combinaties van natuurdoelen en fysiotoepen conflicteren kunnen maatregelen worden voorgesteld om het natuurdoel bij de gewijzigde abiotische omstandigheden toch te realiseren. Ook blijkt dat, uitgezonderd scenario weefwerk, tal van natuurdoelen niet te realiseren zijn. Dit wordt meestal veroorzaakt door natuurdoelen die op een verkeerd substraat zijn gepland of waarvan de ontwikkeling niet waarschijnlijk is zoals moeraslandschap op drogere zandgronden. De onmogelijkheid om natuurdoelen te realiseren kan worden veroorzaakt omdat bij toekenning van natuurdoelen niet expliciet is getoetst aan de fysiotoepen. Ook is het mogelijk dat er is gewerkt met verouderde grondwatertrappen of dat de interpretatie van natuurdoelen en de bijbehorende abiotische randvoorwaarden sterk verschilt. Vooral bij de natuurdoelen op landschapsschaal kunnen de typen uiteenlopend worden geïnterpreteerd. Tot slot is het mogelijk dat in de kennistabel het begrip onmogelijk te realiseren te rigide is toegepast. Uiteindelijk kunnen door ingewikkelde en dure cultuurtechnische maatregelen veel natuurdoelen op marginale plekken worden gerealiseerd.

Er zijn voor vier situaties effecten bepaald. Dit zijn de huidige situatie en de drie toekomstscenarios Noord-Nederland. Ze leveren de volgende knelpunten op (tabel A.4).

Tabel A.4. Noodzakelijke hydrologische en bodemkundige maatregelen per scenario weergegeven in aantallen kilometercellen (1km x 1km)

Hydrologische + bodemkundige maatregelen	Huidig	Marktwerk	Raamwerk	Weefwerk
Maatregel mogelijk	130	391	495	376
Onmogelijk te realiseren	106	327	698	32
Totaal	236	718	1203	408

De conclusie uit deze berekening is dat tal van natuurdoeltypen niet overeenstemmen met de gegeven grondwaterverdeling. Gegeven het grote areaal verdroogd gebied in Nederland is dat niet altijd verwonderlijk. Herstelmaatregelen in de waterhuishouding worden bij toekenning van natuurdoelen meestal impliciet verondersteld. Het (ruimtelijk) wegzetten van natuurdoeltypen in gebieden waar de waterhuishouding wel in overeenstemming is met de huidige grondwaterstanden zal meestal niet mogelijk zijn.

### ***Verwijzingen***

Voor de legenda en beschrijving van de fysiotoepen wordt verwezen naar het LEDESS-rapport (Buit en Farjon, 1998). De legenda van de natuurdoelen zijn weergegeven in de horizonverkenning.

Tabel A.5 Vertaling grondwatertrappen RIZA (eerste kolom) en huidige fysiotopen (eerste rij)  
naar nieuwe fysiotopen LEDESS

0	114	123	124	144	151	152	153	154	213	214
	223	224	232	233	234	243	321	322	323	324
	422	423	424	433	434	442	443	453	454	523
	524	711	712	713	721	722	723	731	732	733
	749	905	908	916	925	956	965	967	969	975
	995	996	999	-1						
1	111	121	121	141	151	151	151	151	211	211
	221	221	231	231	231	241	321	321	321	321
	421	421	421	431	431	441	441	451	451	521
	521	711	711	711	721	721	721	731	731	731
	749	191	491	791	991	956	965	967	969	975
	995	996	999							
2	114	124	124	144	154	154	154	154	214	214
	224	224	234	234	234	244	324	324	324	324
	424	424	424	434	443	443	443	454	454	524
	524	713	713	713	723	723	723	733	733	733
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							
3	114	124	124	144	154	154	154	154	214	214
	224	224	234	234	234	244	324	324	324	324
	424	424	424	434	443	443	443	454	454	524
	524	713	713	713	723	723	723	733	733	733
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							
4	113	123	123	143	153	153	153	153	213	213
	223	223	233	233	233	243	323	323	323	323
	423	423	423	433	433	443	443	453	453	523
	523	713	713	713	723	723	723	733	733	733
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							
5	114	124	124	144	154	154	154	154	214	214
	224	224	234	234	234	244	324	324	324	324
	424	424	424	434	443	443	443	454	454	524
	524	713	713	713	723	723	723	733	733	733
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							
6	112	122	122	142	152	152	152	152	212	212
	222	222	232	232	232	242	322	322	322	322
	422	422	422	432	432	442	442	452	452	522
	522	712	712	712	722	722	722	732	732	732
	749	191	491	791	991	956	965	967	969	975
	995	996	999							
7	113	123	123	143	153	153	153	153	213	213
	223	223	233	233	233	243	323	323	323	323
	423	423	423	433	433	443	443	453	453	523
	523	713	713	713	723	723	723	733	733	733
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							
8	112	122	122	142	152	152	152	152	212	212
	222	222	232	232	232	242	322	322	322	322
	422	422	422	432	432	442	442	452	452	522
	522	712	712	712	722	722	722	732	732	732
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							
9	113	123	123	143	153	153	153	153	213	213
	223	223	233	233	233	243	323	323	323	323
	423	423	423	433	433	443	443	453	453	523
	523	713	713	713	723	723	723	733	733	733
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							
10	114	124	124	144	154	154	154	154	214	214
	224	224	234	234	234	244	324	324	324	324
	424	424	424	434	443	443	443	454	454	524
	524	713	713	713	723	723	723	733	733	733
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							

11	114	124	124	144	154	154	154	154	214	214
	224	224	234	234	234	244	324	324	324	324
	424	424	424	434	443	443	443	454	454	524
	524	713	713	713	723	723	723	733	733	733
	749	999	999	999	925	956	965	967	969	975
	995	996	999							

### **Waterkwaliteit**

Om de knelpunten voor de waterkwaliteit te bepalen is ook hier gebruik gemaakt van gegevens over het zoutbezwaar. Wederom is er een vertaling gemaakt van de landschapstypen om te bepalen welke typen wel en welke niet gevoelig zijn voor zoutconcentraties in het oppervlaktewater.

In onderstaande tabel is weergegeven op welke wijze het grondwater voor natuur kan worden ingedeeld in klassen op basis van zoutconcentraties (Chloride concentraties).

*Tabel A.6 Zoutgehalte grondwater: indeling in klassen (Blokland en Kleijberg, 1997, naar Stuijzand, 1993)*

Klasse	Chlorideconcentraties (mg/l)
zeer zoet	< 30 (basisgehalte natuurlijke neerslag)
Zoet	30 – 150
licht brak	150 – 300
Brak	300 – 1000
Zout	1000 – 5000
zeer zout	> 5000

Op basis van deze tabel zijn de volgende grenzen gekozen:

- geen knelpunt natuur: zoet water concentratie < 150 Cl mg/l;
- knelpunt natuur zout: brak water concentratie 150-1000 Cl mg/l;
- knelpunt natuur zout: zout water concentratie > 1000 Cl mg/l.

Niet alle natuurdoeltypen zijn even gevoelig voor zout; in tabel A.7 is aangegeven, voor welke landschapstypen uit de Horizonverkenning bovenstaande zoutgrenzen tot knelpunten leiden.

Tabel A.7 Gevoeligheid van landschapstype voor zout en brak water

Landschapstype	Gevoelig voor
Moeraslandschap	-
Boslandschap op arm en lemig zand	Brak en dus ook zout
Boslandschap van bron en beek	Brak en dus ook zout
Afgesloten zeearmenlandschap	-
Getijdeland	-
Moerasreservaat	-
Bosreservaat	Zout
Graslandreservaat open	-
Graslandreservaat half-open	-
Graslandreservaat gesloten	-
Heidereservaat	Brak en dus ook zout
Hoogveenreservaat	Brak en dus ook zout
Kwelderreservaat	-
Complex grasland en bosreservaat	-
Rietcultuur	Brak en dus ook zout
Boscultuur	Brak en dus ook zout
Landgoedbos met wonen	Brak en dus ook zout
Ext. grasland open	-
Ext. grasland half-open	-
Ext. grasland gesloten	-
Complex grasland en boscultuur	Zout

- = kan zich aanpassen aan alle zoutomstandigheden

Eisen van natuur zijn eveneens geconfronteerd met de gegevens over zoutbezwaar per cluster van peilvakken, omdat gegevens over zoutbezwaar (Haasnoot et al., 1999) niet beschikbaar zijn per 1km x 1km.

## Aanhangsel 3 Werkwijze bij de bepaling van knelpunten voor de bebouwing

In paragraaf 3.1 en 4.3 is aangegeven dat bij de knelpuntbepaling voor bebouwing, uitgaande van duurzaam bouwen, twee factoren van belang zijn:

- droge voeten, de Gt mag niet te nat zijn: Gt I, II<sub>nat</sub>, III<sub>nat</sub> en V<sub>nat</sub> zijn ongeschikt;
- infiltratie, de bodem moet voldoende kunnen infiltreren: deze wordt bepaald m.b.v. de doorlaatfactor van de toplaag, de dikte van de deklaag en de doorlatendheid daarvan.

### Droge voeten

In tabel A.8 is per grondwatertrap (gt) het overschrijdingsniveau weergegeven en de benodigde ophoging bij bouwrijp maken van de betreffende grond. Overschrijdingsniveau en benodigde ophoging zijn gewaardeerd. Uit deze score blijken de ongeschikte Gt's voor duurzaam bouwen (grijze achtergrond).

Tabel A.8 Waardering voor 'droge voeten' (Waterschap Rijn & IJssel et al., 1998)

Gt	GHG cm	GLG Cm	Overschrijdings-niveau	Benodigde ophoging	Waardering 0-20=10 (zeer geschikt) 20-40=7.5 40-60=5 >60 cm=2.5 (ongeschikt)
I <sub>nat</sub>	32	67	29	41	5
II* droog	32	67	29	41	5
III* droog	32	102	23	47	5
IV	56	104	46	24	7.5
V* droog	32	142	16	54	5
VI	61	155	42	28	7.5
VII <sub>nat</sub>	101	190	74	0	10
VII* droog	185	281	140	0	10

Gt's zijn zowel van de huidige situatie als de toekomstige situatie af te leiden uit de RIZA-kaarten. Bebouwing is aangegeven in de scenariokaarten van de Horizonverkenning.

### Infiltratie

Vanuit infiltratie beredeneerd zijn in onderstaande tabel de verschillende mogelijkheden bij elkaar gezet. De ongeschikte locaties zijn aangegeven met een grijze achtergrond.

Tabel A.9 Waardering voor infiltratie (Waterschap Rijn & IJssel et al., 1998)

Doorlaatfactor Toplaag (tot 1,2 m -mv.)	Dikte deklaag (m)					
	0-1		1-3		>3	
	Doorlaatvermogen WVP (m <sup>2</sup> /d)					
	≤ 100	>100	≤ 100	>100	≤ 100	>100
≤ 0,5 m/d	1	2	0	0	0	0
0,5 tot 1,0 m/d	3	6	1	2	0	0
1,0 tot 2,0 m/d	4	8	2	4	0	0
>2,0 m/d	5	10	2	4	0	0

Voor de doorlaatfactor deklaag en doorlaatvermogen WVP zijn gegevens gebruikt uit de studie naar de invloed van de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand (Massop et al., 1997 en Pastoors, 1992).

## Aanhangsel 4 Relatie GVG-Gt

De GVG is met behulp van onderstaande tabel omgezet naar een Gt (Warumec). Verder is in tabel A.10 de totalen aangegeven van het aantal km<sup>2</sup>-gridcellen in de huidige en toekomstige situatie.

Tabel A.10 Totale oppervlak per GVG en GT in de huidige en de toekomstige situatie (km<sup>2</sup>)

Gt	GVG	Gridcellen	
		Referentie 1995	Cen 2050
I	10	127	179
II	20	392	575
II*	40	447	454
III	30	794	847
III*	45	483	501
IV	70	1126	1057
V	35	473	482
V*	50	1312	1227
VI	80	1671	1537
VII	135	1002	1010
VII*	210	655	613



## Aanhangsel 5 Betrokken organisatie bij project

Organisatie	Naam	Betrokken in	Adres	Postcode En Plaats
Staatsbosbeheer regio Friesland	H.Hut	V-BC	Postbus 1726	8901 Ca Leeuwarden
Staatsbosbeheer regio Groningen-Drenthe	H. Brink	V-BC	Postbus 111	9400 Ac Assen
It Fryske Gea	H. de Vries	V-BC	Postbus 3	9244 Zn Beetsterzwaag
DLG Friesland	F. Foekema	V-BC	Postbus 2003	8901 Ja Leeuwarden
Waterschap Boarn en Klif	J. Schouvenaars	V-BC	Postbus 56	8500 Ab Joure
Waterschap De Waadkant	J.W. Rodenburg	V-BC	Postbus 96	9050 Ab Stiens
Waterschap Meppelerdiep	F. Benning	V-BC	Postbus 75	7900 Ab Hoogeveen
Alterra (voormalig DLO-Staring Centrum)	K.W. Ypma	PT(projectleider), KT, BC, VBC	Postbus 47	6700 Aa Wageningen
Alterra (voormalig DLO-Staring Centrum)	J. van Os	PT	Postbus 47	6700 Aa Wageningen
Alterra (voormalig DLO-Staring Centrum)	H. Massop	PT	Postbus 47	6700 Aa Wageningen
Waterschap Friesland	K. de Vries	BC, VBC	Postbus 36	8900 Aa Leeuwarden
Provincie Drenthe	H. v.d. Eerenbeemd	BC, VBC	Postbus 122	9400 Ac Assen
Provincie Friesland	H. Nieuwenhuis (H. Harmsma)	BC, VBC	Postbus 20120	8900 Hm Leeuwarden
Provincie Groningen	R. Burkunk	BC, VBC	Postbus 610	9700 Ap Groningen
Waterschap i.o. Velt & Vecht p/a Zuiveringsschap Drenthe	R. Schuiling	VBC	Postbus 231	9400 Ae Assen
Ministerie van LNV Directie Noord	L. Klamer	KT, BC, VBC	Postbus 30032	9700 Rm Groningen
Ministerie van LNV Directie Noord	C. van den Brand	KT, BC, VBC	Postbus 30032	9700 Rm Groningen
Ministerie van LNV Directie Noord	K. Nieuwerth	KT (voorzitter), BC(voorzitter), VBC	Postbus 30032	9700 Rm Groningen
Ministerie van LNV Directie Noord	G.J. Klein Koerkamp	VBC(dagvoorzitter)	Postbus 30032	9700 Rm Groningen
Rijkswaterstaat Directie Noord-Nederland	F. Nieuwenhuis	BC, VBC	Postbus 2301	8901 Jh Leeuwarden
DLG Drenthe	J.M. Geraerds	BC, VBC	Postbus 146	9400 Ac Assen
Stichting Het Groninger Landschap	J. Vegter	VBC	Ossenmarkt 9	9712 Nz Groningen
Waterschap Noorderzijlvest	G.J. Leene	VBC	Postbus 100	9959 Zh Onderdendam
Waterschap Noorderzijlvest	D. Slagman	VBC	Postbus 100	9959 Zh Onderdendam
Rijkswaterstaat Directie Noord-Nederland	B. Baerends	KT, BC, VBC	Postbus 2301	8901 Jh Leeuwarden

PT = Projectteam

KT = Kernteam

BC = Begeleidingscommissie

VBC = Verbrede begeleidingscommissie