

SV-028

Ruimtelijke ontwikkelingen en
grondwaterbeheer

Eindrapport

ir. C. van den Brink (Royal Haskoning)
dr. ir. W.J. Zaadnoordijk (Royal Haskoning)
dr. J. Griffioen (NIGT-TNO)

oktober 2003

Gouda, SKB

Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem

Auteursrechten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze opgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SKB.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt, "©"Ruimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer", oktober 2003, SKB, Gouda."

Aansprakelijkheid

SKB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en SKB sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens SKB en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

Copyrights

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording and/or otherwise, without the prior written permission of SKB.

It is allowed, in accordance with article 15a Netherlands Copyright Act 1912, to quote data from this publication in order to be used in articles, essays and books, unless the source of the quotation, and, insofar as this has been published, the name of the author, are clearly mentioned, "©"Spatial developments and groundwater management", October 2003, SKB, Gouda, The Netherlands."

Liability

SKB and all contributors to this publication have taken every possible care by the preparation of this publication. However, it can not be guaranteed that this publication is complete and/or free of faults. The use of this publication and data from this publication is entirely for the user's own risk and SKB hereby excludes any and all liability for any and all damage which may result from the use of this publication or data from this publication, except insofar as this damage is a result of intentional fault or gross negligence of SKB and/or the contributors.

Titel rapportRuimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer
Eindrapportage**SKB rapportnummer**

SV-028

Project rapportnummer

SV-028

Auteur(s)ir. C. van den Brink
dr. ir. W.J. Zaadnoordijk
dr. J. Griffioen**Aantal bladzijden****Rapport:** 33**Aantal****Bijlagen:** 2

Uitvoerende organisatie(s) (Consortium)Royal Haskoning (ir. C. van den Brink, tel. 050 521 42 57, dr. ir. W.J. Zaadnoordijk, tel.010 286 55 99
NIGT-TNO (dr. J. Griffioen, tel. 030 256 47 50)

Uitgever

SKB, Gouda

Samenvatting

Grondwater is een belangrijke grondstof en een essentiële schakel in ecosystemen. De kwaliteit van het grondwater wordt mede bepaald door de activiteiten op het landoppervlak ('functies'). Omgekeerd zijn diverse functies afhankelijk van een goede kwaliteit van het grondwater. Een afstemming van ruimtelijke ordening op grondwaterbeheer is daarom een goede investering. In het project SV-028 is deze afstemming verkend voor de grondwaterwinning in Holten. Daarvoor is een methodiek ontwikkeld, waarin parallel langs twee sporen is gewerkt: een processpoor en een technisch inhoudelijk spoor. Het processpoor is erop gericht met de betrokken partijen tot een afstemming van de ruimtelijke ordening te komen. Het technische spoor levert daarbij de benodigde informatie over de wijze waarop de (huidige en alternatieve) functies het grondwater beïnvloeden en erdoor beïnvloed worden. Het projectresultaat bestaat uit een algemene opzet van de methodiek en een verkenning voor één pilot: Holten. Voor Holten zijn de actoren en hun belangen geïnventariseerd en zijn de relaties tussen de functies en het grondwater benoemd (processpoor). In aanvulling hierop is het technische spoor ingezet met een inventarisatie van de aan functies gerelateerde belasting, de vertaling naar de kwaliteit van het grondwater en de invloed op de enige 'grondwaterafhankelijke' functie, de drinkwaterwinning Holten. De vertaling van functie via belasting naar kwaliteit van het grondwater is uitgevoerd met het technische instrument dat voor een deel is ontwikkeld binnen het project bij de algemene opzet van het technische spoor. In de huidige situatie ondervindt het grondwater een aanzienlijke belasting van met name nitraat uit het landbouwgebied in het zuidelijk deel van het studiegebied. In het recente verleden vormde atmosferische depositie ook een belangrijke belasting. Deze belasting leidt tot concentraties die de norm overschrijden in het bovenste grondwater. De kwaliteit van het water dat de drinkwaterwinning Holten onttrekt voldoet wel aan de norm door menging met water uit het bosgebied in het noordelijk deel van het intrekgebied en de buffering van de ondergrond. Bij de huidige en in het verleden geïnventariseerde belasting zal het opgepompte water ook in de toekomst aan de normen blijven voldoen. Hierbij kan aangetekend worden dat de belasting wel het bufferend vermogen van de ondergrond geleidelijk opsoupeert. Voor het gebied als geheel is er dus geen sprake van een conflict met de drinkwaterwinning, maar wringt de landbouw wel met de nitraatnorm in het bovenste grondwater. De evaluatie van de huidige functies en de gewenste nieuwe functies, alsmede het oplossen van conflicten - het vervolg van het processpoor - zijn nog niet uitgevoerd. Deze zijn onderdeel van een vervolgfase van het project waarvoor bij SKB de financiering ontbreekt. Ook het meer algemeen maken van de resultaten in de vorm van het uitwerken van meerdere pilots met andere geohydrologische omstandigheden en met andere knelpunten in ruimtelijke ordening en grondwaterbeheer is onderdeel van deze nog onzekere vervolgfase en ontbreekt daarom bij dit projectresultaat.

Trefwoorden**Gecontroleerde termen**

-

Vrije trefwoorden

-

Titel project

Ruimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer

ProjectleidingRoyal Haskoning (ir. C. van den Brink,
tel. 050 521 42 57)

Dit rapport is verkrijgbaar bij:

SKB, Postbus 420, 2800 AK Gouda

Report title
Spatial developments and groundwater management
Final report

SKB report number
SV-028
Project report number
SV-028

Author(s)
ir. C. van den Brink
dr. ir. W.J. Zaadnoordijk
dr. J. Griffioen

Number of pages
Report: 33
Number of
Appendices: 2

Executive organisation(s) (Consortium)

Royal Haskoning (ir. C. van den Brink, tel. 050 521 42 57, dr. ir. W.J. Zaadnoordijk, tel.010 286 55 99
NIGT-TNO (dr. J. Griffioen, tel. 030 256 47 50)

Publisher

SKB, Gouda

Abstract

Groundwater is an important raw material and an essential link in ecosystems. The quality of the groundwater is partly determined by activities ('functions') taking place on the surface. Conversely, various functions depend on the good quality of groundwater. This makes harmonisation of spatial organisation with groundwater management a good investment. Project SV-028 investigated this harmonisation for groundwater extraction in Holten. This involved the development of a methodology consisting of two parallel tracks – a process track and a technical content track. The process track was geared to arriving at a harmonisation of the spatial organisation with the parties involved. The technical track produced the information required on the manner in which (current and alternative) functions influence and are influenced by the groundwater. The project result consists of a general structure of the methodology and an investigation for a single pilot: Holten. The players and their interests were inventoried for the Holten situation, and the relationships between the functions and the groundwater (process track) were specified. In addition, the technical track was implemented with an inventory of the load related to each function, translation in terms of the quality of the groundwater and the influence on the only 'groundwater-dependent' function – drinking water extraction in Holten. The translation of function through load into groundwater quality was carried out with the technical tool that was partially developed within the project in the general organisation of the technical track. In the current situation, the groundwater is subject to a particularly considerable load from nitrates in the agricultural area in the southern section of the study area. Atmospheric deposition has also been an important load in the recent past. This load led to concentrations that exceed the standard in the uppermost drinking water. The quality of the water extracted as drinking water in Holten does meet the standard for mixing with water from the forested area in the northern section of the absorption area and the buffering of the sub-grade. With the loads inventoried currently and in the past, the water extracted will continue to meet the standards in the future. We must point out that the load is gradually using the buffering capacity of the sub-grade. This means that there is no conflict with the extraction of drinking water for the area as a whole, but agriculture is using the nitrate standard to wring everything it can out of the uppermost groundwater. The evaluation of the current functions and desired new functions and also the resolution of conflicts – the follow-up to the process track – have not yet been conducted. These are part of a follow-up phase of the project for which SKB lacks financial resources. In addition, the generalisation of the results in the form of multiple pilots with other geohydrological conditions and with other problems in spatial organisation and groundwater management are part of this still uncertain follow-up phase, which is why they are not included in these project results.

Keywords

Controlled terms

-

Uncontrolled terms

-

Project title

Spatial developments and groundwater management
tel. 050 521 42 57)

Projectmanagement

Royal Haskoning (ir. C. van den Brink,

This report can be obtained by: SKB, PO Box 420, 2800 AK Gouda, The Netherlands
Netherlands Centre for Soil Quality Management and Knowledge Transfer (SKB)

VOORWOORD

Om de resultaten van het project toegankelijk te maken, zijn de deelresultaten opgenomen in bijlage B. Deze resultaten zijn beschikbaar via de volgende pdf-files:

DR2.pdf: Actoren en Belangen;

DR3.pdf: Grondwaterkwaliteit, belasting en (geo)chemische processen;

DR4.pdf MD-SAT: Berekeningen van de uitspoeling uit de onverzadigde zone;

DR5.pdf: Analyse grondwaterkwaliteit drinkwaterwinning Holten.

Tevens is in bijlage B een installatieprogramma van het binnen dit project ontwikkelde instrument opgenomen. Dit instrument, MD-SAT, berekent de kwaliteit van het bovenste grondwater voor verschillende vormen van landgebruik. Het kan worden aangestuurd vanuit de gebruikersschil van Triwaco, die ook aan het installatieprogramma is toegevoegd. De handleiding voor dit instrument is onderdeel van deelrapport DR4.pdf.

oktober 2003

INHOUD

		SAMENVATTING.....	VI
		SUMMARY.....	VII
Hoofdstuk	1	INLEIDING	1
	1.1	Achtergrond	1
	1.2	Consortium.....	1
	1.3	Doelstelling	2
	1.4	Leeswijzer	2
Hoofdstuk	2	METHODIEK: OPZET PROJECT IN TWEE SPOREN	3
	2.1	Eerste spoor: processpoor	3
	2.2	Tweede spoor: technisch-natuurwetenschappelijk spoor.....	4
Hoofdstuk	3	HOLTEN: PILOT VOOR AFSTEMMING FUNCTIES EN GRONDWATERBEHEER	6
	3.1	Inleiding.....	6
	3.2	Kenmerken gebied en problematiek	7
Hoofdstuk	4	PROCESSPOOR HOLTEN: FUNCTIES EN ACTOREN.....	9
	4.1	Inleiding.....	9
	4.2	Relatie functies onderling.....	9
	4.2.1	Winning	9
	4.2.2	Natuur	10
	4.2.3	Landbouw	11
	4.2.4	Wonen.....	12
	4.2.5	Recreatie.....	12
	4.3	Actoren en belangen	13
Hoofdstuk	5	TECHNISCH SPOOR HOLTEN: BELASTING EN GRONDWATER- KWALITEIT	17
	5.1	Inleiding.....	17
	5.2	Inventarisatie.....	17
	5.2.1	Maatgevende parameters	17
	5.2.2	Belasting	18
	5.2.3	Schematisatie ondergrond	20
	5.3	Technisch Instrument.....	21
	5.4	Berekeningsresultaten	23
	5.4.1	Bepaling intrekgebied en verblijftijden in de ondergrond.....	23
	5.4.2	Kwaliteit bovenste grondwater	23
	5.4.3	Kwaliteit van het diepe grondwater bij de winning.....	26
	5.5	Analyse	29
Hoofdstuk	6	STAND VAN ZAKEN	30
	6.1	Wat ligt er nu?	30
	6.2	Wat kan er mee voor Holten?	30
	6.3	Wat kan er mee voor andere situaties?	30

Hoofdstuk	7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	31
		LITERATUUR	32
Bijlage	A	STRUCTUUR VAN DE METHODIEK VOOR AFSTEMMING EN INTEGRATIE VAN FUNCTIES BINNEN EEN GEBIED	
Bijlage	B	DEELRESULTATEN DR2.pdf: Actoren en Belangen; DR3.pdf: Grondwaterkwaliteit, belasting en (geo)chemische processen; DR4.pdf MD-SAT: Berekeningen van de uitspoeling uit de onverzadigde zone; DR5.pdf: Analyse grondwaterkwaliteit drinkwaterwinning Holten. Installatieprogramma bij DR4.pdf	

SAMENVATTING

Ruimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer

Grondwater is een belangrijke grondstof en een essentiële schakel in ecosystemen. De kwaliteit van het grondwater wordt mede bepaald door de activiteiten op het landoppervlak ('functies'). Omgekeerd zijn diverse functies afhankelijk van een goede kwaliteit van het grondwater. Een afstemming van ruimtelijke ordening op grondwaterbeheer is daarom een goede investering. In het project SV-028 is deze afstemming verkend voor de grondwaterwinning in Holten. Daarvoor is een methodiek ontwikkeld, waarin parallel langs twee sporen is gewerkt: een processpoor en een technisch inhoudelijk spoor. Het processpoor is er op gericht met de betrokken partijen tot een afstemming van de ruimtelijke ordening te komen. Het technisch spoor levert daarbij de benodigde informatie over de wijze waarop de (huidige en alternatieve) functies het grondwater beïnvloeden en er door beïnvloed worden.

Het projectresultaat bestaat uit een algemene opzet van de methodiek en een verkenning voor één pilot: Holten. Voor Holten zijn de actoren en hun belangen geïventariseerd en zijn de relaties tussen de functies en het grondwater benoemd (processpoor). In aanvulling hierop is het technisch spoor ingezet met een inventarisatie van de aan functies gerelateerde belasting, de vertaling naar de kwaliteit van het grondwater en de invloed op de enige 'grondwaterafhankelijke' functie, de drinkwaterwinning Holten. De vertaling van functie via belasting naar kwaliteit van het grondwater is uitgevoerd met het technisch instrument dat voor een deel is ontwikkeld binnen het project bij de algemene opzet van het technisch spoor.

In de huidige situatie ondervindt het grondwater een aanzienlijke belasting van met name nitraat uit het landbouwgebied in het zuidelijk deel van het studiegebied. In het recente verleden vormde atmosferische depositie ook een belangrijke belasting. Deze belasting leidt tot concentraties die de norm overschrijden in het bovenste grondwater. De kwaliteit van het water dat de drinkwaterwinning Holten onttrekt voldoet wel aan de norm door menging met water uit het bosgebied in het noordelijk deel van het intrekgebied en de buffering van de ondergrond. Bij de huidige en in het verleden geïventariseerde belasting zal het opgepompte water ook in de toekomst aan de normen blijven voldoen. Hierbij kan aangetekend worden dat de belasting wel het bufferend vermogen van de ondergrond geleidelijk opsoupeert.

Voor het gebied als geheel is er dus geen sprake van een conflict met de drinkwaterwinning, maar wringt de landbouw wel met de nitraatnorm in het bovenste grondwater.

De evaluatie van de huidige functies en de gewenste nieuwe functies, alsmede het oplossen van conflicten - het vervolg van het processpoor - zijn nog niet uitgevoerd. Deze zijn onderdeel van een vervolgfase van het project waarvoor bij SKB de financiering ontbreekt.

Ook het meer algemeen maken van de resultaten in de vorm van het uitwerken van meerdere pilots met andere geohydrologische omstandigheden en met andere knelpunten in ruimtelijke ordening en grondwaterbeheer is onderdeel van deze nog onzekere vervolgfase en ontbreekt daarom bij dit projectresultaat.

SUMMARY

Spatial developments and groundwater management

Groundwater is an important raw material and an essential link in ecosystems. The quality of the groundwater is partly determined by activities ('functions') taking place on the surface. Conversely, various functions depend on the good quality of groundwater. This makes harmonisation of spatial organisation with groundwater management a good investment. Project SV-028 investigated this harmonisation for groundwater extraction in Holten. This involved the development of a methodology consisting of two parallel tracks – a process track and a technical content track. The process track was geared to arriving at a harmonisation of the spatial organisation with the parties involved. The technical track produced the information required on the manner in which (current and alternative) functions influence and are influenced by the groundwater.

The project result consists of a general structure of the methodology and an investigation for a single pilot: Holten. The players and their interests were inventoried for the Holten situation, and the relationships between the functions and the groundwater (process track) were specified. In addition, the technical track was implemented with an inventory of the load related to each function, translation in terms of the quality of the groundwater and the influence on the only 'groundwater-dependent' function – drinking water extraction in Holten. The translation of function through load into groundwater quality was carried out with the technical tool that was partially developed within the project in the general organisation of the technical track.

In the current situation, the groundwater is subject to a particularly considerable load from nitrates in the agricultural area in the southern section of the study area. Atmospheric deposition has also been an important load in the recent past. This load led to concentrations that exceed the standard in the uppermost drinking water. The quality of the water extracted as drinking water in Holten does meet the standard for mixing with water from the forested area in the northern section of the absorption area and the buffering of the subgrade. With the loads inventoried currently and in the past, the water extracted will continue to meet the standards in the future. We must point out that the load is gradually using the buffering capacity of the subgrade. This means that there is no conflict with the extraction of drinking water for the area as a whole, but agriculture is using the nitrate standard to wring everything it can out of the uppermost groundwater.

The evaluation of the current functions and desired new functions and also the resolution of conflicts – the follow-up to the process track – have not yet been conducted. These are part of a follow-up phase of the project for which SKB lacks financial resources. In addition, the generalisation of the results in the form of multiple pilots with other geohydrological conditions and with other problems in spatial organisation and groundwater management are part of this still uncertain follow-up phase, which is why they are not included in these project results.

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

1.1 Achtergrond

Vanwege de vaak goede en constante kwaliteit vormt grondwater een belangrijke bron voor onder meer drinkwater, industriewater en beregeningswater in de landbouw. Mondiaal gezien vormt grondwater ca. 99% van de beschikbare voorraad zoet water. Nederzettingen en steden ontwikkelden zich in de regel dan ook op die plaatsen waar sprake was van gunstige omstandigheden ten aanzien van het grondwater: van goede kwaliteit om niet ziek te worden, niet te diep om gebruikt te kunnen worden door mens, dier en gewas en niet te hoog om droge voeten te houden. Daarnaast wordt de rol van grondwater als essentiële schakel in zowel aquatische als terrestrische ecosystemen in toenemende mate herkend en erkend. Hierbij speelt niet alleen de hoogte van het grondwater een rol (een te lage grondwaterstand leidt tot een verdroging van de natuur) maar speelt ook de samenstelling van het grondwater een rol (veel ecosystemen zijn afhankelijk van de beschikbaarheid van nutriëntarm, kalkverzadigd grondwater).

Grondwater is geen statisch fenomeen, zoals de vaste fase van de bodem, maar stroomt in een samenhangend stelsel van de plaats waar het in de bodem dringt (infiltrert) naar de plaats waar het weer uit de bodem treedt (in een beek, kwelgebied of onttrekkingsput). Een grondwaterstromingsstelsel of grondwatersysteem kenmerkt zich door een zeer lange hersteltijd nadat er een verstoring is opgetreden. Deze hersteltijd kan oplopen van decennia tot eeuwen.

De kwaliteit van het grondwater in grondwatersystemen wordt bepaald door de kwaliteit van het water waarmee het systeem gevoed wordt en processen in de bodem zelf. In het algemeen worden grondwatersystemen beïnvloed via landgebruik, atmosferische depositie, infiltratie vanuit oppervlaktewater en door lijn- en puntbronnen met verontreinigingen, zoals spoorwegen en fabrieksterreinen. Landgebruik en atmosferische depositie zijn de belangrijkste invloeden bij grondwatersystemen die voornamelijk gevoed worden door neerslag, zoals de Pleistocene zandgebieden in Nederland. Het landgebruik vormt de belangrijkste sturingsmogelijkheid omdat het gekoppeld is aan belasting van het grondwatersysteem met bepaalde stoffen en eisen aan het grondwatersysteem door mogelijk gebruik van grondwater. In de zandgebieden van Nederland is dit zichtbaar bij onder meer grondwaterwinningen van waterleiding-bedrijven. Het onttrokken grondwater wordt in toenemende mate beïnvloed door stoffen die gerelateerd zijn aan bovengrondse functies, zoals nutriënten, bestrijdingsmiddelen en zware metalen.

Het landgebruik of liever de ruimtelijke planning is dus een belangrijke sturings-mogelijkheid in het beheer van grondwatersystemen. En omgekeerd kunnen land-gebruiksfuncties baat hebben bij een afstemming op de potenties van het grondwater-systeem.

1.2 Consortium

Het ontwikkelen van dit proces van afstemming en integratie is ondersteund en mede gefinancierd vanuit de Stichting Kennisontwikkeling en –overdracht Bodem (SKB). De initiatiefnemers van deze studie zijn WMO (Waterleiding Maatschappij Overijssel, nu Vitens-Overijssel), provincie Overijssel, NITG-TNO en Royal Haskoning. Het project is uitgevoerd door NITG-TNO en Royal Haskoning. Royal Haskoning treedt op als penvoerder. Dit project is naast SKB gefinancierd door de WMO (nu Vitens-Overijssel), NUON (nu Vitens-Gelderland), WOB (nu Brabant Water), VEWIN, Provincie Overijssel, NITG-TNO en Royal Haskoning.

1.3 Doelstelling

Er bestaat nog onvoldoende inzicht in de wijze waarop een duurzame afstemming tussen het grondwatersysteem en andere functies plaats moet vinden. Doelstelling van het volledige project is het ontwikkelen en toepassen van een methodiek waarmee een relatie gelegd wordt tussen landgebruikfuncties en de toestand van het grondwater. De methodiek moet het mogelijk maken om ruimtelijke ontwikkelingen af te stemmen op de bescherming en het beheer van grondwatersystemen. In het eerste deelonderzoek dat hier gerapporteerd wordt, dient de grondwaterwinning Holten als pilot voor het verkennen van de huidige stand van zaken. Deze inventarisatie en de bepaling van de beïnvloeding van het grondwater door functies moeten het startpunt vormen voor het tweede deel van het project, waarin knelpunten tussen functies bepaald worden en worden opgelost samen met de betrokken partijen.

1.4 Leeswijzer

Dit samenvattend rapport geeft de belangrijkste resultaten van het project weer. De resultaten zijn uitgebreid beschreven in de vijf deelrapporten:

- DR1: Basisprojectplan;
- DR2: Actoren en Belangen;
- DR3: Grondwaterkwaliteit, belasting en (geo)chemische processen;
- DR4: MD-SAT: Berekening van de uitspoeling uit de onverzadigde zone;
- DR5: Analyse grondwaterkwaliteit drinkwaterwinning Holten.

Deze samenvatting volgt niet zozeer deze indeling van de deelrapporten, maar meer de lijn van de ontwikkelde methodiek, zoals die in het basisprojectplan is geschetst en in het project verder is ontwikkeld.

Hoofdstuk 2 zet de ontwikkelde methodiek uiteen, waarin gebruik gemaakt wordt van twee gekoppelde sporen voor de afstemming van ruimtelijke ordening op grondwaterbeheer: het processpoor en het technisch spoor. Hoofdstuk 3 introduceert de pilot Holten die voor de methodiek gebruikt gaat worden. De invulling van het Processpoor en het Technisch spoor voor Holten wordt gegeven in de hoofdstukken 4 en 5. Vervolgens wordt in hoofdstuk 6 de ontwikkelde methodiek geëvalueerd op basis van de resultaten van de pilot Holten. Ten slotte geeft hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen weer.

HOOFDSTUK 2

METHODIEK: OPZET PROJECT IN TWEE SPOREN

Het hanteren van de ruimtelijke planning bij het beheren van grondwater vereist technisch-natuurwetenschappelijk inzicht in de relaties tussen landgebruik en grondwatersystemen, maar vereist ook inzicht in het proces van ruimtelijke planning. Dit wordt concreet gemaakt met een methodiek waarin twee 'sporen' gezamenlijk doorlopen worden in de afstemming van de ruimtelijke ontwikkeling op het grondwaterbeheer.

Het eerste spoor is het 'ruimtelijke-orderingsprocespoor', dat tot consensus moet leiden over (aanpassingen in) de ruimtelijke ordening met alle betrokken actoren. Een belangrijke overweging bij de invulling van het planproces is dat de betrokken partijen makkelijker tot consensus komen als ze de consequenties van hun eigen handelen kunnen overzien. Bovendien zijn sommige randvoorwaarden van het bevoegd gezag niet direct aan de functies gekoppeld, maar aan de resulterende grondwater-kwaliteit. Zodoende ondersteunt het tweede spoor, het technisch-natuur-wetenschappelijk spoor, dit ruimtelijke planningspoor door de benodigde informatie te genereren voor de betrokken partijen (inclusief het bevoegd gezag).

Met de twee sporen worden drie fasen doorlopen. Deze zijn weergegeven in tabel 1 (een verkorte weergave van de figuur in bijlage A).

Tabel 1. Structuur van de methodiek voor afstemming en integratie van functies binnen een gebied.

Fase	Doel	Activiteiten
Oriëntatie	Inzicht in huidige situatie, ontwikkelingen en knelpunten voor alle betrokkenen	Problematiek en aandachtsgebied vaststellen Met alle betrokkenen in gesprek komen en vaststellen wil en mogelijkheden tot samenwerking
Integratie	Voor alle betrokkenen acceptabel voorkeursscenario	Vaststellen van de streefbeelden voor de onderscheiden functies Binnen overeengekomen randvoorwaarden scenario's uitwerken Gezamenlijk kiezen van voorkeursscenario door alle betrokkenen
Besluitvorming	Vastleggen van de beslissing	Taakverdeling en financiering van de uit te voeren afstemming en integratie van functies vastleggen in (bestuurlijk) convenant

2.1 Eerste spoor: procespoor

In het eerste spoor wordt een planproces doorlopen, waarbinnen de afstemming van ruimtelijke ordening op grondwaterbeheer stapsgewijs gestalte krijgt. Om binnen het planproces inbreng van de actoren en hun verschillende belangen en doelstellingen te verdisconteren, worden drie fasen doorlopen. Bij deze fasering wordt uitgegaan van de actoren en hoe die in het proces betrokken kunnen worden. De relatie van deze actoren en het duurzaam beheer van het grondwatersysteem verloopt via de functies, zoals die in het gebied voorkomen en de ruimtelijke ontwikkelingen die daarop van invloed zijn. De activiteiten in het procespoor zijn weergegeven in de tabel 2 (zie ook bijlage A).

Tabel 2. Activiteiten in het processpoor.

Fase	Doel	Activiteiten in processpoor
Oriëntatie	Inzicht in huidige situatie, ontwikkelingen en knelpunten voor alle betrokkenen	Met alle betrokkenen in gesprek komen en vaststellen wil en mogelijkheden tot samenwerking Visie van de betrokkenen op problemen en kansen vaststellen
Integratie	Voor alle betrokkenen acceptabel voorkeursscenario	Vaststellen van de streefbeelden voor de onderscheiden functies Gezamenlijk kiezen van voorkeursscenario door alle betrokkenen
Besluitvorming	Vastleggen van de beslissing	Taakverdeling en financiering van de uit te voeren afstemming en integratie van functies vastleggen in (bestuurlijk) convenant

In de Oriëntatiefase start de wisselwerking met het technisch spoor. Het technisch spoor wordt gestart met vragen naar de aard van de invloeden van de functies en objectivering van de knelpunten die de betrokkenen ervaren. De antwoorden die terugkomen naar het processpoor moeten het hier mogelijk maken om te bepalen wat de op te lossen knelpunten zijn en wie daar bij betrokken zijn. In het algemeen zal dit op iteratieve wijze gebeuren.

In de Integratiefase ontwikkelen de betrokkenen scenario's waarmee de knelpunten mogelijk opgelost worden. Zij vragen het technisch spoor naar de kansen en consequenties van de scenario's. Met deze informatie komen ze tot een voorkeursscenario dat de goedkeuring kan wegdragen van alle betrokkenen.

Ten slotte wordt in de Besluitvormingsfase het voorkeursscenario vastgelegd, zodat de implementatie juridisch, economisch en sociaal geregeld is.

2.2 Tweede spoor: technisch-natuurwetenschappelijk spoor

Het technisch-natuurwetenschappelijk spoor verschaft inzicht in de relatie tussen functies en grondwater. Het gaat hierbij om de directe relaties tussen de functies en het (ondiepe) grondwater en ook de consequenties voor de diepere ondergrond. Het tweede spoor ondersteunt hiermee het ruimtelijke planningsproces van het eerste spoor. Deze ondersteuning vindt plaats in de eerste twee fasen van de methodiek. Dit is weergegeven in tabel e(zie ook bijlage A).

Tabel 3. Ondersteuning Ruimtelijk planningsproces.

Fase	Doel	Activiteiten in technisch spoor
Oriëntatie	Inzicht in huidige situatie, ontwikkelingen en knelpunten voor alle betrokkenen	Problematiek en aandachtsgebied vaststellen
Integratie	Voor alle betrokkenen acceptabel voorkeursscenario	Binnen overeengekomen randvoorwaarden scenario's uitwerken
Besluitvorming	Vastleggen van de beslissing	

Het technisch-natuurwetenschappelijke spoor levert kwantitatief inzicht met behulp van een technisch instrument. Het technisch instrument beschrijft de keten 'functie – belasting ondergrond – grondwaterkwaliteit' modelmatig. Het is enerzijds geënt op ruimtelijke (ordenings) infor-

matie. Anderzijds moet het de temporele effecten van functies berekenen op de kwaliteit en kwantiteit van het grondwater.

Het technisch spoor kan het processpoor alleen met dit kwantitatief inzicht ondersteunen als de betrokken partijen in het processpoor het technisch instrument en de resultaten accepteren. Daarom maakt het instrument zoveel mogelijk gebruik van bestaande en geverifieerde programma's van universiteiten en onderzoeksinstituten, alsmede hun kennis van processen en parameters.

Hiermee combineert het instrument een grote hoeveelheid veelal versnipperde (gebieds)gegevens (data) en beschrijvingen (programma's) ten aanzien van de relatie tussen ruimtegebruik en de belasting van het grondwater. Het ontwikkelde instrument vormt zo een condensatiepunt van de kennis rond de relatie tussen functie en grondwaterkwaliteit. Dit wordt ook overgebracht naar het processpoor, zodat de betrokkenen er van overtuigd zijn dat betrouwbare informatie gegenereerd zal worden.

In de Oriëntatiefase maakt het technisch spoor de probleemverkenning en -definitie mogelijk door de invloeden van de diverse functies op het grondwatersysteem te bepalen en ook mogelijke consequenties van het grondwater voor de functie vast te stellen. Het technisch instrument is hierin een belangrijk hulpmiddel met het simuleren van de huidige situatie waarin de autonome ontwikkelingen worden opgenomen.

In de Integratiefase ondersteunt het technisch spoor het formuleren en afwegen van de scenario's in het processpoor. De kansen en consequenties van de scenario's worden bepaald door simulaties met het technisch instrument.

HOLTEN: PILOT VOOR AFSTEMMING FUNCTIES EN GRONDWATERBEHEER

3.1 Inleiding

De case Holten is representatief voor de problematiek bij grondwaterwinningen in Pleistoceen Nederland (de 'zandgebieden'), omdat dergelijke winningen doorgaans grondwater onttrekken met een relatief korte reistijd in het grondwatersysteem en door allerlei functies, zoals bijvoorbeeld landbouwkundig of stedelijk landgebruik, 'bedreigd' worden. De bestaande grondwaterwinning ten behoeve van de drinkwatervoorziening (verder aangeduid als 'winning') komt wellicht in het gedrang wanneer alle claims voor (nieuwe) functies en dus claims voor ruimte worden gehonoreerd. Dat betekent dat afstemming en integratie van functies rondom Holten noodzakelijk zijn. Het gaat daarbij om functies zoals woningbouw, landbouw, drinkwaterwinning, recreatie en natuur.

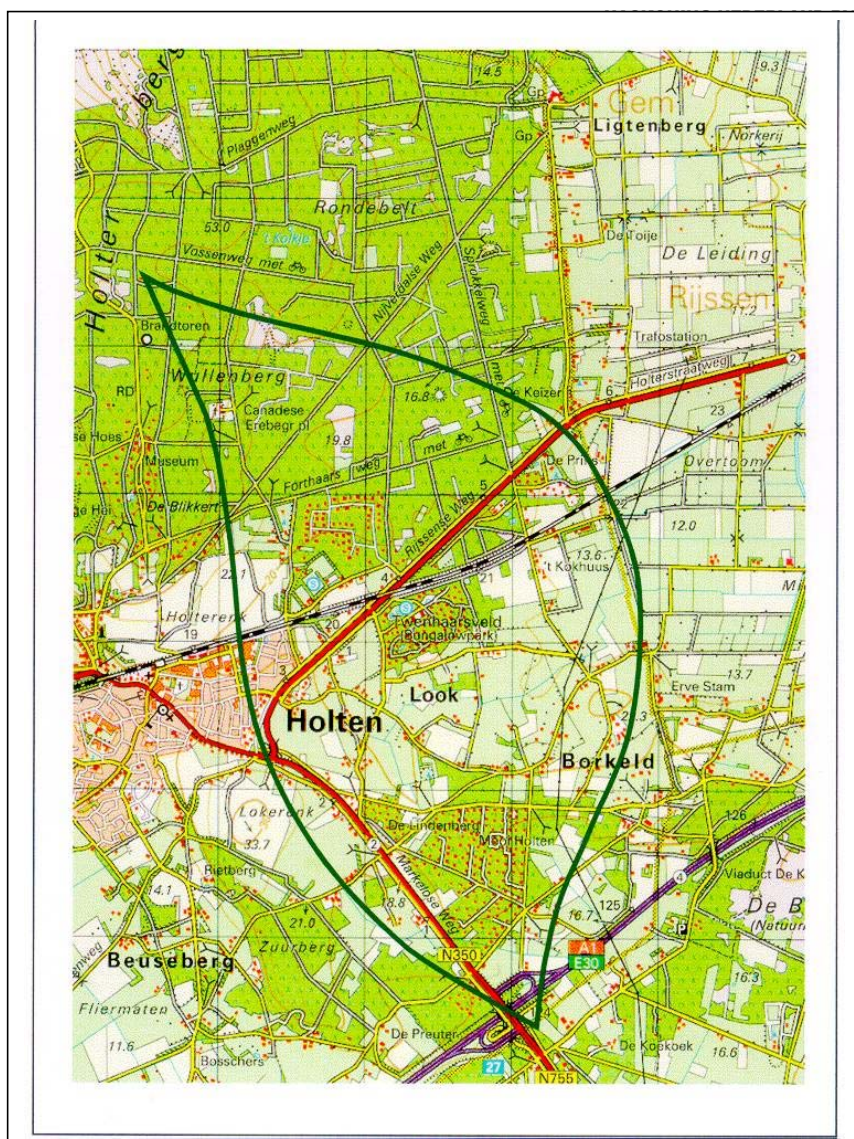


Fig. 1. Studiegebied voor pilot Holten met intrekgebied van de winning.

Vanwege het belangrijke aandeel dat de winning heeft in deze afstemming en integratie van functies, wordt het studiegebied bepaald door de ligging van het intrekgebied van de winning van de Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO, thans Vitens-Overijssel). Het intrekgebied is het gebied waarbinnen het infiltrerende (regen)water via de bodem naar de onttrekkingsputten stroomt en uiteindelijk wordt opgepompt. Het studiegebied ligt ten oosten van het dorp Holten (zie figuur 1).

3.2 Kenmerken gebied en problematiek

Het gebied rond Holten heeft een landelijk karakter, dat door het aantrekkelijke coulissenlandschap (zie figuur 2) ook in trek is bij recreanten. Het noorden maakt deel uit van de bossen rond de Holterberg. In het zuiden en oosten liggen landbouwgebieden, terwijl de woonkernen en verblijfsrecreatievoorzieningen zich in het westen en midden van het gebied bevinden. De gemeente Holten heeft behoefte aan ruimte voor uitbreiding van het stedelijk gebied, waarvan onduidelijk is of dit nadelige gevolgen heeft voor de winning. Er zijn wel concrete aanwijzingen dat de landbouw een negatieve invloed op de winning heeft.



Fig. 2. Uitzicht vanaf de Schreursweg in de richting van de Holterberg.

De ondergrond is weinig reactief, dat wil zeggen dat er een weinig bufferende werking vanuit gaat. De grondwaterkwaliteit wordt dus sterk bepaald door de belasting vanaf maaiveld door atmosferische depositie en landgebruikfuncties.

De drinkwaterwinning is afhankelijk van het grondwater. De winning onttrekt water van relatief geringe ouderdom (circa 25% is jonger dan 10 jaar en circa 80% jonger dan 100 jaar). Dit maakt de winning kwetsbaar. Veranderingen in functie kunnen via de kwaliteit van het infiltrerende water al binnen 10 jaar een merkbare invloed hebben op de kwaliteit van het onttrokken grondwater.

Om de kwetsbaarheid te beperken, heeft de provincie Overijssel een gebied aangewezen waarbinnen bijzondere bepalingen gelden ten aanzien van de bescherming van het grondwater: het grondwaterbeschermingsgebied. Daarnaast is het grondwaterbeschermingsgebied Holten aangewezen als nitraatgevoelig gebied. Circa 80% van het onttrokken grondwater is afkomstig uit het grondwaterbeschermingsgebied. Circa 20% van het water, deels met een verblijftijd van 100 jaar of meer, is afkomstig van buiten het grondwaterbeschermingsgebied.

PROCESSPOOR HOLTEN: FUNCTIES EN ACTOREN

4.1 Inleiding

De methodiek voor afstemming van functies op het grondwaterbeheer start met de Oriëntatiefase van het processpoor (zie hoofdstuk 2 en DR-2 [Van den Brink e.a., 2001]).

Bij de start van de pilot Holten was de ontwikkeling van de grondwaterkwaliteit als knelpunt genoemd. De daarbij betrokken functies zijn natuur, landbouw, wonen en recreatie, alsmede de drinkwaterwinning welke als enige functie door het grondwater beïnvloed wordt. Via deze functies zijn de actoren benoemd en zijn hun belangen en wensen en de onderlinge relaties geïnventariseerd (zie figuur 3).

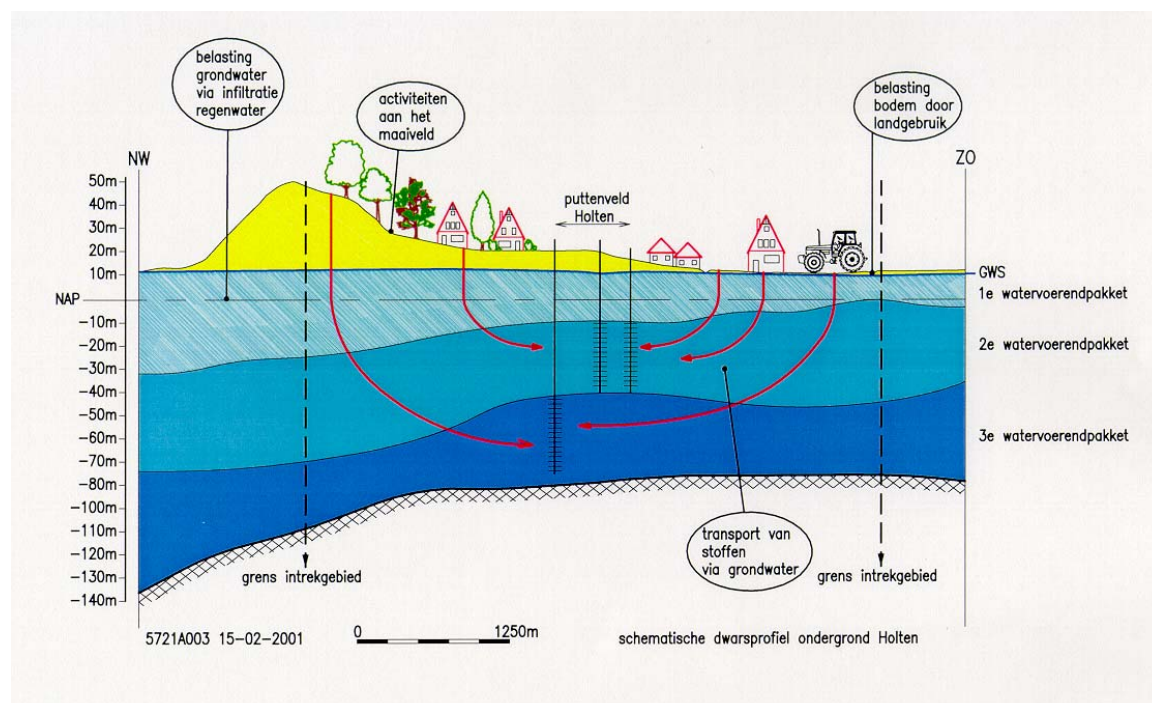


Fig. 3. Relatie tussen de functies en het grondwater bij Holten.

4.2 Relatie functies onderling

4.2.1 Winning

De provincie Overijssel heeft rond de winning een gebied aangewezen waarbinnen bijzondere bepalingen gelden ten aanzien van de bescherming van het grondwater: het grondwaterbeschermingsgebied. Dit is bijvoorbeeld vastgelegd in het Streekplan 2000+ (zie figuur 4). Daarnaast is het grondwaterbeschermingsgebied Holten aangewezen als nitraatgevoelig gebied, wat extra maatregelen met zich meebrengt betreffende de mestregelgeving. Door de bepalingen die gelden binnen het grondwaterbeschermings- annex nitraatgevoelig gebied wordt in aanvulling hierop het gebied als nitraatgevoelig gebied aangemerkt.

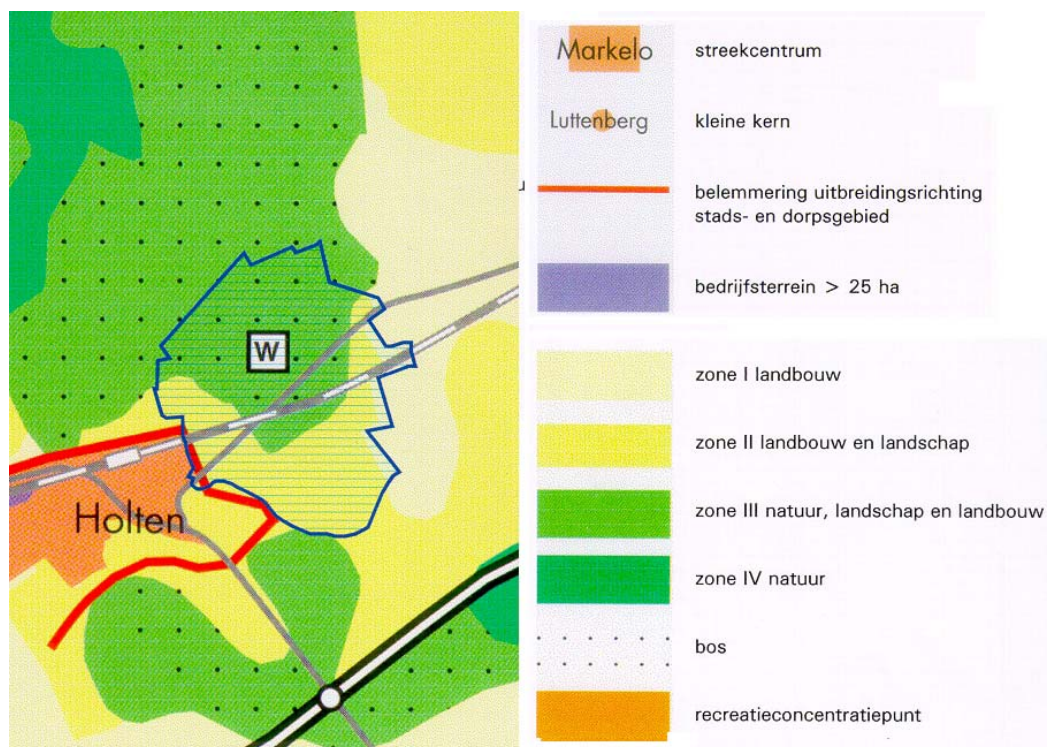


Fig. 4. Fragment van het Streekplan 2000+: Plankaart met de regionale toekenning van functies. (Bron: provincie Overijssel)

Deze beperkingen hebben betrekking op vrijwel alle overige functies:

- De landbouw, die dient te voldoen aan de nitraatnorm en diebeperkingen krijgt opgelegd ten aanzien van het gebruik van bestrijdingsmiddelen;
- De recreatie, waarvoor aanvullende voorzieningen zijn getroffen om de uitspoeling van schadelijke stoffen zoveel mogelijk tegen te gaan. Dit zijn voorzieningen in de sfeer van vloeistofdicht bestraten van een centrale parkeergelegenheid, riolering van de recreatiehuisjes etc.;
- Bebouwing, waarvoor bepalingen en beperkingen gelden ten aanzien van uitbreidingsmogelijkheden en beperkingen ten aanzien van sommige activiteiten waarvan bekend is of verwacht mag worden dat ze een bedreiging vormen voor de kwaliteit van het grondwater.

In het algemeen heeft ook de functie natuur te maken met een winning. In het studiegebied Holten is echter geen sprake van grondwaterafhankelijke natuur.

4.2.2 Natuur

De Holterberg is aangewezen als Habitatrichtlijn-gebied en ten dele ook als Vogelrichtlijn-gebied. De Habitatrichtlijn is naast bescherming van gebieden gericht op bescherming van soorten. Bij de richtlijn behoort het compensatiebeginsel. Dit heeft tot gevolg dat ruimtelijke ingrepen – die alleen mogelijk zijn bij zwaarwegend maatschappelijk belang en het ontbreken van alternatieven – gecompenseerd moeten worden.

In de Vijfde Nota geeft het rijk aan dat delen van het buitengebied met hoge landschappelijke waarden of natuurwaarden aangeduid gaan worden als groene contourgebieden. Hierbinnen geldt een 'nee, tenzij' benadering. Om de ruimtelijke samenhang en de ecologische kwaliteit binnen de Ecologische Hoofdstructuur te versterken streeft het rijk in de Vijfde Nota naar realisatie van ten minste zeven robuuste verbindingen, waaronder een verbinding tussen de Veluwe en Duitsland. Wellicht dat Holten hier onderdeel van uit kan gaan maken. De provincie heeft voor de

groene ruimte in het streekplan een zonering opgesteld (zie figuur 4). Het grondwater-beschermingsgebied ligt in de zones II (landbouw en cultuurlandschap) en III (natuur, landschap, cultureel erfgoed, landbouw). Ten aanzien van de natuur geldt het volgende in zone II:

- Behoud en ontwikkeling van landschap; hierbij behoort het behoud van kenmerkend natuurlijk reliëf, bijzondere bodems, behoud en herstel van patronen van beplantingselementen en behoud van karakteristieke openheid.

Voor zone III geldt:

- Behoud van natuurwaarden, natuurontwikkeling bevorderen;
- Handhaving van het multifunctioneel gebruik, met stimulering van de natuur-waarden;
- Recreatief medegebruik wordt bevorderd;
- Er gelden bijzondere water- en milieueisen ten behoeve van natuur: waterbeheer en emissiebeleid worden afgestemd op natuurdoelen. Dit betekent concreet dat in 2012 het milieu- en waterbeleid volledig moet zijn afgestemd op de natuurdoelen in de PEHS en een duurzame bescherming moet bieden voor de natuur in de provinciale ecologische hoofdstructuur (PEHS).

De functie natuur en de landschappelijke waarde van het gebied hebben dus belangrijke consequenties voor andere functies. Dit kan betekenen dat er fricties zullen gaan optreden vanwege beperkingen in de zin van uitbreidingsmogelijkheden van de dorpskern, nieuw(her)vestiging van landbouwbedrijven c.q. belemmeringen in de bedrijfsvoering van bestaande bedrijven en maatregelen om de recreatiedruk te verminderen of te reguleren. Aan de andere kant liggen hier nadrukkelijk kansen voor een multifunctioneel ruimtegebruik waarbij de winning, landbouw en de recreatie komen tot een functionele afstemming en zonering.

4.2.3 *Landbouw*

Ten aanzien van de functie landbouw is het rijksbeleid gericht op een landbouw-bedrijfsleven dat economisch perspectief heeft bij het gewijzigde waterbeheer: de landbouw wordt afgestemd op de gewenste kwaliteit van het water. In gebieden met bijzondere ecologische, cultuurhistorische of landschappelijke waarden is het beleid erop gericht de landbouw te laten bijdragen aan het instandhouden van deze waarden. Het rijk wil in deze gebieden en in gebieden waar de landbouw vanuit milieu en water bijzondere beperkingen worden opgelegd het innovatieve vermogen van de landbouw stimuleren. Dit moet resulteren in een aangepaste, maar rendabele bedrijfsvoering.

De provincie heeft voor de groene ruimte een zonering opgesteld. De drinkwaterwinning Holten ligt in de zones II (landbouw en cultuurlandschap) en III (natuur, landschap, cultureel erfgoed, landbouw). Ten aanzien van landbouw geldt in zone II:

- De externe productieomstandigheden worden waar mogelijk afgestemd op de agrarische behoefte;
- (Her)vestiging van landbouwbedrijven is mogelijk, mits inpasbaar in de structuur van landschap en cultureel erfgoed;
- Geen nieuwe vestiging van glastuinbouwbedrijven, wel uitbreidingsmogelijkheden voor bestaande glastuinbouwbedrijven;
- De waterhuishoudkundige situatie wordt afgestemd op de landbouw;
- Binnen waterwingebieden wordt het grondgebruik afgestemd op deze functie.

Zone III stelt:

- Verbetering van de landbouw en uitbreiding van landbouwbedrijven is mogelijk voor zover niet strijdig met de hoofdoelen. Nieuw(her)vestiging van landbouwbedrijven is niet mogelijk, tenzij onderdeel van een integraal plan waarbij per saldo tevens natuur- en landschapswinst geboekt wordt en het cultureel erfgoed behouden blijft.

De invloed van de functie landbouw op andere functies is bij de ruimtelijke ontwikkelingen beperkt: landbouw is in de meeste plannen en ontwikkelingen de functie die wordt afgestemd op de wensen en eisen van de andere functies, met name de natuur en de waterwinning.

4.2.4 *Wonen*

De Vijfde Nota geeft aan dat het bebouwde gebied voorzien moet worden van een rode contour, die de begrenzing vormt van het thans bebouwde gebied plus de tot 2015 benodigde uitbreidingen, om het buitengebied te vrijwaren van extra bebouwing. Deze contouren krijgen de status van concrete beleidsbeslissing (dat wil zeggen dat andere overheden deze beslissing in acht moeten nemen bij het opstellen van hun ruimtelijke plannen). Gebieden waar bebouwing de waterhuishouding ernstig zou verstoren komen niet in aanmerking voor uitbreidingen.

Voor de provincie zijn de natuur- en landschapswaarden, alsmede de aanwezigheid van het grondwaterbeschermingsgebied ten oosten van de kern aanleiding om ten noorden en oosten van de kern een belemmeringslijn aan te geven. Ten zuiden van Holten zijn het de natuur- en landschapswaarden. Voor de komende jaren kan het bestaande bedrijventerrein in de behoefte voorzien. Dit terrein is zo nodig in zuidelijke richting uit te breiden.

De druk van de functie wonen op de andere functies is bij de ruimtelijke ontwikkelingen in het studiegebied Holten beperkt: slechts binnen vrij nauwe grenzen is een uitbreiding van de bebouwing mogelijk, waarbij nadrukkelijk afgestemd dient te worden met de functies waterwinning en natuur.

4.2.5 *Recreatie*

Het provinciaal beleid in zone II is gericht op het bevorderen van recreatief medegebruik, mogelijkheden voor nieuwe vestiging en uitbreiding van toeristisch-recreatieve bedrijven.

Zone III stelt:

- Recreatie: geen (her)vestiging van verblijfs- en intensieve dagrecreatie, tenzij als onderdeel van een integraal plan waarbij per saldo tevens natuur en landschap winst boeken en het cultureel erfgoed behouden blijft (zoals mogelijk bij het landgoed Look, zie figuur 5);
- Buiten de bos- en natuur(ontwikkelingsgebieden) zijn er beperkte uitbreidingsmogelijkheden voor verblijfsrecreatieve bedrijven. De uitbreiding moet om economische redenen noodzakelijk en op kwaliteitsverbetering gericht zijn. Alleen als er alternatieven ontbreken zal in beperkte mate bestaand multifunctioneel bos kunnen worden benut. In dat geval zal het bos elders gecompenseerd moeten worden en dient de uitbreiding onderdeel uit te maken van een integrale gebiedsgericht aanpak, waarbij per saldo de omgevingskwaliteiten worden versterkt.

De mogelijke uitbreiding van de functie recreatie ten koste van de andere functies is bij de ruimtelijke ontwikkelingen beperkt: recreatie wordt veelal afgestemd op de functie natuur en in mindere mate op de functie waterwinning. Wel is door het bevorderen van het recreatief medegebruik en de nog steeds toenemende druk die vanuit de recreatie plaatsvindt op de natuur, ook vanuit de functie natuur een behoefte tot afstemming.



Fig. 5. Het landschap nabij Look (vanaf de Borkeldse weg).

4.3 Actoren en belangen

In het studiegebied zijn in het kader van de afstemming van de ruimtelijke ontwikkelingen op het grondwaterbeheer een aantal actoren betrokken. Dit zijn:

- WMO;
- Waterschap Regge en Dinkel;
- Gemeente Rijssen;
- Provincie Overijssel;
- Recreatie-ondernemers;
- GLTO (landbouw).

WMO

WMO heeft als primaire taakstelling het produceren en leveren van kwalitatief hoogwaardig drinkwater aan de burgers en bedrijven in haar voorzieningsgebied, nu en in de toekomst. De WMO heeft ten aanzien van de als duurzaam aangemerkte winningen een drietraps benadering ontwikkeld. Hierbij geniet het stimuleren van (landgebruiks)functies die passen bij de winning de voorkeur. Hierbij wordt gestreefd naar een 'saldo-achtige' afspraak voor het gehele gebied. Met deze 'saldo-achtige' afspraken wordt bedoeld, dat niet primair aangestuurd wordt op individuele afspraken met individuele actoren, maar dat gestreefd wordt naar afspraken die binnen het gebied als geheel 'per saldo' tot een verbetering van de bescherming c.q. vermindering van de belasting van het grondwater leiden.

In tweede instantie stelt de WMO zich actief op om afspraken te maken met derden om de belasting van het grondwater (de 'grondstof') tegen te gaan.

Voorbeelden hiervan zijn het initiëren van studieclubs voor agrariërs met het doel om belasting van de grond met meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen terug te brengen en een actieve opstelling ten aanzien van de rioleringsproblematiek (het aanleggen van een nieuwe persleiding en het rioleren van het buitengebied voor zover het valt onder de kwetsbare en zeer kwetsbare gebieden). Ten slotte ziet de WMO zich genoodzaakt het onttrokken grondwater te zuiveren of te saneren wanneer er sprake is van verontreinigingen.

Waterschap Regge en Dinkel

Het Waterschap Regge en Dinkel heeft haar visie ten aanzien van het beheer van het watersysteem uitgewerkt in de Reggevisie. In deze visie wordt vermeld dat, ten aanzien van het stroomgebied van de Regge, grondwaterwinningen veelal gesitueerd zijn op stuwwallen en dekzandruggen, waardoor ze bijdragen aan de verdroging en een belemmering vormen voor de ontwikkeling van natte natuur. Een afname van de grondwaterwinningen zou positief bijdragen aan de watervoorraad van de Regge. Het waterschap wil de negatieve invloed van de waterwinningen in het stroomgebied van de Regge ondervangen door vanuit het watersysteem een aantal alternatieve locaties aan te wijzen. Op de relatief korte termijn (2010) zijn, redenerend vanuit het watersysteem en de kwetsbaarheid van functies, winningen aangegeven die bij voorkeur dienen te worden gesloten. Dit moet in de toekomst nog meer gebiedsspecifiek worden uitgewerkt in de door het Waterschap te verrichten analyse van het watersysteem (2000-2001). Hierbij zal WMO worden betrokken. Binnen het plangebied zijn echter geen potenties voor natte natuur.

Provincie Overijssel

Holten is in het provinciaal beleid aangewezen als milieubeschermingsgebied met de functie waterwinning. Gezien het belang dat de provincie hecht aan een goede kwaliteit van het drinkwater worden de bestaande en toekomstige drinkwaterwinningen planologisch beschermd. Dit geldt voor zowel de intrekgebieden als de grondwaterbeschermingsgebieden. Het ruimtelijk beleid richt zich op het beperken van functies die strijdig zijn met de waterwinning binnen de beschermings- en intrekgebieden. Bovendien worden harmoniërende functies bevorderd, zoals (niet verdrogingsgevoelige) natuur, extensieve recreatie, parken of extensieve landbouw. Een duurzame winning die goed is ingepast in de omgeving, veroorzaakt geen verdroging en conflicten met andere ruimtelijke ontwikkelingen.

Wanneer zich functiewijzigingen aandienen zal moeten worden voorkomen dat de bescherming van het grondwater verslechtert. Zo mogelijk zal voor een verbetering worden gekozen ('stap vooruit'). Dit is een vereiste indien het gaat om herbestemmen van risicoactiviteiten.

De provincie stimuleert – in zowel het grondwaterbeschermings- als intrekgebied - het omzetten van functies die op gespannen voet staan met de belangen van de waterwinning in functies die zich beter met die belangen verdragen (Stap vooruit principe).

Gemeente Rijssen

De gemeente is ondermeer verantwoordelijk voor de riolering. Het buitengebied wordt de komende jaren gerioleerd voor zover het valt onder de kwetsbare en zeer kwetsbare gebieden. Verder is de gemeente bevoegd gezag ten aanzien van het opstellen van het bestemmingsplan en van het toetsen van ruimtelijke ontwikkelingen daaraan. De gemeente wil (ook) in de toekomst het multifunctioneel gebruik van het gebied handhaven en stimuleren. Een belangrijk aandachtspunt van de gemeente met betrekking tot de afstemming van de verschillende functies is, dat landbouw en recreatie doorgang moeten kunnen vinden en zich binnen het gebied verder moeten kunnen ontwikkelen en versterken. Hierbij wordt de aanwezigheid van de winning, ondanks de beperkingen die daaraan zijn verbonden ten aanzien van ondermeer de ruimtelijke ontwikkeling, vooral gezien als een mogelijkheid om ongewenste ontwikkelingen te weren en de landschappelijke waarden, natuurwaarden en rust te behouden of te versterken.

Recreatie-ondernemers

De aanwezigheid van de Holterberg en het als fraai ervaren coulisselandschap, zorgen in het gebied voor een aanzienlijke recreatiedruk. Dit zal naar verwachting nog toenemen wanneer de Holterberg de status van nationaal park heeft.

De recreatie-ondernemers zien de aanwezigheid van de winning vooral als een planologische bescherming van de 'rust en ruimte' in het gebied en daarmee voor het behoud of de versterking van de landelijke kwaliteit. Als belangrijkste bedreiging noemen ze de recreatieve nevenactiviteiten van agrariërs.

Landbouw

In het grondwaterbeschermingsgebied Holten bevindt zich een beperkt aantal grotere boerenbedrijven. Daarnaast zitten er een aantal kleinere 'hobbyboeren'. De bedrijven betreffen voornamelijk gemengde veehouderij (varkens, vlees- en melkkoeien) met weide- en maïspcelen. In het gebied is men actief in door de WMO geïnitieerde studieclubs, onder andere met het doel om de belasting van de grond met meststoffen en bestrijdingsmiddelen terug te brengen in overeenstemming met een goede landbouwpraktijk, dat wil zeggen dat op een naar de omgeving verantwoorde en voor de agrariër rendabele manier geboerd wordt.

Agrarische bedrijven zullen in het gebied aanwezig blijven, maar kunnen alleen bedrijfszeker blijven wanneer de regels ten aanzien van bemesting en het gebruik van bestrijdingsmiddelen niet nog strenger worden. GLTO is van mening dat de verwevenheid van functies, waaruit het ook voor de recreatie aantrekkelijke coulisselandschap is ontstaan, ook de basis moet zijn voor het uitwerken van toekomstige ontwikkelingen: dit betekent dat ze openstaat voor het afstemmen van bijvoorbeeld de functies recreatie, waterwinning, landbouw en natuur.

Gebiedsgericht proces

In de situatie, zoals die in Holten, voelt geen enkele instantie zich gerechtigd de coördinatie op zich te nemen. Geen enkele partij of instantie heeft het mandaat en het overzicht dat nodig is om een koppeling te maken tussen het beheer van het bodemsysteem en de afstemming en integratie van functies. Pas nadat het waterleidingbedrijf en de provincie gezamenlijk het initiatief namen (in dit SKB-project), kwam een proces op gang dat een bijdrage zou kunnen gaan leveren aan deze koppeling. Wel droegen de studieclubs, die de WMO heeft geïnitieerd, bij aan de vermindering van de druk vanuit de landbouw op het grondwatersysteem.

Mede gestimuleerd door een aantal ruimtelijke ontwikkelingen zijn de verschillende actoren ervan overtuigd, dat het zinvol is de verschillende functies op elkaar af te stemmen en te integreren. De actoren staan daarmee open voor het opstellen van een gezamenlijke gebiedsvisie. Centraal in deze gebiedsvisie is het streven naar het behoud of de versterking van de landschappelijke kwaliteit, als motor achter de economische –vooral recreatieve- ontwikkelingen. Dit landschap –een coulisselandschap– is het resultaat een eeuwenlange verweving van functies, waaronder zeker ook de landbouw. Het is daarmee ook voor de functies 'natuur', 'recreatie', maar ook 'bebouwing' van groot belang dat er een kleinere, maar levensvatbare en economisch duurzame landbouw in het gebied mogelijk is.

Uit een eerste inventarisatie bleek, dat de actoren verschillende belangen en doelen hebben aangaande het grondwatersysteem en de inrichting en ruimtelijke kwaliteit van het landschap. Ook is het besluitvormingsproces nog niet duidelijk. Immers, de WMO heeft formeel geen bevoegdheid en binnen de provincie is de coördinerende rol nauwelijks ingevuld. Daarbij komt, dat de provincie vooral taakgericht is georganiseerd en er daardoor geen vanzelfsprekende koppeling is tussen het afstemmen en integreren van functies aan maaiveld en het beheren van het bodemsysteem. Aan de andere kant geven de actoren aan, weinig te voelen voor een 'stroperig proces' waarin het onduidelijk is wie wat beslist en wanneer. De gemeente stelt daarom voor, gebaseerd op het draagvlak binnen het gebied, zelf de bestuurlijke koppeling met het bestemmingsplan te maken.

Daarnaast zal het onverkort opleggen van generieke normen – zoals de nitraatrichtlijn – tot een verstoring van het gebiedsgerichte proces leiden. Immers, wanneer de overall kwaliteit, die bij de winning onttrokken is, voldoende is, en de overige actoren tevreden zijn met de afspraken die leiden tot een verbetering van de ‘landschappelijke kwaliteit’, bestaat er weinig draagvlak voor aanvullende maatregelen. Daarnaast houden generieke normen geen rekening met de lokale situatie.

TECHNISCH SPOOR HOLTEN: BELASTING EN GRONDWATERKWALITEIT

5.1 Inleiding

Het technisch spoor voor de pilot Holten is opgestart met de vraag vanuit het processpoor naar de benodigde informatie om de knelpunten in de huidige situatie te benoemen en vast te stellen hoe deze door de autonome ontwikkelingen veranderen.

In een eerste probleemverkenning is vastgesteld welke factoren mogelijk tot conflicten leiden bij Holten. Deze zijn benoemd als 'maatgevende parameters'. Vervolgens zijn inventarisaties uitgevoerd van de belasting van de ondergrond door de landgebruiksfuncties, van de overige belasting en de samenstelling van de ondergrond. Ook is een technisch instrument ontwikkeld waarmee de consequenties van de autonome ontwikkelingen bepaald zijn. Dit betreft met name de ontwikkeling van de ondiepe grondwaterkwaliteit en de kwaliteit van het diepe grondwater dat door de winning wordt opgepompt.

Over de inhoud en de vorm van deze informatie is overlegd met de betrokkenen in het processpoor. In twee workshops met de betrokkenen is vastgesteld wat het technisch spoor in deze Oriëntatiefase van de methodiek moet aanleveren aan het processpoor en zijn ook afspraken gemaakt over de informatie die in het processpoor nodig is in de Integratiefase.

5.2 Inventarisatie

5.2.1 *Maatgevende parameters*

Bij de relatie tussen landgebruiksfuncties en grondwater zijn in het algemeen de kwantiteit (stijghoogte, kwelflux) en kwaliteit van belang. Bij Holten vormt de kwantiteit geen probleem en is de drinkwaterwinning de enige grondwaterontvangende functie. De kwaliteit wordt hierdoor beschouwd in relatie tot de drinkwaterwinning. Hierbij worden de stoffen die nu of in de nabije toekomst de drinkwaternorm benaderen aangeduid als maatgevende stoffen. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat het hier om nitraat, sulfaat, hardheid, zware metalen (speciaal nikkel) en organische microverontreinigingen gaat [Griffioen en Buijs, 1999]. Naast deze stoffen is het zinvol chloride en pH aan te merken als maatgevende componenten. Chloride is sterk gerelateerd aan menselijke activiteiten (zowel in het landelijke als stedelijke gebied) en gedraagt zich conservatief in de bodem. De pH is een parameter die de grondwatersamenstelling mede controleert en specifiek de sorptie van sporenelementen aan de grond sterk bepaald. Fosfaat en ammonium verdienen geen speciale aandacht, omdat de aanwezigheid van deze stoffen in het grondwater in de regel een natuurlijke en geen functiegerelateerde oorzaak heeft. De concentratie bij de onttrekkingsputten is dan niet of weinig door landgebruikfunctie bepaald. Overschrijding van de drinkwaternorm (van fosfaat) doet zich ook niet frequent voor. Uit de uitgevoerde analyse van de grondwaterkwaliteit in relatie tot drinkwaterwinning, kan opgemaakt worden dat belasting van het grondwater- en bodemsysteem door de verschillende functies goed kan worden gekwantificeerd met de volgende parameters:

- nitraat;
- sulfaat;
- chloride (als conservatieve stof);
- hardheid;
- bestrijdingsmiddelen / organische microverontreinigingen;
- pH (en Al);
- sporenmetalen (in de eerste plaats nikkel, maar ook arseen, zink en cadmium).

In het basisprojectplan is afgesproken de beschrijving van de pH en het gedrag van sporenmetalen, zoals nikkel, buiten beschouwing te laten vanwege de complexe modellering van de pH en de sterke relatie van de mobiliteit van sporenmetalen met de pH. Ten aanzien van bestrijdingsmiddelen is bekend dat zich een bromacil-verontreiniging voordoet door het gebruik van dit middel als onkruidbestrijdingsmiddel op spoorwegen (mededelingen WMO; [Griffioen & Buijs, 1999]). De specifieke bromacilverontreiniging wordt hier niet nader beschouwd, omdat het een historische verontreiniging betreft die niet meer door maatregelen aan maaiveld beïnvloed kan worden. Ten aanzien van de hardheid kan opgemerkt worden dat er geen geschikte modellen of modules zijn die de hardheid bij de grondwaterspiegel kunnen beschrijven.

5.2.2 Belasting

De schakel tussen de landgebruiksfuncties en de grondwaterkwaliteit is de belasting met verontreinigende stoffen die aan maaiveld plaatsvindt. Idealiter zou deze belasting van alle voorkomende functies bekend zijn op een hydrologisch relevante tijdschaal, bijvoorbeeld vanaf 1950 of zelfs nog eerder. In veel gevallen bestaan er geen cijfers over de belasting zelf, maar moet die worden afgeleid uit andere gegevens, zoals is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Belasting met verontreinigende stoffen aan maaiveld.

Functie	Kenmerk belasting	Belangrijkste databronnen	Historische info	Detailniveau inventarisatie
Stedelijk gebied	Zeer heterogeen door groot aantal actoren en activiteiten per hectare	Gegevens grondwaterkwaliteit, beperkt aantal studies	Niet of weinig	Vanwege heterogeniteit worden activiteiten/belasting verdeeld gedacht over de 'stad' als geheel
Landbouw	Vrij homogeen per hectare; wel verschillen op hoger schaalniveau	CBS-gegevens, landbouwkundige literatuur, studies, bewerkte gegevens	Vanaf 1900/1950	Afhankelijk van de brondata wordt de belasting uitgewerkt per provincie/regio of op gemeenteniveau
Recreatie	Heterogeen door verscheidenheid actoren en activiteiten	Gegevens stofbalansen, beperkt aantal studies	Niet of weinig	Vanwege heterogeniteit worden activiteiten / belasting verdeeld gedacht over de recreatie-eenheid als geheel
Bos/natuur	Beperkt aantal actoren, wel verschillen in type bos/ natuur	Studies/bewerkte gegevens	Regenwatersamenstelling vanaf jaren 70; Enkele proeflocaties	Vanwege de onzekerheid in sturende processen in de bodem is de inventarisatie uitgevoerd op het niveau van een 'bos' als geheel; bij geringe biogeochemische interactie is atmosferische depositie als term afdoende

Stedelijk gebied en recreatie

In stedelijke gebieden is de belasting zeer heterogeen en is sprake van een grote verscheidenheid aan activiteiten. Bovendien is er nauwelijks onderzoek gedaan naar stedelijke belasting dat aansluit bij het schaalniveau van het project, noch naar de kwantificering van de bronnen, noch naar de concentraties in het ondiepe grondwater. Uit het uitgevoerde literatuuronderzoek bleek, dat de uitgevoerde kwantificeringen in de regel uitgaan van een groot aantal schattingen en aannames en dat de verificatie van de resultaten veelal ontbreken. Ook voor recreatiegebieden is nauwelijks iets bekend van de belasting.

Gegevens over de grondwaterkwaliteit bleken een realistischer inschatting van de belasting van het grondwater in stedelijk gebied mogelijk te maken dan stofbalansen en inventarisaties van de

activiteiten. Op basis van de gegevens uit het landelijk meetnet grondwater van het RIVM is deze belasting gekwantificeerd.

Landbouw

De belasting die gekoppeld is aan de functie landbouw is ontleend aan enerzijds basis-informatie van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en anderzijds ontleend aan studies die specifiek zijn uitgevoerd naar de belasting van bodem en grondwater door de landbouw. Hierbij is in belangrijke mate uitgegaan van CLM-studies [CLM, 1995; CLM, 1997; CLM, 1999] en mondelinge mededelingen van medewerkers van de Dienst Landbouw Voorlichting (DLV).

Belasting met meststoffen

In het gebied is de belasting met meststoffen sterk gerelateerd aan de intensiteit van de veehouderij. Vanaf het begin van de jaren '60 is sprake van een stijging van de productie van dierlijke mest, terwijl tegelijkertijd de areaal cultuurgrond gelijk blijft of zelfs afneemt. De oorzaak voor de sterke stijging van de dierlijke mest komt met name door de sterke stijging van het aantal varkens. De mestproductie in de (voormalige) gemeente Holten is hoger dan de gemiddelde productie in de provincie Overijssel, die weer hoger is dan het landelijke gemiddelde.

Belasting met bestrijdingsmiddelen

'Het actuele middelengebruik en het gebruik in het (recente) verleden zijn slechts bij uitzondering bekend, bijvoorbeeld op basis van informatie van telers of de groothandel' [KIWA, 1999]. Kijkend vanuit de in het grondwater aangetroffen middelen, kan voor de functie landbouw een aantal middelen worden onderscheiden die onder specifieke omstandigheden in het grondwater kunnen worden aangetroffen. Voor grasland en maïs, vooral onder anaërobe omstandigheden, zijn de voornaamste risicostoffen bentazon, MCPA en mecoprop. Voor bouwland (waaronder aardappels en granen) en onder aërobe en anaërobe omstandigheden, zijn de belangrijkste risicostoffen 1,2-dichloorpropaan, MITC en pendimethalin [KIWA, 1999].

Om een indruk te krijgen van de mate waarin de nu gebruikte middelen een bedreiging vormen voor het grondwater, kan de mate van uitspoeling theoretisch uitgedrukt worden als score op de milieumeetlat. Hierbij wordt een lineair verband verondersteld tussen de score en de concentratie bestrijdingsmiddelen in het grondwater. Een score van 100 MBP correspondeert met een concentratie van 0,1 µg/l in het bovenste grondwater. Deze milieumeetlat is in Holten toegepast in het kader van een stimuleringsprogramma [CLM, 1995]. Dit stimuleringsprogramma is in 1999 geëvalueerd [CLM, 1999]. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5. Gemiddelde MBP per hectare voor deelnemers aan stimuleringsprogramma [CLM, 1999].

Gewas	1996	1997	1998
Aardappelen		636	81
Granen	552	6	4
Maïs	1202	230	285

Geen van de bij de evaluatie gebruikte middelen wordt in de KIWA-studie naar de bestrijdingsmiddelen in grondwater genoemd. Dit betekent niet dat ze geen gevaar vormen voor het grondwater, maar dit illustreert de spanning tussen het huidige gebruik van bepaalde middelen en de middelen die in het verleden zijn gebruikt (en momenteel deels verboden) en voor problemen zorgen. Juist deze historische belasting is moeilijk te kwantificeren, omdat daarvoor de noodzakelijke invoergegevens doorgaans ontbreken.

Bos/natuur

In Nederland bestaat de belasting in bos- en natuurgebieden uit atmosferische depositie. Deze wordt sinds de jaren 70 van de 20^e eeuw in Nederland systematisch verzameld door het RIVM/KNMI. Dit regenwaterkwaliteitsmeetnet is in veel gevallen voldoende geschikt.

De atmosferische depositie die in bosgebieden wordt ingevangen is vanwege de ruwheid van het oppervlak in de regel hoger dan in de 'gladde' gebieden. Schattingen voor deze invangfactoren zijn een factor 1,4 voor loofbos, 1,7 voor licht naaldbos (bijvoorbeeld grove den) en 2,2 voor donker naaldbos (bijvoorbeeld douglas) [Tietema, 1999; Tietema UvA, mondelinge mededeling 2002].

Conclusie

Uit de uitgevoerde inventarisatie van de functiegerelateerde belasting is geconcludeerd dat deze een voldoende basis vormt om zinvolle berekeningen van de kwaliteit van het bovenste grondwater uit te voeren. Voor de functies landbouw en bos / natuur is de belasting tijdsafhankelijk voor de periode 1950 – 2000 geïnventariseerd. Voor de functies stedelijk gebied en recreatie is de belasting weergegeven als een vrijwel constante waarde, die slechts beïnvloed wordt door het verloop in de atmosferische depositie.

5.2.3 Schematisatie ondergrond

De ondergrond van het studiegebied Holten is geschematiseerd wat betreft de geohydrologische en geochemische aspecten. Deze schematisaties zijn nodig voor het technisch instrument waarmee de ontwikkelingen van het grondwater berekend kunnen worden en geven inzicht in de mogelijke buffering in de ondergrond van de belasting door de landgebruiksfuncties.

De ondiepe ondergrond bestaat voornamelijk uit grove, weinig reactieve fluviatiele of fluvioglaciale zanden. De diepere ondergrond bestaat uit fijne mariene zanden. Sedimentanalyses tonen pyriet en kalk aan in de diepere ondergrond, waardoor zowel ten aanzien van de zuurgraad als de redoxtoestand reactiviteit bestaat, wat in bufferend vermogen resulteert. Door het bufferend vermogen wordt de indringing van het oxidatiefront vanaf het maaiveld naar beneden tegengehouden. Het front is de weinig reactieve lagen gepasseerd en bevindt zich nu aan de bovenkant van de reactievere lagen (zie figuur 6).

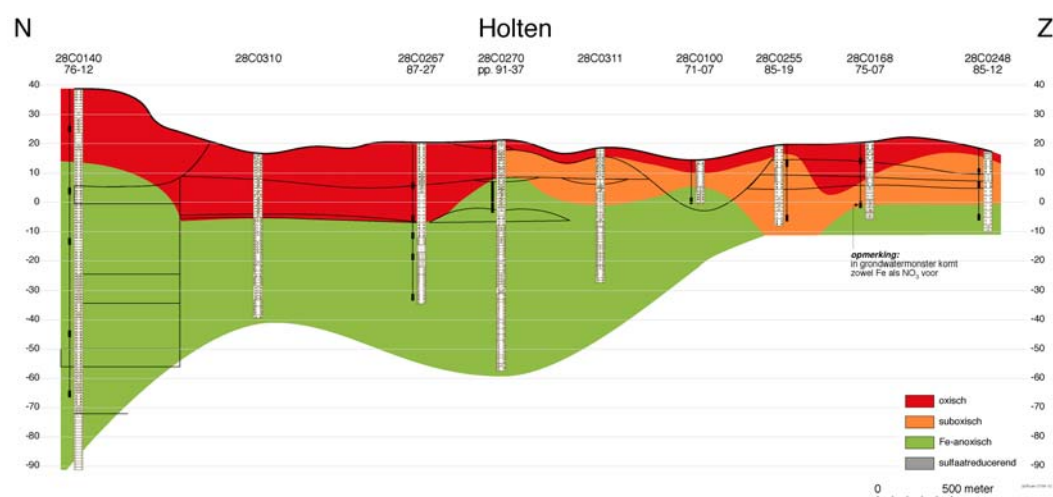


Fig. 6. Redoxtoestand in noord-zuid profiel over het waterwingebied Holten.

Figuur 7 geeft de zuur/base-toestand weer. Naast de pH zijn de verzadigingsindices voor calciet (CaCO_3) en sideriet (FeCO_3) beschouwd. Deze variabelen zijn van belang, omdat ze de alkaliniteit, Ca- en Fe-concentratie kunnen controleren. Daarnaast duidt kalkevenwicht tezamen met

neutrale pH op pH-buffering van de ondergrond, hetgeen interessant is in relatie met potentiële of actuele verzuring.

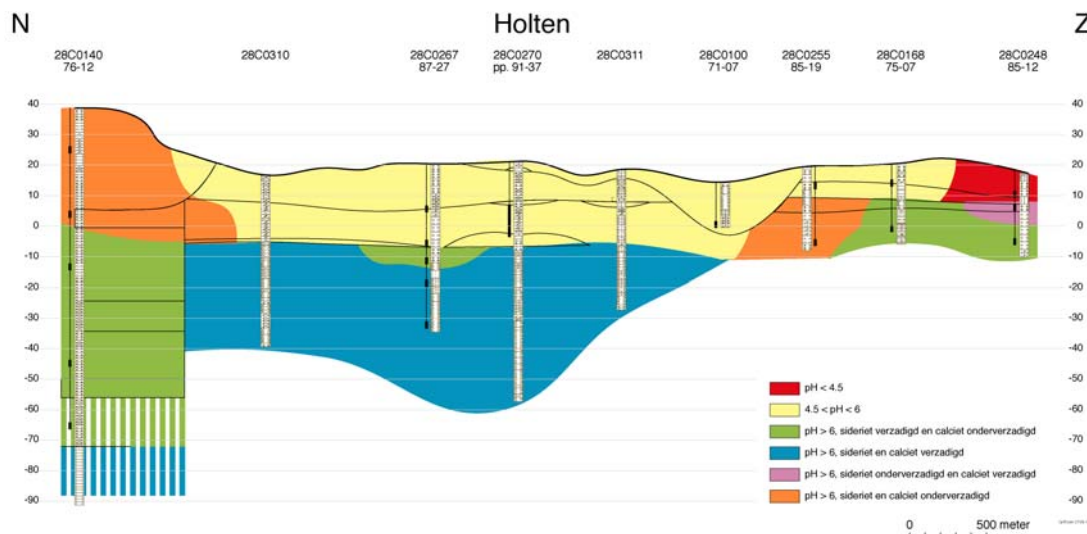


Fig. 7. Zuur/base-toestand in Noord-Zuid profiel waterwingebied Holten.

5.3 Technisch Instrument

Het technisch instrument bestaat uit het in dit project ontwikkelde MD-SAT (zie DR-4 [Van den Brink & Van Immerzeel, 2002]) en het bestaande Geïntegreerd Transportmodel (GT) dat door TNO en Kiwa is ontwikkeld. Essentieel voor de rol die het technisch instrument moet vervullen in het technisch spoor ter ondersteuning van het processpoor is een instrument dat enerzijds sterk geënt is op geografische informatiesystemen en anderzijds in staat is de belasting als gevolg van functies door te vertalen naar de temporele invloed op het grondwater. Daarnaast dient er een sterke relatie te zijn met functies en het wijzigen daarvan. Bovendien moet 'communicerbare informatie' gegenereerd worden.

MD-SAT berekent de samenstelling van het ondiepe grondwater onder invloed van de functies. Het programma heeft een modulaire opzet, waarin gemakkelijk modules toegevoegd of verwijderd kunnen worden. De modules zijn gekozen op basis van natuurwetenschappelijke, communicatieve en economische criteria.

Natuurwetenschappelijke criteria

De modules moeten gebaseerd zijn op een wetenschappelijk acceptabele benadering en geschikt zijn voor de relevante tijd- en ruimteschaal van de vraagstelling. Het ruimtelijke schaalniveau betreft daarmee functies of groepen van functies die onderdeel uitmaken van een streekplan of eventueel reconstructieplan.

De tijdschaal waarop de uitspraken van MD-SAT beoordeeld worden, ligt minimaal in de orde van enkele jaren. Bij een vergelijking van scenario's worden de 'evenwichtssituaties' behorend bij een bepaalde functie met een bepaalde belasting vergeleken.

Communicatieve criteria

De acceptatie van de eventuele verschillen die bepaalde functies hebben met betrekking tot de belasting van het grondwater door de actoren en eindgebruikers is daarom van belang. De modules moeten afkomstig zijn van universiteiten of instituten die ervaring hebben op het gebied van het modelleren van de uitspoeling van stoffen naar het grondwater als gevolg van belasting aan maaiveld op regionaal niveau of waarvan de modules reeds gebruikt worden. In aanvulling hierop dienen de modules getest en geverifieerd te zijn.

Economische criteria

De kosten en doorlooptijd van data-acquisitie en berekeningen dienen in overeenstemming te zijn met de omvang van het gebiedsgerichte proces.

Wat betreft analyse en visualisatie worden geen eisen aan de modules gesteld omdat MD-SAT is gemaakt op basis van de bestaande gebruikersschil van TRIWACO (zie <http://www.triwaco.nl>), waarin uitgebreide mogelijkheden aanwezig zijn voor deze taken.

GT bestaat uit de modules gebaseerd op MT3D en PHREEQC, wat algemeen geaccepteerde programma's zijn voor stoftransport en chemische omzettingen in het verzadigde grondwater. Het berekent de grondwaterstroming niet zelf, maar is daarvoor afhankelijk van invoer in een formaat zoals dat door bijvoorbeeld MODFLOW gegenereerd kan worden. MODFLOW is een geverifieerd simulatieprogramma voor verzadigde grondwaterstroming, dat in deze studie is toegepast op een geijkt TRIWACO-model.

Voor het onverzadigde deel van het grondwater is minder consensus en een grotere verscheidenheid aan programma's. Er was geen bestaand programma beschikbaar dat aan de eisen voldeed. Daarom is MD-SAT ontwikkeld, dat het mogelijk maakte om bestaande programma's die een deel van de eisen vervulden als modules naast elkaar te gebruiken. De selectie van modules die in MD-SAT opgenomen moesten worden om op basis van de landgebruiksfuncties goede voorspellingen te doen van het ondiepe grondwater heeft veel inspanning gevraagd. Na een uitgebreide inventarisatie bleken de volgende beschikbare modules zinvol te zijn voor MD-SAT (zie tabel 6).

Tabel 6. Zinnvolle beschikbare modules voor MD-SAT.

Module	Functie(s)	Parameters	Type model	Instituut/Referentie
SPREAD	Landbouw, evt. Natuur, wonen en recreatie	Stikstof, sulfaat, chloride, hardheid	Empirische relaties	Kiwa / [Beekman, 1998]
WANDA	Bossen, evt. Landbouw	Stikstof	Empirische relaties geijkt aan onderzoek op proeflocatie	UvA / [Tietema 1999, 2000]
Metamodel-N	Landbouw, evt. natuu.	Stikstof	Metamodel gebaseerd op resultaten dynamisch numeriek deterministisch model (ANIMO)	Alterra / [Mol-Dijkstra e.a., 1999]; [Boers e.a., 1997]
BM-Meetlat	Landbouw	Bestrijdingsmiddelen	Metamodel gebaseerd op dynamisch numeriek deterministisch model (PESTRAS).	CLM / [Reus, 1992]
AF-model	Onafhankelijk van functie	Bestrijdingsmiddelen	Analytisch model.	RIVM / [Tiktak, 2001]; [Jury e.a., 1987, 1989]; [Loague 1996]; [Boesten & van der Linden, 1991]; [Van der Zee & Boesten, 1991]
FCM-clusters	Wonen/ recreatie, landbouw, natuur	Macrochemie; enkele microparameters	Statistische clustering chemie grondwater	Royal Haskoning / [Frapporti, 1994]; [Griffioen e.a., 2002]

5.4 Berekeningsresultaten

5.4.1 Bepaling intrekgebied en verblijftijden in de ondergrond

Op basis van een bestaand TRIWACO-model [IWACO, 1993] is een MODFLOW-model gemaakt waarmee stroombaanberekeningen zijn uitgevoerd. De herkomst en verblijftijd van het water dat onttrokken wordt door de winning is weergegeven in figuur 8. Kenmerkend is de langgerekte ligging van het intrekgebied in NW-ZO richting. Met name voor de westelijke rand en de uiterste punten van het intrekgebied worden hoge reistijden naar de winning aangetroffen.

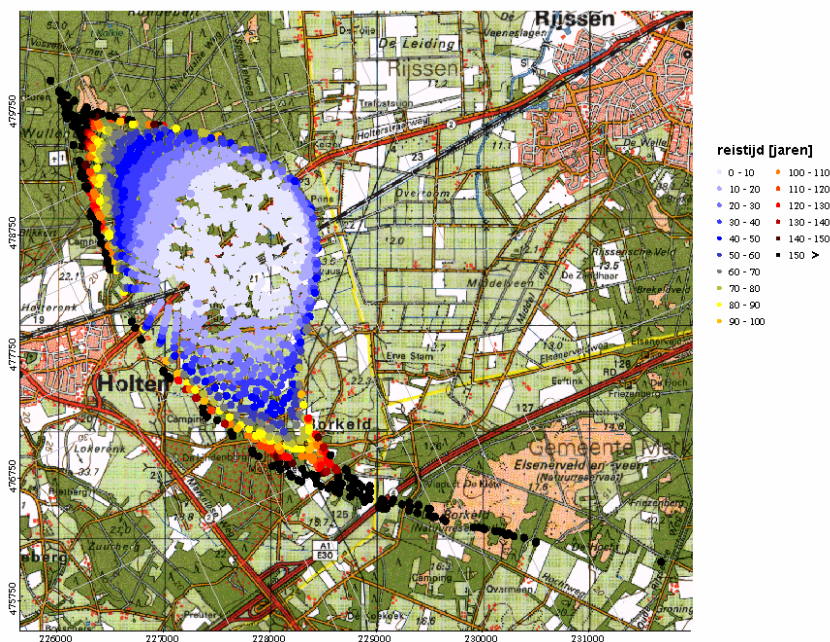


Fig. 8. Reistijden en herkomst onttrokken grondwater intrekgebied Holten.

Naast de reistijden is het ook belangrijk om te weten door welke geologische afzettingen het grondwater stroomt vanaf maaiveld naar de pompputten. Dit bepaalt welke hydrogeochemische reacties kunnen optreden tijdens grondwatertransport. Uit de analyse van de stroombanen is gebleken, dat de diepe putten (vanaf 1985 operationeel) grondwater onttrekken dat geïnfiltriseerd is aan de randen van het intrekgebied. Dit water stroomt onder het door ondiepe putten onttrokken grondwater door de diepere reactieve mariene afzettingen. De ondiepe putten onttrekken water uit de ondiepe niet of nauwelijks reactieve fluviale en fluvio-glaciale afzettingen.

5.4.2 Kwaliteit bovenste grondwater

Voor de geselecteerde parameters en de geïnventariseerde belasting is de kwaliteit van het bovenste grondwater berekend met MD-SAT op basis van de geïnventariseerde belastinggegevens. De simulatie is uitgevoerd voor 51 jaar van 1950 tot 2001. De invoer is per jaar gespecificeerd en ook is per jaar de concentratie berekend voor nitraat, sulfaat, chloride en bestrijdingsmiddelen.

Nitraat

De nitraatconcentraties zijn sterk afhankelijk van de functie, zie figuur 9. Het berekende verloop voor nitraat onder landbouwgebieden is weergegeven in figuur 10. Hierbij is voor landbouw onderscheid gemaakt tussen algemeen bouwland en maïs. Het zijn typerende waarden voor de zandige bodem en grondwatertrap VII die in het grootste deel van het studiegebied voorkomen. Verder is de aanname relevant, dat voor de gehele berekeningsperiode een belasting van bouwland is aangenomen die vanuit landbouwkundig oogpunt juist is. Hierdoor is de belasting van

bouwland -met uitzondering van de periode rond 2000- redelijk constant. In geval van grasland en maïsland is een veel sterkere relatie met de mestproductie in het gebied zichtbaar, die ook tot uitdrukking komt in de berekende nitraatconcentratie.

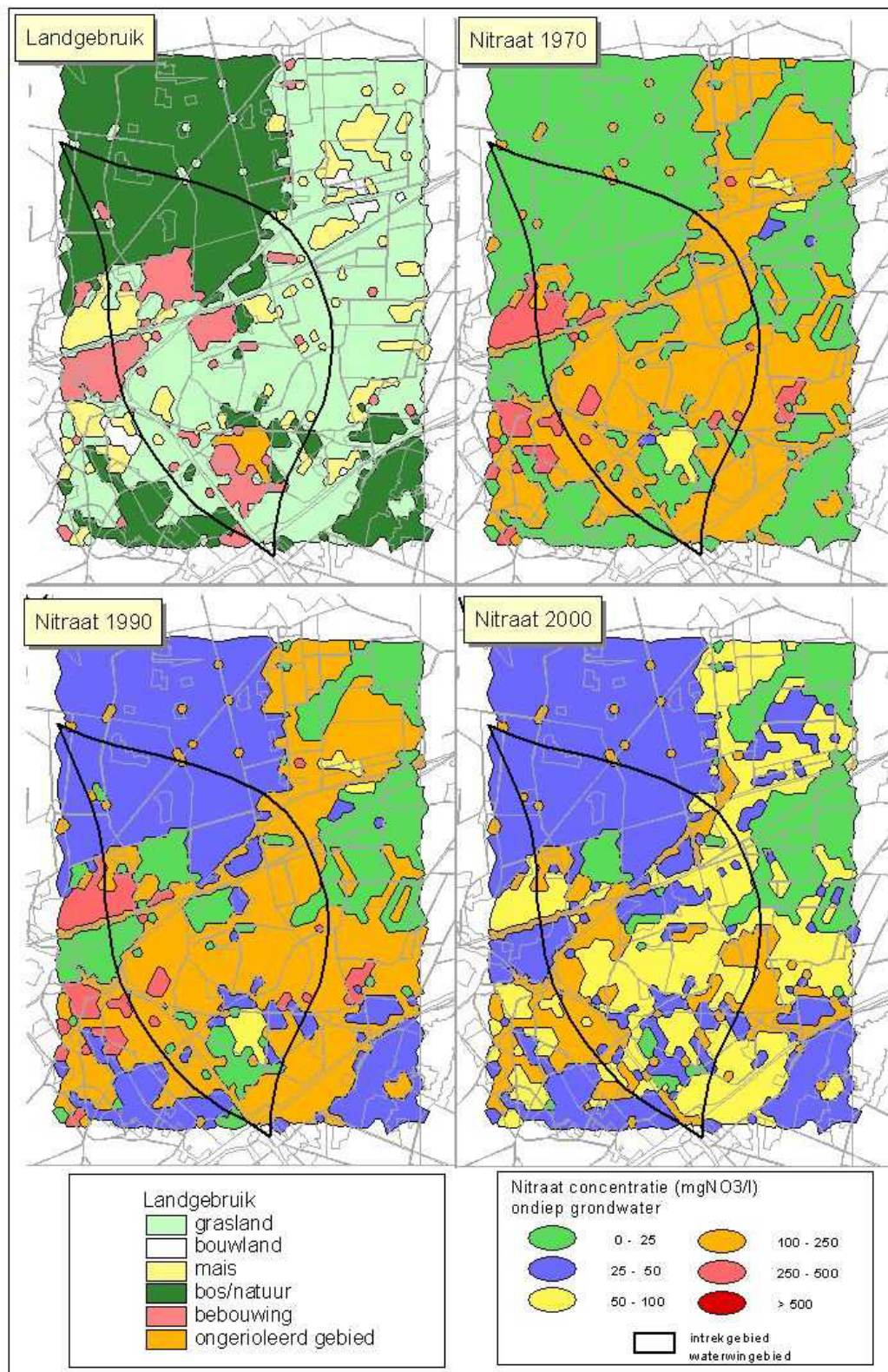


Fig. 9. Ruimtelijk beeld van het landgebruik en de berekende nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater in 1970, 1990 en 2001.

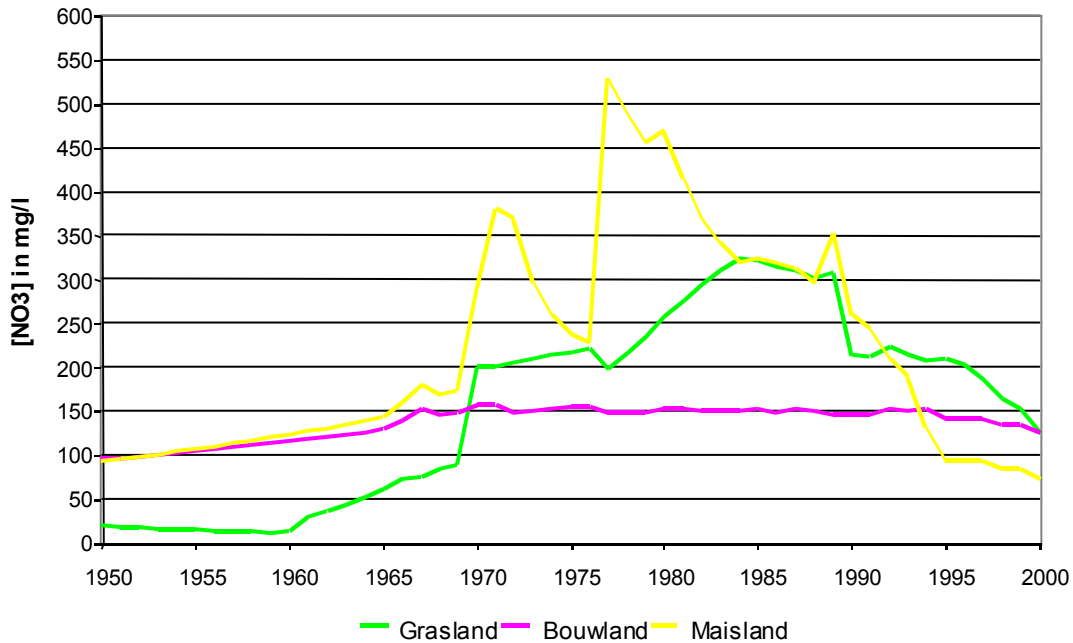


Fig. 10. Berekend verloop nitraatconcentraties van het ondiepe grondwater.

Uit figuur 10 blijkt, dat ook in de periode rond 2000 het bovenste grondwater in het landbouwgebied niet voldoet aan de EU-norm van 50 mg NO₃/l. Het grootste deel van dit gebied heeft concentraties tussen 50 en 125 mg NO₃/l. In de bosgebieden in met name het noordelijk deel van het studiegebied wordt een concentratie berekend van net boven de 25 mg NO₃/l. Deze concentraties worden met name bepaald door de vermistingsituatie in de landbouwgebieden en de atmosferische depositie in de bos- en natuurgebieden.

Er zijn weinig nitraatconcentraties in het gebied gemeten waar de berekende concentraties mee vergeleken kunnen worden. In een onderzoek naar de effectiviteit van de mestbeperkende maatregelen binnen het grondwaterbeschermingsgebied Holten werden in 1993 in het bodemvocht op 1,5 m-mv nitraatconcentraties gemeten van 228 en 325 mg NO₃/l onder respectievelijk grasland- en maïslandpercelen (een gemiddelde waarde over respectievelijk 10 en 5 percelen). In de uitgangssituatie (1990) werden nitraatconcentraties gemeten van 252 en 700 mg NO₃/l onder respectievelijk grasland- en maïslandpercelen [Van Beek et al., 1994].

Verder zijn er concentraties gemeten op een diepte van 10 m-mv. De verhoudingen voor bebouwing/recreatie, landbouw en bos, zijn respectievelijk 12, 58 en 8 mg NO₃/l. Deze verhoudingen komen overeen met de verhoudingen tussen de berekende waarden voor de verschillende functies. De berekende concentraties van het bovenste grondwater zijn echter aanzienlijk hoger dan deze metingen van het diepere grondwater.

Wanneer de berekende concentratieniveaus afgezet worden tegen de belasting enerzijds – een vrij goed kwantitatief inzicht in de vermistingsituatie en atmosferische depositie binnen het gebied – en de metingen van de grondwaterkwaliteit anderzijds, wordt geconcludeerd dat zowel het patroon als het absolute niveau van de berekende concentratie voldoende zijn voor het doorvertalen van deze concentratie naar het te onttrekken c.q. onttrokken grondwater.

Figuur 9 en 10 illustreren de sterke toename in de berekende nitraatconcentraties als gevolg van de toename in de dierlijke mestproductie vanaf de jaren 70 tot halverwege de jaren 80.

Uit de berekende nitraatconcentraties blijkt dat er een aanzienlijk nitraatfront op weg is naar de winning. Ook wordt uit de berekeningen duidelijk, dat ook in de huidige situatie in grote delen van het intrekgebied de nitraatnorm van 50 mg NO₃/l overschreden wordt.

Sulfaat

De berekende sulfaatconcentraties worden in zeer sterke mate bepaald door de atmosferische depositie en het verloop daarin. Alleen in de periode 1980 – 1990, toen sprake was van een zeer aanzienlijke mestgift, speelde ook de sulfaatbelasting via dierlijke mest een belangrijke rol. In de overige periodes (dus ook tegenwoordig) is de sulfaatbelasting die met dierlijke mest op landbouwgronden aangevoerd wordt niet of nauwelijks voldoende voor het voldoen aan de gewasbehoefte van landbouwgewassen. De berekende sulfaatconcentraties (minder dan 50 mg SO₄/l in het gehele intrekgebied) vormen geen bedreiging voor de winning.

Chloride

De berekende chlorideconcentraties worden vooral bepaald door de dierlijke – en kunstmestgift. Daarnaast speelt het gebruik van strooizout een rol op met name de grotere wegen. Uit de berekeningen blijkt de chloridebelasting in met name de landbouwgebieden duidelijk verhoogd ten opzichte van de natuurlijke situatie, maar deze concentraties vormen geen bedreiging voor de drinkwaterwinning. Dit komt overeen met de bevindingen uit een evaluatie van het grondwaterkwaliteitsmeetnet Overijssel [Van den Brink & Frapporti, 1998]; [Van den Brink & Frapporti, 2002], waaruit blijkt dat de chlorideconcentratie van niet antropogeen beïnvloed grondwater voor de Overijsselse situatie 20 – 25 mg Cl/l is.

Bestrijdingsmiddelen

Van de bestrijdingsmiddelen is geen ontwikkeling in de belasting bekend, zodat ervoor gekozen is de uitspoeling van bestrijdingsmiddelen bij verschillende spuitschema's als uitgangspunt te nemen. Deze spuitschema's zijn de CLM-scenario's 'gangbaar', 'minder actieve stof' en 'grondwater vriendelijk'. Voor het stedelijk gebied is voor het scenario 'gangbaar' en 'minder actieve stof' aangenomen dat de geïventariseerde belasting met bestrijdingsmiddelen bestaat uit het onkruidbestrijdingsmiddel dichlobenil dat ook in stedelijk grondwater wordt aangetroffen. Er is bij wijze van 'worst case' uitgegaan van een organische stofklasse van minder dan 1,5%. In geval van een grondwater vriendelijke onkruidbestrijding is aangenomen dat er geen belasting van het grondwater zal optreden. De belasting in het 'ongerioleerde gebied' is geschat uit de belasting, zoals die geïventariseerd is voor recreatie.

Er kan geconcludeerd worden dat spuitschema's een goed beeld van de huidige belasting met bestrijdingsmiddelen geven en dat deze belasting voor aardappelen en granen minder is dan 100 MBP of 0,1 µg/l. Voor maïs is wel sprake van een overschrijding van de norm, nl. 285 MBP of 0,3 µg/l. In geval van de stedelijke- en recreatiegebieden wordt alleen in geval van een grondwater-vriendelijk scenario geen overschrijding van de norm berekend.

In de overige scenario's bedraagt de berekende concentratie 0,5 - 1,0 µg/l. Er zijn echter geen gegevens om de berekeningen te kunnen toetsen.

5.4.3 Kwaliteit van het diepe grondwater bij de winning

De door MD-SAT berekende kwaliteit van het ondiepe grondwater is als invoer gebruikt om met GT de kwaliteit van het diepe grondwater te bepalen dat door de winning Holten wordt opgepompt. De reactiviteit van de ondergrond is geschat uit de resultaten van de in deelresultaat 3 uitgevoerde karakterisatie [Griffioen e.a., 2002].

De stoftransportberekeningen zijn uitgevoerd voor een periode van 80 jaar, beginnende in 1950 en eindigend in 2030. De jaaruitvoer van MD-SAT is gemiddeld voor perioden van 10 jaar en om de 10 jaar ingevoerd in GT. De uitspoelingsgetallen, zoals berekend met MD-SAT in het jaar 2000, zijn ook gebruikt voor de periode 2000-2030.

Ook de onttrekkingen per pompput zijn in het stromingsmodel gemiddeld voor perioden van 10 jaar. De onttrekking in de periode 2000-2030 is gelijkgesteld aan die in de periode 1990-2000.

De initiële concentraties zijn geschat op basis van het onderzoek naar de samenstelling en reactiviteit van de ondergrond. Ze zijn gegeven in tabel 7.

Tabel 7. Initiële concentraties.

Stof	Ondiepe fluviatiele lagen	Diepe mariene afzettingen
Cl	10 mg/l	10 mg/l
NO ₃	0 mg/l	4 mg/l
SO ₄	0 mg/l	20 mg/l

Het verloop van de concentraties in het opgepompte water is weergegeven in de figuren 11, 12 en 13 voor respectievelijk chloride, sulfaat, en nitraat.

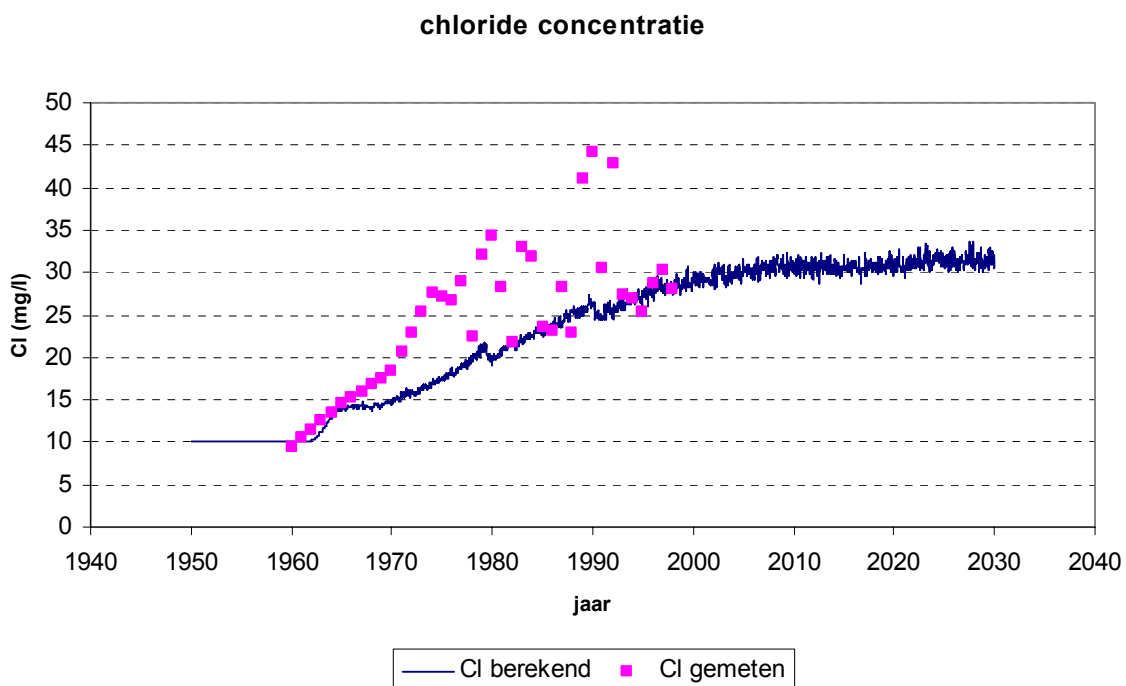


Fig. 11. Chlorideconcentratie in opgepompte diepe grondwater.

Figuur 11 laat zien dat de berekende stijging van de chlorideconcentratie sterk achter blijft bij de gemeten stijging vanaf 1960. De metingen zijn zeer wisselend tussen 1975 en begin jaren '90. Daarna volgt de berekende concentratie de gemeten waarden goed.

sulfaat concentratie

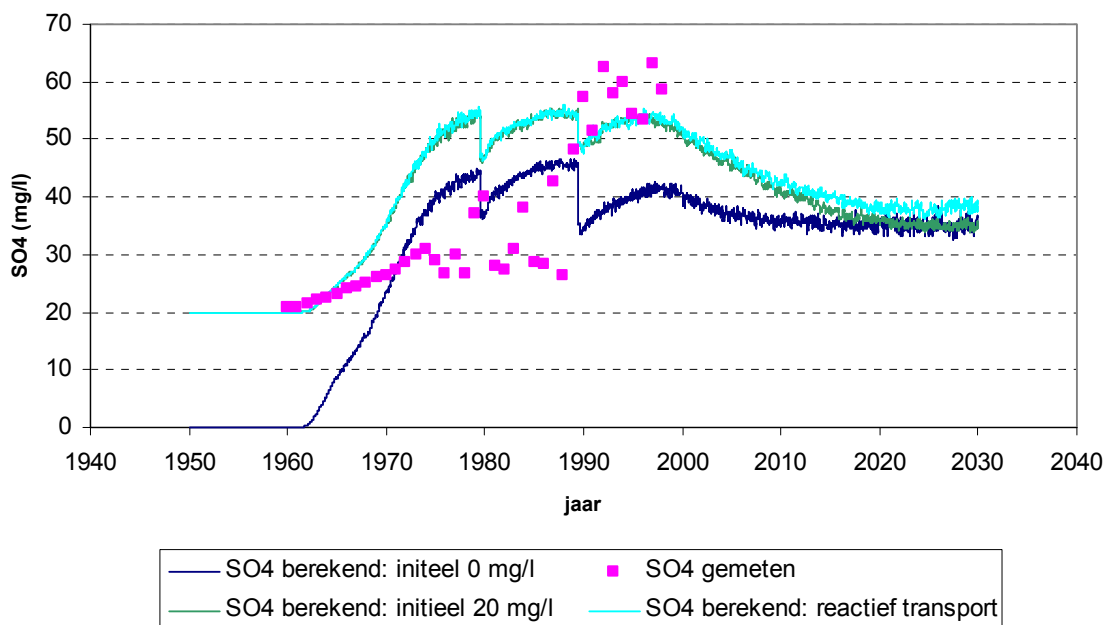


Fig. 12. Sulfaatconcentratie in opgepompte diepe grondwater.

Vanaf 1990 is de waargenomen gemiddelde sulfaatconcentratie hoger dan de gemodelleerde, terwijl de situatie voor 1990 omgekeerd was. Dit hangt samen met het in gebruik komen van de diepe winputten: er wordt met de diepe putten meer sulfaatrijk grondwater onttrokken dan zonder. Dit impliceert dat sulfaat vrijgemaakt wordt in de ondergrond en sulfaat niet alleen afkomstig is van uitspoeling vanuit de onverzadigde zone. Het water dat door de diepe mariene lagen stroomt raakt gedenitrificeerd. Door de relatief lange verblijftijden van het grondwater dat door de diepe putten wordt aangetrokken, is dit effect pas goed in de curve te zien vanaf ca. 2010. De berekende sulfaatconcentratie met inachtneming van pyrietoxidatie is dan hoger dan de curve waarbij is uitgegaan van conservatief stofgedrag.

nitraat concentratie

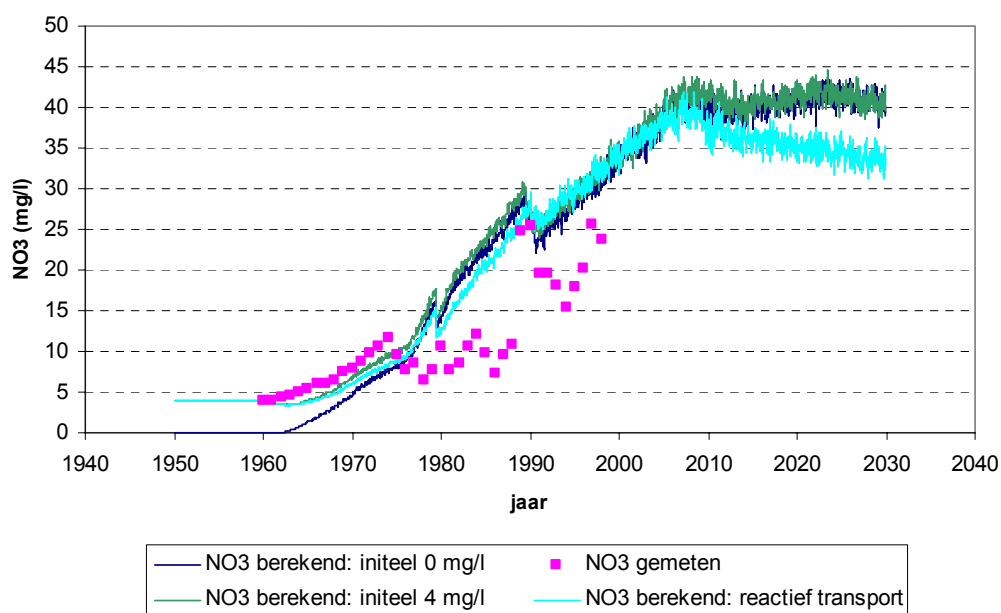


Fig. 13. Nitraatconcentratie in opgepompte diepe grondwater.

De patronen voor nitraat bevestigen het beeld van de sulfaatreductie: de modelresultaten liggen boven de waarnemingen. Voor de periode vanaf 1970 tot ca. 2010 moet de oorzaak gezocht worden in verkeerde schattingen van de belasting en/of het meer dan verwacht optreden van nitraatreducerende reacties in de bovenste watervoerende pakketten die anno 2000 niet of nauwelijks reactief (meer) zijn. Vanaf 2010 is het effect van de reactiviteit in het diepe watervoerende pakket te zien in de curve: de berekende nitraatconcentraties waarbij reactiviteit is verdisconteerd in het diepe watervoerende pakket zijn lager dan de berekeningen waarbij nitraat conservatief doorgerekend is.

Met betrekking tot de waarschijnlijke toekomstige ontwikkelingen in grondwaterkwaliteit bij de winning kunnen de volgende opmerkingen gemaakt worden. De chlorideconcentraties zullen vanaf nu niet veel meer toenemen door de afgenomen Cl-belasting aan maaiveld. De sulfaatconcentraties zullen vanaf nu dalen door de sterk afgenomen atmosferische depositie van sulfaat, alhoewel ondergrondse nitraatreductie in associatie met pyrietoxidatie aanleiding zal geven tot een minder sterke daling van sulfaat ten opzichte van geochemisch conservatief gedrag. De nitraatconcentraties van het onttrokken grondwater zullen daarentegen de komende 10 jaar nog toenemen. Immers, het door bemesting beïnvloede grondwater is nog gedeeltelijk onderweg. In aanvulling hierop is de huidige belasting van het bovenste grondwater nog steeds boven de EU-norm van 50 mg NO₃/l.

5.5 Analyse

De berekeningen die zijn uitgevoerd met het technisch instrument moeten gezien worden als een basisscenario. De inventarisatie van belastingsgegevens en de vergelijking van de berekeningsresultaten met metingen, alsmede de reacties van de betrokkenen in het processpoor suggereren dat het technisch instrument ook in de Integratiefase van de methodiek gebruikt kan worden om de informatie te genereren waarmee de betrokkenen in het processpoor scenario's kunnen formuleren en tegen elkaar afwegen.

Uiteraard is er nog een groot aantal verbeterpunten dat in het model kan worden gebouwd. Een belangrijk verbeterpunt is een fijnere temporele discretisatie van het stoftransportmodel. Uit de resultaten blijkt dat de stressperiodes van 10 jaar eigenlijk te lang zijn. Het veroorzaakt trendbreuken in de berekende grondwaterkwaliteit die niet overeenkomen met de waargenomen trendbreuk in 1985 als gevolg van de installatie van de diepe filters. Niettemin liggen berekende chloride, nitraat en sulfaatconcentraties in de periode 1960-2000 op een vergelijkbaar niveau als de gemeten concentraties. De verschillen tussen de modelresultaten en de waarnemingen worden veroorzaakt door verkeerd inschatten van de uitspoeling (en daarmee gekoppeld de maaiveldbelasting) of door hydrogeochemisch reacties tijdens grondwaterstroming.

Het technisch instrument dat in dit hoofdstuk is beschreven kan ook voor vergelijkbare berekeningen worden gebruikt bij andere situaties waar conflicten tussen functies ontstaan via de beïnvloeding van het grondwater.

HOOFDSTUK 6

STAND VAN ZAKEN

6.1 Wat ligt er nu?

Met de afronding van dit project ligt er een methodiek waarmee de gevolgen voor de kwaliteit en kwantiteit van het grondwater als gevolg van het ruimtegebruik van de bodem in beeld gebracht kunnen worden. Door het grondwatersysteem als samenhangend systeem te beschouwen, kunnen de effecten van het ruimtegebruik verklaard en voorspeld worden op de schaal van het systeem. Door deze inzichten al bij de ruimtelijke planning te betrekken, is het mogelijk te voorkomen dat ongewenste effecten van bepaalde vormen van ruimtegebruik afgewenteld worden naar 'later en/of elders'.

6.2 Wat kan er mee voor Holten?

De methodiek, zoals die voor de pilot Holten is ontwikkeld en toegepast, kan een rol spelen bij ruimtelijke ontwikkelingen in het gebied, zoals in het Reconstructieproces, waarbij binnen het intrekgebied van de winning het landgebruik wordt afgestemd op die winning.

6.3 Wat kan er mee voor andere situaties?

De ontwikkelde technisch-inhoudelijke methodiek is generiek toepasbaar. De gehanteerde programma's zijn gebaseerd op empirische of deterministische relaties en kunnen daarmee breder dan alleen voor Holten worden toegepast. Het toepassen van de methodiek vereist aan de andere kant locatiespecifieke informatie. Deze informatie betreft:

- De grondwaterstromingssituatie (herkomst, verblijftijd en verblijftijdspreiding van het onttrokken grondwater of exfiltratiepunt);
- De functiegerelateerde belasting binnen het intrek- of beïnvloedingsgebied;
- Basisinformatie met betrekking tot landgebruik, bodemeigenschappen en grondwatertrappen als invoer voor de MD-SAT programma's;
- Informatie over de reactiviteit van het doorstroomde sediment.

Afhankelijk van de vraagstelling, de te verwachten omvang van de problematiek en beschikbare informatie en modellen (bijvoorbeeld een grondwaterstromingsmodel) kan een volgende pilot meer of minder verfijnd en uitgebreid aangepakt worden. Verder leent de gekozen methodiek zich uitstekend voor een stapsgewijze verfijning van de modellering op het moment dat de (tussen)resultaten daar aanleiding toe geven.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dit project is geïnitieerd, omdat nog onvoldoende inzicht bestond ten aanzien van de wijze waarop een duurzame afstemming en integratie van functies en het grondwatersysteem plaats moet vinden.

In dit project is een methodiek ontwikkeld voor het afstemmen van ruimtelijke ontwikkelingen op de bescherming en het beheer van grondwatersystemen. De methodiek is gebaseerd op een processpoor, waarin de betrokkenen zelf toewerken naar een optimale situatie, en een technisch spoor, dat de daarbij benodigde informatie levert. Hierbij worden drie fasen doorlopen: Oriëntatie, Integratie en Besluitvorming. De methodiek leek aan te slaan bij de pilot Holten. Daar kunnen nu nog geen definitieve uitspraken aan verbonden worden aangezien het eerste deel van het voorliggende project alleen ruimte bood om voor de pilot Holten een begin te maken met de Oriëntatiefase en het vervolg gereserveerd was voor het tweede deel van het project.

In het tweede deel zouden meerdere pilots uitgewerkt worden en zou de methodiek algemeen toepasbaar gemaakt worden. Hiermee ontstaat een raamwerk voor de afstemming van ruimtegebruik op grondwaterbeheer. Het tweede deel van het project heeft de volgende onderdelen:

1. Verder doorlopen processpoor Holten

Bij de pilot Holten is het proces pas halverwege: hoewel de huidige berekeningsresultaten aangeven dat de nitraatnorm in het onttrokken grondwater niet overschreden zal worden, bestaat er nog steeds een conflict tussen het agrarisch landgebruik en de kwaliteit van het bovenste grondwater. Hier wordt in het momenteel lopende Reconstructieproces aandacht aan besteed. Er zijn echter nog geen oplossingsrichtingen ten aanzien van de afstemming en integratie van functies kwantitatief onderbouwd en vergeleken, laat staan dat er bestuurlijke afspraken zijn gemaakt over de wijze waarop ruimtelijke ontwikkelingen worden afgestemd op het grondwatersysteem.

2. Toepassen methodiek op andere situaties

Kandidaten voor andere pilots zijn 'de Grift als groene rivier en bron voor Veluws drinkwater' en een drinkwaterwinning in Noord-Brabant. De pilot 'Grift' bij Apeldoorn voegt zowel in geohydrologisch als in procesmatig opzicht belangrijke ervaring toe ten opzichte van Holten. De pilot in Noord-Brabant voegt aspecten van grondwaterkwaliteit in stedelijk gebied en zware metalen in het grondwater toe aan het onderzoek.

3. Veralgemeeniseren resultaten

Gezien de behoefte bij onder meer de VEWIN, TCB, VROM en SKB om 'kennis van de bodem' meer en beter te gebruiken in onder meer 'het proces van de ruimtelijke ontwikkelingen', dient het project zich niet te beperken tot het toepassen van de methodiek voor pilotgebieden, maar worden de aanpak en ervaringen in een breder perspectief geplaatst om zo te komen tot een meer algemeen kader waarin 'ruimtelijke ontwikkelingen' afgestemd kunnen worden op het 'grondwaterbeheer'. Bij het uitwerken van dit kader is veel aandacht voor het verbinden van de natuurwetenschappelijke β -aspecten met mens- en beleidswetenschappelijke γ -aspecten. Ten opzichte van de oorspronkelijke projectopzet, stellen de leden van de wetenschappelijke klankbordgroep van het project zelfs een verdere versterking van deze γ -aspecten voor.

LITERATUUR

- Beekman, W. [1998]. SPREAD: Voorspelling van nitraat, hardheid, chloride en sulfaat in het ondiepe grondwater. VEWIN-rapport, ISBN 90-74741-65-7.
- Boers, P.C.M., H.L. Boogaard, J. Hoogeveen, J.G. Kroes, I.G.A.M. Noij, C.W.J. Roest, E.F.W. Ruigh en J.A.P.H. Vermulst (1997). Huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat vanuit de landbouw, RIZA, DLO-Staring Centrum en Waterloopkundig Laboratorium, RIZA rapport 97.013.
- Boesten, J.J.T.I. and A.M.A. van der Linden (1991). Modeling the influence of sorption and transformation on pesticide leaching and persistence. *J. Environ. Qual.* (20):425-435.
- CLM [1995]. Boeren op goed grondwater. Normen voor landbouw vanuit grondwaterbescherming.
- CLM [1997]. Boeren op goed grondwater. Taakstelling voor stikstof en bestrijdingsmiddelen toegepast.
- CLM [1999]. Schoon boeren op de berg. Evaluatie 100-jaarszone Herikerberg/Holten.
- Frapporti, G. [1994]. Geochemical and Statistical interpretation of the Dutch national ground Water Monitoring Network. *Geologica Ultraiectina* 115, proefschrift Universiteit Utrecht.
- Griffioen, J. en E.A. Buijs [1999]. Ontwikkeling van een instrument voor actief grondwaterbeheer bij drinkwaterwinning Holten, Overijssel. Evaluatie en monitoring van de grondwaterkwaliteit bij de drinkwaterwinning. TNO rapport NITG 99-244-B.
- Griffioen, J. , E.A. Buijs, C. den Otter, T.J. Keijzer en C. van den Brink [2002]. Ruimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer. Grondwaterkwaliteit, belasting en (geo)chemische processen (DR 3). Royal Haskoning rapport 25721.
- Griffioen, J., C. van den Brink, F. Roelofsen, B. van der Grift, W.J. Zaadnoordijk en G. Frapporti [2002]. Ruimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer. Analyse grondwaterkwaliteit drinkwaterwinning Holten (DR 5). Royal Haskoning rapport no. 25721.
- Iwaco, 1993. Onderzoek intrekgebieden drinkwaterwinningen Overijssel, eindrapport fase 2, nr 22.0641.0.
- Jury, W.A., D.D. Focht and W.J. Farmer [1987]. Evaluation of pesticide groundwater pollution potential from standard indices of soil-chemical adsorption and biodegradation. *J. Environ. Qual.* (16):422-428.
- Jury, W.A. and J. Gruber [1989]. A stochastic analysis of the influence of soil and climatic variability of pesticide groundwater pollution potential. *Water Resources Res.* (25):2465-2474.
- KIWA [1999]. Monitoring van bestrijdingsmiddelen in grondwater. SWE rapport 99.001, in opdracht van VEWIN.

Loague, K., R.L. Bernkopf, R.E. Green and T.W. Giambella (1996). Uncertainty of groundwater vulnerability assessments for agricultural regions in Hawaii: Review. *J. Environ. Qual.* (25):475-490.

Mol-Dijkstra, J.P., W. Akkermans, C.W.J. Roest & M.J.W. Jansen (1999). Metamodellen voor effecten van N- en P-belasting op de grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit. Technisch Document 61, Staring Centrum, Wageningen, 59 p.

Provincie Overijssel (2000). Streekplan, vastgesteld 13 december 2000 door de Provinciale Staten van de provincie Overijssel.

Reus, J.A.W.A. (1992). Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen - Toetsing en bijstelling. Centrum voor Landbouw en Milieu 1992-96, Utrecht.

Tietema, A. [1999]. Nitraatuitspoeling in een intrekgebied bestudeerd met een dynamisch GIS. ICG rapport 99/2.

Tietema, A. [2000]. Validatie van gemodelleerde nitraatuitspoeling in bossen. ICG rapport 2000/2.

Tiktak, A. [2001]. Methods for regional-scale vulnerability assessments. Pers.comm.

Van Beek, C.G.E.M., P.K. Baggelaar, J. Groenou & A.J. Vogelaar [1994]. Het effect van mestbeperkende maatregelen in het grondwaterbeschermingsgebied Holten. Verslag van bemonsteringsronde 1993 en vergelijking met de uitgangssituatie. KIWA rapport no. SWO 94.260.

Van den Brink, C. & G. Frapporti [1998]. Evaluatie en optimalisatie van het provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit Overijssel. Iwaco rapport no. 2237350.

Van den Brink, C., V. Grond, G. Barendregt en F. Niekerk [2001]. Ruimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer. Actoren en belangen pilot-gebied Holten (DR 2). Royal Haskoning rapport no. 25721.

Van den Brink, C. & G. Frapporti [2002]. Evaluatie provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit Overijssel 1993-2001. Royal Haskoning rapport no. 543076.

Van den Brink, C. en C.H. van Immerzeel [2002]. Ruimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer. MD-SAT: Berekening van de uitspoeling uit de onverzadigde zone - Handleiding en Toepassingen (DR 4). Royal Haskoning rapport 25721.

Van der Zee, S.E.A.T.M. and J.J.T.I. Boesten [1991]. Soil heterogeneity and pesticide leaching. *Water Resources Res.* (27):3051-3063.

BIJLAGE A

STRUCTUUR VAN DE METHODIEK VOOR AFSTEMMING EN INTEGRATIE VAN FUNCTIES BINNEN EEN GEBIED

