

RIVM rapport 703717 005

**Oppervlaktewater als bron voor drinkwater:
regionale oppervlaktewateren**

Diagnose, prognose en inzet van regionale
watersystemen voor de drinkwatervoorziening

N. Jonker, P.J.T.M. van Puijenbroek, F. Lips,
J.F. Schijven en J.F.M. Versteegh

Juni 1999

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Ministerie van VROM, Directie Drinkwater, Water, Landbouw, in het kader van project 703717, Doelgroep Drink- en Industriewatervoorziening, mijlpaal juli 1999.

Abstract

The aim of the study on surface water as a source of drinking water was to assess the possibilities of using regional surface waters for the production of drinking water. Present and possible future health risks related to the current use of regional surface water for the production of drinking water were also investigated. For the assessment, water from nine regional water systems was selected and tested for relevant aspects and classified into several categories: quantity, quality, risks and effects. All aspects investigated for each selected regional water system were illustrated with maps. After investigation the aspects were listed to show the possibilities of using regional waters for the production of drinking water. A modelling rather than a measuring method was chosen for a number of pesticides, heavy metals and micro-organisms to determine the present and possible future health risks employing a logical approach, i.e. proceeding from emission of these substances and micro-organisms in the environment up to and including the concentration in drinking water. Possible health risks were determined by comparing the resulting concentrations in drinking water to the maximum levels for the substances and micro-organisms concerned. This approach was applied to two current purification schemes and the hypothetical 'simple purification scheme'. The highest health risks were concluded to be caused by the micro-organisms rather than by heavy metals or pesticides. Particularly the 'simple purification scheme' will be inadequate in guaranteeing drinking water that will comply with the maximum health risk levels of the pathogenic micro-organisms. Quantity was concluded to be the most important factor and therefore only several of the selected regional waters are really suitable for the production of drinking water. For some of these water systems it will be possible to combine water collection with nature development. The use of household and industrial water may be the solution to small-scale projects on quantity.

Voorwoord

Een onderzoek als dit is niet mogelijk zonder de medewerking van waterleidingbedrijven en waterbeheerders. Bij deze willen wij graag bedanken:

- Gemeentelijk Waterbedrijf Groningen (GWG),
- Waterleiding Friesland (WLF),
- Waterleidingmaatschappij Drenthe (WMD),
- Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO),
- Waterbedrijf Gelderland (WG),
- NUON Water,
- Waterleidingbedrijf Midden-Nederland (WMN),
- Waterleiding Maatschappij Noord-West-Brabant (WNWB),
- Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant (WOB) en
- Waterleiding Maatschappij Limburg (WML)

voor de door hen beschikbaar gestelde gegevens omtrent het (toekomstige) gebruik van regionaal water als bron voor de drinkwatervoorziening.

Daarnaast bedanken wij:

- Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden,
- Waterschap De Dommel,
- Waterschap Groot-Salland,
- Waterschap Hunze en Aa,
- Waterschap Regge en Dinkel,
- Waterschap Veluwe,
- Waterschap Wold en Wieden en
- Zuiveringsschap Drenthe

voor het aanleveren van kwaliteits- en/of kwantiteitsgegevens.

Diverse collega's, naast de auteurs, hebben een bijdrage geleverd aan het rapport of dit in één of andere fase beoordeeld. Speciaal bedanken wij dhr. G. van Drecht voor de onderbouwing van de methodiek en dhr. J.H.C. Mülschlegel voor het geleverde commentaar.

Inhoud

Samenvatting	7
Inleiding	10
DEEL I DIAGNOSE EN PROGNOSE GEZONDHEIDSRISICO'S BIJ GEBRUIK TWENTEKANAAL EN DRENTSCHE AA VOOR DE PRODUCTIE VAN DRINKWATER	
1. Materiaal en methodiek	13
<i>1.1 Diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater</i>	<i>13</i>
1.1.1 Stoffen en micro-organismen	13
1.1.2 Emissie en verspreiding	13
1.1.3 Zuivering/drinkwaterbereiding	14
1.1.4 Gezondheidsrisico's	15
2. Resultaten	17
<i>2.1 Diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater</i>	<i>17</i>
2.1.1 Emissie en verspreiding	17
2.1.1.1 Conclusies emissie en verspreiding	19
2.1.2 Zuivering/drinkwaterbereiding	19
2.1.2.1 Conclusies zuivering/drinkwaterbereiding	22
2.1.3 Gezondheidsrisico's	22
3. Discussie	23
<i>3.1 Diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater</i>	<i>23</i>
3.1.1 Emissie en verspreiding	23
3.1.2 Zuivering/drinkwaterbereiding	23
3.1.3 Gezondheidsrisico's	24
4. Conclusies en aanbevelingen	25
<i>4.1 Conclusies diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater</i>	<i>25</i>
4.1.1 Bestrijdingsmiddelen	25
4.1.2 Zware metalen	25
4.1.3 Micro-organismen	26
<i>4.2 Aanbevelingen diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater</i>	<i>27</i>

DEEL II: INZET VAN REGIONALE OPPERVLAKTEWATEREN VOOR DE PRODUCTIE VAN DRINKWATER

1. Materiaal en methodiek	29
<i>1.1 Inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater</i>	29
1.1.1 Potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen	29
1.1.2 Selectie-instrumentarium	29
1.1.3 Onderzoeksaspecten	30
1.1.3.1 Stroomgebieden	31
1.1.3.2 Kwantiteit	31
1.1.3.3 Kwaliteit	32
1.1.3.4 Risico's	34
1.1.3.5 Effecten	34
2. Resultaten	36
<i>2.1 Inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater</i>	36
2.1.1 Potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen	36
2.1.2 Selectie-instrumentarium	36
2.1.3 Stroomgebieden	38
2.1.4 Onderzoeksaspecten	38
2.1.4.1 Apeldoorns kanaal	39
2.1.4.2 Geestersche Stroomkanaal	42
2.1.4.3 Hunze	45
2.1.4.4 Langbroekerwetering	48
2.1.4.5 Meppelerdiep	51
2.1.4.6 Overijsselsche Vecht	54
2.1.4.7 Tongelreep	57
2.1.4.8 Twentekanaal	60
2.1.4.9 Vledder- en Wapserveense Aa	63
2.1.5 Overzicht onderzoeksaspecten	66
2.1.5.1 Conclusies overzicht onderzoeksaspecten	66
3. Discussie	68
<i>3.1 Inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater</i>	68
3.1.1 Selectie-instrumentarium	68
3.1.2 Onderzoeksaspecten	68
3.1.2.1 Apeldoorns kanaal	70
3.1.2.2 Geestersche Stroomkanaal	71
3.1.2.3 Hunze	72
3.1.2.4 Langbroekerwetering	73
3.1.2.5 Meppelerdiep	74
3.1.2.6 Overijsselsche Vecht	74
3.1.2.7 Tongelreep	75
3.1.2.8 Twentekanaal	76
3.1.2.9 Vledder- en Wapserveense Aa	77
3.1.3 Overzicht onderzoeksaspecten	78

4. Conclusies en aanbevelingen	79
4.1 <i>Conclusies inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater</i>	79
4.1.1 Kwantiteit	79
4.1.2 Kwaliteit	79
4.1.3 Risico's	80
4.1.4 Effecten	80
4.1.5 Overzicht onderzoeksaspecten	80
4.2 <i>Aanbevelingen inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater</i>	81
4.3 <i>Evaluatie gebruikte methodiek</i>	82
Verklarende woordenlijst en afkortingen	83
Literatuur	85
Bijlage 1 Verzendlijst	90
Bijlage 2 Verwijderingspercentages per zuiveringsstap	92
Bijlage 3 Normen Waterleidingbesluit en Infiltratiebesluit Bodembescherming	93
Bijlage 4 Overzicht potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen	94
Bijlage 5 Overzicht geselecteerde projecten en bijbehorende regionale wateren	96
Bijlage 6 Indeling resultaten overzichtstabel	97
Bijlage 7 Kwaliteitsgegevens Rijn en Maas	99

Samenvatting

In opdracht van het Ministerie van VROM is in 1996 en 1997 onderzoek verricht naar mogelijk huidige (diagnose) en toekomstige (prognose) gezondheidsrisico's verbonden aan het gebruik van de rijkswateren (Rijn, Maas en IJsselmeer) voor drinkwaterbereiding. In navolging van deze projecten is vervolgens onderzocht wat de mogelijkheden zijn van de (toekomstige) inzet van regionale oppervlaktewateren voor de drinkwatervoorziening. Waterwinning is één van de functies welke een rol spelen bij afwegingen op het terrein van milieu en ruimte. De winning van grondwater voor drink- en industriewater kan een verdrogend effect hebben op vegetatie. In het kader van dit project worden o.a. alternatieven voor grondwater onderzocht. Naast het gebruik van de rijkswateren is het alternatief regionaal oppervlaktewater onderzocht. De resultaten van het onderzoek zijn van belang voor verkenningen op het gebied van milieu, natuur en ruimte.

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van het instrumentarium dat ontwikkeld wordt om de verschillende functies die van invloed zijn op de ruimtekwaliteit in beeld te brengen en af te wegen.

Het onderzoek is opgesplitst in twee delen: deel I behandelt de diagnose en de prognose van mogelijke gezondheidsrisico's verbonden aan het gebruik van het Twentekanaal en de Drentsche Aa voor drinkwaterbereiding. Beide regionale wateren worden reeds ingezet voor de productie van drinkwater. In deel II is de geschiktheid onderzocht van een aantal geselecteerde regionale watersystemen als mogelijk toekomstige bron voor de drinkwatervoorziening.

Deel I: diagnose en prognose bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater.

Voor een aantal bestrijdingsmiddelen (atrazin en diuron), zware metalen (cadmium, chroom en nikkel) en micro-organismen (enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia*) zijn aan de hand van de ketenbenadering van de emissie van een stof/micro-organisme tot en met de concentratie in drinkwater, mogelijk (toekomstige) gezondheidsrisico's bepaald. Deze risico's zijn berekend aan de hand van toxicologische evaluaties per stof en micro-organisme. De emissies naar oppervlaktewater zijn bepaald met het model PROMISE (RIZA/RIVM) en de verspreiding is berekend met de modellen STOFSTROMEN (RIZA) en WATNAT (RIVM).

Om inzicht te krijgen in het effect van de drinkwaterbereiding op de (toekomstige) drinkwaterkwaliteit zijn de twee bestaande zuiveringen en de 'eenvoudige zuivering' doorgerekend. De berekeningen zijn gemaakt voor een aantal bestaande innamepunten voor oppervlaktewater. Tenslotte zijn mogelijk (toekomstige) gezondheidsrisico's bepaald door de berekende drinkwaterconcentraties te vergelijken met de voor de stoffen en micro-organismen desbetreffende normen en risicogrenzen.

De bestrijdingsmiddelen geven geen overschrijding van de drinkwaternorm bij de huidige zuiveringen. 'Eenvoudige zuivering' blijkt onvoldoende om de gewenste kwaliteit drinkwater te kunnen produceren. Actief koolfiltratie is een effectief zuiveringsproces voor de verwijdering van bestrijdingsmiddelen.

Zware metalen overschrijden op geen enkel punt de geldende risicogrenzen. Voor de verwijdering van zware metalen kan zelfs met 'eenvoudige zuivering' worden volstaan. Voor de micro-organismen is 'eenvoudige zuivering' onvoldoende om te kunnen garanderen dat het drinkwater aan de gezondheidskundige risicogrenzen voldoet. Bodempassage en ozonisatie zijn effectieve verwijderingsprocessen om microbiologisch 'veilig' drinkwater te kunnen garanderen.

Een zuivering met bodempassage (met gesloten terugwinning) is de meest gewenste methode om te kunnen garanderen dat het drinkwater aan de microbiologische gezondheidskundige risicogrenzen voldoet. Combinatie met natuurontwikkeling is bij het toepassen van bodempassage, zoals bij de Drentsche Aa reeds is gerealiseerd, in het algemeen goed mogelijk.

Bij de bepaling van mogelijk (toekomstige) gezondheidsrisico's is uitgegaan van een 'worst-case' benadering. De betrouwbaarheid van enkele stappen van deze bepaling in de gebruikte ketenbenadering laat nog te wensen over. Onzekerheden, zoals de verwijderingscapaciteit van de zuiveringsstappen, dienen beter gekwantificeerd te worden.

Deel II: inzet van regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater.

Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van het gebruik van regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater, is een aantal geselecteerde regionale watersystemen onderzocht op een aantal relevante aspecten.

Getracht is de geschiktheid van de watersystemen aan te geven als mogelijk toekomstige bron voor de drinkwatervoorziening door het inventariseren en beoordelen van deze aspecten.

Uit een groot aantal potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen is een selectie gemaakt van negen regionale watersystemen, te weten het Apeldoorns kanaal, het Geestersche Stroomkanaal, de Hunze, de Langbroekerwetering, het Meppelerdiep, de Overijsselsche Vecht, de Tongelreep, het Twentekanaal en de Vledder- en Wapserveense Aa. In dit onderzoek is gekeken of deze wateren geschikt zijn als mogelijk toekomstige bron voor de drinkwatervoorziening.

Methode van onderzoek

Om de herkomst van het water in de geselecteerde wateren te bepalen is voor elk water het gebied stroomopwaarts (stroomgebied) van -het mogelijke innamepunt van- het oppervlaktewater bepaald.

Voor elk regionaal watersysteem zijn kwantiteit, kwaliteit, risico's en effecten onderzocht. Met behulp van kaarten zijn deze aspecten voor elk onderzocht regionaal watersysteem zichtbaar gemaakt. Door inventarisatie en onderlinge vergelijking van deze aspecten is getracht de geschiktheid van de watersystemen aan te geven als mogelijk toekomstige bron voor de drinkwaterproductie. Als instrument is hiervoor de Waterplanner gebruikt.

Waterwinning in relatie tot onderzochte aspecten

Het blijkt dat het Geestersche Stroomkanaal kwantitatief niet voldoende water bevat om de voor waterleidingbedrijven minimaal rendabele hoeveelheid water van 5 miljoen m³/jaar te kunnen onttrekken zonder negatieve gevolgen voor andere functies. Bij de Langbroekerwetering, de Tongelreep en de Vledder- en Wapserveense Aa is een continue wateronttrekking van 5 miljoen m³ per jaar twijfelachtig, omdat bij deze wateren de kans op watertekorten in droge perioden groot is.

De kwaliteit van de geselecteerde wateren voldoet over het algemeen aan de geldende normen voor mogelijke inzet van oppervlaktewater als bron voor drinkwater.

Ondanks de hoge afvoeren van de grotere regionale wateren, blijkt dat bij deze grotere watersystemen het risico op belasting van de waterkwaliteit met micro-organismen wordt vergroot door de grote hoeveelheid effluentlozingen van rwzi's en overstorten op de oppervlaktewateren.

De lokatie van de onttrekking blijkt vaak van groot belang om mogelijk nadelige kwantitatieve en ecologische effecten van wateronttrekking te kunnen voorkomen.

Kansrijke bronnen

De Hunze, in vergelijking tot de andere geselecteerde wateren, blijkt in het kader van dit onderzoek van de onderzochte wateren het meest geschikt als bron voor de drinkwatervoorziening. Ook het Apeldoorns kanaal, het Meppelerdiep, de Overijsselsche Vecht en het Twentekanaal worden geschikt bevonden als bron voor de productie van drinkwater.

Het Geestersche Stroomkanaal is niet geschikt vanwege een te lage afvoer.

Bij het Apeldoorns kanaal, de Langbroekerwetering en de Vledder- en Wapserveensche Aa is het mogelijk om drinkwaterwinning in combinatie met natuur te ontwikkelen, waardoor win-win situaties kunnen ontstaan.

Kwantiteit als meest belangrijke winningsfactor

De in dit onderzoek gestelde eis aan kwantiteit (5 miljoen m³ per jaar) is er verantwoordelijk voor dat slechts enkele wateren werkelijk geschikt zijn als bron voor de productie van drinkwater. Deze eis kan mogelijk verlaagd worden bij de winning van 'ander water' zoals huishoud- en/of industriewater; deze projecten zijn meestal kleinschaliger. Wanneer continue wateronttrekking van 5 miljoen m³ per jaar twijfelachtig is, kan combinatie met bodeminfiltratie en/of voorraadvorming uitkomst bieden.

Dit rapport heeft niet de pretentie de drinkwaterkwaliteit te beoordelen, maar wel om aan te geven welke factoren van belang zijn bij de (toekomstige) inzet van regionale oppervlaktewateren voor de drinkwatervoorziening. Het rapport geeft een landelijk beeld van de mogelijkheden om regionale wateren te gebruiken als bron voor de productie van drinkwater. Om een werkelijke uitspraak te kunnen doen over de mogelijk toekomstige inzet van regionale watersystemen als bron voor de drinkwatervoorziening is meer gedetailleerd onderzoek nodig (detailstudie).

Inleiding

Momenteel wordt in Nederland van de totale geproduceerde hoeveelheid drinkwater ongeveer 1/3 deel bereid uit oppervlaktewater. Vanwege het verdrogingsaspect is het toekomstige beleid gericht op een stabilisatie van de omvang van grondwaterwinningen (VROM, 1995). Hierdoor zal in de toekomst meer gebruik gemaakt gaan worden van oppervlaktewater als bron voor de drinkwatervoorziening. Hedendaags gelden als belangrijkste leveranciers van oppervlaktewater de grote rivieren Rijn, Maas en IJsselmeer. Naast deze rijkswateren worden ook de regionale wateren Twentekanaal en Drentsche Aa gebruikt als bron voor drinkwater. Een grotere inzet van regionale watersystemen biedt de mogelijkheid het gebruik van oppervlaktewater te stimuleren en daarmee de voorgenomen stabilisatie van grondwaterwinningen voor drinkwaterdoeleinden te realiseren.

Om een beeld te kunnen vormen van de effecten en de gezondheidsrisico's verbonden aan een toename in het gebruik van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening, heeft het RIVM het project 'Oppervlaktewater als bron voor drinkwater' opgestart. In het kader van dit project zijn reeds twee rapporten verschenen die een beschrijving geven van de diagnose en prognose van gezondheidsrisico's verbonden aan het gebruik van de rijkswateren (Rijn, Maas en IJsselmeer) voor drinkwaterbereiding (Mons *et al*, 1996 en Jonker *et al*, 1997). Als vervolg hierop gaat dit rapport in op de mogelijkheid van de (toekomstige) inzet van regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater.

Dit rapport bestaat uit twee delen:

Deel I: diagnose en prognose bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater.

Deel I behandelt de diagnose en de prognose van gezondheidsrisico's verbonden aan het gebruik van het Twentekanaal en de Drentsche Aa voor de productie van drinkwater. Identiek aan de voorgaande rapporten zijn voor een aantal bestrijdingsmiddelen (atrazin en diuron), zware metalen (cadmium, chroom en nikkel) en micro-organismen (enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia*) mogelijk toekomstige gezondheidsrisico's bepaald aan de hand van de ketenbenadering van emissie van een stof/micro-organisme naar het milieu tot en met de concentratie in drinkwater. Deze risico's zijn berekend aan de hand van toxicologische evaluaties per stof en micro-organisme. Daarbij is uitgegaan van een worst-case benadering.

Deel II: inzet van regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater.

In deel II is getracht antwoord te geven op de vraag in hoeverre regionale oppervlaktewateren ingezet kunnen worden als bron voor de drinkwatervoorziening. Aan de hand van een aantal criteria is een selectie gemaakt van een aantal regionale watersystemen. Om de herkomst van het water in de geselecteerde wateren te bepalen is voor elk water het gebied stroomopwaarts (stroomgebied) van -een potentieel innamepunt van- het oppervlaktewater bepaald.

Vervolgens zijn de geselecteerde wateren onderzocht op een aantal relevante aspecten. Deze aspecten zijn onderverdeeld in een aantal categoriën, te weten kwantiteit, kwaliteit, risico's en effecten. Door inventarisatie van deze aspecten is tenslotte getracht de geschiktheid van de watersystemen aan te geven als mogelijk toekomstige bron voor de drinkwaterproductie.

In dit rapport zijn deel I en deel II van dit onderzoek apart beschreven. Het rapport is als volgt ingedeeld:

Deel I: in hoofdstuk 1 wordt een toelichting gegeven op de gebruikte methodiek aan de hand van de ketenbenadering. In hoofdstuk 2 zijn de resultaten weergegeven, waarin zo goed mogelijk een inventarisatie is gegeven van mogelijke (toekomstige) gezondheidsrisico's. Hoofdstuk 3 bevat een uitgebreide discussie, waarna in hoofdstuk 4 de conclusies en aanbevelingen zijn weergegeven.

Deel II: in hoofdstuk 1 wordt een beschrijving gegeven van de selectiemethodiek en worden de diverse te onderzoeken aspecten behandeld. In hoofdstuk 2 zijn de resultaten weergegeven, waarbij voor elk geselecteerd watersysteem het bijbehorende stroomgebied en de onderzochte aspecten zijn geïnventariseerd. Hoofdstuk 3 bevat een uitgebreide discussie, waarbij tevens wordt ingegaan op de gebruikte methodiek. Tenslotte volgen de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 4.

In deel II (inzet van regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater) van dit rapport zijn de geselecteerde wateren onderzocht op een aantal aspecten. Voor elk onderzocht regionaal watersysteem zijn kaarten gemaakt van het merendeel van deze aspecten. Een aantal van deze kaarten is echter niet gepresenteerd in dit rapport, maar is opgenomen in een aan te vragen bijlage (P.T.J.M. van Puijenbroek en N. Jonker, RIVM rapport 703717006, achtergrondinformatie).

1. Materiaal en methodiek

1.1 Diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater

In navolging van het diagnose- en prognoserapport (Mons *et al*, 1996 en Jonker *et al*, 1997) wordt in dit rapport een beschrijving gegeven van gezondheidsrisico's verbonden aan een toename in het gebruik van oppervlaktewater uit het Twentekanaal en de Drentsche Aa voor de drinkwaterbereiding. De mogelijk toekomstige gezondheidsrisico's zijn beschreven voor een aantal stoffen en micro-organismen welke reeds in de diagnose- en prognosefase van Mons *et al* (1996) en Jonker *et al* (1997) zijn opgenomen. De gezondheidsrisico's zijn bepaald aan de hand van de ketenbenadering van emissie van de geselecteerde stoffen en micro-organismen tot en met de concentratie in drinkwater onderverdeeld in de volgende stappen: emissie → verspreiding → zuivering/drinkwaterbereiding → concentratie in drinkwater → gezondheidsrisico.

1.1.1 Stoffen en micro-organismen

In tegenstelling tot voorgaand onderzoek zijn in dit onderzoek niet alle bestrijdingsmiddelen meegenomen. Vanwege het feit dat de bestrijdingsmiddelen simazine, MCPA, MCPP en dimethoaat in regionale wateren van gering belang zijn en er nauwelijks tot geen meetgegevens bekend zijn van deze bestrijdingsmiddelen, zijn deze pesticiden in dit rapport buiten beschouwing gelaten. Om een beeld te kunnen geven van de diagnose en de prognose van het Twentekanaal en de Drentsche Aa zijn de volgende stoffen behandeld:

- bestrijdingsmiddelen: atrazin en diuron
- zware metalen: cadmium, chroom en nikkel
- micro-organismen: enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia*

1.1.2 Emissie en verspreiding

De emissies van de stoffen en micro-organismen zijn berekend aan de hand van het European Coordination scenario (EC-scenario). Dit economische toekomstscenario gaat uit van een normale economische groei. Vanuit het milieuoogpunt is als aanvulling op het economische EC-scenario een milieumaatregelenpakket toegevoegd. Het scenario geldt alleen voor de Nederlandse situatie. Het EC-scenario is opgesteld door het CPB (CPB, 1997; RIVM, 1997¹) en heeft betrekking op het zichtjaar 2020. Voor uitgebreide informatie over dit scenario wordt verwezen naar CPB (1997) en RIVM (1997).

Na aanvulling van het EC-scenario met de voor de geselecteerde stoffen en micro-organismen desbetreffende milieumaatregelen, zijn de emissies bepaald met het model PROMISE (PROgnosis Model for Inputs to Surface water and Emission reductions, RIZA/RIVM). Het model PROMISE is een reken- en scenariomodel dat per stof de oppervlaktewaterbelasting in Nederland kwantificeert voor zowel het verleden, het heden als de toekomst (Verstappen *et al*, 1995). Voor meer informatie over het model PROMISE wordt verwezen naar Verstappen *et al* (1995) en Schijven *et al* (1995).

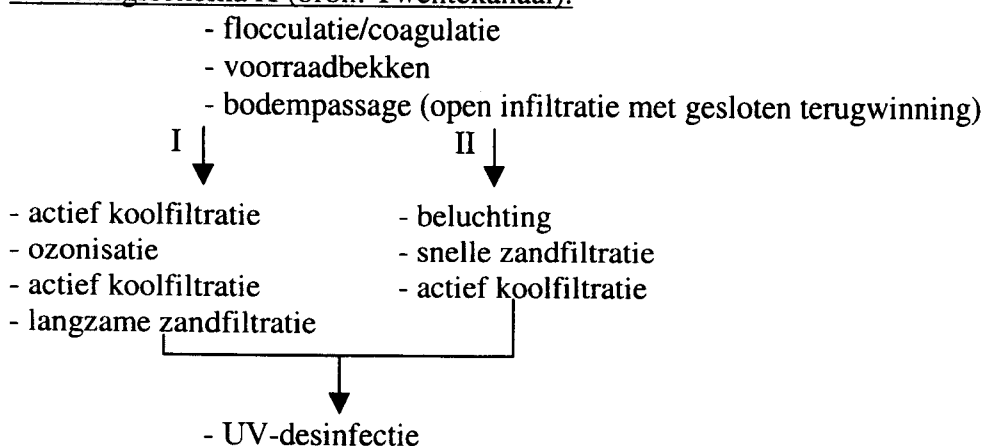
De emissies naar het oppervlaktewater van de bestrijdingsmiddelen en de zware metalen zijn berekend met buitenlandse aanvoer. Bij de micro-organismen is echter geen rekening gehouden met buitenlandse aanvoer. Voor de micro-organismen is daarom een extra aanvulling toegevoegd in het toegepaste scenario over de aanvoer vanuit het buitenland.

De emissie van cadmium naar het oppervlaktewater is berekend met atmosferische depositie, daarentegen zijn de emissies van chroom en nikkel berekend zonder atmosferische depositie. Atmosferische depositie is voor alle beschouwde zware metalen verantwoordelijk voor 5-10% van de totale emissie naar het oppervlaktewater (persoonlijke mededeling RIZA). Na het berekenen van de emissies volgt de berekening van de verspreiding in het oppervlaktewater van de stoffen en micro-organismen. Bij de verspreiding wordt methodisch onderscheid gemaakt tussen stoffen en micro-organismen. De verspreiding van de bestrijdingsmiddelen atrazin en diuron en de zware metalen cadmium, chroom en nikkel is berekend met het RIZA-model STOFSTROMEN. Daarentegen is de verspreiding van de micro-organismen berekend met het RIVM-model WATNAT. Het model STOFSTROMEN analyseert de stofstromen toestand in de Nederlandse binnenwateren voor het heden en de toekomst op nationale schaal (Waveren van, 1996). Het model WATNAT is een nationaal waterkwaliteitsmodel en berekent het transport en de verspreiding van micro-organismen in oppervlaktewater (Nijs *et al*, 1993). Zowel het model STOFSTROMEN als het model WATNAT zijn gebaseerd op de PAWN-schematisatie; beide modellen omvatten alle belangrijke wateren in Nederland. In beide modellen zijn naast de grote Nederlandse binnenwateren (PAWN-segmenten) tevens op sterk geschematiseerde wijze de kleinere Nederlandse binnenwateren (PAWN-districten) opgenomen. Voor meer informatie over beide modellen wordt verwezen naar van Waveren (1996) en de Nijs *et al* (1997).

1.1.3 Zuivering/drinkwaterbereiding

Tijdens zuivering wordt het overgrote deel van de geselecteerde stoffen en micro-organismen uit het ruwe water verwijderd. De ruwwaterconcentratie-output van de verspreidingsmodellen STOFSTROMEN en WATNAT dient als input voor de zuivering. Om het effect van zuivering weer te kunnen geven is een tweetal bestaande zuiveringen (in dit rapport genoemd X en Y) en de 'eenvoudige zuivering' doorgerekend. Bij de 'eenvoudige zuivering' dient de kwaliteit van de bron(nen) dusdanig te zijn dat met een eenvoudige zuivering kan worden volstaan; de 'eenvoudige zuivering' is als meest wenselijke zuivering meegenomen ter vergelijking met de overige zuiveringsprocessen (VROM, 1995). De zuiveringsschema's van de bestaande zuiveringen X en Y en de 'eenvoudige zuivering' zijn hieronder weergegeven.

Zuiveringsschema X (bron: Twentekanaal):



Bij zuiveringsschema X vindt na bodempassage een splitsing in de zuivering plaats: richting I en II. ¼ deel (richting I) wordt na een korte bodempassage gezuiverd met een dubbele actief koolfiltratie en ozonisatie, terwijl het overige ¾ deel (richting II) na een langere bodempassage gezuiverd wordt met een snelle zand- en een actiefkoolfiltratie. Na bodempassage bestaat het laatstgenoemde deel (richting II) voor 92% uit (geïnfiltreerd) oppervlaktewater en 8% grondwater. Tenslotte vindt er menging plaats van de gesplitste zuiveringen.

Uitgaande van de worst-case benadering: maximum ruwwaterconcentratie en minimum verwijdering tijdens zuivering, is bij de berekeningen uitgegaan van 100% oppervlaktewater.

Zuiveringsschema Y (bron: Drentsche Aa):

- analyse bekken
- flocculatie/coagulatie
- snelle grindfiltratie
- beluchting
- actief koolfiltratie
- snelle zandfiltratie
- langzame zandfiltratie

Bij zuiveringsschema Y worden twee soorten water behandeld, namelijk oppervlaktewater en grondwater in een verhouding van 1:2. Het grondwater wordt vlak voor distributie (na de langzame zandfiltratie) toegevoegd aan het reeds gezuiverde oppervlaktewater. Uitgaande van de worst-case benadering: maximum ruwwaterconcentratie en minimum verwijdering tijdens zuivering, is het aandeel grondwater niet meegenomen bij de berekeningen van de drinkwaterconcentraties. Bij de berekeningen is uitgegaan van 100% oppervlaktewater.

Zuiveringsschema 'eenvoudige zuivering':

- spaarbekkens
- hoofddesinfectie (Cl₂)
- flocculatie/coagulatie
- snelle zandfiltratie
- nadesinfectie (Cl₂)

Met het doorrekenen van elk zuiveringsschema is de reinwaterconcentratie (drinkwaterkwaliteit) van elke geselecteerde stof en elk micro-organisme bepaald. Dit is gedaan met behulp van verwijderingspercentages per stof en per micro-organisme per zuiveringsstap (Gronert *et al*, 1997) (zie bijlage 2). Voor elk zuiveringsschema is een totaal verwijderingspercentage voor elke stof/micro-organisme berekend: ruwwaterconcentratie → verwijdering tijdens zuivering (in %) → concentratie in drinkwater.

Bij het bepalen van de concentraties in drinkwater is uitgegaan van de worst-case benadering: maximum ruwwaterconcentratie en minimum verwijdering tijdens zuivering, tenzij anders aangegeven.

Voor het bepalen van de drinkwaterkwaliteit is gebruik gemaakt van de ruwwatergegevens bij de innamepunten (concentraties in de desbetreffende PAWN-segmenten) van de bestaande zuiveringen. Bij de 'eenvoudige zuivering' is gebruik gemaakt van de ruwwatergegevens bij de innamepunten van zowel zuivering X (Twentekanaal) als Y (Drentsche Aa).

1.1.4 Gezondheidsrisico's

Mogelijke gezondheidsrisico's zijn vastgesteld door de berekende drinkwaterconcentraties te vergelijken met drinkwaternormen (Waterleidingwet (Wlw) en Waterleidingbesluit (Wlb)) en gezondheidskundige risicogrenzen, zoals beschreven in Mons *et al* (1996) en Jonker *et al* (1997). Tabel 1.1 geeft een overzicht van de geldende normen en risicogrenzen.

Per stof/micro-organismen is zowel een diagnose van het jaar 1993 als een prognose tot het jaar 2015/2020 gegeven van de concentraties in drinkwater. De resultaten van de diagnose zijn vergeleken met de geregistreerde waterkwaliteitsgegevens van de waterleidingbedrijven (REWAB).

Tabel 1.1: Overzicht nationale drinkwaternormen en gezondheidkundige risicogrenzen

	Drinkwaternormen (Wlw en Wlb)	Gezondheidkundige risicogrenzen
Bestrijdingsmiddelen atrazin diuron	0.1 µg/l - 0.5 µg/l (som)	2 µg/l 22 µg/l
Zware metalen cadmium chroom nikkel	5 µg/l 50 µg/l 50 µg/l	3 µg/l 50 µg/l * 20 µg/l
Micro-organismen enterovirussen <i>Cryptosporidium</i> <i>Giardia</i>	ongewenst	1.8.10 ⁻⁷ pvp **/l 2.6.10 ⁻⁵ oöcysten/l 5.5.10 ⁻⁶ cysten/l

* WHO richtlijn

** plaquevormende partikels

2. Resultaten

2.1 Diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van de inventarisatie (diagnose en de prognose) van mogelijke gezondheidsrisico's bij een toename van het gebruik van de regionale oppervlaktewateren het Twentekanaal en de Drentsche Aa voor drinkwaterbereiding.

2.1.1 Emissie en verspreiding

Bij de prognoseberekeringen geldt dat de uitkomsten van het EC-scenario voor de bestrijdingsmiddelen op basis van deelanalyses voor de waterkwaliteit nauwelijks bleken te verschillen met de resultaten van het in 1993 door het CPB opgestelde European Renaissance scenario (ER-scenario) (CPB, 1993; RIVM, 1997). De prognoseberekeringen van atrazin en diuron zijn daarom uitgevoerd op basis van het ER-scenario met als zichtjaar 2015. De prognoses zijn gebaseerd op informatie uit de Watersysteemverkenningen (VenW-1,2, 1996). De prognoseberekeringen van de zware metalen en de micro-organismen zijn uitgevoerd met het EC-scenario en hebben betrekking op het zichtjaar 2020. Bij het berekenen van de toekomstige drinkwaterkwaliteit is uitgegaan van tot en met 1996 vastgestelde maatregelen in het huidige beleid voor de zichtjaren 2000 en 2015/2020 (RIVM, 1997).

De totale emissies van atrazin en diuron naar het oppervlaktewater (met buitenlandse aanvoer) in 1993 en 2015 zijn weergegeven in tabel 2.1. Bij atrazin is een duidelijke afname zichtbaar, deze afname is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan het verbod van deze stof in Duitsland. De emissie van diuron zal tot 2015 relatief niet tot nauwelijks veranderen t.o.v. 1993 (VenW-2, 1996).

De totale emissies van cadmium, chroom en nikkel zijn weergegeven in tabel 2.2 voor 1993 en 2020. De emissies naar oppervlaktewater van de zware metalen (met buitenlandse aanvoer) blijven tot 2020 redelijk constant t.o.v. 1993. De emissies van chroom en nikkel zijn berekend zonder atmosferische depositie, waardoor deze emissies in werkelijkheid zo'n 5-10% hoger zullen zijn (persoonlijke mededeling RIZA).

Voor de micro-organismen zijn de emissies berekend naar oppervlaktewater geldend voor het jaar 1990. Na berekeningen van de emissies voor het prognosejaar 2020 blijkt dat de emissie van de micro-organismen tot 2020 niet tot nauwelijks zal veranderen t.o.v. 1990.

Tabel 2.1: Totale emissies naar oppervlaktewater (met buitenlandse aanvoer) in 1993 en 2015 van atrazin en diuron berekend met PROMISE:

Bestrijdingsmiddel	Emissie naar oppervlaktewater in 1993 (in kg/jaar)	Emissie naar oppervlaktewater in 2015 (in kg/jaar)
Atrazine	4250	1414
Diuron	3807	3678

Tabel 2.2: Totale emissies naar oppervlaktewater (met buitenlandse aanvoer) in 1993 en 2020 van cadmium, chroom en nikkel berekend met PROMISE:

Anorganische microverontreiniging	Emissie naar oppervlaktewater in 1993 (in kg/jaar)	Emissie naar oppervlaktewater in 2020 (in kg/jaar)
Cadmium	14410	10955
Chroom	630554	530165
Nikkel	381315	361139

Tabel 2.3: Totale emissies naar oppervlaktewater via huishoudelijk afvalwater van enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* in 1990 berekend met PROMISE:

Micro-organisme	Totale emissie naar oppervlaktewater in 1990
Enterovirussen (in pvp*)	2.4E+13
<i>Cryptosporidium</i> (in oöcysten)	8.0E+12
<i>Giardia</i> (in cysten)	1.9E+13

* plaquevormende partikels

De ruwwaterconcentraties van de in dit rapport geselecteerde stoffen en micro-organismen zijn weergegeven in de tabellen 2.4a t/m 2.4c. Voor atrazin en diuron zijn de berekeningen uitgevoerd met behulp van het STOFSTROMEN-model voor 1993 en 2015. De concentraties zware metalen bij de diverse innamepunten zijn berekend met het STOFSTROMEN-model voor 1993 en 2020. Voor chroom en nikkel zijn echter de data gepresenteerd van het jaar 2000, aangezien de data van 1993 niet representatief geacht worden (persoonlijke mededeling RIZA). Voor de micro-organismen zijn de berekeningen uitgevoerd met het WATNAT-model voor het jaar 1994 geldend tot 2020.

Tabel 2.4a: Gemiddelde en maximum concentraties atrazin en diuron (in µg/l) in 1993 en 2015 bij de diverse innamepunten berekend met STOFSTROMEN

	Innamepunt	Gemiddelde (max.) conc. 1993	Gemiddelde (max.) conc. 2015
Atrazin	Twentekanaal	0.07 (0.26)	0.05 (0.21)
	Drentsche Aa	0.03 (0.09)	0.02 (0.07)
Diuron	Twentekanaal	0.04 (0.13)	0.03 (0.11)
	Drentsche Aa	0.03 (0.09)	0.03 (0.08)

Tabel 2.4b: Gemiddelde en maximum concentraties cadmium, chroom en nikkel (in µg/l) in 1993/2000 en 2020 bij de diverse innamepunten berekend met STOFSTROMEN

	Innamepunt	Gemiddelde (max.) conc. 1993/2000	Gemiddelde (max.) conc. 2020
Cadmium	Twentekanaal	0.01 (0.03) (1993)	0.02 (0.04)
	Drentsche Aa	0.07 (0.15) (1993)	0.07 (0.14)
Chroom	Twentekanaal	0.79 (1.54) (2000)	0.90 (1.82)
	Drentsche Aa	1.55 (3.18) (2000)	1.82 (3.76)
Nikkel	Twentekanaal	0.81 (1.51) (2000)	0.77 (1.43)
	Drentsche Aa	2.96 (6.33) (2000)	3.39 (7.42)

Tabel 2.4c: Gemiddelde, maximum en minimum concentraties enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* in 1994 (geldend tot 2020) bij de diverse innamepunten berekend met WATNAT

	Innamepunt	Gem. conc. 1994-2020	Max. conc. 1994-2020	Min. conc. 1994-2020
Entero (pvp*)	Twentekanaal	0.10	0.24	0.03
	Drentsche Aa	0.02	0.05	0.004
Crypto (oöcysten/l)	Twentekanaal	0.29	0.45	0.17
	Drentsche Aa	0.38	0.76	0.13
Giardia (cysten/l)	Twentekanaal	0.09	0.22	0.02
	Drentsche Aa	0.01	0.04	0.002

* plaquevormende partikels

2.1.1.1 Conclusies emissie en verspreiding

De oppervlaktewaterkwaliteit zal tot 2015 voor de bestrijdingsmiddelen in lichte mate verbeteren. Geconstateerd kan worden dat voor de bestrijdingsmiddelen de Drentsche Aa de beste oppervlaktewaterkwaliteit heeft.

De concentraties cadmium en chroom in het Twentekanaal zullen tot 2020 toenemen, dit in tegenstelling tot de concentratie nikkel. In de Drentsche Aa zal tot 2020 een minimale afname te zien zijn van de concentratie cadmium. Chroom en nikkel daarentegen zullen in toenemende concentraties in de Drentsche Aa voorkomen. Met betrekking tot de zware metalen blijkt het Twentekanaal de beste oppervlaktewaterkwaliteit te hebben.

Voor micro-organismen geldt dat er geen verandering van betekenis zal plaatsvinden in de oppervlaktewaterkwaliteit. Voor enterovirussen en *Giardia* heeft de Drentsche Aa de beste oppervlaktewaterkwaliteit. Met betrekking tot *Cryptosporidium* blijkt echter het Twentekanaal de meest schone bron te zijn.

2.1.2 Zuivering/drinkwaterbereiding

Voor de berekeningen van de concentraties stoffen en micro-organismen in drinkwater is gebruik gemaakt van de ruwwaterkwaliteitsgegevens bij de desbetreffende innamepunten. Naast de twee huidige zuiveringen met als bronnen het Twentekanaal en de Drentsche Aa is ook de 'eenvoudige zuivering' bekeken. Bij de 'eenvoudige zuivering' is gebruik gemaakt van de ruwwaterkwaliteitsdata van zowel het Twentekanaal als de Drentsche Aa.

De toegepaste verwijderingsrendementen per zuiveringsschema zijn gepresenteerd in de tabellen 2.5, 2.6 en 2.7. De verwijdering voor de stoffen is weergegeven in %, de verwijdering voor micro-organismen is weergegeven in log-eenheden wat mede gebaseerd is op Medema *et al* (1996). De verwijderingsrendementen voor de bestrijdingsmiddelen en zware metalen zijn gebaseerd op de minimale verwijdering tijdens zuivering. Voor de micro-organismen zijn naast de minimum ook de gemiddelde en maximum verwijderingsrendementen weergegeven. Bij de berekening van de concentraties in drinkwater is uitgegaan van de worst-case benadering: maximum ruwwaterconcentratie en minimum verwijdering tijdens zuivering. Voor de micro-organismen is naast de worst-case tevens de best-case en de average-case benadering uitgewerkt. Bij de best-case benadering wordt gebruik gemaakt van de minimum concentratie bij het innamepunt en de maximum verwijdering tijdens zuivering; bij de average-case benadering wordt uitgegaan van de gemiddelde ruwwaterconcentratie en de gemiddelde verwijdering tijdens zuivering.

Voor het zuiveringsschema met als bron het Twentekanaal is een splitsing toegepast in de zuivering (richting I en II) (zie §1.1.3). Deze splitsing is doorgerekend bij de berekening van de verwijderingsrendementen.

De concentraties in drinkwater na het doorlopen van de diverse zuiveringen zijn weergegeven in figuur 2.1a t/m 2.1e. De diagnose en prognose van de micro-organismen zijn identiek, dit komt omdat de ruwwaterconcentraties berekend voor het basisjaar 1994 niet zullen veranderen tot het jaar 2020.

Tabel 2.5: Minimum verwijderingsrendementen voor de diverse zuiveringen voor atrazin en diuron (in %)

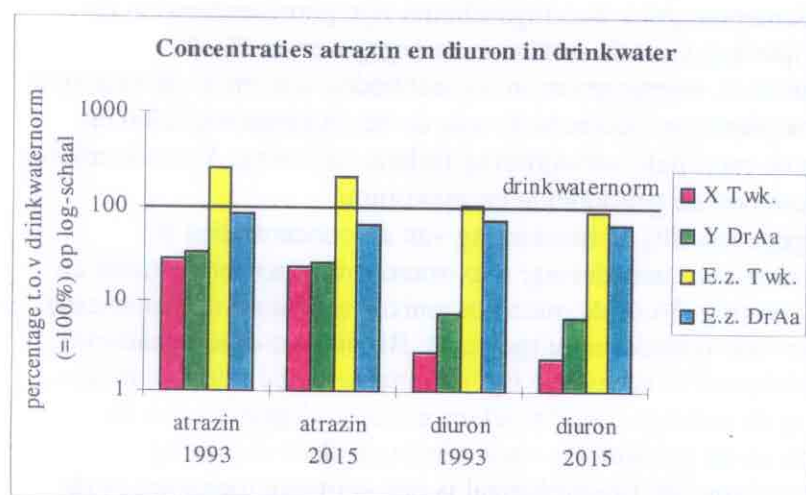
Zuiveringsschema	atrazin	diuron
X (Tw.kan.)		
richting I (¼)	95.8	99.9
richting II (¾)	86.4	97.3
Y (Dr.Aa)	61	92
'eenv.zuivering'	0	20

Tabel 2.6: Minimum verwijderingsrendementen voor de diverse zuiveringen voor cadmium, chroom en nikkel (in %)

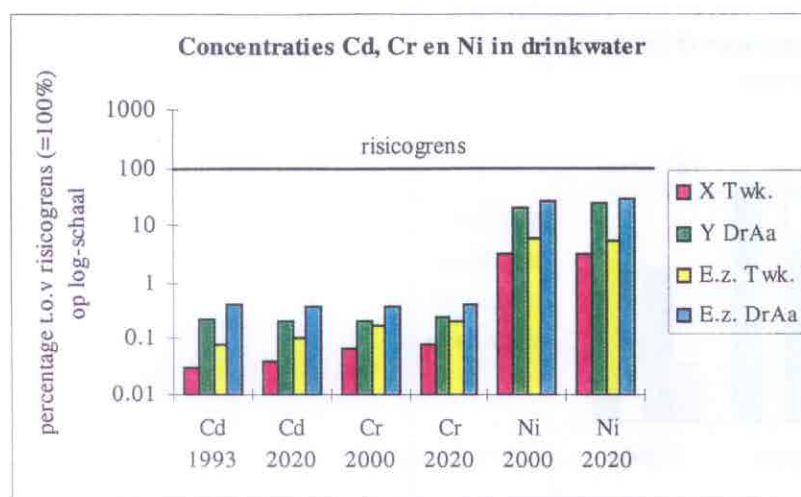
Zuiveringsschema	Cd	Cr	Ni
X (Tw.kan.)			
richting I (¼)	98	98.6	61.6
richting II (¾)	96.3	97.5	52
Y (Dr.Aa)	95.5	96.8	36
'eenv.zuivering'	91.6	94.3	20

Tabel 2.7: Minimum, gemiddelde en maximum verwijderingsrendementen voor de diverse zuiveringen voor enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* (in log-eenheden).

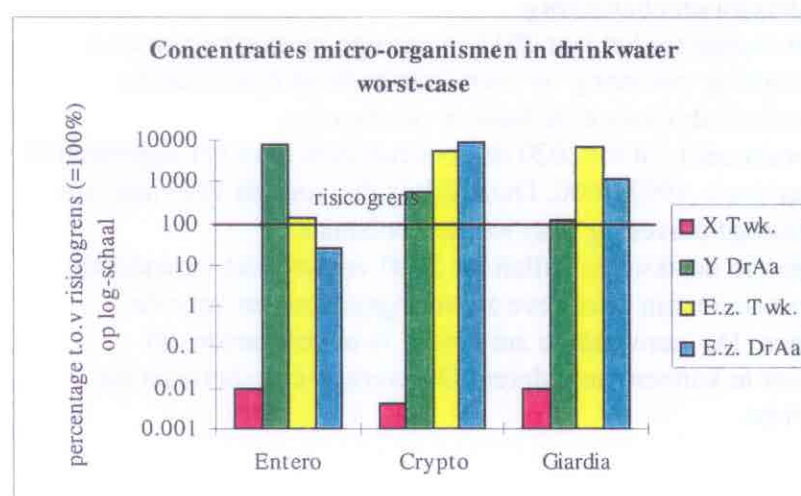
Zuiveringsschema	Entero			Crypto			Giardia		
	Min.	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.	Min.	Gem.	Max.
X (Tw.kan.)									
richting I (25%)	13.5	17.5	21.5	9.9	13	16.2	10.4	14.8	19.2
richting II (75%)	10	12.75	15.5	8.5	10	11.5	8.5	10	11.5
Y (Dr.Aa)	3.5	5.5	7.5	3.7	6	8.2	3.7	6	8.2
'eenv.zuivering'	6.0	9.25	12.5	2.5	3.5	4.5	2.8	5.65	8.5



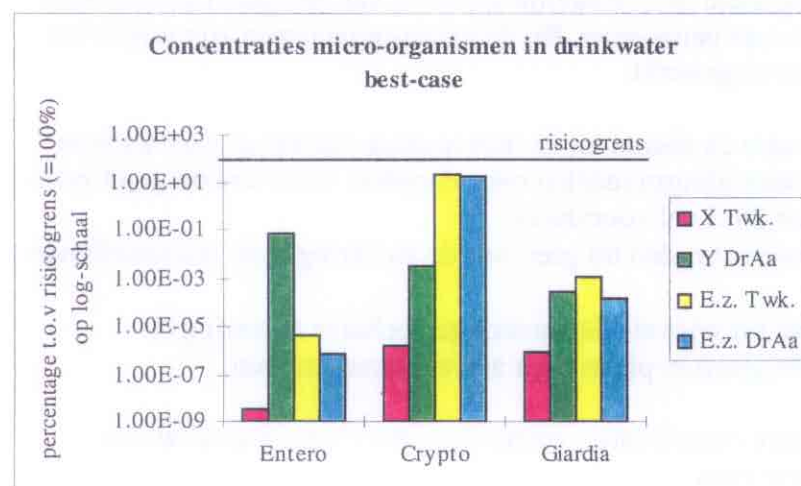
Figuur 2.1a: Diagnose (1993) en prognose (2015) atrazin en diuron in drinkwater



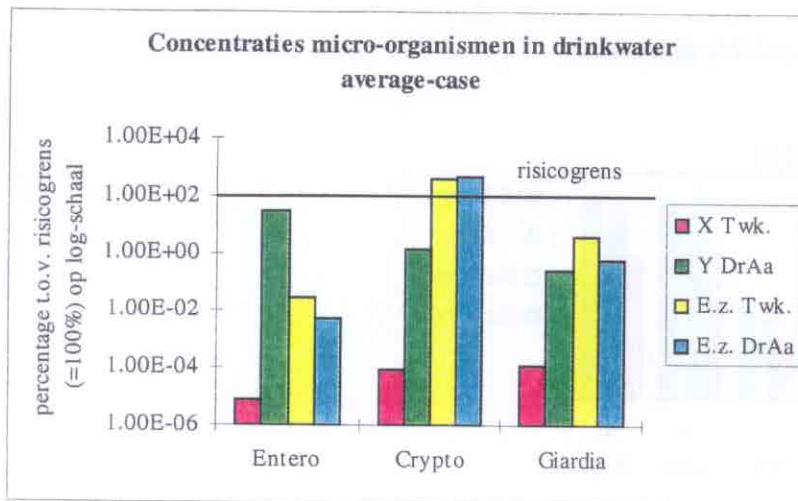
Figuur 2.1b: Diagnose (1993/2000) en prognose (2020) cadmium, chroom en nikkel in drinkwater



Figuur 2.1c: Diagnose en prognose (basisjaar 1994) enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* in drinkwater worst-case scenario



Figuur 2.1d: Diagnose en prognose (basisjaar 1994) enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* in drinkwater best-case scenario



Figuur 2.1e: Diagnose en prognose (basisjaar 1994) enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* in drinkwater average-case scenario

2.1.2.1 Conclusies zuivering/drinkwaterbereiding

De concentraties atrazin en diuron zullen tot het jaar 2015 in geringe mate afnemen t.o.v. 1993. Het toepassen van de 'eenvoudige zuivering' is voor deze bestrijdingsmiddelen onvoldoende om de gewenste kwaliteit drinkwater te kunnen produceren.

Bij de zware metalen wordt geconstateerd dat tot 2020 de concentraties over het algemeen in zeer geringe mate zullen toenemen t.o.v. 1993/2000. Duidelijk is dat voor de verwijdering van zware metalen met de 'eenvoudige zuivering' kan worden volstaan.

De concentraties micro-organismen in drinkwater zullen tot 2020 vrijwel niet veranderen t.o.v. 1994. Bodempassage en ozonisatie zijn effectieve zuiveringsprocessen voor de verwijdering van micro-organismen. De 'eenvoudige zuivering' is onvoldoende om microbiologisch 'veilig' drinkwater te kunnen garanderen. De average-case benadering benadert het dichtst de werkelijkheid.

2.1.3 Gezondheidsrisico's

Door vergelijking van de berekende concentraties in drinkwater met de drinkwaternorm voor bestrijdingsmiddelen en de risicogrenzen voor de zware metalen en micro-organismen zoals gepresenteerd in tabel 1.1, is vastgesteld of er mogelijk sprake is van een gezondheidsrisico. Hierbij is uitgegaan van de worst-case benadering. Bij de micro-organismen zijn tevens het best-case en average-case scenario uitgewerkt.

Het blijkt dat de concentraties atrazin en diuron bij de 'eenvoudige zuivering' met als bron het Twentekanaal de norm voor bestrijdingsmiddelen overschrijden. Voor atrazin geldt zelfs dat deze overschrijding tot het jaar 2015 zal voortduren.

De concentraties zware metalen overschrijden bij geen van de zuiveringen de desbetreffende norm.

Bij de worst-case benadering vindt bij vrijwel alle zuiveringen behalve zuivering X overschrijding van de diverse risicogrenzen plaats voor zowel enterovirussen, *Cryptosporidium* als *Giardia*.

Bij het best-case scenario liggen alle concentraties enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* onder de gewenste risiconiveaus.

De average-case benadering geeft enkel een overschrijding van de norm voor *Cryptosporidium* bij beide vormen van 'eenvoudige zuivering'.

3. Discussie

3.1 Diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater

In de discussie zal worden ingegaan op de verkregen resultaten. De resultaten uit dit deel van het rapport zijn alle gebaseerd op berekende getallen. Enkele berekeningen zijn vergeleken met gemeten concentraties, het blijft echter van belang rekening te houden met kwantitatieve onzekerheden.

3.1.1 Emissie en verspreiding

- Voor een uitgebreide discussie over de model PROMISE, STOFSTROMEN en WATNAT wordt verwezen naar Mons *et al* (1996) en Jonker *et al* (1997).
- De emissies van chroom en nikkel zijn berekend zonder atmosferische depositie. De invloed hiervan op de berekeningsresultaten is echter minimaal. Na berekeningen met atmosferische depositie (10% van de totale emissie) wordt hetzelfde beeld verkregen voor de concentraties chroom en nikkel in drinkwater.
- De berekende concentraties bestrijdingsmiddelen en zware metalen in ruwwater zijn vergeleken met de geldende normen voor oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater (tabel 3.1). Voor zowel atrazin als diuron vindt een overschrijding van de norm plaats bij het innamepunt van zuivering X (Twentekanaal) door de maximum concentratie. Voor de zware metalen geldt dat de desbetreffende normen bij geen van de innamepunten worden overschreden.

Tabel 3.1: Normen voor oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater (Waterleidingwet, 1985)

Stof	Norm
bestrijdingsmiddelen	0.1 µg/l
cadmium	5 µg/l
chroom	50 µg/l
nikkel	50 µg/l

3.1.2 Zuivering/drinkwaterbereiding

- Voor een uitgebreide discussie over het gebruik van de door Gronert *et al* (1997) opgestelde verwijderingsrendementen wordt verwezen naar Mons *et al* (1996) en Jonker *et al* (1997).
- Bij het bepalen van de concentratie in drinkwater is uitgegaan van de worst-case benadering. Dit houdt in dat gebruik is gemaakt van de maximum concentratie bij de innamepunten en de minimum verwijdering tijdens zuivering. Voor de micro-organismen is naast de worst-case benadering tevens de best-case en de average-case scenario uitgewerkt. Hierbij is gebruik gemaakt van de minimum/gemiddelde concentraties bij de innamepunten en de maximum/gemiddelde verwijdering tijdens zuivering. De ranges tussen minimum en maximum verwijdering (tabel 2.7) lopen zeer uiteen wat zich tevens vertaalt in de resultaten. Gesteld kan worden dat de werkelijkheid hoogstwaarschijnlijk het dichtst benaderd wordt door de average-case benadering.

- De berekende concentraties atrazin, diuron en cadmium in ruw- en reinwater in 1993 (diagnose) zijn vergeleken met gemeten waarden in 1993 zoals vermeld in de rapportage drinkwaterkwaliteit van de waterleidingbedrijven (REWAB). Tabellen 3.2a t/m 3.2c geven een overzicht van deze vergelijkingen.

Tabel 3.2a: Vergelijking berekende en gemeten concentraties atrazin in 1993 (diagnose)

		Ruw gem.	Ruw max.	Rein gem.	Rein max.
Atrazin Twentekanaal	gemeten 1993	0.07	0.2	0.02	0.05
	berekend 1993	0.067	0.26	0.0074	0.029
Atrazin Drentsche Aa	gemeten 1993	n.d*	n.d*	n.d*	n.d*
	berekend 1993	0.026	0.086	0.01	0.034

Tabel 3.2b: Vergelijking berekende en gemeten concentraties diuron in 1993 (diagnose)

		Ruw gem.	Ruw max.	Rein gem.	Rein max.
Diuron Twentekanaal	gemeten 1993	n.d*	n.d*	n.d*	n.d*
	berekend 1993	0.037	0.13	0.00077	0.0027
Diuron Drentsche Aa	gemeten 1993	n.d*	n.d*	n.d*	n.d*
	berekend 1993	0.029	0.092	0.0023	0.0073

Tabel 3.2c: Vergelijking berekende en gemeten concentraties cadmium in 1993 (diagnose)

		Ruw gem.	Ruw max.	Rein gem.	Rein max.
Cadmium Twentekanaal	gemeten 1993	0.1	0.1	< 0.2	< 0.2
	berekend 1993	0.012	0.029	0.00038	0.00093
Cadmium Drentsche Aa	gemeten 1993	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
	berekend 1993	0.074	0.151	0.0034	0.0069

* n.d = no data

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat er voor diuron geen vergelijking mogelijk is, omdat er geen gemeten waarden zijn in 1993. Ook voor cadmium geldt dat er grotendeels geen vergelijking mogelijk is gezien de < getallen. De berekende en gemeten concentraties atrazin in ruw- en reinwater in 1993 (diagnose) komen redelijk tot goed overeen. Mogelijke afwijkingen kunnen verklaard worden doordat er bij de toegepaste zuiveringen sprake is van menging en toevoeging van grondwater, terwijl bij de berekeningen is uitgegaan van 100% oppervlaktewater.

3.1.3 Gezondheidsrisico's

- Er dient rekening gehouden te worden dat er bij de bepaling van mogelijke gezondheidsrisico's is uitgegaan van de worst-case benadering.
- Ter beoordeling van een mogelijk gezondheidsrisico zijn per stof/micro-organisme de maximum berekende drinkwaterconcentraties vergeleken met de desbetreffende drinkwaternormen c.q. risicogrenzen. De risicogrenzen voor bestrijdingsmiddelen en zware metalen zijn bepaald n.a.v een toxicologische beoordeling en zijn gebaseerd op ethische respectievelijk gezondheidkundige overwegingen. De risicogrenzen voor de micro-organismen zijn bepaald op basis van een aanvaardbaar infectierisico van 10^{-4} per persoon per jaar (Teunis *et al*, 1996). Dit houdt in dat voor de micro-organismen elke berekende concentratie een bepaald infectierisico met zich meebrengt. Veilige concentraties (het 0-risico) zijn in principe niet haalbaar en onmogelijk te berekenen. Voor de bestrijdingsmiddelen en zware metalen geldt dat er wel veilige concentraties berekend worden.

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater

In dit hoofdstuk worden de conclusies van de bestrijdingsmiddelen, zware metalen en micro-organismen apart besproken, waarbij voornamelijk wordt ingegaan op de inhoudelijke conclusies. Voor conclusies ten aanzien van de gevolgde methodiek (de 'ketenbenadering') wordt verwezen naar Mons *et al* (1996) en Jonker *et al* (1997).

4.1.1 Bestrijdingsmiddelen

* De emissies naar het oppervlaktewater van atrazin nemen door het verbod van het gebruik van deze stof in Duitsland af tot 2015; de emissies van diuron blijven stabiel tot 2015 t.o.v. 1993.

* De oppervlaktewaterkwaliteit zal tot 2015 voor de bestrijdingsmiddelen in lichte mate verbeteren t.o.v. 1993.

* De berekende maximum concentraties atrazin en diuron in het ruwe water van het Twentekanaal liggen boven de norm voor bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater (0.1 µg/l); dit geldt zowel voor de diagnose (1993) als de prognose (2015). De overige ruwwaterconcentraties liggen onder de geldende norm voor bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater.

* Voor wat betreft atrazin en diuron heeft de Drentsche Aa in vergelijking tot het Twentekanaal een betere oppervlaktewaterkwaliteit.

* Vergelijking van de berekende en gemeten concentraties atrazin in ruw- en reinwater in 1993 (diagnose) geeft aan dat deze redelijk tot goed met elkaar overeen komen.

* De concentraties atrazin en diuron in drinkwater zullen tot het jaar 2015 in lichte mate afnemen t.o.v. 1993.

* De bestrijdingsmiddelen atrazin en diuron geven geen overschrijding van de drinkwaternorm bij de huidige zuiveringen; dit geldt zowel voor de diagnose (1993) als de prognose (2015).

Voor deze bestrijdingsmiddelen is 'eenvoudige zuivering' onvoldoende om de gewenste kwaliteit drinkwater te kunnen produceren. Actief koolfiltratie is een effectief zuiveringsproces voor de verwijdering van atrazin en diuron.

4.1.2 Zware metalen

* De emissies naar oppervlaktewater van cadmium en chroom nemen tot 2020 in geringe mate af t.o.v. 1993. De emissie van nikkel naar oppervlaktewater blijft tot 2020 redelijk constant t.o.v. 1993.

* De concentraties zware metalen in oppervlaktewater zullen tot 2020 over het algemeen iets toenemen t.o.v. 1993/2000.

* De berekende concentraties zware metalen in ruwwater van zowel het Twentekanaal als de Drentsche Aa overschrijden op geen enkel punt de norm voor oppervlaktewater dat bestemd is voor de bereiding van drinkwater (cadmium: 5 µg/l; nikkel en chroom: 50 µg/l); dit geldt zowel voor 1993/2000 (diagnose) als voor 2020 (prognose).

* Voor zowel cadmium, als chroom en nikkel geldt dat het Twentekanaal in vergelijking tot de Drentsche Aa de beste oppervlaktewaterkwaliteit heeft.

* De concentraties zware metalen in drinkwater zullen tot 2020 over het algemeen in zeer lichte mate toenemen t.o.v. 1993/2000.

* De zware metalen cadmium, chroom en nikkel overschrijden op geen enkel punt de geldende risicogrenzen; dit geldt zowel voor de diagnose (1993/2000) als de prognose (2020).

Voor de verwijdering van zware metalen kan met de 'eenvoudige zuivering' worden volstaan.

4.1.3 Micro-organismen

* De emissie van de micro-organismen zal tot 2020 niet tot nauwelijks veranderen t.o.v. 1990.

* Voor micro-organismen geldt dat er tot 2020 geen verandering van betekenis zal plaatsvinden in de oppervlaktewaterkwaliteit t.o.v. 1994.

* Voor enterovirussen en *Giardia* heeft de Drentsche Aa de beste oppervlaktewaterkwaliteit. Met betrekking tot *Cryptosporidium* blijkt echter het Twentekanaal de meest schone bron te zijn.

* De concentraties micro-organismen in drinkwater zullen tot 2020 vrijwel niet veranderen t.o.v. 1994.

* Bij de worst-case benadering blijkt *Cryptosporidium* het meest problematisch. Zuivering X (bron: Twentekanaal) met een bodempassage en ozonisatie geeft als enige geen overschrijding van de risicogrenzen bij de worst-case benadering.

Bij de best-case benadering vindt er geen overschrijding plaats van de risicogrenzen.

Bij de average-case benadering blijkt alleen *Cryptosporidium* bij de 'eenvoudige zuivering' problematisch te zijn.

Voor de micro-organismen is 'eenvoudige zuivering' onvoldoende om te kunnen garanderen dat het drinkwater aan de gezondheidkundige risicogrenzen voldoet. Bodempassage en ozonisatie zijn effectieve zuiveringsprocessen om microbiologisch 'veilig' drinkwater te kunnen garanderen.

* Een zuivering met bodempassage (met gesloten terugwinning) is de meest gewenste methode om te kunnen garanderen dat het drinkwater aan de microbiologische gezondheidkundige risicogrenzen voldoet. Combinatie met natuurontwikkeling is bij het toepassen van bodempassage in het algemeen goed mogelijk.

* De best-case en worst-case benadering geven met betrekking tot mogelijke gezondheidsrisico's een positiever, respectievelijk een negatiever beeld van de werkelijke situatie. Met de average-case benadering wordt de werkelijkheid hoogstwaarschijnlijk het dichtst benaderd.

4.2 Aanbevelingen diagnose en prognose gezondheidsrisico's bij gebruik Twentekanaal en Drentsche Aa voor de productie van drinkwater

- Voor aanbevelingen omtrent de gebruikte methodiek wordt verwezen naar Mons *et al* (1996) en Jonker *et al* (1997).
- Bij het bepalen van mogelijke (toekomstige) gezondheidsrisico's is uitgegaan van de worst-case benadering. De betrouwbaarheid van enkele stappen van deze bepaling in de gebruikte ketenbenadering van emissie tot concentratie in drinkwater, laat nog te wensen over. Een voorbeeld hiervan is de verwijderingscapaciteit van de zuiveringsstappen. Aanbevolen wordt deze onzekerheden beter te kwantificeren, zodat een meer nauwkeurige uitspraak ten aanzien van mogelijke gezondheidsrisico's kan worden gedaan.
- Het begrip 'eenvoudige zuivering' dient eenduidig gedefinieerd te worden.
- Het zuiveringsproces membraanfiltratie is in dit onderzoek niet meegenomen. Het verdient aanbeveling in volgend onderzoek wel aandacht te besteden aan dit zuiveringsproces.
- Het gebruik van bodempassage (met gesloten terugwinning) tijdens zuivering dient gestimuleerd te worden. Via bodempassage van het te winnen oppervlaktewater wordt met name de microbiologische betrouwbaarheid van het water sterk verbeterd (VROM, 1995). Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met het feit dat bodempassage niet altijd geschikt is met betrekking tot andere parameters zoals ammonium en chloride. In dit deel van het onderzoek is hier echter niet naar gekeken.
- De relatie tussen de mate van blootstelling aan micro-organismen en het hieraan verbonden gezondheidsrisico dient duidelijker/beter onderzocht te worden; er dient een betere onderbouwing plaats te vinden van de kwantitatieve risico-analyse zoals is vastgelegd in het infectierisico.

1. Materiaal en methodiek

1.1 Inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater

In dit deel van het rapport wordt een inventarisatie gegeven van de mogelijke inzet van regionale oppervlaktewateren als bron voor de drinkwaterproductie. Aan de hand van een aantal criteria is een selectie gemaakt van een aantal regionale watersystemen. Vervolgens zijn de geselecteerde wateren onderzocht op een aantal aspecten. Tenslotte is getracht aan te geven in hoeverre regionale oppervlaktewateren geschikt zijn als bron voor de drinkwatervoorziening.

1.1.1 Potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen

Om een selectie te kunnen maken, zijn uit de literatuur (SDIW2, 1981; Supèr *et al*, 1993) alle plannen omtrent mogelijk toekomstige waterwinningen verzameld. Tevens zijn de waterleidingbedrijven GWG, WLF, WMD, WMO, WMG, WOG, NUON Water, WMN, WNWB, WOB en WML aangeschreven om informatie over mogelijk toekomstige waterwinningen voor de drinkwatervoorziening. Bij de informatie verkregen uit zowel de literatuur als van de waterbedrijven, zijn ook de plannen meegenomen over de mogelijk toe te passen typen waterwinning (directe winning, oevergrondwaterwinning, diep- (kunstmatige) infiltratie) bij mogelijk toekomstig gebruik van de diverse regionale wateren.

1.1.2 Selectie-instrumentarium

In het kader van dit onderzoek is aan de hand van een aantal criteria een selectie gemaakt van een aantal mogelijk toekomstig te gebruiken regionale wateren voor de productie van drinkwater. Er is hiertoe een vijftal selectiecriteria opgesteld:

- *Het desbetreffende water dient te voldoen aan de definitie voor regionaal oppervlaktewater.* Hierbij is uitgegaan van de definitie regionale oppervlaktewateren: alle wateren die niet onder grote invloed staan van de Rijn en de Maas. Tot de regionale wateren behoren dus alle wateren behalve Rijn, Maas, Grensmaas, Julianakanaal, Maasplassen, Waal, Lek, IJssel, Amsterdam-Rijnkanaal, Bovenrijn, Nederrijn, Benedenrivieren-zuid, IJsselmeer, Markermeer, IJmeer en Randmeren.

Bovenstaande definitie is gebaseerd op CUWVO (1988), Supèr *et al* (1993), Supèr *et al* (1996) en VenW-2 (1996). Bij het opstellen van de definitie is uitgegaan van het feit dat enige invloed van Rijn en Maas getolereerd wordt, zodat de definitie zich niet geheel beperkt tot de lokale wateren.

- *Het desbetreffende regionale oppervlaktewater dient duidelijk omschreven te zijn.* Termen als 'regenwater', 'sprengenwater' e.d. zijn in het kader van dit onderzoek niet bruikbaar en zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

- *Het desbetreffende regionale oppervlaktewater dient te voldoen aan de gestelde kwantiteitseisen geldend voor de functie drinkwater.*

Voor drinkwater is gekozen voor een minimum omvang van ≥ 5 miljoen m³ per jaar (Mm³/jaar), omdat vele waterleidingbedrijven deze omvang hanteren als maatstaf. Daar waar de capaciteit niet bekend is, wordt een capaciteit ingevuld van 5 Mm³/jaar. Deze projecten worden dus niet direct uitgesloten van het onderzoek.

- Het desbetreffende regionale water dient voor te komen in het noorden, oosten, midden of zuiden van Nederland.

Vanwege invloed van zout en brak water zal het westen van Nederland (Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland) grotendeels de grote rijkswateren (blijven) gebruiken als bron voor waterwinningen. Om deze reden is het westen van Nederland buiten beschouwing gelaten. Ook Flevoland is niet meegenomen in dit onderzoek; bij mogelijk toekomstig gebruik van oppervlaktewater voor de drinkwaterproductie zal Flevoland voornamelijk gebruik maken van IJsselmeerwater. Bij het aanschrijven van de waterleidingbedrijven is reeds rekening gehouden met dit selectie criterium; alleen waterbedrijven in het noorden, oosten, midden en zuiden van Nederland zijn aangeschreven.

- De desbetreffende regionale wateren dienen eenmalig als bron voor te komen.

Wanneer een regionaal water binnen diverse projecten meerdere malen voorkomt als bron voor de drinkwaterproductie, dan krijgt het waterwinproject met meerdere bronnen de voorkeur.

Bovenstaande selectiecriteria zijn toegepast op de reeks potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen verkregen uit de literatuur of aangeleverd door de waterbedrijven. Aan de hand van deze selectiemethodiek is een klein geselecteerd aantal mogelijk toekomstig te gebruiken regionale wateren verkregen dat verder is uitgewerkt in dit rapport.

1.1.3 Onderzoeksaspecten

Om een uitspraak te kunnen doen in welke mate een regionaal watersysteem mogelijkheden biedt voor waterwinning ten behoeve van de drinkwatervoorziening, zijn de geselecteerde wateren onderzocht op een aantal relevante aspecten. Deze aspecten zijn ingedeeld in de categorieën kwantiteit, kwaliteit, risico's en effecten; het stroomgebied geeft de herkomst van het water in het oppervlaktewater aan:

- Stroomgebied - de ligging van het stroomgebied

- Kwantiteit - beschikbaarheid van oppervlaktewater

- Kwaliteit - kwaliteit van het oppervlaktewater
 - landgebruik
 - % landbouw * grasland
 - * maisteelt
 - * boomgaarden
 - * glastuinbouw
 - % stedelijk gebied
 - % loofbos en naaldbos
 - % industrie
 - waterbodems

- Risico's - rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's)
 - overstorten
 - scheepvaart

- Effecten - minimale afvoer gegarandeerd
 - ligging t.o.v. ecologische hoofdstructuur (EHS)

1.1.3.1 Stroomgebieden

Om de geschiktheid van een regionaal water als bron voor waterwinning aan te kunnen geven, is het van belang duidelijk aan te geven wat de herkomst is van het water in het oppervlaktewater. Hiervoor is voor elk regionaal oppervlaktewater het gebied stroomopwaarts van -het potentieel innamepunt van- het oppervlaktewater bepaald. Dit stroomgebied is bepaald met de Waterplanner, een applicatie gebaseerd op het Waterstaatkundig Informatie Systeem (WIS, 1995). In het WIS staan de grenzen van de afwateringsgebieden en de gemengd gerioleerde kernen alsmede de relaties tussen de gebieden aangegeven¹. Met de Waterplanner kan van een oppervlaktewater het stroomopwaartse gebied geselecteerd kan worden. De (gemengd) gerioleerde stedelijke gebieden die het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallaties op het oppervlaktewater lozen, dragen bij aan de afvoer en de kwaliteit van het oppervlaktewater en horen daarom bij het stroomgebied. De gemengd gerioleerde gebieden die binnen het stroomgebied liggen, maar het effluent niet op het desbetreffende regionale water lozen, dragen in mindere mate bij aan de kwaliteit. Deze gebieden zijn niet meegerekend tot stroomgebied. Hierdoor zijn sommige gerioleerde gebieden niet meegerekend bij het stroomgebied en liggen als witte vlekken in het stroomgebied; terwijl andere gebieden als enclaves buiten het stroomgebied liggen en wel behoren tot het stroomgebied.

Voor elk onderzocht regionaal watersysteem is een kaart gemaakt met het betreffende stroomgebied (en het betreffende landgebruik). De kaarten met de stroomgebieden (incl. landgebruik) zijn opgenomen in dit rapport.

Het is tevens van belang te weten wat de invloed is van de waterwinning op de omgeving. Waterwinning zal effect hebben op de waterstand, de stroomsnelheid, de verblijftijd en kan lokaal tot verdroging leiden. Waterwinning kan op dergelijke locaties strijdig zijn met andere belangen, zoals natuurontwikkeling en de ecologische hoofdstructuur (EHS). Voor het effect van de waterwinning wordt gekeken naar de omgeving van het mogelijke onttrekkingspunt en het gebied stroomafwaarts hiervan. Stroomafwaarts wordt het gebied beschouwd tot waar het effect van de wateronttrekking niet substantieel meer is, bijvoorbeeld doordat de waterloop samenvloeit met een grotere waterloop.

1.1.3.2 Kwantiteit

Om inzicht te krijgen in de beschikbaarheid van water zijn twee methoden gehanteerd. Ten eerste zijn de afvoergegevens opgevraagd van de geselecteerde regionale watersystemen bij de desbetreffende instanties (waterschappen, zuiveringsschappen en Rijkswaterstaat). Voor een deel van de wateren bleek het mogelijk om geschikte afvoer gegevens te achterhalen. Voor sommige wateren was in het geheel geen informatie aanwezig over de afvoer, voor andere wateren waren wel gegevens beschikbaar, maar deze bleken niet bruikbaar.

Naast de gemeten afvoergegevens is tevens voor elk stroomgebied de afvoer berekend aan de hand van uit- en afspoelingsmodellen en de lozingsgegevens van het effluent van de rioolwaterzuiveringsinstallaties. Dit is gedaan met het model ANIMO/DEMGEN (Groenendijk en Kroes, 1997) in combinatie met het stroomgebied van de WIS-kaart. Het ANIMO/DEMGEN model berekent de waterafvoer onderverdeeld naar drie afvoercomponenten, te weten: afspoeling over het oppervlak, uitspoeling naar het ondiep drainage systeem en uitspoeling naar het diep drainage systeem.

¹ De gebieden in het WIS worden elementen genoemd. Voor het vrij afwaterende deel van Nederland zijn dat gebieden tussen 2 stuwpeilen die via een punt lozen op andere afwateringselementen. Voor het niet-vrij afwaterende deel zijn dat peilgebieden (polders) of afwateringsgroepen (boezemstelsels).

Bij de berekening van de afvoer is gekozen voor een situatie als zich heeft voorgedaan in het jaar 1985. De bij deze situatie behorende gegevens zijn als gemiddelde waarden gekenmerkt. De gegevens zijn dus gebaseerd op het jaar 1985, wat gebruikt wordt als basisjaar. Per WIS-element (WIS, 1995) wordt de afvoer berekend uit de som van de drie afvoercomponenten, waarbij gecorrigeerd wordt voor de ANIMO/DEMGEN gebieden met functie water of stedelijk gebied. De ontbrekende informatie van deze gebieden wordt opgeschaald. Van de gemengd gerioleerde gebieden uit de WIS-kaart wordt het afval- en regenwater via de rioolwaterzuiveringsinstallatie als effluent geloosd op het oppervlaktewater. Voor het effluent van de rwzi's zijn de gegevens gebruikt van het CBS (CBS, 1990, 1991). Op deze wijze zijn voor elk regionaal oppervlaktewater de jaarafvoer, de kwartaalafvoeren en de minimum afvoer per 10 dagen berekend. De berekende minimum afvoer is een indicatie voor de afvoer in de zomer. Bij een droge zomer, zoals in 1996, zal de afvoer veel lager zijn dan de voor een basisjaar geldende waarden.

Het voordeel van het berekenen van de afvoer m.b.v. de beschikbare informatie voor eenzelfde jaar, is dat hierdoor de verschillende gebieden onderling goed te vergelijken zijn. Het nadeel is dat slechts een gemiddelde situatie doorerekend is en dat slechts een indicatie voor de afvoer in droge jaren verkregen is. Voor elk onderzocht watersysteem zijn de gemeten (indien bekend en bruikbaar) en berekende afvoeren opgenomen in dit rapport.

Bij het bepalen van de beschikbaarheid van water, wordt uitgegaan van minimale onttrekking van 5 Mm³ water per jaar. Uitgaande van een continue onttrekking van 5 Mm³ per jaar, betekent dit een continue waterwinning van 0.14 Mm³ per 10 dagen. Om een uitspraak te kunnen doen over de beschikbaarheid van water, is voor elk regionaal watersysteem de 'eis' van 0.14 Mm³ per 10 dagen vergeleken met de berekende minimale afvoerwaarden.

1.1.3.3 Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

Om een beeld te krijgen van de kwaliteit van het oppervlaktewater zijn kwaliteitsgegevens opgevraagd van de geselecteerde regionale wateren bij de bijbehorende waterschappen en zuiveringsschappen. Er is daarbij gekeken naar de volgende parameters:

- macro-parameters: zuurstof (opgelost)
 CZV (chemisch zuurstofverbruik)
 BZV (biologisch zuurstofverbruik)
 chloride
- nutriënten: N-Kjeldahl
 NH₄
 organisch gebonden N
 N-totaal
 P-totaal
- bestrijdingsmiddelen: atrazin
 diuron
 (MCPP, MCPA, simazine en dimethoaat)
- zware metalen: cadmium
 chroom
 nikkel
 koper

Microbiologische parameters zijn in dit deel van het onderzoek niet meegenomen. De kwaliteitsgegevens zijn aangeleverd dan wel berekend als jaargemiddelde waarden. De door de waterschappen aangeleverde kwaliteitsgegevens zijn bij geplande directe winning vergeleken met de normen voor oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater.

Bij het opstellen van deze normen is uitgegaan van de normering vermeld in het Waterleidingbesluit (Wlb) (Waterleidingwet en Grondwaterwet, 1985); voor N-Kjeldahl is de richtlijn overgenomen zoals opgesteld door de Europese Gemeenschap (EG) (75/440/EEG) betreffende de vereiste kwaliteit van oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater, omdat deze niet wordt vermeld in het Wlb. Bij het vaststellen van de normen is uitgegaan van categorie IIIB (Wlb) en A3I (EG). Beide categoriën gaan uit van een uitgebreide zuivering en de daarbij overeenkomende imperatieve grenswaarden. Bij geplande oevergrondwaterwinning en diepinfiltratie (kunstmatige infiltratie) zijn de kwaliteitsgegevens vergeleken met de normering voor te infiltreren water vastgelegd in het Infiltratiebesluit Bodembescherming (IB). De normen uit het Wlb en het IB hebben betrekking op jaargemiddelde waarden en zijn weergegeven in bijlage 3.

Voor elk onderzocht watersysteem zijn de kwaliteitsgegevens als jaargemiddelde waarden van het/de aangeleverde jaar/jaren opgenomen in dit rapport.

* landgebruik

Van elk stroomgebied is het landgebruik bepaald als indicatie voor mogelijke belasting met verontreinigingen. Het landgebruik is opgesplitst in landbouw, stedelijk gebied, industrie, loofbos en naaldbos, waarbij landbouw onderverdeeld is in grasland, maisteelt, boomgaarden en glastuinbouw. Het landgebruik grasland staat (direct en indirect) voor verontreiniging veroorzaakt door de veeteelt, die door uitspoeling van nutriënten en micro-organismen de kwaliteit van het oppervlaktewater beïnvloedt. De maisteelt vertegenwoordigt het gebruik van het bestrijdingsmiddel atrazin; atrazin wordt voor 99% toegepast in de maisteelt (Mons en De Nijs, 1996). Boomgaarden en glastuinbouw zijn geïnventariseerd vanwege het gebruik van het bestrijdingsmiddel diuron (Hopman *et al.*, 1990). Het stedelijk bebouwd gebied is bepaald om de bebouwde kernen aan te geven in elk stroomgebied. In stedelijke gebieden wordt veelvuldig gebruik gemaakt van het bestrijdingsmiddel diuron voor het onderhoud van groenvoorzieningen, wandelpaden en wegen (Bal, 1989). Met het onderdeel industrie is getracht het aandeel zware metalen te achterhalen van de grote industrie, waarbij directe en indirecte lozingen zonder zuivering op het oppervlaktewater plaatsvinden. De subcategorie loofbos en naaldbos is een maat voor het aandeel natuur in de desbetreffende gebieden. Het landgebruik is bepaald met de landgebruikskaart LGN3 van het Staring Centrum (Staring Centrum 1997). De resolutie van deze kaart bedraagt 25x25 meter.

Voor elk onderzocht regionaal watersysteem is een kaart gemaakt van het betreffende stroomgebied met daarbij het bijbehorende landgebruik. Deze kaarten zijn opgenomen in dit rapport. Tevens is in dit rapport voor elk watersysteem het landgebruik weergegeven in de vorm van een staafdiagram.

* waterbodem

Voor een aantal stroomgebieden is gekeken naar de waterbodemkwaliteit aan de hand van het LAWABO-(landelijk waterbodem)bestand (RIZA, 1998), tenzij anders vermeld. De waterbodem is hierbij ingedeeld in 5 klassen. Klasse 2 heeft een gehalte boven de grenswaarde; klasse 3 en 4 hebben gehalten die boven de toetsingswaarde, respectievelijk boven de interventiewaarde liggen. Klasse 3 en 4 mogen niet op het land verwerkt worden, maar dienen in speciale depots gestort te worden. Bij de waterbodems is niet gekeken naar de oorzaak van de verontreiniging (PAK's of metalen) of naar eventuele huidige saneringswerkzaamheden. De waterbodemkwaliteit is bepaald omdat de kwaliteit van een waterbodem (voornamelijk klasse 3 en 4) mogelijk belastend kan zijn (met PAK's en metalen) voor de waterkwaliteit van een oppervlaktewater. De belasting met PAK's en metalen is echter niet gekwantificeerd en daarom niet in beschouwing genomen.

Voor elk onderzocht watersysteem is een kaart gemaakt met de betreffende klasse-aanduiding van de waterbodemkwaliteit; dit is echter alleen gedaan voor de wateren welke zijn opgenomen in het LAWABO-bestand. De kaarten met de waterbodemkwaliteit zijn niet gepresenteerd in dit rapport, maar zijn opgenomen in een aan te vragen bijlage.

1.1.3.4 Risico's

*** rwzi's**

Voor elk stroomgebied is nagegaan welke rwzi's het effluent direct of indirect lozen op het desbetreffende oppervlaktewater. Effluentlozingen van rwzi's vormen voornamelijk een microbiologisch risico voor de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. De hiervoor gebruikte gegevens zijn afkomstig van het CBS en geven de situatie weer van effluentlozingen van rwzi's in 1990 en 1991 (CBS, 1990 en 1991). Bij elke effluentlozing is gekeken naar het debiet.

*** overstorten**

Bij sommige gebieden is gekeken naar de nabijheid van overstorten die direct of indirect op het oppervlaktewater lozen. Dit kan een gevaar betekenen voor microbiologische besmetting. Hierbij moet aangetekend worden dat het overstortenbestand (ERC, 1996) als basisjaar 1990 heeft en dat de laatste jaren in verschillende gemeentes overstortkelders aangelegd zijn. Hierdoor kan deze informatie verouderd zijn. Bij de interpretatie moet hiermee rekening gehouden worden. Daarbij komt dat de emissie van de overstorten, zowel het aantal keren per jaar als de hoeveelheid geëmitteerde verontreiniging, vaak niet nauwkeurig bekend is. De overstort-debieten zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

Voor elk onderzocht watersysteem is een kaart gemaakt met daarop de eventuele rwzi-effluent lozingen en overstorten die (direct en indirect) lozen op het betreffende regionale oppervlaktewater. De kaarten met eventuele rwzi-effluent lozingen en overstorten zijn niet gepresenteerd in dit rapport, maar zijn opgenomen in een aan te vragen bijlage.

*** scheepvaart**

Als kwaliteits- c.q. calamiteitsgevoelige factor (lozing brandstof, aangroei remmende middelen, afvalwater) is gekeken naar de aanwezigheid van scheepvaart opgesplitst in beroeps- en recreatievaart. De scheepvaart is in twee onderdelen gesplitst omdat de calamiteitsgevoelige risicofactor bij de beroepsvaart groter is dan bij de recreatievaart.

1.1.3.5 Effecten

Voor elk watersysteem is onderzocht wat de effecten kunnen zijn van wateronttrekking op de omgeving van het oppervlaktewater en stroomafwaarts van het -eventueel toekomstige- winningspunt. Om de mogelijke effecten te kunnen inventariseren zijn twee methoden gehanteerd.

- Met betrekking tot een minimale capaciteit van 5 Mm^3 per jaar is gekeken naar de berekende minimale afvoer van elk watersysteem. Voor de drinkwatervoorziening moet het hele jaar door voldoende water zijn, maar voor het oppervlaktewater is het belangrijk dat in de droogste periode van het jaar voldoende water overblijft voor stroming en dat er zeker geen sprake is van droogval. Bij de berekende afvoer met het ANIMO/DEMGEN-model wordt met een periode van 10 dagen gerekend. Om inzicht in de lage afvoer te krijgen is de laagste afvoer per periode van 10 dagen berekend. Om nog voldoende afvoer te garanderen wordt uitgegaan van de volgende verhouding: 1/3 van de afvoer kan worden gebruikt voor waterwinning, zodat 2/3 afvoer voor de natuur overblijft (RIVM, 1997²). Uitgaande van onttrekking van (ten minste) 5 Mm^3 per jaar voor waterwinning (1/3) dient 10 Mm^3 per jaar (2/3) over te blijven voor de natuur. In totaal is een jaarlijkse afvoer nodig van 15 Mm^3 .

- Tevens is gekeken hoe de stroomgebieden van elk regionaal water liggen ten opzichte van de bruto ecologische hoofdstructuur (EHS) (RIVM, 1998). Wateronttrekking in de EHS kan leiden tot verdroging en watertekort in natuur(ontwikkelings)gebieden. Waterwinning leidt dan tot conflicten met natuurbeheer. Echter wanneer het stroomgebied van het regionale oppervlaktewater voor een groot deel in de EHS ligt, kan door natuurontwikkeling in de toekomst de situatie verbeteren (win-win situatie). Door gebieden te onttrekken aan de landbouw en een ander peil- of stuwbeheer in te stellen kan de waterkwaliteit en het hydrologische regime verbeterd worden. Natuurontwikkeling geeft minder diffuse belasting. Het nemen van hydrologische maatregelen zorgt ervoor dat het water langer in een gebied wordt vastgehouden, waardoor minder piekafvoeren ontstaan en er meer afvoer in droge perioden zal zijn.

Door inventarisatie van beide methoden is getracht voor elk geselecteerd watersysteem de mogelijke invloed vast te stellen van waterwinning op het oppervlaktewater en het omliggende stroomgebied.

Voor elk onderzocht regionaal watersysteem is een kaart gemaakt met het betreffende stroomgebied in relatie tot de (bruto) ecologische hoofdstructuur (EHS), waarbij de kern- en natuurontwikkelingsgebieden van de EHS zijn aangegeven. De kaarten met de stroomgebieden in relatie tot de EHS zijn niet gepresenteerd in dit rapport, maar zijn opgenomen in een aan te vragen bijlage.

Het benutten van oppervlaktewater voor de drinkwaterwinning kan samen gaan met vermindering of reallocatie van grondwaterwinning. In dergelijke situaties verandert de situatie voor het grond- én het oppervlaktewater. De verminderde grondwaterwinning kan leiden tot grondwaterstandsverhoging of toename van de verticale flux, terwijl oppervlaktewaterwinning kan leiden tot een daling van de grondwaterstand. Hoe de balans tussen verminderde grondwaterwinning en nieuwe oppervlaktewaterwinning uitpakt, is per gebied verschillend en moet lokaal bestudeerd worden. Deze aspecten zijn niet meegenomen in deze studie.

2. Resultaten

2.1 Inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van het onderzoek naar de geschiktheid van een aantal geselecteerde regionale oppervlaktewateren als mogelijke (toekomstige) bron voor de drinkwatervoorziening. Daartoe worden in eerste instantie de resultaten besproken van de selectie van mogelijk toekomstig te gebruiken regionale wateren. De lijst van potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen wordt eerst gecontroleerd op de eisen die gesteld zijn in §1.1.2. Na selectie volgt een nadere hydrologische screening, waarna een aantal oppervlaktewateren alsnog niet aan de bovengenoemde criteria voldeed. Na deze selectie wordt van elk geselecteerd regionaal watersysteem een beschrijving gegeven van de resultaten van de onderzochte aspecten. Tenslotte worden in een overall overzichtstabel de resultaten van de onderzochte aspecten voor de geselecteerde watersystemen weergegeven.

2.1.1 Potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen

Alle plannen van potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen voor de drinkwatervoorziening verkregen uit de literatuur en aangeleverd door waterleidingbedrijven zijn verwerkt en weergegeven in bijlage 4. Ook de plannen omtrent mogelijk toe te passen typen waterwinning bij gebruik van de diverse regionale wateren voor de drinkwaterproductie zijn vermeld in bijlage 4. Vele uit de literatuur verkregen informatie blijkt overeen te komen met de door de waterleidingbedrijven aangeleverde plannen. Deze overlappende plannen zijn eenmalig verwerkt in bijlage 4.

In totaal blijken 66 drinkwaterprojecten mogelijkheden te bieden voor waterwinning. Hierbij zijn 79 wateren en 11 andere waterbronnen (regenwater, sprengenwater etc.) aangegeven als bron voor de drinkwatervoorziening. In totaal zijn 51 verschillende wateren te onderscheiden.

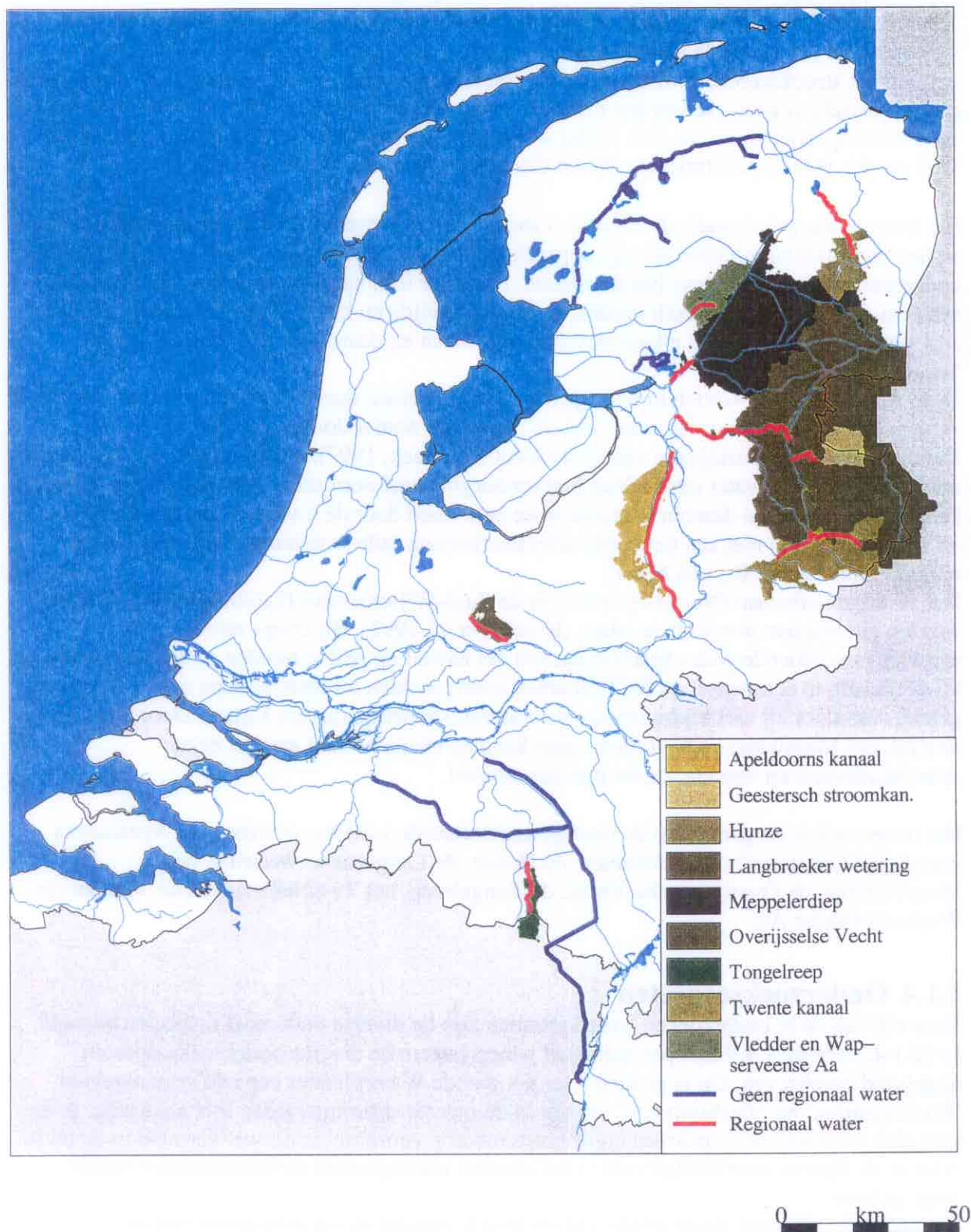
2.1.2 Selectie-instrumentarium

Bij het selecteren van de mogelijk toekomstig te gebruiken regionale wateren als bron voor drinkwaterproductie is gebruik gemaakt van de selectiecriteria zoals beschreven in §1.1.2. Hierbij is uitgegaan van het totaal van 66 drinkwaterprojecten. In tabel 2.1 is een overzicht gegeven van de hoeveelheid projecten die voldoen aan enerzijds elk van de gestelde criteria en anderzijds aan alle vijf selectiecriteria gezamenlijk.

Tabel 2.1: Overzicht selectie projecten

	Selectie Criterium 1	Selectie Criterium 2	Selectie criterium 3	Selectie Criterium 4	Selectie Criterium 5	Totaal aantal regionale wateren
Drinkwater- projecten (66)	39	32	22	19	14	21

Na het toepassen van alle criteria blijken 14 drinkwaterprojecten in aanmerking te komen voor verder onderzoek. Hierbij zijn 21 regionale wateren voor de drinkwatervoorziening geselecteerd, waarbij de Vledder- en Wapserveensche Aa als één systeem worden beschouwd. De geselecteerde projecten en de bijbehorende regionale watersystemen zijn weergegeven in bijlage 5. Figuur 2.1 geeft een landelijk overzicht van de geselecteerde regionale wateren voor de drinkwatervoorziening.



Figuur 2.1 Overzicht van de geselecteerde regionale wateren voor de drinkwatervoorziening. De donkerblauw getekende wateren staan door de inlaat of aanvoer van water onder sterke invloed van de Rijn of Maas. Deze wateren zijn om deze rede niet verder onderzocht. De rood getekende wateren met het bijbehorende stroomgebied zijn onderzocht.

2.1.3 Stroomgebieden

Met de Waterplanner (applicatie gebaseerd op WIS) is voor elk geselecteerd oppervlaktewatersysteem het stroomgebied en de bijbehorende hydrologische situatie bepaald. Hierbij wordt het gebied aangegeven waar het oppervlaktewater in ligt. De Waterplanner selecteert de gebieden die afwateren op dit gebied. Deze gebieden samen vormen het stroomgebied of het catchment van het oppervlaktewater. Binnen een gebied kan geen onderscheid gemaakt worden naar het stroomgebied van specifieke oppervlaktewateren en kunnen op deze wijze dus niet verder onderscheiden worden. Elk boezemstelsel is in het WIS als één gebied gedefinieerd, en kan dus niet verder onderverdeeld worden.

Het Prinses Margrietkanaal, de Nieuwe Vaart, de Oude Venen, De Leijen, het Bergumermeer en het Van Starckenborghkanaal zijn oppervlaktewateren die met elkaar in verbinding staan en onderdeel zijn van het Friese boezemstelsel. Hierdoor is er sprake van één waterstaatkundig systeem. Ook het Ettenlandsch kanaal, de Beulakerwijde en het Vollenhovermeer (Drenthe) zijn watersystemen die met elkaar in verbinding staan en daarom als één watersysteem behandeld worden.

Deze watersystemen worden in belangrijke mate beïnvloed door het IJsselmeer door de inlaat van water. De Friese boezem wordt enkele malen per zomer doorgespoeld met IJsselmeerwater ter bestrijding van zoute kwel (Claassen, 1997). Het Hoendiep in Groningen ontvangt 's zomers water uit het Van Starckenborghkanaal voor inlaat van water in de polders. Deze wateren worden daarom in sterke mate beïnvloed door de kwaliteit van het IJsselmeer en voldoen daarom niet aan het eerste selectie criterium (alle wateren die niet onder grote invloed staan van de Rijn en Maas).

Het Wilhelminakanaal (Noord-Brabant) en de Zuid-Willemsvaart (Limburg/Noord-Brabant) worden gevoed met water uit de Maas (Breukel *et al*, 1992). Bij droge zomers is er nauwelijks voldoende water beschikbaar om het kanaal op peil te houden en schutverliezen bij de sluizen te compenseren. De Brabantse beken worden middels duikers onder het kanaal geleid, waardoor zij niet bijdragen aan de waterhuishouding van het kanaal. Doordat het hier feitelijk om Maaswater gaat, voldoen deze kanalen eveneens niet aan het eerste selectie criterium en worden verder niet beschouwd.

Het onderzoek is nu gericht op de overige geselecteerde wateren, te weten het Apeldoorns kanaal, het Geestersche Stroomkanaal, de Hunze, de Langbroekerwetering, het Meppelerdiep, de Overijsselsche Vecht, de Tongelreep, het Twentekanaal en de Vledder- en Wapserveense Aa.

2.1.4 Onderzoeksaspecten

Voor elk van de te onderzoeken watersystemen zijn de diverse onderzoeksaspecten bepaald. In §2.1.4.1 t/m §2.1.4.9 zijn per regionaal watersysteem de diverse onderzoeksaspecten uitgebreid beschreven. Dit is gedaan voor elk met de Waterplanner bepaald stroomgebied. 'Boomgaarden' en 'glastuinbouw' blijken in de meeste stroomgebieden niet aanwezig. In de gebieden waar wel boomgaarden en/of glastuinbouw voorkomt is dit wel vermeld in de tekst, maar in de figuren over landgebruik is het aandeel boomgaarden en glastuinbouw buiten wege gelaten.

Het aandeel 'industrie' blijkt alleen van invloed te zijn op de waterkwaliteit van de Overijsselsche Vecht en het Twentekanaal. Dit onderdeel wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

2.1.4.1 Apeldoorns kanaal

Het Apeldoorns kanaal (Gelderland) loopt van Dieren tot Hattem waar het uitmondt in de IJssel. Het kanaal is gegraven rond 1850 ten behoeve van de scheepvaart. Enkele aangelegde sprengbeken en natuurlijke kwelbeken voeden het kanaal met voldoende water. De beken monden direct of indirect uit in het kanaal (Waterschap Veluwe, 1997). Het Apeldoorns kanaal is onderverdeeld in 5 panden en heeft een lengte van ongeveer 55 km.

Het stroomgebied van het Apeldoorns kanaal is weergegeven in figuur 2.2. Uit dit figuur blijkt duidelijk dat het kanaal vanuit de westkant wordt voorzien van water. Het blijkt dat er bij pand 2 geen duidelijk afwaterend gebied is vast te stellen; de hier toestromende wateren zijn onder het Apeldoorns kanaal door geleid en wateren uiteindelijk af op de IJssel. Het stroomgebied heeft een oppervlak van 28060 ha.

Kwantiteit

De 'gemeten' afvoergegevens zijn aangeleverd door Waterschap Veluwe. Dit betreft een berekende waterbalans voor het gemiddelde van een periode van 1980 tot 1990. Aangezien pand 2 geen duidelijk afwaterend gebied bevat, zijn er geen berekeningen van de afvoer van pand 2. De rwzi-gegevens van 2 rwzi's zijn hierin opgenomen. Uit de verliespost in de waterbalans is de wegzijging berekend. Dit is voor het Apeldoorns kanaal een aanzienlijke hoeveelheid (5 Mm³), omdat het kanaal boven de grondwaterspiegel is aangelegd en naar het grondwater lekt. De waterbalans is onderverdeeld per pand.

De berekende afvoer van het Apeldoorns kanaal is eveneens bepaald per pand. Pand 3 watert indirect af op pand 5, dit is bij de berekeningen niet doorgerekend. De wegzijging die bij de vorige methode is berekend, is in deze methode opgenomen en verdeeld over de kwartalen.

Bij dit overzicht zijn alleen de rwzi's opgenomen die momenteel het effluent lozen op het Apeldoorns Kanaal. Bij de minimale afvoer is door wegzijging in het eerste pand een negatieve afvoer, de wegzijging is groter dan de aanvoer. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de berekende en gemeten afvoer van het Apeldoorns kanaal.

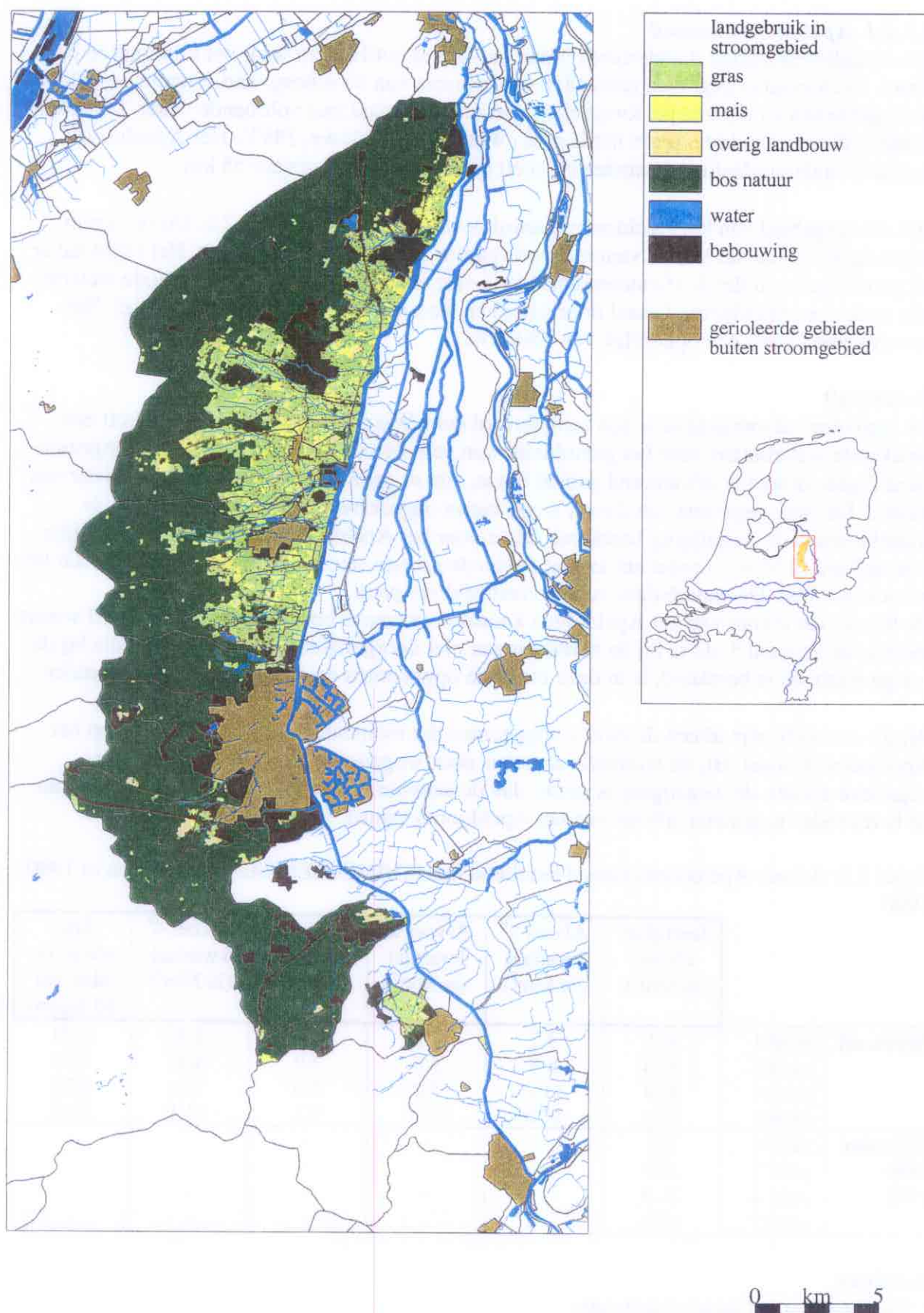
Tabel 2.2: Afvoer Apeldoorns kanaal berekend met ANIMO/DEMGEN en gemeten in 1980-1990

		Jaarlijkse afvoer (in Mm ³)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm ³)	Min. afvoer (in Mm ³ per 10 dagen)
Berekend	pand 1	8.2	3.2	2.2	1.4	1.4	-0.01
	pand 3	22.4	8.0	5.8	3.9	4.8	0.11
	pand 4	32.4	11.2	8.2	5.6	7.3	0.22
	pand 5	52.1	17.5	13.1	9.2	12.4	0.43
Gemeten 1980-1990	pand 1	6.0	-	-	-	-	-
	pand 3	12.1	-	-	-	-	-
	pand 4	21.5	-	-	-	-	-
	pand 5	43.4	-	-	-	-	-

Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

De kwaliteitsgegevens van het Apeldoorns kanaal zijn aangeleverd door het Waterschap Veluwe. De gegevens zijn aangeleverd als klassegrenzen en onderverdeeld per pand. Van een aantal macro-parameters, een aantal nutriënten en de bestrijdingsmiddelen zijn geen gegevens bekend. In tabel 2.3 wordt een overzicht gepresenteerd van de gemiddelde kwaliteitsgegevens per pand in 1996.



Figuur 2.2: Het stroomgebied van het Apeldoorns kanaal.

De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.

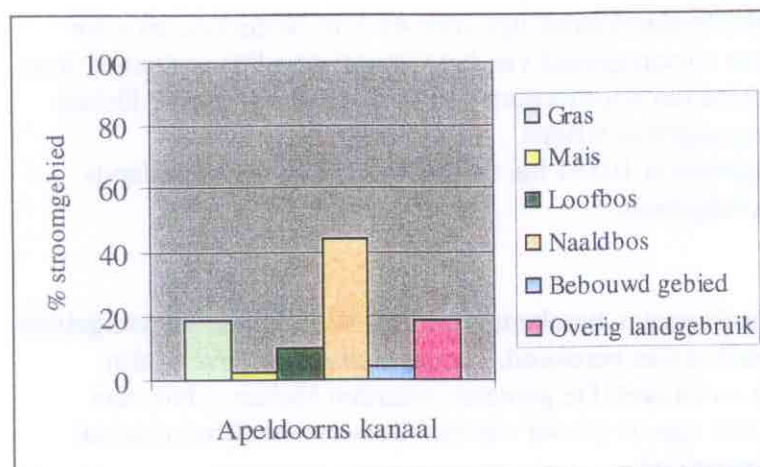
Tabel 2.3: Kwaliteitsgegevens Apeldoorns kanaal in 1996

Parameter	pand 1	pand 2	pand 3	pand 4	pand 5
Nitraat	-	-	-	-	-
N-Kjeldahl	-	-	-	-	-
NH ₄	-	-	-	-	-
organisch geb. N	-	-	-	-	-
N-totaal	< 1.5	< 1.5	< 1.5	4.0-7.4	4.0-7.4
P-totaal	< 0.08	0.08-0.14	0.08-0.14	0.15-0.29	0.08-0.14
Chloride	< 50	< 50	< 50	50-99	< 50
Zuurstof (opgelost)	≥ 7	5.1-7	5.1-7	5.1-7	5.1-7
CZV	-	-	-	-	-
BZV	-	-	-	-	-
Cadmium	-	0.05-0.19	-	0.05-0.19	0.05-0.19
Nikkel	-	< 5.0	-	5.0-9.9	5.0-9.9
Chroom	-	< 5.0	-	< 5.0	< 5.0
Koper	-	3.0-5.9	-	6.0-14.9	3.0-5.9
Bestrijdingsmiddelen dimethoaat	-	-	-	-	< d.g

< d.g = < detectiegrens

* landgebruik

Het landgebruik in het stroomgebied van het Apeldoorns kanaal is weergegeven in figuur 2.3. Het aandeel boomgaarden en glastuinbouw in het stroomgebied bedraagt 0.05%, respectievelijk 0.01%.



Figuur 2.3: Landgebruik in stroomgebied Apeldoorns kanaal (in % van het stroomgebied)

* waterbodern

Het Apeldoorns kanaal heeft voor een groot deel een vervuilde waterbodem, variërend van klasse 2 tot plaatselijk klasse 4.

Risico's

* rwzi's en overstorten

In 1991 zijn vier rwzi's in het stroomgebied te vinden die het effluent indirect of direct lozen op het Apeldoorns kanaal, te weten Beekbergen, Loenen, Epe en Heerde. Uit het jaarverslag 1996 van Waterschap Veluwe (1997) blijkt dat de rwzi Loenen in 1996 is beëindigd en de rwzi Heerde sinds mei 1996 rechtstreeks loost op de IJssel.

Heden lozen de rwzi's Beekbergen en Epe het effluent nog steeds op het Apeldoorns kanaal; rwzi Beekbergen loost direct op pand 1 met een debiet van 0.6 Mm^3 in 1991 en rwzi Epe loost indirect op pand 5 met een debiet van 2.2 Mm^3 in 1991.

Er vindt een aantal overstorten plaats dat indirect of direct loost op het kanaal.

* scheepvaart

Het Apeldoorns kanaal is tussen Apeldoorn en Hattem sinds 1970 geheel voor de scheepvaart gesloten (Grote Oosthoek Encyclopedie, 1976). Het kanaal is nog slechts bevaarbaar tussen Hattem en de IJssel (ANWB/VVV Watersport, 1998).

Effecten

Het eerste pand van het Apeldoorns kanaal ligt tussen twee gebieden van de ecologische hoofdstructuur in: het sprengen gebied ten oosten van het kanaal en de Veluwe ten westen. De andere panden van het kanaal liggen buiten de EHS. Het stroomgebied van het kanaal ligt echter wel bijna volledig in de natuur- of natuurontwikkelingsgebieden van de EHS.

2.1.4.2 Geestersche Stroomkanaal

Het Geestersche Stroomkanaal (Overijssel) is een samenvloeiing van verschillende beken en sprengen die ontspringen op de hoge gronden ten noorden en noordwesten van Vasse en op de hoge gronden op Duits gebied. Het kanaal loopt van Itterbeek tot Paterswal en heeft een lengte van 3.8 km. Het Geestersche Stroomkanaal is de bovenloop van het Vriezenveense Veenkanaal welke is gegraven in de periode 1890/1895 (Rijkswaterstaat, 1963).

Het stroomgebied van het Geestersche Stroomkanaal ligt voor 44% in Nederland en voor 56% in Duitsland. Figuur 2.4 geeft het stroomgebied van het Geestersche Stroomkanaal weer. Uit de figuur blijkt dat het stroomgebied ten noordoosten van het kanaal ligt. In het Duitse stroomgebied zijn vrijwel geen watergangen te vinden.

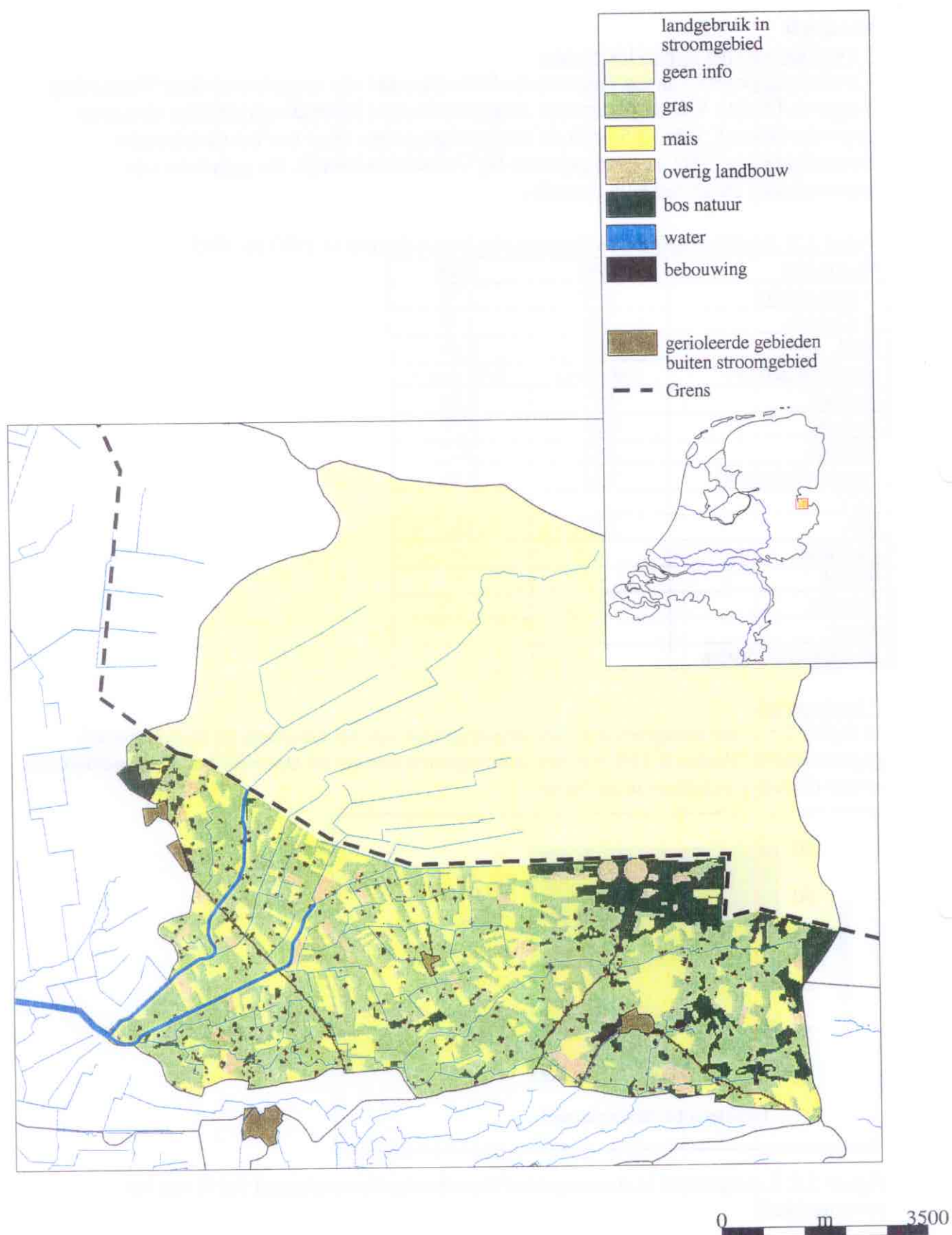
Het totale oppervlak van het stroomgebied is 10351 ha, waarvan 4579 ha op Nederlands grondgebied en 5772 ha Duits op grondgebied.

Kwantiteit

De afvoer van het Geestersche Stroomkanaal is berekend voor het Nederlandse stroomgebied. De afvoer van het Duitse stroomgebied is niet berekend. Gemeten afvoergegevens zijn aangeleverd door Waterschap Regge en Dinkel. De gemeten waarden bleken echter niet bruikbaar. Tabel 2.4 geeft een overzicht van de afvoer van het Geestersche Stroomkanaal berekend voor het Nederlandse stroomgebied.

Tabel 2.4: Afvoer Geestersche Stroomkanaal berekend met ANIMO/DEMGEN voor het Nederlandse stroomgebied

Jaarlijkse afvoer (in Mm^3)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm^3)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm^3)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm^3)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm^3)	Min. afvoer (in Mm^3 per 10 dagen)
11.0	3.5	2.3	1.9	3.3	0.088



Figuur 2.4: Het stroomgebied van het Geestersche Stroomkanaal.

De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.

Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

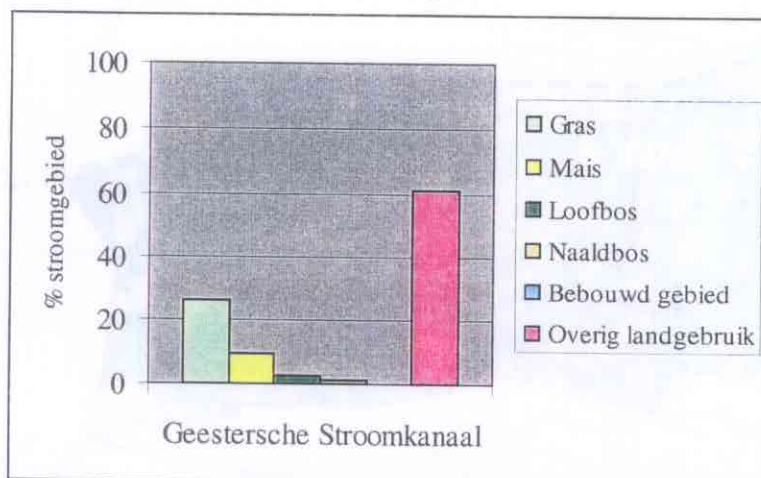
Kwaliteitsgegevens van het Geestersche Stroomkanaal zijn aangeleverd door Waterschap Regge en Dinkel. Van de parameters zware metalen en bestrijdingsmiddelen zijn geen gegevens bekend. Tabel 2.5 geeft de kwaliteitsgegevens weer van het Geestersche Stroomkanaal in 1992 en 1995 gemeten bij Vriezenveensewijk. De gegevens zijn gepresenteerd als gemiddelde waarden.

Tabel 2.5: Kwaliteitsgegevens Geestersche Stroomkanaal in 1992 en 1995

Parameter	1992	1995
Nitraat+nitriet	2.49	1.75
N-Kjeldahl	2.46	1.79
NH ₄	0.8	0.86
organisch geb. N	1.66 (ber.)	0.93 (ber.)
N-totaal	4.75	3.54
P-totaal	0.37	0.22
Chloride	34.5	28.7
Zuurstof (opgelost)	8.24	8.84
CZV	-	-
BZV	2.55	4.0
Cadmium	-	-
Nikkel	-	-
Chroom	-	-
Koper	-	-
Bestrijdingsmiddelen	-	-

* landgebruik

In figuur 2.5 is het landgebruik in het stroomgebied van het Geestersche Stroomkanaal gepresenteerd. Slechts 0.13% van het stroomgebied bestaat uit stedelijk bebouwd gebied, dit is niet duidelijk zichtbaar in de figuur.



Figuur 2.5: Landgebruik in stroomgebied Geestersche Stroomkanaal (in % van het stroomgebied)

* waterbodembodem

Op een aantal plaatsen in het Geestersche stroomgebied komen vervuilde waterbodems voor, zowel klasse 2 als klasse 3 is gemeten.

Risico's

* rwzi's en overstorten

In het stroomgebied van het Geestersche Stroomkanaal is geen rwzi aanwezig die het effluent direct of indirect loost op het kanaal. Er bevindt zich wel één indirecte overstort bij Tubbergen. Deze overstort ligt echter op grote afstand van het Geestersche Stroomkanaal.

* scheepvaart

Bij het Geestersche Stroomkanaal is motorvaart niet toegestaan. Het kanaal is daardoor uitgesloten van beroepsvaart. Het kanaal wordt voornamelijk gebruikt voor de recreatievaart.

Effecten

Het zuid-oostelijke gedeelte van het stroomgebied ligt in het kerngebied en natuurontwikkelingsgebied van de ecologische hoofdstructuur. Het Geestersche Stroomkanaal zelf ligt buiten de EHS.

2.1.4.3 Hunze

De Hunze (Drenthe), ook wel Oostermoerse Vaart genoemd, ontstaat uit de samenvloeiing van het Voortse Diep en het Achterse Diep tussen Borger en Gasselte en stroomt ten noordoosten van Zuidlaren in het Zuidlaardermeer (Grote Oosthoek Encyclopedie, 1976). Vanaf het punt van samenvloeiing tot het Zuidlaardermeer bedraagt de lengte ongeveer 22 km. De Hunze ligt aan de oostzijde van de Hondsrug en diende tot 1817 voor de afvoer van turf. Sindsdien is de Hunze voornamelijk van belang voor de afwatering (Rijkswaterstaat, 1965).

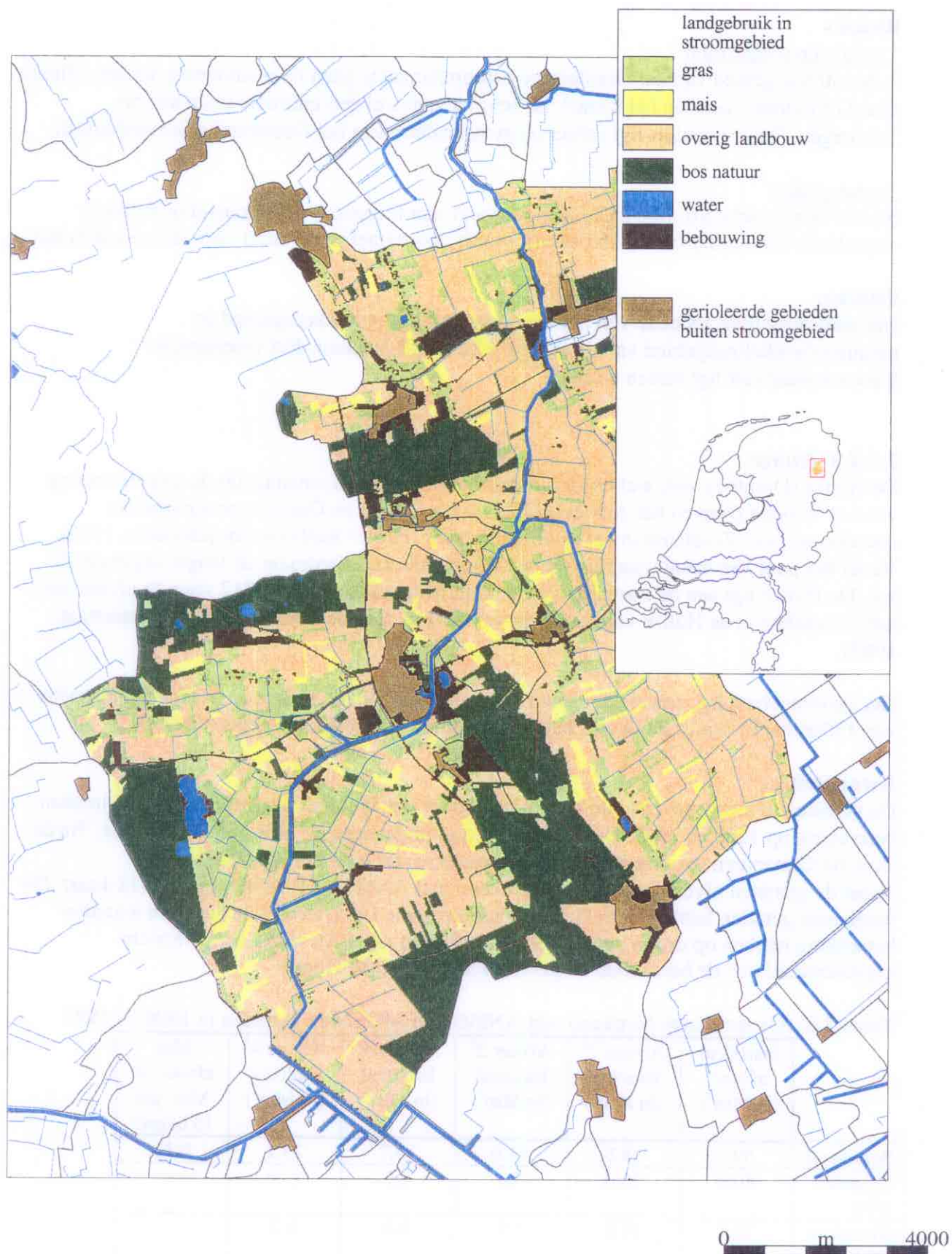
Het stroomgebied ligt zowel ten oosten als ten westen van de Hunze en heeft een oppervlak van 15066 ha. In figuur 2.6 wordt het stroomgebied van de Hunze gepresenteerd.

Kwantiteit

De gemeten afvoergegevens zijn aangeleverd door het Waterschap Hunze en Aa en hebben betrekking op 1996 en 1997. Deze metingen zijn uitgevoerd bij meetpunt Gieterveen. Na de stuw bij Gieterveen stroomt de Hunze als boezemwater naar het Zuidlaardermeer. Naast de gemeten afvoer is de afvoer berekend met ANIMO/DEMGEN en de WIS-kaart. De berekende getallen hebben betrekking op het basisjaar 1985, terwijl de gemeten waarden betrekking hebben op droge jaren (1996 en 1997). In tabel 2.6 wordt een overzicht gepresenteerd van de berekende en gemeten afvoer van de Hunze.

Tabel 2.6: Afvoer Hunze berekend met ANIMO/DEMGEN en gemeten in 1996 en 1997

	Jaarlijkse afvoer (in Mm ³)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm ³)	Min. afvoer (in Mm ³ per 10 dagen)
Berekend	69.5	18.6	13.0	14.7	23.1	0.88
Gemeten 1996	40.8	15.0	5.3	2.9	17.6	-
Gemeten 1997	32.1	14.6	5.9	3.4	8.2	-



Figuur 2.6: Het stroomgebied van de Hunze.

De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.

Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

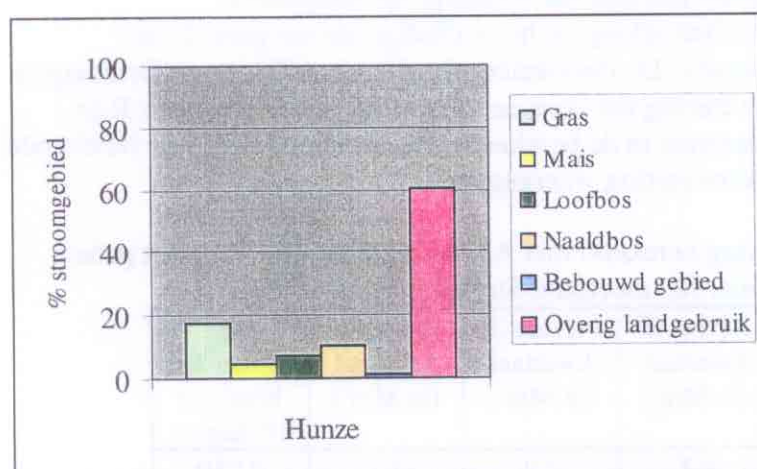
De kwaliteitsgegevens van de Hunze zijn aangeleverd door het Zuiveringsschap Drenthe. Tabel 2.7 geeft een overzicht van de kwaliteitsgegevens van de Hunze in 1996 en 1997 gemeten bij De Groeve. De gegevens zijn gepresenteerd als gemiddelde waarden.

Tabel 2.7: Kwaliteitsgegevens Hunze in 1996 en 1997

Parameter	1996	1997
Nitraat+nitriet	1.44	1.58
N-Kjeldahl	1.93	1.77
NH ₄	0.64	0.52
organisch geb. N	1.29 (ber.)	1.25 (ber.)
N-totaal	3.37 (ber.)	3.35 (ber.)
P-totaal	0.15	0.14
Chloride	31.6	29.8
Zuurstof (opgelost)	10	10.4
CZV	-	-
BZV	2.9	2.8
Cadmium	< 0.1	< 0.1
Nikkel	3.25	< 2.5
Chroom	< 1	< 1
Koper	2.5	1.5
Bestrijdingsmiddelen		
atrazin	< 0.01	< 0.01
MCPA	< 0.07	-
MCP	0.07	-
simazine	0.03	< 0.02
dimethoat	< 0.03	< 0.01
diuron	-	0.22

* landgebruik

Het landgebruik in het stroomgebied van de Hunze is weergegeven in figuur 2.7.



Figuur 2.7: Landgebruik in stroomgebied Hunze (in % van het stroomgebied)

* waterbodembodem

De hoofdwatgang van de Hunze heeft een waterbodembodemkwaliteit van klasse 0; enkele zijtakken/trajecten hebben een plaatselijk vervuilde waterbodembodem variërend van klasse 2 tot klasse 4 (Grontmij, 1995).

Risico's

* rwzi's en overstorten

In het stroomgebied van de Hunze bevinden zich geen rwzi's die het effluent direct of indirect lozen op de Hunze. Wel is er een aantal overstorten dat direct of indirect op de Hunze loost.

* scheepvaart

De Hunze is vanaf de uitmonding in het Zuidlaardermeer tot aan Gieterveen goed bevaarbaar. Vanaf Gieterveen is motorvaart verboden (ANWB/VVV Watersport, 1998).

Effecten

De Hunze ligt voornamelijk in agrarisch gebied. De hogere delen van het stroomgebied liggen in de ecologische hoofdstructuur, maar de rivier zelf ligt niet in de EHS.

2.1.4.4 Langbroekerwetering

De Langbroekerwetering (Utrecht) begint oostelijk van de Amerongsewetering en watert af bij Odijk op de Kromme Rijn. De Langbroekerwetering staat niet in open verbinding met de Amerongsewetering. De Langbroekerwetering voert voornamelijk kwel- en overtollig regenwater af (IWACO B.V., 1998). De lengte van de Langbroekerwetering bedraagt ongeveer 12.5 km.

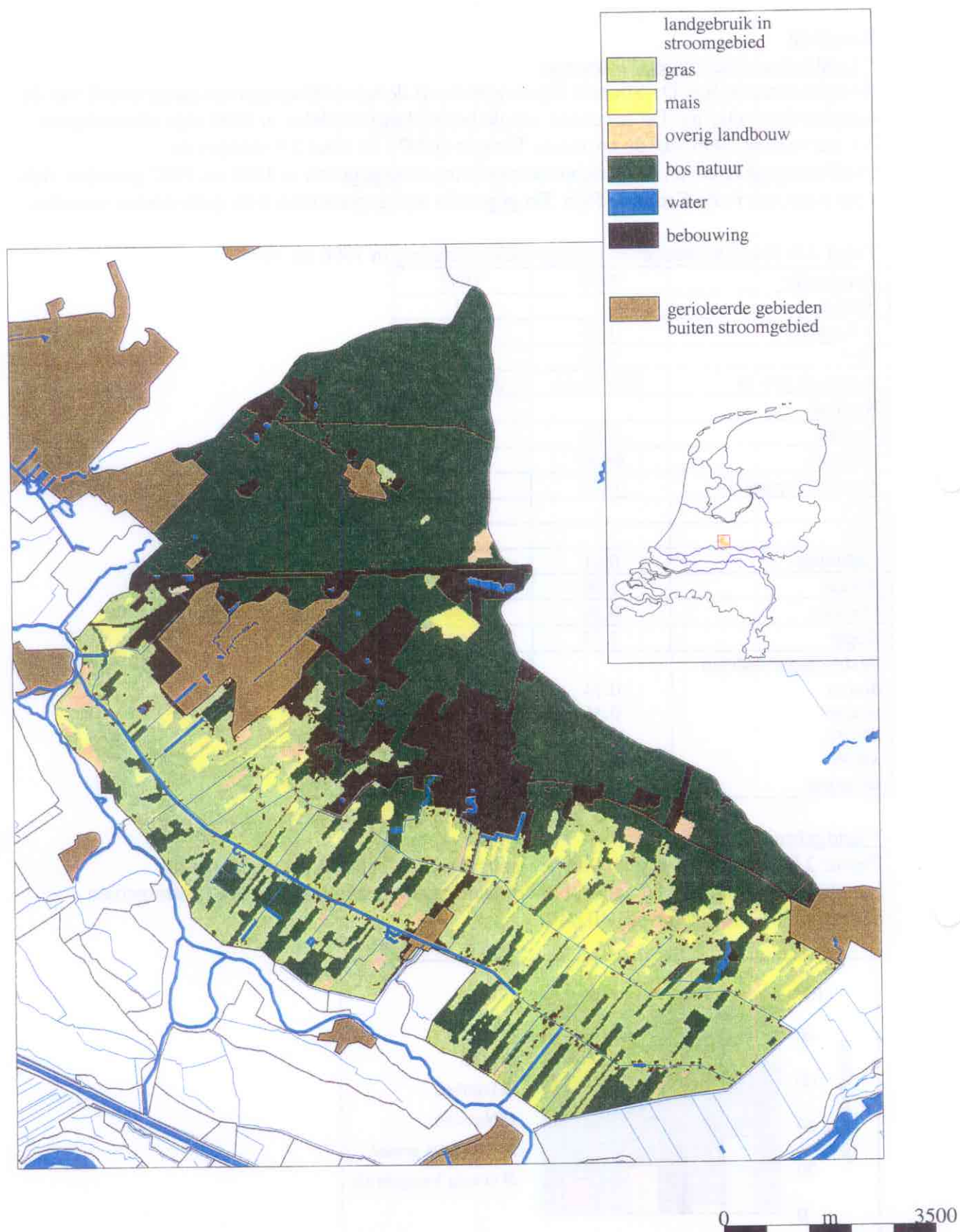
Figuur 2.8 geeft een overzicht van het stroomgebied van de Langbroekerwetering. Hieruit blijkt dat het stroomgebied voornamelijk ten noorden en gedeeltelijk ten zuiden van de Langbroekerwetering ligt. Het stroomgebied heeft een oppervlak van 8888 ha.

Kwantiteit

Door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden wordt bij Sterkenburg de afvoer gemeten. De gegevens hebben betrekking op de periode 1 januari 1998 tot en met 13 november 1998, vanaf deze datum is het resterende deel van het jaar geëxtrapoleerd. Het jaar 1998 was een record nat jaar. Het meetpunt Sterkenburg ligt ongeveer op 2/3 deel van de Langbroekerwetering. Dit betreft dus niet het volledige stroomgebied. De berekende afvoergegevens hebben betrekking op het volledige stroomgebied met uitzondering van de gemeente Driebergen. De rioolwaterzuiveringsinstallatie van Driebergen loost het effluent in de Langbroekerwetering net voor de uitmonding in de Kromme Rijn, deze gemeente is daarom niet meegenomen in de berekeningen. In tabel 2.8 zijn de berekende en gemeten afvoer van de Langbroekerwetering weergegeven.

Tabel 2.8: Afvoer Langbroekerwetering berekend met ANIMO/DEMGEN voor het gehele stroomgebied en gemeten waarden voor het meetpunt Sterkenburg in 1998

	Jaarlijkse afvoer (in Mm ³)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm ³)	Min. afvoer (in Mm ³ per 10 dagen)
Berekend	20.9	6.1	4.5	3.2	7.1	0.059
Gemeten 1998	14.7	2.9	1.3	2.4	8.0	-



Figuur 2.8: Het stroomgebied van de Langbroekerwetering.

De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.

Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

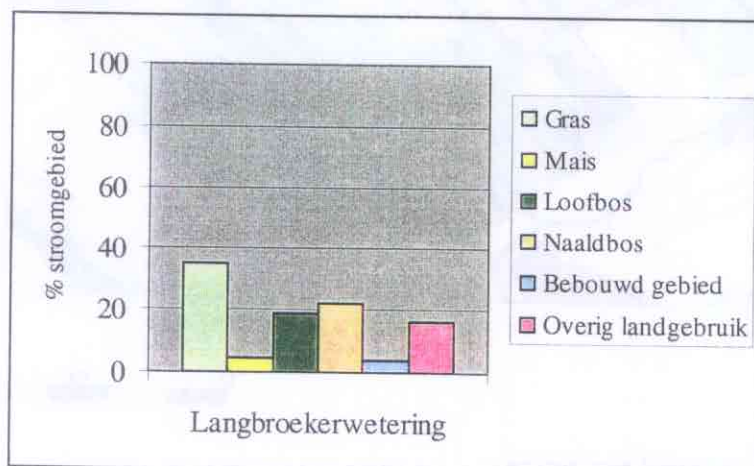
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft de kwaliteitsgegevens aangeleverd van de Langbroekerwetering. De gegevens van de bestrijdingsmiddelen in 1996 zijn afkomstig uit het jaarverslag 1996 van de provincie Utrecht (1997). In tabel 2.9 worden de kwaliteitsgegevens van de Langbroekerwetering weergegeven in 1996 en 1997 gemeten vlak voor instroom in de Kromme Rijn. De gegevens zijn gepresenteerd als gemiddelde waarden.

Tabel 2.9: Kwaliteitsgegevens Langbroekerwetering in 1996 en 1997

Parameter	1996	1997
Nitraat	-	2.11
N-Kjeldahl	1.75	1.47
NH4	0.80	0.57
organisch geb. N	0.95 (ber.)	0.90 (ber.)
N-totaal	-	3.63
P-totaal	0.90	0.56
Chloride	68.85	47.00
Zuurstof (opgelost)	6.73	7.08
CZV	-	-
BZV	-	-
Cadmium	0.01	-
Nikkel	1.00	2.53
Chroom	0.30	0.84
Koper	2.72	2.91
Bestrijdingsmiddelen		
diuron	0.14	-
atrazin	0.36	-
MCPA	1.00	-
MCP	0.83	-
simazine	0.08	-

* landgebruik

Figuur 2.9 geeft een overzicht van het landgebruik in het stroomgebied van de Langbroekerwetering. Het aandeel boomgaarden en glastuinbouw in het stroomgebied bedraagt 0.5%, respectievelijk 0.04%.



Figuur 2.9: Landgebruik in stroomgebied Langbroekerwetering (in % van het stroomgebied)

*** waterbodem**

De Langbroekerwetering heeft een vervuilde waterbodem, er is sprake van klasse 3 en 4 op basis van PAK en DDT (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, 1998).

Risico's*** rwzi's en overstorten**

In het stroomgebied van de Langbroekerwetering bevinden zich twee rwzi's die het effluent lozen op de wetering, te weten Doorn en Driebergen. De rwzi Doorn loost direct op de Langbroekerwetering met een debiet van 1.4 Mm³ in 1990 en 1.2 Mm³ in 1991. De rwzi Driebergen loost het effluent op de wetering vlak voor de uitmonding in de Kromme Rijn. Bij eventuele waterwinning kan stroomopwaarts van deze rwzi oppervlaktewater ingenomen worden, deze rwzi is daarom buiten beschouwing gelaten wordt.

Er is een aantal overstorten dat loost op de Langbroekerwetering. Overstorten bij Doorn en Leersum lozen direct en overstort te Langbroek loost indirect op de wetering. Overstorten bij Driebergen en Zeist worden buiten beschouwing gelaten.

*** scheepvaart**

Motorvaart is niet toegestaan bij de Langbroekerwetering, recreatievaart vindt nauwelijks plaats.

Effecten

Het stroomgebied van de Langbroekerwetering bevat voornamelijk natuurgebieden en natuurontwikkelingsgebieden. De wetering zelf ligt volledig binnen de EHS.

2.1.4.5 Meppelerdiep

Het Meppelerdiep (Overijssel/Drenthe) loopt van Meppel naar het Zwarte Water bij Zwartsluis. De lengte bedraagt 10.8 km. Naast scheepvaartweg dient het Meppelerdiep in belangrijke mate de afwatering. Aanvankelijk was het Meppelerdiep een nietig stroompje. Na een aantal verbeteringen en verruiming, de laatste verruiming vond plaats in 1951-1952, kreeg het Meppelerdiep zijn huidige afmetingen (Rijkswaterstaat, 1963; Rijkswaterstaat, 1965).

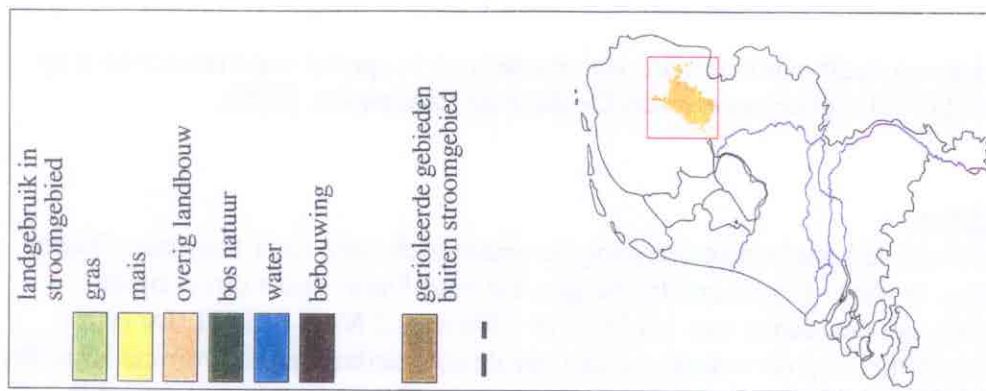
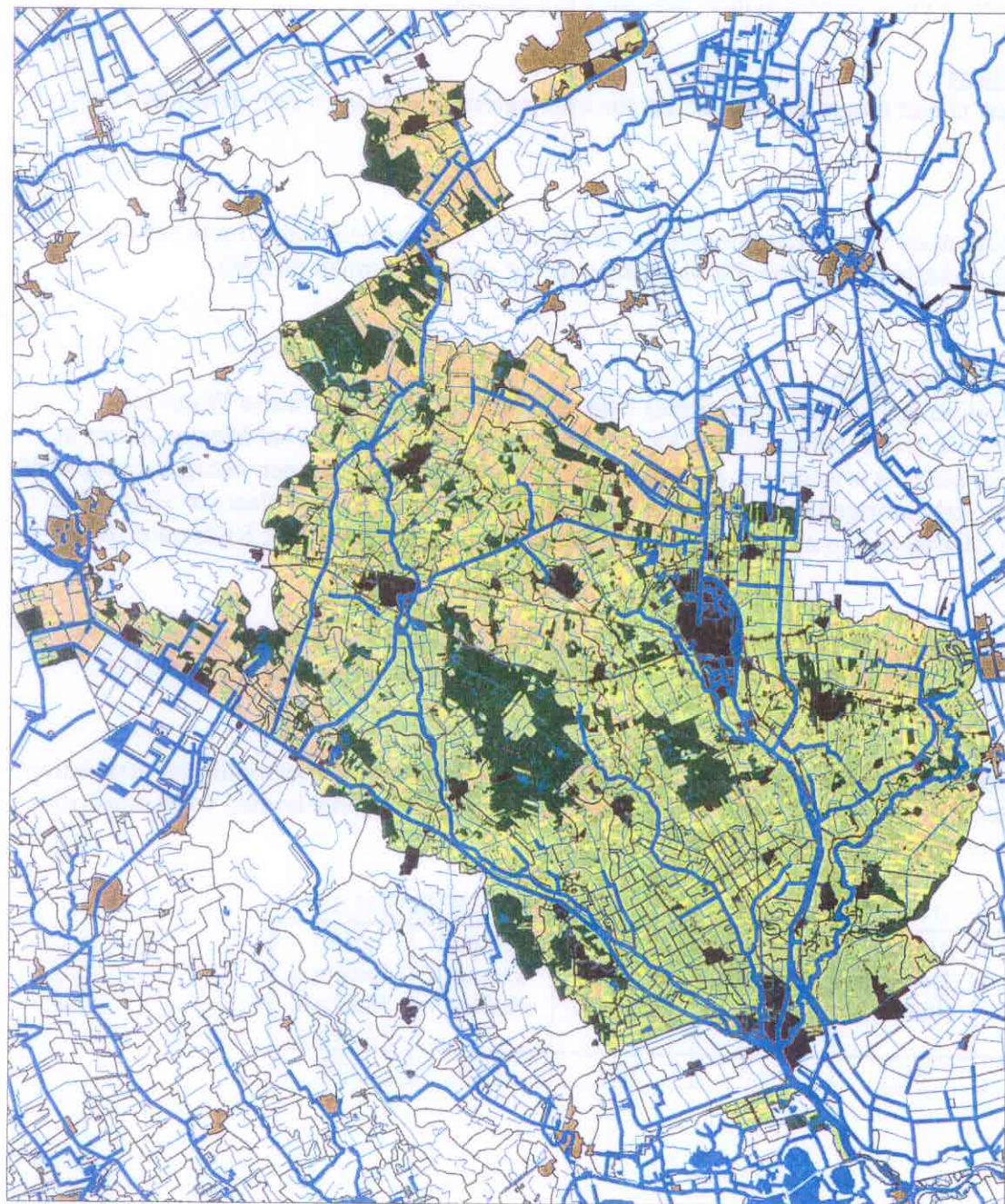
Het stroomgebied heeft een oppervlak van 94127 ha en ligt ten noordoosten van het Meppelerdiep. Het stroomgebied van het Meppelerdiep is weergegeven in figuur 2.10.

Kwantiteit

Er worden geen afvoermetingen uitgevoerd van het Meppelerdiep (persoonlijke mededeling Rijkswaterstaat Arnhem). Tabel 2.10 geeft de afvoer van het Meppelerdiep weer, zoals die berekend is met ANIMO/DEMGEM.

Tabel 2.10: Afvoer Meppelerdiep berekend met ANIMO/DEMGEM

Jaarlijkse afvoer (in Mm ³)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm ³)	Min. afvoer (in Mm ³ per 10 dagen)
249.2	85.1	54.3	43.3	66.4	2.29



Figuur 2.10: Het stroomgebied van het Meppelerdiep.

De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.



Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

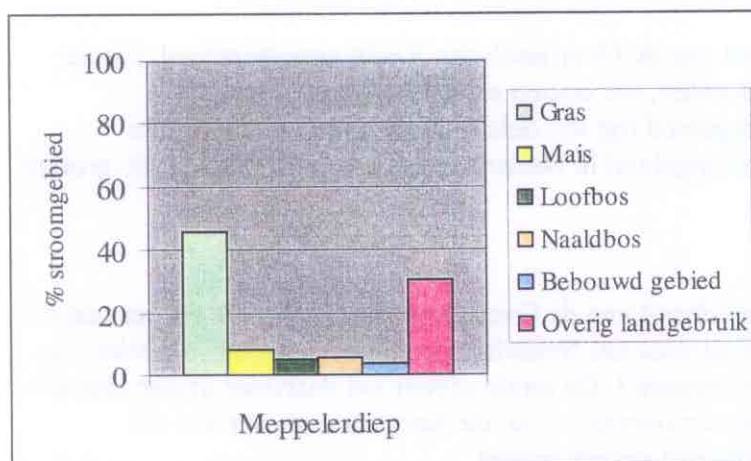
De kwaliteitsgegevens van het Meppelerdiep zijn aangeleverd door het Waterschap Groot Salland. Tabel 2.11 geeft een overzicht van de gemiddelde kwaliteitswaarden van het Meppelerdiep in 1996 en 1997 gemeten bij Wanneperveen.

Tabel 2.11: Kwaliteitsgegevens Meppelerdiep in 1996 en 1997

Parameter	1996	1997
Nitraat+nitriet	1.75	2.07
N-Kjeldahl	1.55	1.55
NH ₄	0.28	0.29
Organisch geb. N	1.27	1.26
N-totaal	3.3	3.63
P-totaal	0.17	0.16
Chloride	73.1	51.4
Zuurstof (opgelost)	8.76	8.42
CZV	-	-
BZV	2.18	2.41
Cadmium	0.1	0.1
Nikkel	3.88	2.9
Chroom	1.63	1.3
Koper	2.88	2.5
Bestrijdingsmiddelen		
Diuron	-	-
Atrazin	0.15	-
Dimethoat	0.02	-
Simazine	0.15	-

* landgebruik

In figuur 2.11 is het landgebruik in het stroomgebied van het Meppelerdiep weergegeven.



Figuur 2.11: Landgebruik in stroomgebied Meppelerdiep (in % van het stroomgebied)

* waterbodem

Het Meppelerdiep heeft een licht vervuilde waterbodem, bij Meppel beginnend met klasse 1 en tot het Zwarte Water doorlopend in klasse 2.

Risico's

* rwzi's en overstorten

In 1991 bevinden zich acht rwzi's in het stroomgebied van het Meppelerdiep, te weten Beilen, Echten, Klijndijk, Meppel, Ruinen, Schoonoord, Smilde en Westbork. Al deze rwzi's lozen het effluent indirect op het Meppelerdiep. Het totale debiet bedraagt 18.9 Mm³ in 1991. Er is een groot aantal overstorten dat direct en indirect loost op het Meppelerdiep.

* scheepvaart

Bij het Meppelerdiep is motorvaart toegestaan met een maximum snelheid van 6-9 km/h (ANWB/VVV Watersport, 1998). Zowel beroeps- als recreatievaart vindt plaats. Berekend over de periode 1992-1997 is bij het Meppelerdiep (telpunt Galgenkampsbrug) het aandeel beroepsvaart gemiddeld 10% en het aandeel recreatievaart gemiddeld 90% per jaar. In de periode 1992-1996 schommelde het aandeel beroepsvaart tussen 7% (1995) en 13% (1992). Het totaal aantal vaartuigen bedraagt per jaar gemiddeld 5600, waarvan ongeveer 500 beroepsvaartuigen en 5100 recreatievaartuigen (AVV/HB, 1997).

Effecten

Het Meppelerdiep en het gebied aan weerszijden ervan zijn onderdeel van de EHS.

2.1.4.6 Overijsselsche Vecht

De (Overijsselsche) Vecht (Overijssel/Duitsland) ontspringt in West-Falen in Duitsland, komt ten westen van Laar de Nederlandse grens over en mondt uiteindelijk uit in het Zwarte Water. De lengte bedraagt ongeveer 177 km, waarvan ca. 60 km in Nederland. De Overijsselsche Vecht is een regenrivier. Zij is geheel bestemd voor de afwatering, maar zorgt tevens voor de voeding van de Overijsselsche Kanalen (Rijkswaterstaat, 1963).

De Overijsselsche Vecht heeft enkele belangrijke zijrivieren. De Regge met het zuidelijke stroomgebied met de stedelijke agglomeraties Hengelo en Enschede. De Vecht is de noordelijke tak en komt via Duitsland weer in Nederland als de zijrivier de Dinkel. In deze studie is niet gekeken naar de mogelijkheden van de verschillende zijrivieren.

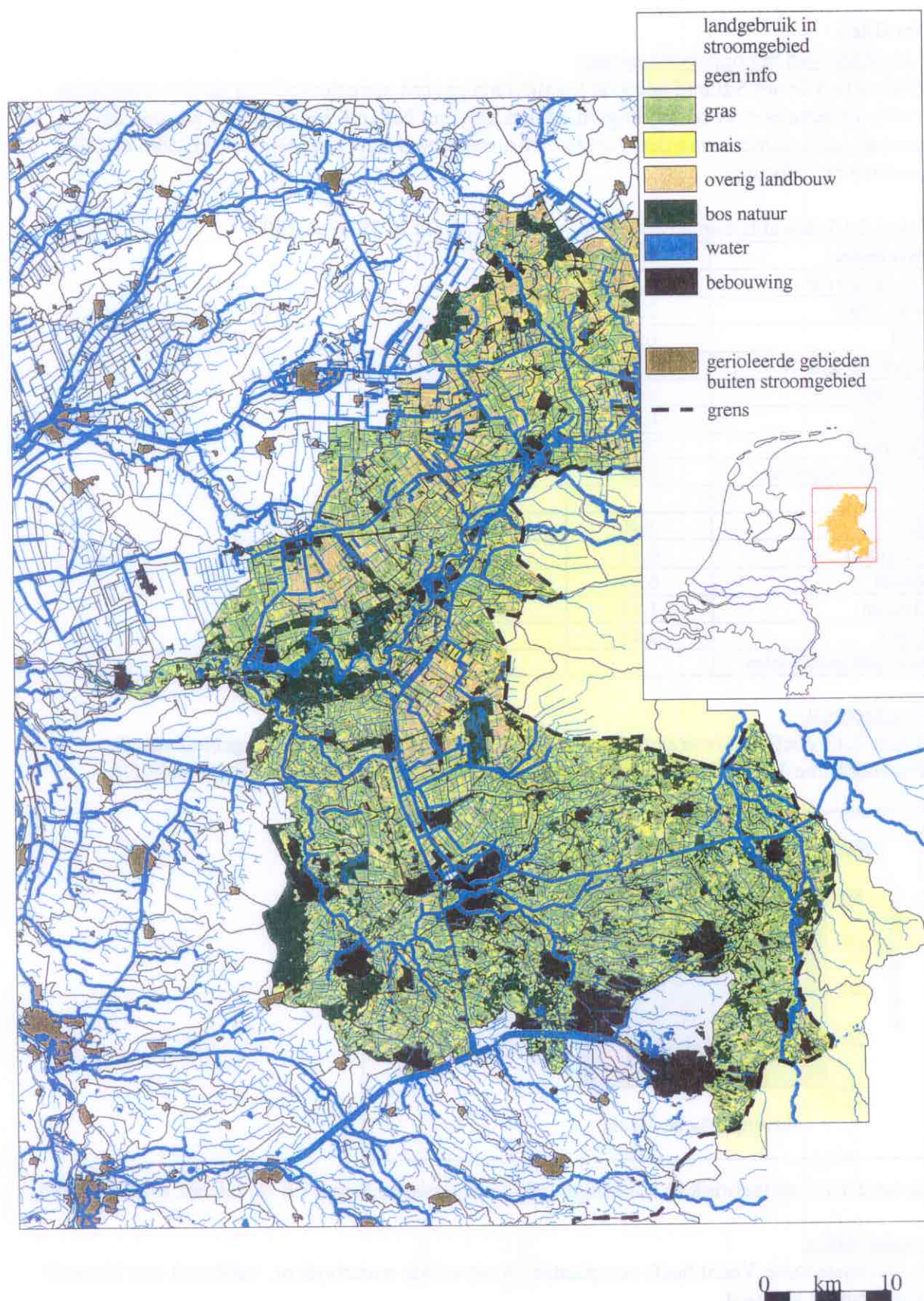
In figuur 2.12 wordt het stroomgebied van de Overijsselsche Vecht gepresenteerd. Uit de figuur blijkt dat het gebied ten noordoosten, ten oosten en ten zuidoosten van de Overijsselsche Vecht ligt. Het stroomgebied ligt ten dele in Nederland en ten dele in Duitsland. Het oppervlak van het stroomgebied in Nederland bedraagt 249080 ha, de grootte van het Duitse deel is niet bekend.

Kwantiteit

Er zijn geen gemeten kwantiteitsdata bekend van de Overijsselsche Vecht. De afvoer van de Overijsselsche Vecht is alleen berekend voor het Nederlandse stroomgebied. De afvoer van het stroomgebied in Duitsland is niet berekend. De totale afvoer zal daardoor groter zijn dan hier is weergegeven. Tabel 2.12 geeft een overzicht van de berekende afvoer van de Overijsselsche Vecht voor het Nederlandse stroomgebied.

Tabel 2.12: Afvoer Overijsselsche Vecht berekend met ANIMO/DEMGEM voor het Nederlandse stroomgebied

Jaarlijkse afvoer (in Mm ³)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm ³)	Min. afvoer (in Mm ³ per 10 dagen)
559.5	187.4	120.6	93.5	158.1	3.75



Figuur 2.12: Het stroomgebied van de Overijsselsche Vecht.

De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.

Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

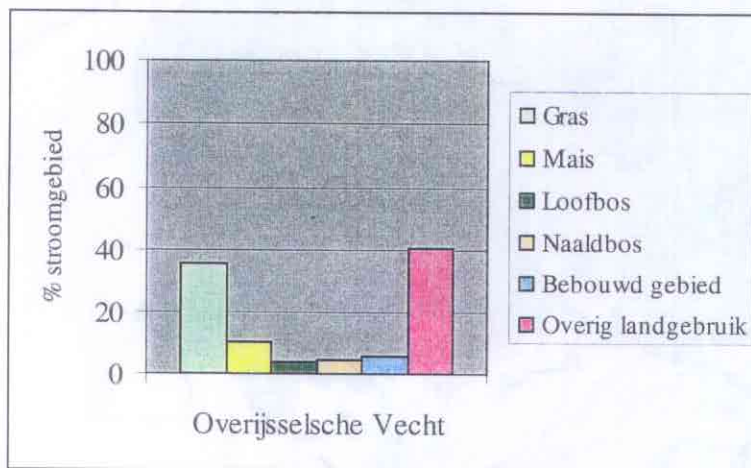
Waterschap Groot Salland heeft de kwaliteitsgegevens aangeleverd van de Overijsselsche Vecht. Gegevens over bestrijdingsmiddelen zijn niet bekend. In tabel 2.13 worden de gemiddelde kwaliteitswaarden van de Overijsselsche Vecht weergegeven in 1996 en 1997 gemeten bij Vilsteren.

Tabel 2.13: Kwaliteitsgegevens Overijsselsche Vecht in 1996 en 1997

Parameter	1996	1997
Nitraat+nitriet	4.14	4.12
N-Kjeldahl	2.39	1.8
NH ₄	0.84	0.5
organisch geb. N	1.55	1.3
N-totaal	6.53	5.92
P-totaal	0.22	0.19
Chloride	78.89	70.7
Zuurstof (opgelost)	8.82	8.73
CZV	-	-
BZV	3.46	1.8
Cadmium	0.11	0.11
Nikkel	6.33	4.6
Chroom	1.33	1.7
Koper	2.44	2.8
Bestrijdingsmiddelen	-	-

* landgebruik

Figuur 2.13 geeft een overzicht weer van het landgebruik in het stroomgebied van de Overijsselsche Vecht. Het aandeel glastuinbouw in het stroomgebied bedraagt 0.06%.



Figuur 2.13: Landgebruik in stroomgebied Overijsselsche Vecht (in % van het stroomgebied)

* waterbodem

De Overijsselsche Vecht heeft een plaatselijk vervuilde waterbodem, variërend van klasse 0 tot plaatselijk klasse 4.

Risico's

* rwzi's en overstorten

In 1991 zijn er het stroomgebied van de Overijsselsche Vecht éénentwintig rwzi's te vinden die het effluent direct en indirect lozen op de Overijsselsche Vecht. Het totale debiet bedraagt bijna 58 Mm³ in 1991.

Naast de vele rwzi's zijn er tevens vele overstorten die zowel direct als indirect lozen op de Overijsselsche Vecht.

* scheepvaart

De Overijsselsche Vecht is voor een deel scheepvaartweg. Vanaf Junne tot de uitmonding in het Zwarte Water is de Overijsselsche Vecht bevaarbaar met een maximum snelheid van 9 km/h. Boven Junne is de rivier alleen geschikt voor de recreatievaart met kano's en roeiboten (ANWB/VVV Watersport, 1998).

Effecten

De Overijsselsche Vecht stroomafwaarts van Hardenberg ligt in het 'kerngebied en natuurontwikkelingsgebied rivieren en randmeren' van de ecologische hoofdstructuur.

2.1.4.7 Tongelreep

De Tongelreep (Noord-Brabant/België) ontspringt in De Kempen in België, komt bij Achelse Kluis de Nederlandse grens over en mondt uiteindelijk uit in de Dommel bij Eindhoven. De Tongelreep voert voornamelijk kwelwater af (TNO, 1998). De lengte bedraagt ongeveer 22.5 km. Hiervan ligt zo'n 2.5 km in België en 20 km in Nederland.

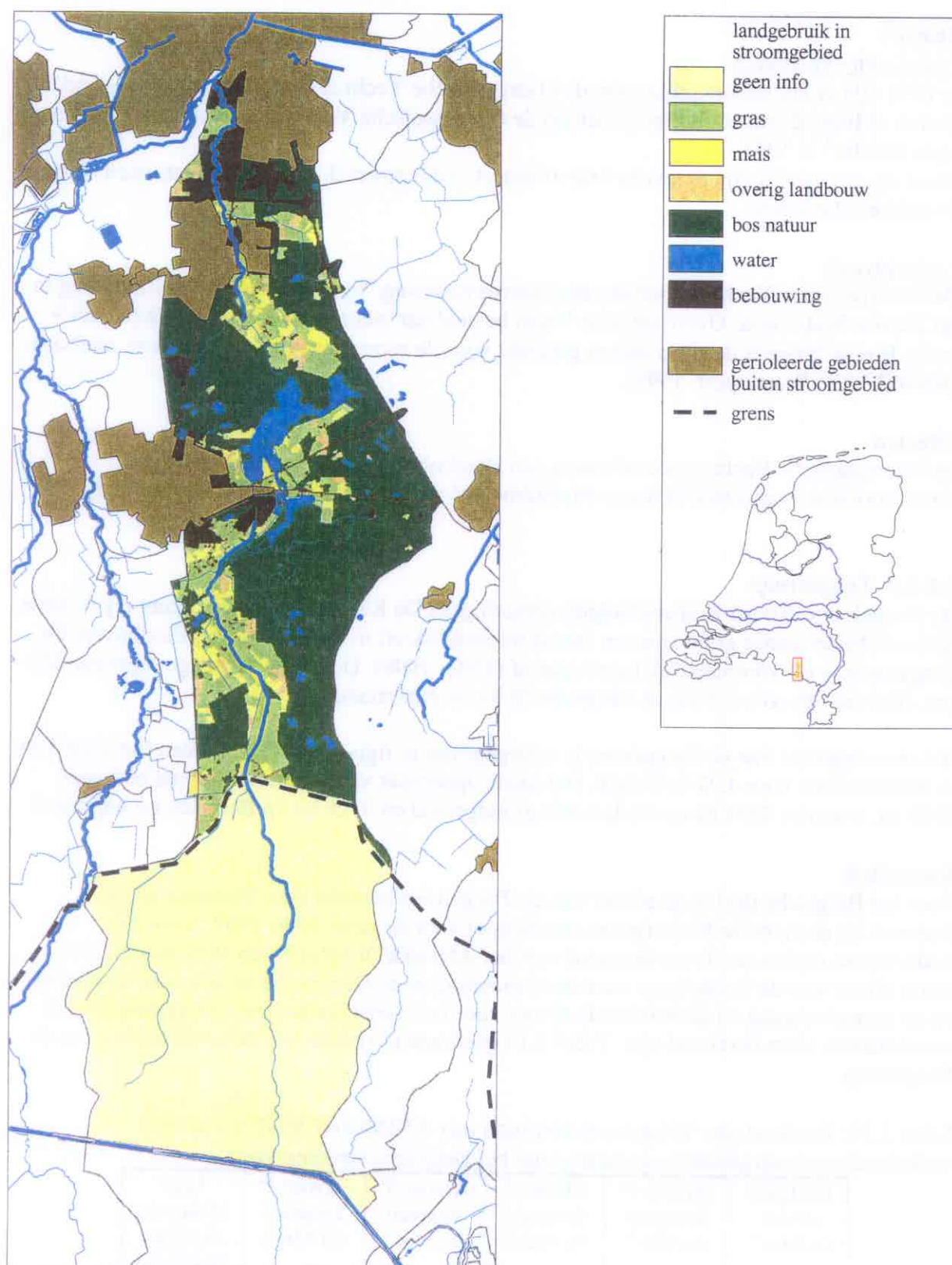
Het stroomgebied van de Tongelreep is weergegeven in figuur 2.14. Het gebied ligt voor 55% in Nederland en voor 45% in België. Het totale oppervlak van het stroomgebied bedraagt 8280 ha, waarvan 4554 ha op Nederlands grondgebied en 3726 ha op Belgisch grondgebied.

Kwantiteit

Voor het Belgische deel is de afvoer van de Tongelreep bepaald door Waterschap De Dommel bij de Achelse Kluis (grens met België) voor de jaren 1996-1997. Voor het Nederlandse deel is de afvoer berekend met het ANIMO/DEMGEN- en WIS-model. De totale afvoer van de Tongelreep voor de uitmonding in de Dommel is de som van de afvoer bij de grensovergang en de berekende afvoer voor het Nederlandse deel, welke helaas voor verschillende jaren berekend zijn. Tabel 2.14 geeft een overzicht van de totale afvoer van de Tongelreep.

Tabel 2.14: Totale afvoer Tongelreep berekend met ANIMO/DEMGEN voor het Nederlandse stroomgebied en gemeten voor het Belgische stroomgebied

	Jaarlijkse afvoer (in Mm ³)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm ³)	Min. afvoer (in Mm ³ per 10 dagen)
Berekend	8.2	3.6	2.3	0.8	1.5	0.016
Gemeten 1996-1997	19.3	4.8	4.4	4.6	5.5	0.16
Totaal	27.5	8.4	6.7	5.4	7.0	0.18



0 m 4500

Figuur 2.14: Het stroomgebied van de Tongelreep.

De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.

Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

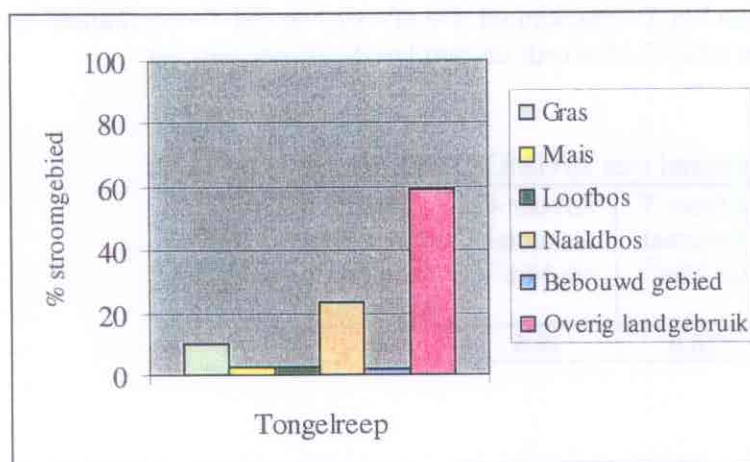
De kwaliteitsgegevens van de Tongelreep zijn aangeleverd door Waterschap De Dommel. In tabel 2.15 worden de kwaliteitsdata van de Tongelreep gemeten bij de Kluizerbrug in de Abdijweg in 1996 en 1997 gepresenteerd. De gegevens zijn weergegeven als gemiddelde waarden.

Tabel 2.15: Kwaliteitsgegevens Tongelreep in 1996 en 1997

Parameter	1996	1997
Nitraat+nitriet	1.7	2.7
N-Kjeldahl	3.5	2.0
NH ₄	1.8	0.86
organisch geb. N	1.7 (ber.)	1.14 (ber.)
N-totaal	5.2 (ber.)	4.7 (ber.)
P-totaal	0.38	0.43
Chloride	41	45
Zuurstof (opgelost)	7.9	8.8
CZV	-	-
BZV	-	-
Cadmium	0.36	0.32
Nikkel	14.89	14.94
Chroom	0.80	2.02
Koper	3.99	4.02
Bestrijdingsmiddelen totaal	-	1.0

* landgebruik

Het landgebruik in het stroomgebied van de Tongelreep is gepresenteerd in figuur 2.15.



Figuur 2.15: Landgebruik in stroomgebied Tongelreep (in % van het stroomgebied)

* waterbodembodem

De Tongelreep heeft een plaatselijk vervuilde waterbodem (voornamelijk zink en in mindere mate cadmium), variërend van klasse 1 en 2 bij de Achelse Kluis tot plaatselijk klasse 4 bij Eindhoven (Grontmij, 1999).

Risico's

* rwzi's en overstorten

In het stroomgebied van de Tongelreep is geen rwzi aanwezig die het effluent direct of indirect loost op de Tongelreep. Wel zijn er overstorten bij Valkenswaard en Waalre die direct op de Tongelreep lozen.

* scheepvaart

Bij de Tongelreep is motorvaart niet toegestaan. Er vindt recreatievaart plaats met roeiboten en kano's.

Effecten

Van de Nederlandse grens tot Waalre ligt het stroomgebied van de Tongelreep in het kerngebied van de ecologische hoofdstructuur. Na Waalre stroomt de Tongelreep voornamelijk door stedelijk gebied tot de uitmonding in de Dommel.

2.1.4.8 Twentekanaal

Het Twentekanaal (Overijssel/Gelderland) bestaat uit een hoofdkanaal Enschede-Zutphen en een zijkanaal naar Almelo. In deze studie is alleen het hoofdkanaal in beschouwing genomen. Het Twentekanaal, zoals in dit onderzoek beschouwd, loopt van Enschede naar Zutphen en eindigt in de IJssel. Het kanaal is aangelegd in de periode 1930-1936 (Grote Oosthoek Encyclopedie, 1976). Behalve als scheepvaartkanaal doet het Twentekanaal tevens dienst voor de afwatering. De lengte bedraagt 50.1 km (Rijkswaterstaat, 1963).

Het stroomgebied ligt voornamelijk ten zuiden van het Twentekanaal en heeft een oppervlak van 38495 ha. In figuur 2.16 wordt het stroomgebied van het Twentekanaal gepresenteerd.

Kwantiteit

Er zijn geen meetgegevens bekend van het Twentekanaal. De afvoer van het Twentekanaal is berekend met ANIMO/DEMGEM. In tabel 2.16 wordt de berekende afvoer van het Twentekanaal gepresenteerd.

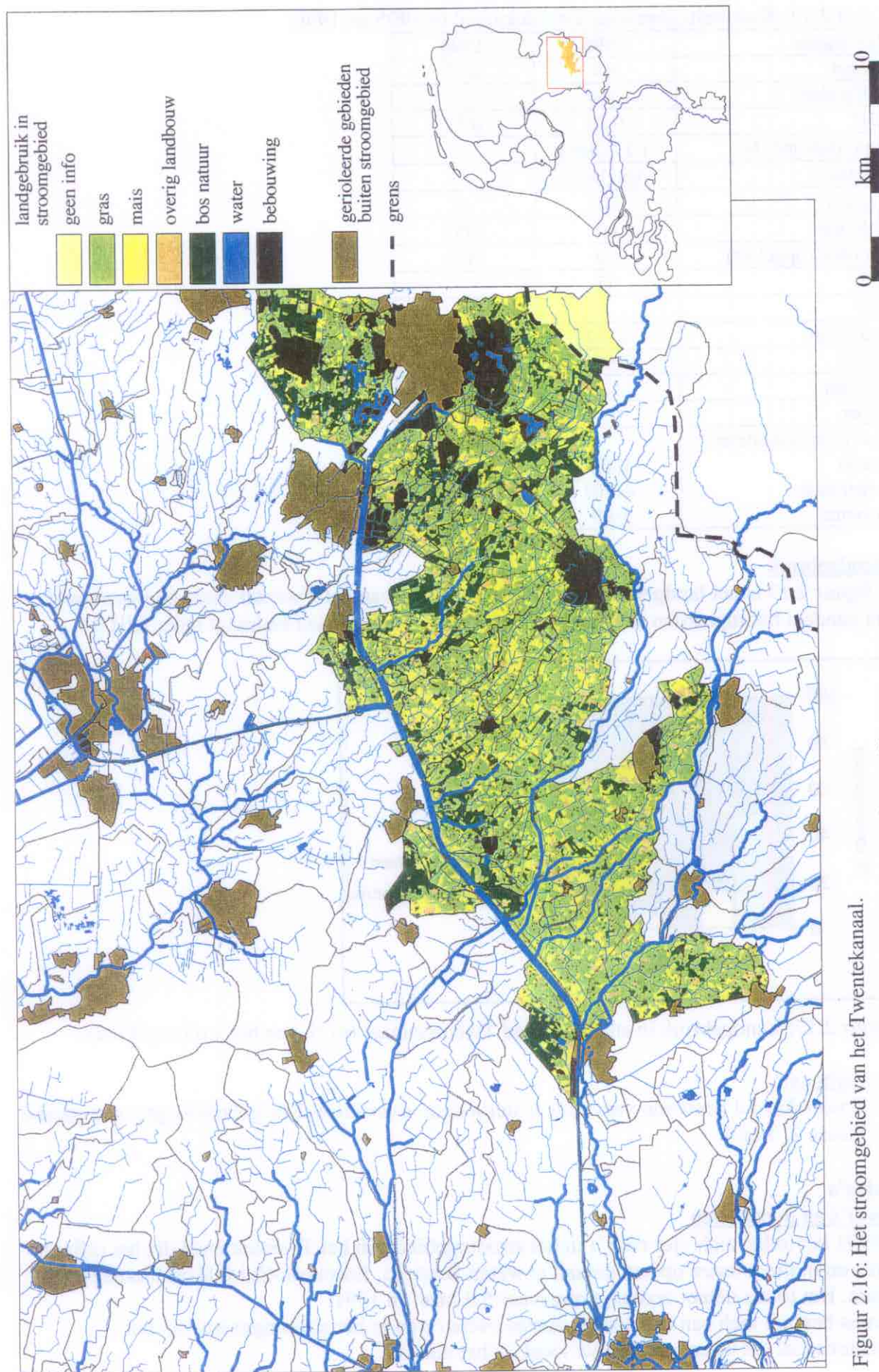
Tabel 2.16: Afvoer Twentekanaal berekend met ANIMO/DEMGEM

Jaarlijkse afvoer (in Mm ³)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm ³)	Min. afvoer (in Mm ³ per 10 dagen)
122.0	39.8	24.2	18.6	39.5	0.64

Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

De kwaliteitsgegevens van het Twentekanaal zijn verkregen uit de ruwwaterkwaliteitsgegevens van de waterleidingbedrijven (REWAB). Tabel 2.17 geeft een overzicht van de kwaliteitsdata van het Twentekanaal in 1995 en 1996. De data zijn weergegeven als gemiddelde waarden.



Figuur 2.16: Het stroomgebied van het Twentekanaal.

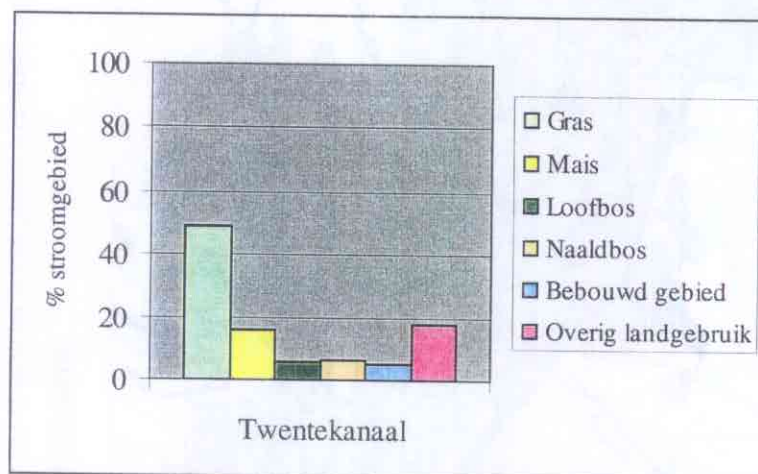
De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.

Tabel 2.17: Kwaliteitsgegevens Twentekanaal in 1995 en 1996

Parameter	1995	1996
Nitraat	3.4	4.17
N-Kjeldahl	1.4	-
NH ₄	0.23	0.32
organisch geb. N	1.17 (ber.)	-
N-totaal	4.8 (ber.)	-
P-totaal	0.09	-
Chloride	66	95
Zuurstof (opgelost)	7.8	8.6
CZV	35	-
BZV	-	-
Cadmium	< 0.2	< 0.2
Nikkel	6.9	5
Chroom	1.3	< 2.0
Koper	9.4	5.0
Bestrijdingsmiddelen		
atrazin	0.08	0.07
dimethoat	< 0.01	< 0.01
simazine	0.09	0.04

* landgebruik

In figuur 2.17 is het landgebruik in het stroomgebied van het Twentekanaal gepresenteerd. Het aandeel boomgaarden en glastuinbouw in het stroomgebied bedraagt ieder 0.01%.



Figuur 2.17: Landgebruik in stroomgebied Twentekanaal (in % van het stroomgebied)

* waterbodem

Het Twentekanaal heeft een vervuilde waterbodem, over vrijwel de gehele lengte is er sprake van klasse 2, 3 of 4.

Risico's

* rwzi's en overstorten

In 1991 bevinden zich vier rwzi's in het stroomgebied van het Twentekanaal die het effluent direct en indirect lozen op het kanaal, te weten Boekelo, Enschede-Zuid, Haaksbergen en Neede. Het totale debiet bedraagt ongeveer 5.9 Mm³ in 1991.

Tevens bevindt zich een aanzienlijk aantal overstorten in het stroomgebied van het Twentekanaal dat direct en indirect loost op het kanaal.

* scheepvaart

Het Twentekanaal is een belangrijk scheepvaartkanaal. Het kanaal is over het gehele traject van Enschede tot Zutphen bevaarbaar met een maximum snelheid van 12 km/h. Naast de beroepsvaart vindt veel recreatievaart plaats met pleziervaartuigen (ANWB/VVV Watersport, 1998).

Effecten

Het noord-oostelijke gedeelte van het stroomgebied ligt binnen de ecologische hoofdstructuur en is kerngebied en natuurontwikkelingsgebied. Ook het meest westelijke deel van het stroomgebied is kerngebied EHS. In deze gebieden valt ook de rivier zelf binnen de EHS. Het grootste gedeelte van het stroomgebied ligt buiten de ecologische hoofdstructuur.

2.1.4.9 Vledder- en Wapserveense Aa

De Vledder Aa ontspringt bij Appelscha in Friesland, stroomt in zuidelijke richting en verenigt zich ten oosten van Frederiksoord met de Wapserveense Aa. De Wapserveense Aa ontstaat ten zuiden van Wapse en stroomt westwaarts tot samenvloeiing plaatsvindt met de Vledder Aa. De verenigde Vledder- en Wapserveense Aa (Drenthe) buigt om in zuidwestelijke richting en stroomt vervolgens als Steenwijker Aa de provincie Overijssel binnen (Rijkswaterstaat, 1965). De Vledder Aa heeft een lengte van 15 km en de Wapserveense Aa heeft tot Frederiksoord een lengte van ongeveer 3 km. Vanaf het punt van samenvloeiing bij Frederiksoord tot de provinciale grens bedraagt de lengte van de Vledder- en Wapserveense Aa ongeveer 5 km.

In figuur 2.18 is het stroomgebied van de Vledder- en Wapserveense Aa weergegeven. Het stroomgebied ligt grotendeels ten noordoosten en gedeeltelijk ten noorden en zuiden van de Vledder- en Wapserveense Aa. Het gebied heeft een oppervlak van 15776 ha.

Kwantiteit

Gemeten kwantiteitsdata zijn aangeleverd door Waterschap Wold en Wieden, maar bleken niet bruikbaar. De afvoer van de Vledder- en Wapserveense Aa is berekend met ANIMO/DEMGEM. In tabel 2.18 wordt de berekende afvoer gepresenteerd van de Vledder- en Wapserveense Aa.

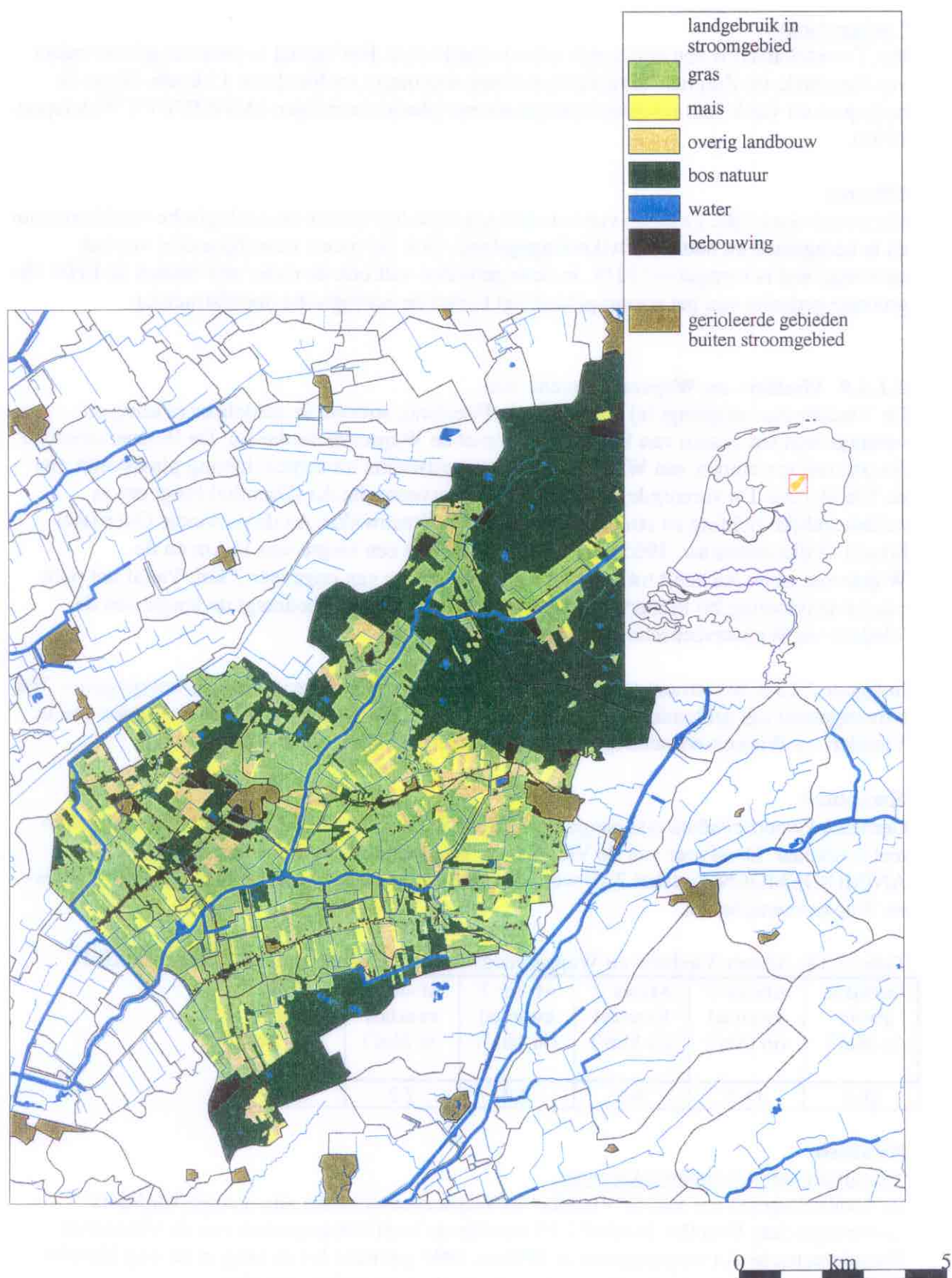
Tabel 2.18: Afvoer Vledder- en Wapserveense Aa berekend met ANIMO/DEMGEM

Jaarlijkse afvoer (in Mm ³)	Afvoer 1 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 2 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 3 ^e kwartaal (in Mm ³)	Afvoer 4 ^e kwartaal (in Mm ³)	Min. afvoer (in Mm ³ per 10 dagen)
29.2	11.7	6.1	4.2	7.2	0.15

Kwaliteit

* kwaliteit van het oppervlaktewater

De kwaliteitsgegevens van de Vledder- en Wapserveense Aa zijn aangeleverd door Zuiveringsschap Drenthe. In tabel 2.19 worden de kwaliteitsgegevens van de Vledder en Wapserveense Aa weergegeven in 1996 en 1997 gemeten bij de brug in de weg Havelte-Frederiksoord. De gegevens zijn gepresenteerd als gemiddelde waarden.



Figuur 2.18: Het stroomgebied van de Vledder en Wapserveense Aa.

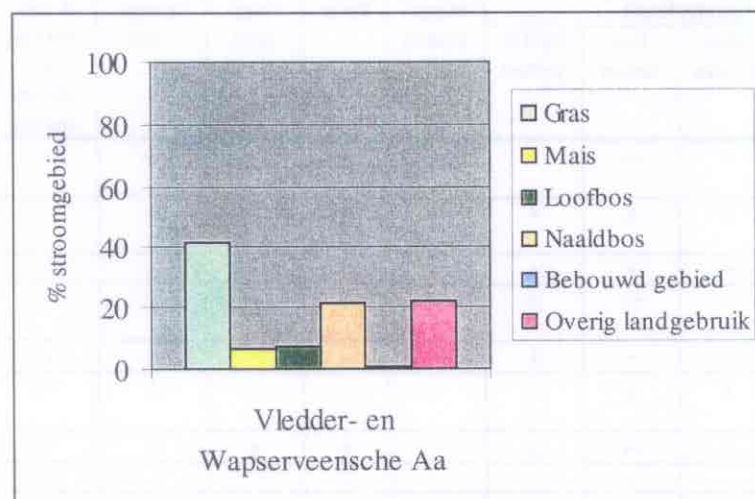
De gemengd gerioleerde kernen die niet op het regionaal water lozen zijn apart weergegeven.

Tabel 2.19: Kwaliteitsgegevens Vledder- en Wapserveense Aa in 1996 en 1997

Parameter	1996	1997
Nitraat+nitriet	0.94	1.15
N-Kjeldahl	1.26	1.02
NH ₄	0.26	0.23
organisch geb. N	1.0 (ber.)	0.79 (ber.)
N-totaal	2.2 (ber.)	2.17 (ber.)
P-totaal	0.15	0.11
Chloride	36.9	28.3
Zuurstof (opgelost)	9.0	9.7
CZV	-	-
BZV	2.5	1.9
Cadmium	< 0.1	< 0.1
Nikkel	< 2.75	< 2.25
Chroom	< 1	< 1
Koper	2	< 1.75
Bestrijdingsmiddelen		
Atrazin	< 0.04	< 0.02
MCPA	< 0.08	< 0.01
MCP	< 0.11	-
Simazine	< 0.02	-
Dimethoat	< 0.01	< 0.01
Diuron	-	< 0.06

* landgebruik

Het landgebruik in het stroomgebied van de Vledder- en Wapserveense Aa is gepresenteerd in figuur 2.19. Slechts 0.76% van het stroomgebied bestaat uit stedelijk bebouwd gebied, dit is niet duidelijk zichtbaar in de figuur.



Figuur 2.19: Landgebruik in stroomgebied Vledder- en Wapserveense Aa (in % van het stroomgebied)

* waterbodembodem

Er is één meetgegeven bekend omtrent de kwaliteit van de waterbodembodem van de Vledder- en Wapserveense Aa. Deze geeft aan dat de waterbodembodem van de Vledder- en Wapserveense Aa in klasse 1 valt.

Risico's

* rwzi's en overstorten

In het stroomgebied is geen rwzi aanwezig die het effluent direct of indirect loost op de Vledder- en Wapserveense Aa. Wel is er een aantal overstorten dat op sloten in dit stroomgebied loost.

* scheepvaart

Bij de Vledder- en Wapserveense Aa is motorvaart niet toegestaan. Er vindt voornamelijk recreatievaart plaats met roeiboten en kano's.

Effecten

Bijna het gehele stroomgebied van de Vledder- en Wapserveense Aa ligt in de ecologische hoofdstructuur en is kerngebied of natuurontwikkelingsgebied behorend bij het nationaal park in oprichting het 'Drents-Friese Woud'. Stroomafwaarts van het meetpunt de Wulpen ligt de Wapserveense Aa in landbouwgebied.

2.1.5 Overzicht onderzoeksaspecten

In tabel 2.20 wordt een overall overzicht gegeven van de resultaten van de onderzochte aspecten voor de geselecteerde regionale oppervlaktewateren. In de tabel zijn de positieve resultaten voor waterwinning weergegeven met een + teken. De indeling van de gehanteerde positieve, negatieve en tussenliggende resultaten voor waterwinning is gepresenteerd in bijlage 6. Naar aanleiding van dit overall overzicht kan een uitspraak worden gedaan over de geschiktheid van een regionaal water als mogelijk toekomstige bron voor de drinkwaterproductie.

Tabel 2.20: Overzicht resultaten onderzochte aspecten geselecteerde regionale wateren

	Kwantiteit en water- winning	Kwaliteit opp.w.	Kwaliteit				Water- bodem	Risico's			Effecten	
			Landgebruik					Rwzi	Over- stort	Scheep- vaart	Water- winning en afvoer/ natuur	Water- onttr./ EHS
			Gras veeteelt	Mais atrazin	Bos natuur	Sted.b. gebied						
Apeldoorns kanaal	+	±	±	+	++	-	-	±	-	++	+	±
Geestersche Stroomkanaal	-	-	-	±	±	+	-	+	±	+	-	-
Hunze	+	±	±	+	+	+	+	+	-	±	+	±
Langbroeker- wetering	±	-	-	+	++	±	--	±	±	++	±	±
Meppelerdiep	+	±	--	±	+	±	±	--	--	-	++	++
Overijsselsche Vecht	+	++	--	±	±	-	-	--	--	±	++	++
Tongelreep	±	--	+	+	++	±	-	+	±	+	±	±
Twentekanaal	+	+	--	-	+	-	--	-	--	-	++	++
Vledder- en Wapserveense Aa	±	±	--	±	++	+	+	+	-	+	±	±

2.1.5.1 Conclusies overzicht onderzoeksaspecten

Uit bovenstaande overzichtstabel blijkt dat het Geestersche Stroomkanaal kwantitatief te weinig water bevat om 5 Mm³ water per jaar te kunnen onttrekken voor de drinkwatervoorziening zonder negatieve gevolgen voor andere functies.

Bij de Langbroekerwetering, de Tongelreep en de Vledder- en Wapserveense Aa is wateronttrekking van 5 Mm³ twijfelachtig; de kans op watertekorten in droge perioden is bij deze wateren vrij groot.

De Hunze, het Apeldoorns kanaal, het Meppelerdiep, de Overijsselsche Vecht en het Twentekanaal bevatten voldoende water om, in het kader van dit onderzoek, ingezet te kunnen worden als bron voor de productie van drinkwater.

Uit de tabel is de volgende indeling van geschiktheid van de geselecteerde wateren als bron voor de drinkwatervoorziening samen te stellen:

1. Hunze
2. Apeldoorns kanaal
3. Meppelerdiep
4. Overijsselsche Vecht
5. Twentekanaal
6. Vledder- en Wapserveensche Aa
7. Tongelreep
8. Langbroekerwetering
9. Geestersche Stroomkanaal

3. Discussie

3.1 Inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater

In de discussie worden de resultaten van de onderzochte aspecten per watersysteem besproken. Enkele resultaten zijn verkregen op basis van berekeningen, deze berekeningen zijn vergeleken met gemeten waarden.

3.1.1 Selectie-instrumentarium

- De selectiecriteria zijn opgesteld om tot een hanteerbare hoeveelheid te onderzoeken regionale watersystemen te komen.

3.1.2 Onderzoeksaspecten

In deze paragraaf wordt een aantal uitgangspunten en resultaten van de onderzoeksaspecten nader besproken. In §3.1.2.1 t/m §3.1.2.9 wordt dit ook per beschouwd oppervlaktewater gedaan.

Kwantiteit

- De afvoeren, berekend met het ANIMO/DEMGEN-model, gelden voor het basisjaar 1985. De gemeten waarden daarentegen zijn meetgegevens van diverse/verschillende jaren. In tegenstelling tot de gemeten waarden zijn de berekende debieten daardoor onderling vergelijkbaar. Daarom is bij de bepaling van mogelijke waterwinning van (ten minste) 5 Mm³/jaar bij elk watersysteem uitgegaan van de berekende (minimale) afvoeren.
- Bij een aantal watersystemen zijn meetgegevens aangeleverd van 1996. Het jaar 1996 was een droog jaar. Hierdoor zijn de gemeten debieten vaak lager dan de berekende waarden en kan het verkregen beeld van de afvoeren vertekend zijn.
- In dit onderzoek wordt uitgegaan van minimale afvoeren berekend per 10 dagen. De werkelijke minimum afvoeren (voor bijvoorbeeld 1 dag) kunnen echter nog veel lager liggen dan de berekende debieten.
- Continue onttrekking van 5 Mm³ per jaar, betekent waterwinning van 0.14 Mm³ per 10 dagen. Om een uitspraak te kunnen doen over de beschikbaarheid van water, is deze 'eis' voor elk regionaal watersysteem vergeleken met de berekende minimale afvoerwaarden. Bij deze vergelijking wordt uitgegaan van de berekende minimale afvoer. Aangenomen wordt dat hiermee de resultaten redelijk betrouwbaar zullen zijn.
- In deze studie is voor de beschouwde typen waterwinning uitgegaan van een continue onttrekking. Er hoeft echter niet altijd sprake te zijn van continue onttrekking. Bij diepinfiltratie kunnen door een discontinue onttrekking in de winterperiode extra wateroverschotten geborgen worden, waardoor 's zomers minder wateronttrekking nodig is. Bij lage afvoeren in de zomer kan discontinue onttrekking (bij infiltratie) uitkomst bieden. Bijkomend voordeel is dat bij discontinue onttrekking gebiedseigen water behouden kan blijven, waardoor een bijdrage geleverd wordt aan de ontwikkeling en/of het herstel van natuurwaarden (Ligtvoet, 1995).

Kwaliteit

- De kwaliteitsgegevens zijn aangeleverd van diverse/verschillende (droge dan wel natte) jaren. Onderlinge vergelijking is daardoor niet goed mogelijk.
- De kwaliteitsgegevens zijn voornamelijk gemeten op één punt van de wateren. De hieruit gedestilleerde (jaar)gemiddelde waterkwaliteit hoeft niet direct geldig te zijn over de gehele lengte van de watersystemen. In dit onderzoek wordt hier echter wel vanuit gegaan.
- De gemeten kwaliteitsgegevens van de geselecteerde wateren zijn vergeleken met de gemeten kwaliteitsdata van de Rijn bij Lobith en de Maas bij Eijsden in 1996 en 1997 (bijlage 7) (RIWA¹⁺², 1997; RIWA¹⁺², 1998). Het blijkt dat het chloride-gehalte van de Rijn gemiddeld 2x zo hoog en het N-Kjeldahl-gehalte van de Rijn gemiddeld 2x zo laag is als van de onderzochte wateren. Het gemiddelde P-totaal-gehalte van de Maas en de Rijn zijn aan de hoge kant. Dit is in overeenstemming met de waterkwaliteit van het merendeel van de geselecteerde watersystemen.
Over het algemeen komen de kwaliteitsdata van de Rijn en Maas goed overeen met de kwaliteitsgegevens van de onderzochte regionale watersystemen.
- Bij de bepaling van de kwaliteit van de wateren blijken de meetfrequenties van de gemeten stoffen niet bij alle regionale wateren hetzelfde te zijn. In dit onderzoek is daarom uitgegaan van de gemeten jaargemiddelde concentraties van de oppervlaktewateren. Reden hiervoor was een algemeen beeld te kunnen verkrijgen van de waterkwaliteit. Normoverschrijding is daardoor niet uitgesloten.
- Bij het bepalen van de waterbodemkwaliteit aan de hand van het LAWABO-bestand is niet gekeken naar de eventuele oorzaak/oorzaken van mogelijke verontreiniging(en) (PAK's of metalen). Ook eventuele huidige saneringswerkzaamheden zijn niet onderzocht.

Risico's

- Bij het bepalen van de omvang van de effluentlozingen van rwzi's op oppervlaktewater is gebruik gemaakt van gegevens van het CBS geldend voor het jaar 1991. Het is echter mogelijk dat de gegevens uit 1991 niet meer geldig zijn in de huidige situatie, waardoor een vertekend beeld kan zijn weergegeven.
- Bij het bepalen van de hoeveelheid overstorten in de stroomgebieden van de wateren is gebruik gemaakt van het overstortenbestand (ERC, 1996) met als basisjaar 1990. Deze informatie kan echter verouderd zijn, waardoor een vertekend beeld kan zijn weergegeven.

Effecten

- In dit onderzoek wordt er van uitgegaan dat 1/3 van de afvoer voor waterwinning kan worden gebruikt, zodat 2/3 afvoer voor de natuur overblijft (RIVM, 1997²). Op deze manier wordt er nog voldoende afvoer gegarandeerd voor natuur(ontwikkeling). De verhouding 1/3:2/3 is echter geen algemeen geldende verhouding om mogelijk ecologische effecten aan te kunnen geven.
- Bij het bepalen van de effecten van wateronttrekking op de omgeving van het oppervlaktewater is onder andere gekeken naar de ligging van een regionaal watersysteem ten opzichte van de bruto ecologische hoofdstructuur. De bruto EHS omvat alle natuurgebieden en mogelijke natuurontwikkelingsgebieden in Nederland en wordt vastgesteld door het Rijk.

De bruto EHS is het zoekgebied waarbinnen vervolgens de provincies de uiteindelijke netto EHS vastleggen. Stroomgebieden die volgens de bruto EHS deel uitmaken van de ecologische hoofdstructuur, hoeven in werkelijkheid niet binnen de netto EHS te liggen. De bruto EHS geeft over het algemeen een overschatting van de netto EHS.

- Het benutten van oppervlaktewater voor de drinkwaterwinning kan samen gaan met vermindering of reallocatie van grondwaterwinning. In dergelijke situaties verandert de situatie voor het grond- én het oppervlaktewater. Hoe de balans tussen verminderde grondwaterwinning en nieuwe oppervlaktewaterwinning uitpakt, is per gebied verschillend. Deze aspecten zijn niet meegenomen in deze studie.

3.1.2.1 Apeldoorns kanaal

Kwantiteit

- De berekende jaarlijkse afvoergegevens zijn vergeleken met de gemeten gemiddelde 10-jaren afvoerwaarden (1980-1990). Het blijkt dat de berekende afvoerdata van de panden 1, 4 en 5 redelijk tot goed overeenkomen met de gemeten gemiddelde 10-jaren afvoerwaarden in 1980-1990. De berekende afvoer van pand 3 komt niet goed overeen met de gemeten afvoer van pand 3. Dit is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan het feit dat pand 3 indirect afwatert op pand 5, dit is bij de berekeningen met ANIMO/DEMGEN echter niet doorgerekend.
- Onttrekking van 0.14 Mm^3 per 10 dagen ($5 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$) is mogelijk in zowel pand 4 als pand 5; de berekende minimale afvoeren in de panden 4 en 5 bedragen 0.22, respectievelijk 0.43 Mm^3 per 10 dagen.

Kwaliteit

- De plannen omtrent het gebruik van het Apeldoorns kanaal voor de productie van drinkwater zijn zowel gericht op diepinfiltratie als op directe winning. De kwaliteitsgegevens zijn vergeleken met zowel de 'normen voor oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater' uit het Waterleidingbesluit, als de 'normen voor te infiltreren water' uit het Infiltratiebesluit Bodembescherming.

Mogelijke overschrijding van de norm voor P-totaal uit het Wlb vindt plaats bij water onttrokken uit pand 4, waar een gemiddelde concentratie in 1996 is gemeten tussen 0.15-0.29 mg/l P. Het (opgeloste) zuurstofgehalte bij water onttrokken uit de panden 2, 3, 4 en 5 is aan de lage kant, het gemiddelde gehalte ligt tussen 5.1-7 mg/l O_2 , maar komt niet onder de norm uit het Wlb. Overige normen uit het Wlb en de normen uit het IB worden niet overschreden.

- Meer dan de helft van het stroomgebied bestaat uit bos (54.7% loof- en naaldbos); natuur speelt een belangrijke rol in dit gebied. Bijna 20% van het stroomgebied bestaat uit grasland (veeteelt), waardoor de belasting van het Apeldoorns kanaal met micro-organismen en nutriënten mogelijk wordt vergroot. Ongeveer 20% van het gebied wordt gebruikt voor overig landgebruik. Tenslotte bestaat het stroomgebied voor 4.5% uit stedelijk bebouwd gebied en wordt 2.8% van het gebied gebruikt voor de maisteelt.

- De belasting van de waterkwaliteit wordt vergroot door de vervuilde waterbodem van het Apeldoorns kanaal.

Risico's

- De lozingen van het effluent van de rwzi's Beekbergen en Epe en van de overstorten op het Apeldoorns kanaal vormen een microbiologisch risico.

Effecten

- Het Apeldoorns kanaal heeft een berekende jaarlijkse afvoer in pand 4 van 34.4 Mm³ per jaar en in pand 5 van 54.1 Mm³ per jaar. Onttrekking van 5 Mm³ per jaar garandeert ruim voldoende afvoer voor de natuur. Ook de gemeten afvoeren van 21.5 (pand 4) en 43.4 Mm³ per jaar (pand 5) voldoen aan deze garantie.
- Wateronttrekking ten behoeve van drinkwatervoorziening leidt tot een verminderde afvoer. Vooral in de zomer kan dit bij het eerste pand leiden tot stilstaand water, wat een ongewenste situatie is. In het eerste pand is het nu al moeilijk om het water op peil te houden door de drainage uit het kanaal. Oppervlaktewaterwinning in combinatie met verminderde grondwateronttrekking kan mogelijk een positief effect hebben op de terrestrische natuur, maar kan voor de aquatische natuur naast positieve effecten (bijvoorbeeld een meer gelijk-matige afvoer), ook negatieve effecten hebben, zoals geringere afvoer en verminderde stroomsnelheid. Wat het effect van de combinatie verminderde grondwaterwinning en oppervlaktewaterwinning is, is niet berekend. Door het onnatuurlijke karakter van het Apeldoorns kanaal zijn eventuele nadelige effecten van wateronttrekking in de panden 4 en 5 niet onderzocht.

3.1.2.2 Geestersche Stroomkanaal

Kwantiteit

- De kwantiteit is gebaseerd op berekende afvoerwaarden voor het Nederlandse stroomgebied. Meer dan de helft (56%) van het stroomgebied ligt in Duitsland. Binnen het Duitse stroomgebied bevinden zich echter weinig watergangen, waardoor de afvoer van het gebied in Duitsland veel kleiner zal zijn dan de afvoer van het Nederlandse stroomgebied. De totale jaarlijkse afvoer zal hierdoor groter zijn dan is aangegeven; de minimale afvoer daarentegen zal ongeveer hetzelfde blijven zoals is berekend, nml. 0.088 Mm³ per 10 dagen.
- De berekende minimale afvoer van het Geestersche Stroomkanaal bedraagt 0.088 Mm³ per 10 dagen; waterwinning van 0.14 Mm³ per 10 dagen (5 Mm³/jaar) is dus niet mogelijk.

Kwaliteit

- Waterwinning zal plaatsvinden via diepinfiltratie. De kwaliteitsgegevens zijn vergeleken met de 'normen voor te infiltreren water' uit het Infiltratiebesluit Bodembescherming. Het P-gehalte in 1992 (0.37 mg/l P) is vrij hoog maar overschrijdt de norm niet. Er vindt geen overschrijding plaats van de normen uit het IB.
- Meer dan 60% van het stroomgebied wordt gebruikt voor 'overig landgebruik'. Het gebied bestaat voor 26.1% uit grasland (veeteelt), waardoor extra belasting van het kanaal met micro-organismen en nutriënten mogelijk plaatsvindt. Van het stroomgebied wordt 9.1% gebruikt voor de maisteelt, waarbij het gebruik van het bestrijdingsmiddel atrazin mogelijk van invloed kan zijn op de waterkwaliteit van het Geestersche Stroomkanaal. Het overige deel bestaat uit bos (2.3% loof- en 1.3% naaldbos) en 0.13% stedelijk bebouwd gebied.
- De plaatselijk vervuilde waterbodem kan een mogelijke belasting vormen voor de waterkwaliteit van het Geestersche Stroomkanaal.

Risico's en effecten

- Gezien de lage afvoer van het Geestersche Stroomkanaal zowel in droge perioden (0.088 Mm³ per 10 dagen) als jaarlijks (11.0 Mm³), is niet gekeken naar eventuele risico's en effecten.

3.1.2.3 Hunze

Kwantiteit

- De berekende afvoergegevens zijn vergeleken met de gemeten afvoerdata in 1996 en 1997. Het blijkt dat de berekende afvoeren meer dan twee maal zo hoog zijn als de gemeten afvoerwaarden. In het 2^e en 3^e kwartaal van een als gemiddeld jaar getypeerde periode, is de berekende afvoer zelfs een factor 3 tot 5 hoger dan de gemeten debieten. Dit verschil is te wijten aan het feit dat 1996 een droog jaar is geweest. Door de lagere grondwaterstanden en de aanvoer van weinig kwelwater is de Hunze in 1996 gevoed met minder water dan in het basisjaar 1985.
- Uitgaande van de berekende minimale afvoer van 0.88 Mm³ per 10 dagen, houdt in dat waterwinning van 0.14 Mm³ per 10 dagen (5 Mm³/jaar) mogelijk is.

Kwaliteit

- Waterwinning zal plaatsvinden via diepinfiltratie. De kwaliteitsgegevens zijn vergeleken met de 'normen voor te infiltreren water' uit het Infiltratiebesluit Bodembescherming. Er vindt overschrijding plaats van de norm voor het bestrijdingsmiddel diuron in 1997. De concentratie bedraagt 0.22 µg/l. De overige normen uit het IB worden niet overschreden.
- Meer dan 60% van het stroomgebied wordt gebruikt voor 'overig landgebruik'. Zo'n 17% van het gebied bestaat uit grasland, waarbij de veeteelt de belasting van het oppervlaktewater van de Hunze met micro-organismen en nutriënten mogelijk bevordert. Ongeveer 17% van het gebied wordt ingenomen door loof- en naaldbos; de natuur speelt in dit gebied een niet te onderschatten rol. Tenslotte bestaat 4.5% van het stroomgebied uit maisteelt en 1% uit bebouwd gebied.
- De hoofdwatgang van de Hunze bevat geen vervuilde waterbodem. Belasting van de waterkwaliteit door de klasse 0 waterbodem is niet mogelijk. Extra belasting van de waterkwaliteit van de hoofdwatgang van de Hunze veroorzaakt door de plaatselijk vervuilde waterbodem van enkele zijtakken is niet te verwachten.

Risico's

- Er bevinden zich geen rwzi's in het stroomgebied van de Hunze, waardoor extra microbiologische risico's niet worden verwacht. De aanwezige overstorten vormen wel een microbiologisch risico.
- Mogelijke risico's voor de waterkwaliteit van de Hunze veroorzaakt door de aanwezige beroeps- en recreatievaart zijn niet uitgesloten.

Effecten

- De berekende jaarlijkse afvoer van 69.5 Mm³ geeft garantie voor ruim voldoende afvoer voor de natuur. Ook bij de laagst gemeten afvoerwaarde van 32.1 Mm³ (1997) blijft voldoende over voor natuurontwikkeling.
- Lage afvoer, zoals in de zomer van 1996, kan problemen geven voor de drinkwaterlevering. Stroomafwaarts van de stuw bij Gieterveen is de Hunze bedijkt en verbonden met het Zuidlaardermeer en de boezem van het Eemskanaal. Wateronttrekking zal hooguit tot het Zuidlaardermeer effecten hebben, doordat het Zuidlaardermeer aangesloten is op de boezem zijn de effecten daar niet meer merkbaar.

3.1.2.4 Langbroekerwetering

Kwantiteit

- De berekende debietgegevens zijn vergeleken met de gemeten afvoeren in 1998. In 1998 is de gemeten afvoer in het 1^e en 2^e kwartaal twee maal zo laag als de berekende afvoerwaarden. De berekende jaarlijkse afvoer en de afvoer in het 3^e en 4^e kwartaal komen redelijk tot goed overeen met de gemeten debieten.
- Onttrekking van 0.14 Mm³ per 10 dagen (5 Mm³/jaar) is bij een berekende minimale afvoer van de Langbroekerwetering van 0.059 Mm³ per 10 dagen niet mogelijk.

Kwaliteit

- Het gebruik van de Langbroekerwetering voor waterwinning is gericht op diepinfiltratie. De kwaliteitsdata zijn vergeleken met de 'normen voor te infiltreren water' uit het Infiltratiebesluit Bodembescherming.

Overschrijding van de norm voor P-totaal vindt plaats in zowel 1996 als 1997. De gemiddelde gemeten concentratie in 1996 bedraagt 0.9 mg/l P en in 1997 0.56 mg/l P. Tevens vindt overschrijding plaats van de norm voor de bestrijdingsmiddelen atrazin (0.36 µg/l), MCPA (1.0 µg/l), MCPP (0.83 µg/l) en diuron (0.14 µg/l). De overige waarden overschrijden de normen uit het IB niet.

- Meer dan 40% van het stroomgebied bestaat uit bos (18.8% loof- en 21.8% naaldbos); natuur speelt een belangrijke rol in dit gebied. Bijna 35% bestaat uit grasland (veeteelt), waardoor belasting van het oppervlaktewater met micro-organismen en nutriënten mogelijk wordt bevorderd. Ongeveer 16% van het gebied wordt gebruikt voor 'overig landgebruik'. Het overige deel bestaat voor 4.5% uit maisteelt en voor 3.6% uit stedelijk bebouwd gebied.
- Door de vervuilde waterbodem van de Langbroekerwetering wordt de belasting van de waterkwaliteit vergroot.

Risico's

- De directe lozing van het effluent van de rwzi Doorn en de overstorten op de Langbroekerwetering vormen een microbiologisch risico.

Effecten

- Zowel de berekende (20.9 Mm³) als de gemeten (14.7 Mm³) jaarlijkse afvoer van de Langbroekerwetering kunnen problemen geven in droge perioden, waardoor 's zomers bij droogte een watertekort kan optreden. De effecten van waterwinning zullen daarbij beperkt blijven tot het stroomgebied van de Langbroekerwetering. Door de monding van de Langbroekerwetering in de Kromme Rijn bij Odijk, zal er stroomafwaarts geen effect van de wateronttrekking zijn. In het stroomgebied kan wateronttrekking wel problemen opleveren bij lage afvoeren.
- Het stroomgebied van de Langbroekerwetering ligt geheel binnen de ecologische hoofdstructuur. Afhankelijk van het beleid ten aanzien van natuurontwikkeling kan combinatie van natuurontwikkeling met drinkwaterwinning misschien verbeterd worden (win-win situatie).

3.1.2.5 Meppelerdiep

Kwantiteit

- Onttrekking van 0.14 Mm^3 per 10 dagen ($5 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$) is mogelijk; de berekende minimale afvoer van het Meppelerdiep bedraagt 2.29 Mm^3 per 10 dagen.

Kwaliteit

- Waterwinning van het Meppelerdiep is gericht op directe winning. De kwaliteitsgegevens zijn vergeleken met de 'normen voor oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater' uit het Waterleidingbesluit.
In 1996 vindt overschrijding van de normen voor de bestrijdingsmiddelen atrazin en simazine plaats. Zowel de concentratie atrazin als de concentratie simazine bedraagt $0.15 \mu\text{g/l}$. Overige normen uit het Wlb worden niet overschreden.
- Meer dan 45% van het stroomgebied bestaat uit grasland (veeteelt), waardoor de belasting van het Meppelerdiep met micro-organismen en nutriënten mogelijk wordt vergroot. Ongeveer 31% van het gebied wordt gebruikt voor 'overig landgebruik'. Zo'n 11% van het gebied wordt ingenomen door loof- en naaldbos; de natuur speelt in dit gebied een niet te onderschatten rol. Ruim 8% van het gebied wordt gebruikt voor de maisteelt; het gebruik van het bestrijdingsmiddel atrazin kan mogelijk van invloed zijn op de waterkwaliteit. Het overige deel bestaat uit stedelijk bebouwd gebied (3.8%).
- De licht vervuilde waterbodem van het Meppelerdiep zal nauwelijks een belasting zijn voor de waterkwaliteit.

Risico's

- De indirecte effluentlozingen van de acht rwzi's op het Meppelerdiep en de vele overstorten vormen een microbiologisch risico.
- De mogelijke risico's verbonden aan de aanwezige beroeps- en recreatievaart kunnen de waterkwaliteit van het Meppelerdiep beïnvloeden.

Effecten

- Een berekende jaarlijkse afvoer van 249.2 Mm^3 geeft meer dan voldoende garantie voor voldoende afvoer voor natuurontwikkeling. Door deze hoge afvoer zijn geen negatieve effecten van wateronttrekking te verwachten.

3.1.2.6 Overijsselsche Vecht

Kwantiteit

- De kwantiteit is gebaseerd op berekende afvoerwaarden voor het Nederlandse stroomgebied. De afvoer voor het Duitse stroomgebied is niet berekend, wat inhoudt dat de totale jaarlijkse afvoer groter zal zijn dan is aangegeven.
- Voor de Overijsselsche Vecht is waterwinning gepland van $5-8 \text{ Mm}^3$ per jaar (bijlage 4 en 5). De Overijsselsche Vecht bevat voldoende water (berekende minimale afvoer van 3.75 Mm^3 per 10 dagen) om de geplande hoeveelheid water te kunnen onttrekken.

Kwaliteit

- Waterwinning zal plaatsvinden via oevergrondwaterwinning. De kwaliteitsdata zijn vergeleken met de 'normen voor te infiltreren water' uit het Infiltratiebesluit Bodembescherming.

De gehalten nitraat (4.1 mg/l N), organisch gebonden N (1.55 mg/l N) en N-totaal (6.5 mg/l N) zijn vrij hoog, maar overschrijden de normen niet. De overige normen uit het IB worden niet overschreden.

- Meer dan 40% van het stroomgebied wordt gebruikt voor 'overig landgebruik'. Meer dan 1/3 van het gebied (35.6%) bestaat uit grasland, waarbij de veeteelt de belasting van het oppervlaktewater met micro-organismen en nutriënten mogelijk bevordert. Bijna 10% wordt gebruikt voor de maisteelt, waarbij het gebruik van het bestrijdingsmiddel atrazin mogelijk van invloed kan zijn op de waterkwaliteit. Ongeveer 8% bestaat uit loof- en naaldbos; de natuur is in bescheiden mate aanwezig. Tenslotte bestaat 6% van het stroomgebied uit stedelijk bebouwd gebied.
- De plaatselijk vervuilde waterbodem kan een mogelijke belasting vormen voor de waterkwaliteit van de Overijsselsche Vecht.

Risico's

- De grote hoeveelheid effluentlozingen van de éénentwintig rwzi's en de vele overstorten op de Overijsselsche Vecht vormen een microbiologisch risico.
- Het is aannemelijk dat de mogelijke risico's verbonden aan de aanwezige beroeps- en recreatievaart de waterkwaliteit van de Overijsselsche Vecht beïnvloeden.

Effecten

- Een berekende jaarlijkse afvoer van 559.5 Mm³ geeft meer dan voldoende garantie voor voldoende afvoer voor de natuur. Door deze hoge afvoer zijn geen negatieve effecten van wateronttrekking te verwachten.

3.1.2.7 Tongelreep

Kwantiteit

- De totale afvoer van de Tongelreep is de optelsom van de met ANIMO/DEMGEN berekende afvoerwaarden voor het Nederlandse stroomgebied en de gemeten debieten voor het stroomgebied in België. De berekende waarden gelden hierbij voor het basisjaar 1985 en de gemeten afvoeren zijn gemiddelde waarden in 1996-1997. Hierdoor kan de totale afvoer een vertekend beeld geven van de werkelijkheid.
- Onttrekking van 0.14 Mm³ per 10 dagen (5 Mm³/jaar) is twijfelachtig; de berekende minimale afvoer (op basis van de totale afvoer) van de Tongelreep bedraagt 0.18 Mm³ per 10 dagen. Bij lage afvoeren tijdens droge perioden kan waterwinning problemen veroorzaken.

Kwaliteit

- Het gebruik van de Tongelreep zal plaatsvinden via infiltratie en/of directe winning met een voorraadbekken. De kwaliteitsgegevens zijn vergeleken met zowel de 'normen voor oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater' uit het Waterleidingbesluit, als de 'normen voor te infiltreren water' uit het Infiltratiebesluit Bodembescherming. De norm voor P-totaal uit het Wlb wordt in zowel 1996 (0.38 mg/l P) als in 1997 (0.43 mg/l P) overschreden. Het P-gehalte in 1997 overschrijdt tevens de norm uit het IB. De gehalten N-Kjeldahl, organisch gebonden N en N-totaal zijn aan de hoge kant, maar overschrijden de normering uit het Wlb niet.

De concentratie chroom in 1997 overschrijdt de norm uit het IB. Het gehalte nikkel is in 1996 en 1997 aan de hoge kant, namelijk bijna 15 µg/l, maar de norm uit het IB wordt niet overschreden.

Het totaal aan bestrijdingsmiddelen bevindt zich boven de norm uit zowel het Wlb als het IB. Overige normen uit het Wlb en IB worden niet overschreden.

- Zo'n 59% van het stroomgebied wordt gebruikt voor 'overig landgebruik'. Van het gebied bestaat 25.5% uit bos (2.7% loofbos en 23.8% naaldbos); de natuur speelt in dit gebied een belangrijke rol. Ongeveer 10% bestaat uit grasland (veeteelt), waardoor belasting van de Tongelreep met micro-organismen en nutriënten mogelijk wordt vergroot. Tenslotte wordt 2.8% van het stroomgebied gebruikt voor de maisteelt en 1.9% bestaat uit bebouwd gebied.
- De plaatselijk vervuilde waterbodem kan een mogelijke belasting vormen voor de waterkwaliteit van de Tongelreep.

Risico's

- Er bevinden zich geen rwzi's in het stroomgebied van de Tongelreep, waardoor extra microbiologische risico's niet worden verwacht. De twee aanwezige overstorten vormen wel een microbiologisch risico.

Effecten

- De totale jaarlijkse afvoer van 27.5 Mm³ kan problemen geven in droge perioden, waardoor 's zomers bij droogte een watertekort kan optreden. De effecten van waterwinning zullen daarbij beperkt blijven tot het stroomgebied van de Tongelreep. Door de uitmonding van de Tongelreep in de Dommel bij Eindhoven, zal er stroomafwaarts geen effect van de wateronttrekking zijn. In het stroomgebied kan wateronttrekking wel problemen opleveren bij lage afvoeren.
- Wateronttrekking uit de Tongelreep kan tot lage afvoeren leiden. Wateronttrekking kan conflicten geven met natuurbelangen als door lage afvoer de Tongelreep onvoldoende water heeft.

3.1.2.8 Twentekanaal

Kwantiteit

- Voor het Twentekanaal is waterwinning gepland van 44 Mm³ per jaar (bijlage 4 en 5). Onttrekking van deze hoeveelheid water kan problemen geven in droge perioden. Het gebruik van (de geplande) spaarbekkens maakt onttrekking van 44 Mm³/jaar echter wel mogelijk; spaarbekkens vormen een overbrugging voor droge perioden. Onttrekking van 5 Mm³ per jaar (0.14 Mm³ per 10 dagen) is zeker mogelijk; de berekende minimale afvoer bedraagt 0.64 Mm³ per 10 dagen.

Kwaliteit

- Waterwinning zal plaatsvinden via directe winning met spaarbekkens. De kwaliteitsgegevens zijn vergeleken met de 'normen voor oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater' uit het Waterleidingbesluit. De gehalten N-totaal (4.8 mg/l N) en CZV (35 mg/l O₂) in 1995 zijn vrij hoog, maar overschrijden de normen niet. Ook de overige waarden overschrijden de normen uit het Wlb niet.

- Ruim 49% van het stroomgebied bestaat uit grasland (veeteelt), waardoor de belasting van het Twentekanaal met micro-organismen en nutriënten mogelijk wordt vergroot. Ongeveer 18% wordt gebruikt voor 'overig landgebruik'. Bijna 16% wordt gebruikt voor de maisteelt, waarbij het gebruik van het bestrijdingsmiddel atrazin mogelijk van invloed kan zijn op de waterkwaliteit. Meer dan 12% wordt ingenomen door loof- en naaldbos; de natuur speelt in dit gebied een niet te onderschatten rol. Tenslotte bestaat het gebied voor 5.2% uit stedelijk bebouwd gebied.

- De belasting van de waterkwaliteit wordt vergroot door de vervuilde waterbodem van het Twentekanaal.

Risico's

- De effluentlozingen van de vier rwzi's op het Twentekanaal en de aanzienlijke hoeveelheid overstorten vormen een microbiologisch risico.

- De mogelijke risico's verbonden aan de aanwezige beroeps- en recreatievaart kunnen de waterkwaliteit van het Twentekanaal beïnvloeden.

Effecten

- Door het onnatuurlijke karakter van het Twentekanaal (het Twentekanaal heeft geen natuurfunctie) zijn eventuele nadelige effecten van wateronttrekking niet onderzocht.

3.1.2.9 Vledder- en Wapserveense Aa

Kwantiteit

- De berekende afvoergegevens zijn niet vergeleken met de gemeten debietwaarden, deze bleken niet bruikbaar.

- Waterwinning van 0.14 Mm³ per 10 dagen (5 Mm³/jaar) is twijfelachtig; de berekende minimale afvoer van de Vledder- en Wapserveense Aa bedraagt 0.15 Mm³ per 10 dagen. Bij lage afvoeren tijdens droge perioden kan waterwinning problemen veroorzaken.

Kwaliteit

- Het gebruik van de Vledder- en Wapserveense Aa voor waterwinning zal gericht zijn op diepinfiltratie of oevergrondwaterwinning. De kwaliteitsdata zijn vergeleken met de 'normen voor te infiltreren water' uit het Infiltratiebesluit Bodembescherming.

In 1996 vindt een lichte overschrijding van de norm voor het bestrijdingsmiddel MCPP plaats. De gemiddelde concentratie bedraagt 0.11 µg/l. De overige normen uit het IB worden niet overschreden.

- Van het stroomgebied bestaat meer dan 41% uit grasland (veeteelt), waardoor belasting van het oppervlaktewater met micro-organismen en nutriënten mogelijk wordt vergroot. Zo'n 28.5% wordt ingenomen door loof- en naaldbos; de natuur speelt een belangrijke rol in dit gebied. Bijna 7% van het gebied wordt gebruikt voor de maisteelt; het gebruik van het bestrijdingsmiddel atrazin kan de waterkwaliteit mogelijk beïnvloeden. Tenslotte bestaat slechts 0.8% uit bebouwd gebied.

- De Vledder- en Wapserveense Aa bevat geen vervuilde waterbodem. Extra belasting van de waterkwaliteit door de klasse 1 waterbodem is niet te verwachten.

Risico's

- Er bevinden zich geen rwzi's in het stroomgebied van de Vledder- en Wapserveense Aa, waardoor extra microbiologische risico's niet worden verwacht. Wel vormen de indirecte overstorten een microbiologisch risico.

Effecten

- De berekende jaarlijkse afvoer van 29.2 Mm³ kan problemen geven in droge perioden, waardoor 's zomers bij droogte een watertekort kan optreden. De effecten van waterwinning zullen beperkt blijven tot het stroomgebied van de Vledder- en Wapserveense Aa. Doordat de (verenigde) Vledder- en Wapserveense Aa bij de provinciale grens tussen Drenthe en Overijssel verder stroomt als Steenwijker Aa, zal er stroomafwaarts weinig effect van de wateronttrekking zijn. In het stroomgebied kan wateronttrekking wel problemen opleveren bij lage afvoeren.
- Bijna het gehele stroomgebied van de Vledder- en Wapserveense Aa ligt binnen de ecologische hoofdstructuur. Afhankelijk van het beleid ten aanzien van natuurontwikkeling kan combinatie van natuurontwikkeling met drinkwaterwinning misschien verbeterd worden (win-win situatie).

3.1.3 Overzicht onderzoeksaspecten

- De overzichtstabel (tabel 2.20) geeft een overall overzicht van de resultaten van de onderzochte aspecten van de geselecteerde regionale oppervlaktewateren. Bij het samenstellen van de indeling van deze resultaten is uitgegaan van onderlinge vergelijking van de resultaten bij de onderzochte watersystemen. Deze onderlinge vergelijking van resultaten kan echter een vertekend beeld van de werkelijkheid weergeven. De impact van risico's en effecten kan bij de diverse geselecteerde wateren in werkelijkheid van meer of minder invloed zijn dan in dit onderzoek is verondersteld.

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater

In dit hoofdstuk worden de conclusies besproken van de onderzochte aspecten. Naar aanleiding van de resultaten en de conclusies van de onderzochte aspecten is getracht de geschiktheid van de onderzochte regionale watersystemen als bron voor de drinkwatervoorziening aan te geven.

4.1.1 Kwantiteit

* Het Geestersche Stroomkanaal bevat niet voldoende water om 5 Mm³ water per jaar te kunnen onttrekken voor de drinkwatervoorziening zonder negatieve gevolgen voor andere functies. Bij de Vledder- en Wapserveense Aa, de Tongelreep en de Langbroekerwetering is een continue wateronttrekking van 5 Mm³ twijfelachtig, omdat bij deze wateren de kans op watertekorten in droge perioden groot is. De Hunze, het Apeldoorns kanaal, het Meppelerdiep, de Overijsselsche Vecht en het Twentekanaal bevatten voldoende water om, in het kader van dit onderzoek, ingezet te kunnen worden als bron voor de productie van drinkwater.

4.1.2 Kwaliteit

* De Tongelreep bevat, in vergelijking tot de waterkwaliteit van de andere geselecteerde wateren, de slechtste waterkwaliteit. Extra zuiveringstechnieken dienen ingezet te worden om uiteindelijk een goede drinkwaterkwaliteit te verkrijgen.

* Het grondgebruik in de stroomgebieden van het Meppelerdiep, de Overijsselsche Vecht, het Twentekanaal en de Vledder- en Wapserveense Aa bestaat voor een groot deel uit grasland (veeteelt). Voornamelijk bij deze wateren zijn de risico's op belasting van de oppervlaktewateren met micro-organismen en nutriënten het grootst.

* In verhouding vindt in het stroomgebied van het Twentekanaal de meeste maisteelt plaats. De belasting van het Twentekanaal met het bestrijdingsmiddel atrazin wordt hierdoor vergroot. Ook in de stroomgebieden van de Overijsselsche Vecht, het Geestersche Stroomkanaal en het Meppelerdiep vindt maisteelt plaats, waarbij een atrazin-probleem kan optreden.

* Natuur speelt een belangrijke rol in de stroomgebieden van het Apeldoorns kanaal, de Langbroekerwetering, de Tongelreep en de Vledder- en Wapserveense Aa. De kans op schoon, naar het oppervlaktewater toestromend water is bij deze watersystemen groter dan bij de andere onderzochte wateren.

* In verhouding bevindt de meeste stedelijke bebouwing zich in de stroomgebieden van het Apeldoorns kanaal, de Overijsselsche Vecht en het Twentekanaal. Het aandeel stedelijk bebouwd gebied is echter dusdanig klein, dat eventuele problemen met het bestrijdingsmiddel diuron als nihil worden beschouwd.

* Het Twentekanaal en de Langbroekerwetering bevatten de meest vervuilde waterbodems. Bij beide wateren is er sprake van klasse 2, 3 en/of 4; de belasting van de waterkwaliteit (met PAK's en zware metalen) wordt hierdoor vergroot.

4.1.3 Risico's

* De meeste effluentlozingen van rwzi's vinden plaats bij de Overijsselsche Vecht, het Meppelerdiep en het Twentekanaal. Ondanks de hoge afvoeren van de betreffende regionale oppervlaktewateren, wordt het risico op belasting van deze oppervlaktewateren met voornamelijk micro-organismen en zware metalen hierdoor vergroot.

* Bij de grotere regionale wateren (Overijsselsche Vecht, Meppelerdiep en Twentekanaal) vinden de meeste overstorten plaats. Ondanks de hoge afvoeren van deze wateren, vormt de grote hoeveelheid overstorten een microbiologisch risico.

* In vergelijking tot de andere wateren vindt op het Meppelerdiep de meeste scheepvaart plaats, zowel in de vorm van beroepsvaart als recreatievaart. Mogelijke risico's voor de waterkwaliteit verbonden aan de scheepvaart worden hierdoor vergroot.

4.1.4 Effecten

* De afvoer van het Geestersche Stroomkanaal is te laag voor een onttrekking van 5 Mm³ per jaar, waardoor wateronttrekking strijdig is met aquatische natuur. Bij de Langbroekerwetering, de Tongelreep en de Vledder- en Wapserveensche Aa kunnen in droge perioden watertekorten optreden. De effecten van waterwinning zullen in deze gebieden beperkt blijven tot de desbetreffende beken, aangezien de beken uitmonden in grotere beken, zoals respectievelijk de Kromme Rijn, de Dommel en de Steenwijkse Aa. Wateronttrekking in een droge zomer zal wel effect hebben op de aquatische natuur in de beek en de vochtige terrestische natuur in het beekdal.

* Waterwinning uit het Apeldoorns kanaal, de Hunze, de Langbroekerwetering en de Tongelreep kan mogelijk nadelige kwantitatieve effecten tot gevolg hebben, dit is echter geheel afhankelijk van de plaats van winning. Bij deze wateren dient de waterwinning meer stroomafwaarts plaats te vinden, waardoor weinig tot geen negatieve effecten zullen optreden.

* Bij onttrekking van water uit het Apeldoorns Kanaal, de Langbroekerwetering en de Vledder- en Wapserveensche Aa kunnen de mogelijkheden van waterwinning in combinatie met natuurontwikkeling ontwikkeld worden, waardoor win-win situaties kunnen ontstaan.

4.1.5 Overzicht onderzoeksaspecten

- Op basis van de overzichtstabel met de resultaten van de onderzochte aspecten (tabel 2.20) kan gesteld worden dat de Hunze, in vergelijking tot de andere geselecteerde wateren, het meest geschikt geacht wordt als bron voor de drinkwatervoorziening. Ook het Apeldoorns kanaal, het Meppelerdiep, de Overijsselsche Vecht en het Twentekanaal worden geschikt bevonden als bron voor de drinkwaterproductie. Het gebruik van de Vledder- en Wapserveensche Aa, de Tongelreep en de Langbroekerwetering als bron voor drinkwaterbereiding is twijfelachtig, omdat bij deze wateren de kans op watertekorten in droge perioden groot is. Het Geestersche Stroomkanaal wordt daarentegen niet geschikt bevonden voor waterwinning van (ten minste) 5 Mm³ per jaar, vanwege een te lage afvoer.

- De indeling van geschiktheid van de geselecteerde wateren is, in het kader van dit onderzoek (tabel 2.20), als volgt samengesteld: 1. Hunze; 2. Apeldoorns kanaal; 3. Meppelerdiep; 4. Overijsselsche Vecht; 5. Twentekanaal; 6. Vledder- en Wapserveensche Aa; 7. Tongelreep; 8. Langbroekerwetering en 9. Geestersche Stroomkanaal. Deze indeling is gebaseerd op een continue onttrekking. Bij een discontinue onttrekking, waarbij alleen de hoge afvoeren benut worden, wordt bovenstaande rangorde anders.

4.2 Aanbevelingen inzet regionale oppervlaktewateren voor de productie van drinkwater

- Om een goed gedetailleerd beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om een regionaal watersysteem in te kunnen zetten als bron voor de drinkwatervoorziening is meer gedetailleerd onderzoek nodig (detailstudie). In een dergelijke studie kunnen binnen een stroomgebied alle geldende functies en watersystemen (ook grondwater) in detail in kaart worden gebracht. Op deze wijze kan het meest optimale gebruik van water voor zijn functies in het betreffende stroomgebied worden aangegeven.
- Het gebruik van CBS gegevens uit 1991 voor de bepaling van de effluentlozingen van rwzi's op oppervlaktewater en het gebruik van het overstortenbestand met als basisjaar 1990, kan een vertekend beeld weergeven van de werkelijkheid/huidige situatie. Voor de bepaling van het debiet is het belangrijk of rwzi's gesloten (Loenen) of geopend zijn in de laatste jaren, alsmede of het effluent-lozingspunt van de rwzi veranderd is (Heerde). Voor de kwaliteit is het belangrijk of de installaties aangepast zijn. Bij de rwzi's kunnen nieuwe installaties aangelegd zijn, waardoor de kwaliteit van het effluent verbeterd is. De overstorten zijn moeilijker te controleren omdat dit gemeentelijk beleid is. Juist de laatste jaren staan overstorten in de aandacht en hebben veel gemeenten plannen om de overstorten te saneren. Het verdient daarom aanbeveling de databestanden van rwzi-effluentlozingen en -lozingspunten en overstorten te updaten.
- Om mogelijk ecologische effecten aan te kunnen geven van wateronttrekking, is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de volgende verhouding: 1/3 van de afvoer kan worden gebruikt voor waterwinning, zodat 2/3 van de afvoer voor de natuur overblijft (RIVM, 1997²). Op deze manier wordt er voldoende afvoer gegarandeerd voor natuur(ontwikkeling). De verhouding 1/3:2/3 is echter geen algemeen geldende verhouding en dient dus nader gespecificeerd en onderzocht te worden.
- Om de mogelijkheden van de inzet van regionale oppervlaktewateren als bron voor de productie van drinkwater te vergroten, is het van belang te onderzoeken/inventariseren welke (technische) maatregelen hiervoor eventueel nodig zijn.
- De wateren waarbij onttrekking van 5 Mm³ per jaar kwantitatief niet voldoende (Geestersche Stroomkanaal) of twijfelachtig is (Langbroekerwetering, de Tongelreep en de Vledder- en Wapserveense Aa), kunnen misschien wel ingezet worden voor lokale huishoudwaterprojecten. Nader onderzoek kan wellicht uitsluitsel geven over de mogelijkheden om deze wateren in te zetten voor de huishoudwatervoorziening. Ook andere debietonttrekkingen en andere toepassingen dan drinkwater (bijvoorbeeld industriewater) zouden bij deze watersystemen nader onderzocht kunnen worden.
- Bij de wateren waarbij een continue onttrekking van 5 Mm³ per jaar twijfelachtig is (Langbroekerwetering, de Tongelreep, de Vledder- en Wapserveense Aa en het eerste pand van het Apeldoorns kanaal), kan een discontinue onttrekking mogelijk wel uitkomst bieden. Met een discontinue onttrekking kan een watertekort in de zomer overbrugd worden, terwijl hoge afvoeren beter benut kunnen worden. Bij een discontinue onttrekking is het wel noodzakelijk om een overbrugging voor watertekorten in de zomer te realiseren, zoals met een spaarbekken of een bodeminfiltratie als voorraad. Bij een discontinue onttrekking is de gevoeligheid voor calamiteiten verminderd, doordat tijdelijk gestopt kan worden met de inname. De mogelijkheden van discontinue onttrekking zijn in dit project niet onderzocht en dienen nader bestudeerd te worden.

4.3 Evaluatie gebruikte methodiek

Bij de gebruikte methodiek is voor elk studiegebied dezelfde methode toegepast. Deze methode is gebaseerd op informatie die beschikbaar was bij de waterschappen en informatie die beschikbaar was uit landelijke bestanden bij het RIVM.

Voor de meeste wateren was het mogelijk informatie over de waterkwaliteit bij het betreffende waterschap te verkrijgen, deze informatie had echter niet altijd betrekking op de gewenste locatie. Informatie over de waterafvoer was soms moeilijk te verkrijgen. Voor sommige wateren hebben wij geen informatie gekregen, of de informatie had betrekking op een ongunstig gelegen meetpunt. Bijvoorbeeld bij de Tongelreep lag het meetpunt voor waterkwaliteit en voor afvoer bij de Belgische grens en niet tussen Valkenswaard en Eindhoven voor de monding in de Dommel.

Het gebruik van de WIS-kaart en de uit- en afspoelingsmodellen leverde voordelen op voor de berekening van de afvoer. Met de Waterplanner-applicatie kon het stroomgebied en de afvoer berekend worden. Dit is een eerste, vrij betrouwbare, methode om een screening te maken voor geschiktheid. Voor het bepalen van de risico's is gebruik gemaakt van een aantal landelijke, geografische bestanden, zoals de waterbodempkwaliteit, de ligging van overstorten, de ligging van rioolwaterzuiveringsinstallaties en het landgebruik, terwijl voor het gebiedsgerichte beleid gekeken is naar de ligging van de ecologische hoofdstructuur (EHS).

Het voordeel van het gebruik van digitale geografische bestanden is dat met één methode alle proefgebieden doorerekend kunnen worden. Voor de geschiktheid voor drinkwater moet naar verschillende aspecten gekeken worden, met een verschillende dimensie. Bijvoorbeeld, een vervuilde waterbodem door verontreinigingen van de afgelopen decennia, de huidige inrichting van rioolwaterzuiveringsinstallaties en toekomstige ontwikkelingen die bepaald zijn in het gebiedsbeleid of in de ecologische hoofdstructuur.

Ook voor onderlinge vergelijking van gebieden is de gebruikte methode geschikt. Bovendien is de methode snel toepasbaar voor andere gebieden.

Het nadeel van het gebruik van de geografische bestanden is dat sommige bestanden niet meer actueel zijn, zoals het overstortenbestand uit 1990. Voor deze studie wordt dat niet als een ernstig nadeel beschouwd, omdat dit een algemene (landelijke) studie is. Voor de daadwerkelijke keuze voor een oppervlaktewater zijn altijd detailstudies nodig en actuele inventarisaties bij gemeenten. De koppeling met hydrologische modellen om effecten naar het grondwater te berekenen, alsmede de toepassing van stromingsmodellen (zoals SOBEK of DUFLOW) naar de effecten van wateronttrekking op de stroomsnelheid zijn om dezelfde reden(en) niet toegepast.

Verklarende woordenlijst en afkortingen

ANIMO/DEMGEN	= uit- en afspoelingsmodel van het Staring-Centrum toegepast voor berekening van de afvoer van een watersysteem
Atrazin	2-chloor-4-ethylamino-6-isopropylamino-1,3,5-triazine
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CPB	Centraal Plan Bureau
DDT	dichloordifenyiltrichloorethaan
Dimethoaat	O,O-dimethyl S-(N-methylcarbomoylmethyl)fosforodithioaat
Diuron	3-(3,4-dichlorofenyl)-1,1-dimethylureum
EHS	Ecologische HoofdStructuur
GWG	Gemeentelijk Waterbedrijf Groningen
IB	Infiltratiebesluit Bodembescherming
LAWABO-bestand	LAndelijk WAterBOdem-bestand
MCPA	4-chloor-2-methylfenoxyzijnzuur
MCPP (mecoprop)	(R,S)-2-(4-chloor-o-tolyloxy)propionzuur
Mm ³ /jaar	miljoen m ³ per jaar
PAK's	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PAWN-schematisatie	Policy Analysis for Watermanagement in the Netherlands = schematisatie van het Nederlandse oppervlaktewater
PROMISE	PROgnosis Model for Inputs to Surface water and Emission reductions = emissiemodel voor zware metalen en micro-organismen (tevens voor sommige bestrijdingsmiddelen)
pvp/l	plaquevormende partikels per liter
REWAB	REgistratie WAterkwaliteitsgegevens Bedrijven
rwzi	rioolwaterzuiveringsinstallatie
Simazine	2-chloor-4,6-bis(ethylamino)-1,3,5-triazine
STOFSTROMEN	= verspreidingsmodel voor bestrijdingsmiddelen en zware metalen; analyseert de stofstromen toestand in de Nederlandse binnenwateren

Waterplanner	= een generiek instrumentarium, waarmee de ruimtelijke relaties tussen belasting (druk) en effecten die via de oppervlaktewaterstromen lopen, bepaald kunnen worden op een landsdekkend regionaal nivo
WATNAT	= verspreidings-waterkwaliteitsmodel voor voornamelijk micro-organismen; berekent het transport en de verspreiding in het oppervlaktewater
WG	N.V. Waterbedrijf Gelderland (voorheen gesplitst in WMG en WOG)
Wlb	Waterleidingbesluit
WLF	N.V. Waterleiding Friesland
Wlw	Waterleidingwet
WMD	N.V. Waterleidingmaatschappij Drenthe
WMG	N.V. Waterleiding Maatschappij Gelderland (heden behorend tot WG)
WML	N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg
WMN	N.V. Waterleidingbedrijf Midden-Nederland
WMO	Waterleiding Maatschappij Overijssel N.V.
WNWB	N.V. Waterleiding Maatschappij Noord-West-Brabant
WOB	N.V. Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant
WOG	N.V. Waterleidingmaatschappij Oost Gelderland (heden behorend tot WG)

Literatuur

- ANWB/VVV Watersport (1998)
Wateralmanak Vaargegevens 1998, Deel 2, Nederland/België,
Uitgeverij ANWB, Den Haag, 1998.
- AVV/HB (1997)
Scheepvaartgegevens: Recreatievaart 1997,
Adviesdienst Verkeer en Vervoer/Hoofdafdeling Basisgegevens, Ministerie van Verkeer en
Waterstaat, december 1997.
- Bal, Ir. A. (1989)
Herkomst bestrijdingsmiddelen,
RIWA, Werkgroep Herkomst Bestrijdingsmiddelen, Amsterdam, mei 1989.
- Breukel R., Silva W., Van Vuuren W., Botterweg J. en Venema R. (1992)
De Maas; verleden, heden en toekomst,
RIZA nota nr. 91.052, Lelystad, aangepaste versie april 1992.
- CBS (1991)
Enquete rioolwaterzuiveringsinstallaties, 1991.
- Claassen T.H.L. (1997)
Mogelijke invloed van hydrologische isolatie op de waterkwaliteit,
H₂O Tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling, 30ste jaargang, pag. 275-
381, 12 juni 1997.
- CPB (1993)
Nederland in drievoud,
Centraal Plan Bureau, 1993.
- CPB (1997)
Lange Termijn Verkenning; voorlopige versie van de LT97; versie 20 juni 1997,
Centraal Plan Bureau, Den Haag, 1997
- CUWVO (1988)
Indeling regionale wateren, 1988
- ERC (1996)
Emissie Registratie Collectief, 1991. Lokaties overstorten.
- Groenendijk, P. en Kroes, J.G. (1997)
Modelling the nitrogen and phosphorus leaching to groundwater and surface water,
DLO Winand Staring Centre (in prep.), Wageningen 1997.
- Gronert, R. en Kragt, F.J. (1997)
Data-analyse zuiveringsmodel, januari 1997.

- Grontmij (1995)
Verontreinigde waterbodems in Drenthe; inventarisatie en voorstel voor vervolg,
Grontmij Milieu Drenthe i.o.v. Zuiveringsschap Drenthe, 1995.
- Grontmij (1999)
Toekomstvisie Tongelreep; gebiedsbeschrijving & uitgangspunten voor de visie,
Voortgangsrapportage dc.Nr.31.8552./D01, Eindhoven, 25 januari 1999, pp. 17.
- Grote Oosthoek Encyclopedie (1976)
- Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (1998)
Waterhuishoudingsplan, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Nieuwegein, 1998.
- Hopman, Drs. R., Beek, van Ir. C.G.E.M., Janssen, H.M.J., Puijker, Drs. L.M. (1990)
Bestrijdingsmiddelen en drinkwatervoorziening in Nederland,
Kiwa mededeling nr. 113, Nieuwegein, december 1990.
- IWACO B.V. (1998)
Weidegebied ten oosten van Langbroek, Eindrapport,
projectnr. 1076450, IWACO B.V. Vestiging West, Rotterdam, 12 januari 1998.
- Hopman, Drs. R., Beek, van Ir. C.G.E.M., Janssen, H.M.J., Puijker, Drs. L.M. (1990)
Bestrijdingsmiddelen en drinkwatervoorziening in Nederland,
Kiwa mededeling nr. 113, Nieuwegein, december 1990.
- Jonker, N., Versteegh, J.F.M., Schijven, J.F. en Gaalen van F.W. (1997)
Oppervlaktewater als bron voor drinkwater: prognose van de gezondheidsrisico's,
RIVM-rapport 734301015, Bilthoven, december 1997.
- Ligtoet, W. (1995)
Verweving natuur en drinkwater: een verkenning,
Reg.nr. VROM57.1/29/579, Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., i.o.v. Directoraat-
Generaal Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water, Landbouw, 1995.
- Medema, G.J. en Theunissen, J.J.H. (1996)
Eliminatie van virussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* door drinkwaterzuiveringsprocessen,
RIVM-rapport 289202016, Bilthoven, december 1996.
- Mons, M.N. en Nijs, de A.C.M. (1996)
Gezondheidsrisico's van drinkwater bereid uit oppervlaktewater: een pilotstudie,
RIVM-rapport 734301008, Bilthoven, mei 1996.
- Mons, M.N., Verweij, W., Nijs, de A.C.M., Schijven, J.F., Medema, G.J. en Versteegh,
J.F.M. (1996)
Oppervlaktewater als bron voor drinkwater: diagnose van de gezondheidsrisico's,
RIVM-rapport 734301013, Bilthoven, december 1996.
- Nijs, de A.C.M., Janse, J.H., Wortelboer, F.G., Kramer, P.R.G. en Aldenberg, T. (1993)
WATNAT, Model documentation version 1.0,
LWD-notitie 93-13, december 1993.

- Provincie Utrecht (1997)
Jaarverslag 1996,
Waterkwaliteitsbeheer provincie Utrecht, 1997.
- Rijkswaterstaat (1963)
Beschrijving van de provincie Overijssel,
's Gravenhage, 1963.
- Rijkswaterstaat (1965)
Beschrijving van de provincie Drenthe,
's Gravenhage, 1965.
- RIVM (1997)
Achtergronden bij Nationale Milieuverkenning 4 1997-2020,
Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan de Rijn, 1997.
- RIVM¹ (1997)
Achtergronden bij Nationale Milieuverkenning 4 1997-2020, pag. 15-17,
Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan de Rijn, 1997.
- RIVM² (1997)
Achtergronden bij Nationale Milieuverkenning 4 1997-2020, pag. 354,
Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan de Rijn, 1997.
- RIVM (1998)
Natuurbalans 1998,
Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan de Rijn, 1998.
- RIWA¹(1997)
Jaarverslag 1996, deel A: De Rijn,
Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, B.V. Drukkerij De Eendracht,
Schiedam, september 1997.
- RIWA² (1997)
Jaarverslag 1996, deel B: De Maas,
Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, B.V. Drukkerij De Eendracht,
Schiedam, september 1997.
- RIWA¹ (1998)
Jaarverslag 1997, deel A: De Rijn,
Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, B.V. Drukkerij De Eendracht,
Schiedam, juli 1998.
- RIWA² (1998)
Jaarverslag 1997, deel B: De Maas,
Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, B.V. Drukkerij De Eendracht,
Schiedam, oktober 1998.

- RIZA (1998)
LAWABO landelijk waterbodembestand,
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, RIZA.
- Schijven, J.F., Annema, J.A., Nijs, de A.C.M., Theunissen, J.J.H. en Medema, G.J. (1995)
Enterovirussen in het oppervlaktewater in Nederland-Emissie en verspreiding berekend met PROMISE en WATNAT-Pilotstudie,
RIVM-rapportnummer 289202006, Bilthoven, juni 1995.
- SDIW2 (1981)
Tweede Structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening,
Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, deel a: beleidsvoornemen,
Tweede Kamer, zitting 1980-1981, 16725, nrs. 1-2.
- Supèr, J. en Hettinga, F.A.M. (1993)
Oppervlaktewater voor drinkwater en industrie; inventarisatie van projecten bij de Nederlandse waterleidingbedrijven,
SWE 93.034, Kiwa N.V., Nieuwegein 1993.
- Supèr, J., Puijker, L.M., Jansen, H.M.J. en Van Hemmel-Gommer, C.M. (1996)
Kleine oppervlaktewateren: een bron voor drinkwater?; verslag van een jaar waterkwaliteitsonderzoek,
SWE 96.007 Kiwa N.V., Nieuwegein juli 1996.
- Teunis, P.F.M., Heijden, van der O.G., Giessen, van der J.W.B., en Havelaar, A.H. (1996)
The dose-response relation in human volunteers for gastro-intestinal pathogens,
RIVM-rapport nr. 284550002, RIVM, Bilthoven 1996.
- TNO (1998)
Informatie Nieuwsbrief, Editie grondwater en bodem, Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, pag. 5 'Winterwater', mei 1998.
- VenW-1 (1996)
Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Toekomst voor Water,
RIZA nota 96.071, Rapport RIKZ-96.032, 1996
- VenW-2 (1996)
Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Achtergrondnota Toekomst voor Water,
RIZA nota 96.058, Rapport RIKZ-96.030, 1996.
- Verstappen, G., Quarles van Ufford, C., Annema, J.A., Slootweg, J. en Elzenga, J.G. (1995)
PROMISE, Concept scenariomodel voor de berekening van de belasting van het oppervlaktewater,
RIVM/RIZA, februari 1995.
- VROM (1995)
Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening, deel 3,
Kabinetsstandpunt, Sdu Uitgeverij, Den Haag, 1995.

- Waterleidingwet (1985)

Nederlandse Staatswetten, editie Schuurman en Jordens, bewerkt door Mr. H.J.M.H. Geradts, 5^e druk, Tjeenk-Willink, Zwolle 1985.

- Waterschap Veluwe (1997)

Oppervlaktewaterkwaliteit op de Veluwe; jaarverslag 1996 (van het voormalig zuiveringsschap Veluwe),

Waterschap Veluwe, afdeling oppervlaktewater/watersystemen, juli 1997.

- Waveren, van R.H. (1996)

Het STOFSTROMEN-model (concept),

RIZA, Lelystad, 1996

- WIS (1995)

WIS, Waterstaatkundig Informatie Systeem,

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, Delft, 1995.

Bijlage 1 Verzendlijst

- 1-2 Directoraat-Generaal voor Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water, Landbouw, afdeling Drinkwater, Industriële emissies en Afvalwaterketen
- 3 Ir. P.J. Verkerk, Hoofdinspecteur van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne
- 4 Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman, Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer
- 5 Ir. G.W. Ardon, DGM/DWL
- 6 Ir. W. Cramer, DGM/DWL
- 7 Ir. M.C.J. Fokké-Baggen
- 8 Dr. B.J.A.M. Haring, DGM/DWL
- 9 Ir. G. Martijnse, DGM/DWL
- 10 Mr. W.F.E. Reinhold, DGM/DWL
- 11 Dr. J.H. Dewaide, IBC-DWL, RIMH-Zuid
- 12-16 Regionale Inspecties van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne
- 17-39 Waterleidingbedrijven
- 40-55 Hoofden Waterleidinglaboratoria
- 56 Ir. R. Kreutz, VEWIN
- 57 Drs. Ing. R.J.J. Eijsink, VEWIN
- 58 Ir. P.A.M. van de Veerdonk, VEWIN
- 59 Ir. A.R. van Bennekom, Directeur RIZA, Lelystad
- 60 Ir. T. Sprong, RIZA, Lelystad
- 61 Ir. R.H. van Waveren, RIZA, Lelystad
- 62 Drs. W.D. Denneman, Kiwa N.V.
- 63 Ir. F.L. Schulting, Kiwa N.V.
- 64 Dr. W. Jülich, RIWA
- 65 Bibliotheek RIWA
- 66 Ing. B.D. Volkers, Waterbedrijf Gelderland
- 67 Ir. B. Sikma, Industriewater Eerbeek B.V.
- 68 Dhr. J. Worm, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
- 69 Mw. M. Nijdam-Kamphuis, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
- 70 Dhr. H. Brands, Waterschap De Dommel
- 71 Dhr. M. Mosink, Waterschap De Dommel
- 72 Dhr. S. Polak, Waterschap De Dommel
- 73 Dr. Ir. J.E.M. Beurskens, Waterschap De Maaskant
- 74 Mw. A. van Wely, Waterschap Groot Salland
- 75 Dhr. J. van Roon, Waterschap Hunze en Aa
- 76 Dhr. G. Schmidt, Waterschap Regge en Dinkel
- 77 Dhr. J. Waagmeester, Waterschap Veluwe
- 78 Mw. D. Bonthuis, Waterschap Veluwe
- 79 Dhr. G. van Buiten, Waterschap Wold en Wieden
- 80 Dhr. R. Dilling, Zuiveringsschap Drenthe
- 81 Drs. H. Wanningen, Zuiveringsschap Drenthe
- 82 Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
- 83 Directie RIVM
- 84 Prof. Ir. N.D. van Egmond
- 85 Ir. F. Langeweg
- 86 Ir. R. van den Berg
- 87 Dr. Ir. C.R. Meinardi
- 88 Dr. Ir. A.M. Henken
- 89 Dr. Ir. A.H. Havelaar

90	Dr. Ir. E.J.T.M. Leenen
91	Dr. E.G. Evers
92	Ir. A.H.M. Bresser
93	Drs. F. Kragt
94	Drs. T. Aldenberg
95	Dr. M.C.H. Witmer
96	Dr. L. van Liere
97	Drs. W. Ligtvoet
98	Ir. J. Hrubec
99	Ir. J.H.C. Mülschlegel
100	Ir. G. van Drecht
101	Ing. M.C.A.P. Dirkx
102	Drs. F.W. van Gaalen
103	E.C.M. Rentinck
104-108	Auteurs
109	Bureau Voorlichting en Public Relations
110	Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
111	Bibliotheek RIVM
112-127	Bureau Rapportenbeheer
127-140	Reserve-exemplaren

Bijlage 2 Verwijderingspercentages per zuiveringsstap

27-01-1997 versie 1.3 (R. Gronert)

Stof code	Stof naam	Spaarb.	Onthard.	CL2	CLO	Flocc.	SZF	LZF	Infilt.open
8026	Atrazine	0	0	0	0	0	0	0	66
8547	Simazine	0	0	0	0	0	0	0	45
8258	Diuron	0	0	0	0	20	0	0	66
8401	MCPA	0	0	0	0	0	0	90	90
8404	MCPP	0	0	0	0	0	0	90	90
8238	Dimethoaat	0 *	0	0	0	50	0	0	58
0324	Cadmium	60	0	0	0	79	0	0	19
0326	Chroom	75	0	0	0	77	0	0	23
0340	Nikkel	0	0	0	0	20	0	0	25
-	Enterovirussen	90	0	99	90	90	0	97	99.9999
-	<i>Cryptosporidium</i>	68.4	0	0	0	99	0	94	99.99
-	<i>Giardia</i>	68.4	0	27	0	99	0	94	99.99
0394	Bromaat	0	0	0	0	0	0	0	0
1028	Broomdichloormethaan	34	0	nvt	nvt	0	0	0	60
1064	Chloroform	39	0	nvt	nvt	0	0	0	60

Stof code	Stof naam	Infilt.gesl.	Ozonisatie	Akt.koalf.	Poederk.	Behucht.	Microfilt.	Nanofilt.	
8026	Atrazine	66	18	61	61	0	0	90	
8547	Simazine	45	27	61	61	0	0	80	
8258	Diuron	66	73	90	90	0	0	70	
8401	MCPA	90	50	50	50	0	0	70 *	
8404	MCPP	90	53	90	90	0	0	76	
8238	Dimethoaat	58	94	60 *	60 *	0	50	70 *	
0324	Cadmium	19	0	46	46	0	79	98	
0326	Chroom	23	0	44	44	0	77	96	
0340	Nikkel	25	0	20	20	0	20	96	
-	Enterovirussen	99.9999	99	0	0	0	99.9	99.99	
-	<i>Cryptosporidium</i>	99.9999	45	0	0	0	99.99	99.99	
-	<i>Giardia</i>	99.9999	79	0	0	0	99.99	99.99	
0394	Bromaat	0	nvt	30	30	0	0	0	
1028	Broomdichloormethaan	60	nvt	50	50	42	0	70	
1064	Chloroform	60	nvt	30	30	44	0	70	

* = percentages bepaald aan de hand van expert-judgement n.a.v. een aantal stoffeigenschappen (J.F.M. Versteegh) 24-04-1997

Bijlage 3 Normen Waterleidingbesluit en Infiltratiebesluit Bodembescherming

Tabel 3.I: Overzicht normen voor oppervlaktewater bestemd voor de bereiding van drinkwater uit het Waterleidingbesluit (Wlb)

Normen Waterleidingbesluit	
Nitraat	≤ 50 mg/l NO ₃ (Wlb) (≤ 11.3 mg/l N)
N-Kjeldahl	≤ 4.0 mg/l N (EG)
NH ₄	≤ 3 mg/l N (Wlb)
organisch geb. N	≤ 3.0 mg/l N (Wlb)
N-totaal	niet vermeld in Wlb en EG
P-totaal	≤ 0.2 mg/l P (Wlb)
Chloride	≤ 200 mg/l Cl (Wlb)
Zuurstof (opgelost)	≥ 4 mg/l O ₂ (Wlb)
CZV	≤ 40 mg/l O ₂ (Wlb)
BZV	≤ 7 mg/l O ₂ (Wlb)
Cadmium	≤ 5 µg/l Cd (Wlb)
Nikkel	niet vermeld in Wlb en EG
Chroom	≤ 50 µg/l Cr (Wlb)
Koper	≤ 50 µg/l Cu (Wlb)
Bestrijdingsmiddelen afzonderlijk	≤ 0.1 µg/l (Wlb)
totaal (som bestr.m.)	≤ 0.5 µg/l (Wlb)

Tabel 3.II: Overzicht normen voor te infiltreren water uit het Infiltratiebesluit Bodembescherming (IB)

Normen Infiltratiebesluit Bodembescherming	
Nitraat	≤ 5.6 mg/l N (IB)
N-Kjeldahl	niet vermeld in IB
NH ₄	≤ 2.5 mg/l N (IB)
Organisch geb. N	niet vermeld in IB
N-totaal	niet vermeld in IB
P-totaal	≤ 0.4 mg/l P (IB)
Chloride	≤ 200 mg/l Cl (IB)
Zuurstof (opgelost)	niet vermeld in IB
CZV	niet vermeld in IB
BZV	niet vermeld in IB
Cadmium	≤ 0.4 µg/l Cd (IB)
Nikkel	≤ 15 µg/l Ni (IB)
Chroom	≤ 2 µg/l Cr (IB)
Koper	≤ 15 µg/l Cu (IB)
Bestrijdingsmiddelen dimethoaat, atrazin, simazine, MCPA + MCPP diuron	≤ 0.1 µg/l (IB)
totaal (som bestr.m.)	niet vermeld in IB ≤ 0.5 µg/l

Bijlage 4 Overzicht potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen

Tabel 4.I: potentieel toekomstige oppervlaktewaterwinningen voor de drinkwatervoorziening

Project	Bron	Type winning	Max. capaciteit (in Mm ³)
Lettelbert	Hoendiep	spaarbekken	50
Drentsche Aa	Drentsche Aa	directe oppervlaktewaterwinning	uitbreiding van 5 tot minimaal 8
Twente	Twentekanaal	spaarbekkens (zandwin-putten Deldenerbroek, Ruthbekerveld en Loolee)	44
IJsseldal	IJssel	oevergrondwaterwinning	20
Achterhoek	Nederrijn, Waal, Gelderse IJssel, Oude IJssel	oevergrondwaterwinning	10
Eemland	Eemmeer	oevergrondwaterwinning	10
Zuid-Flevoland	Markermeer, IJsselmeer, Veluwerandmeren	spaarbekken	90
Markermeer	Markermeer	spaarbekken	500
2e Loenderveenseplas	Amsterdam-Rijnkanaal	doorstroombekken	uitbreiding van 22 tot 60
Heel-Panheel	Maas	spaarbekken (grindgat)	50
Roosteren	Maas	oevergrondwaterwinning	15
Itteren-Borgharen	Maas, Julianakanaal	spaarbekken	60
Zuid-Limburg	Maas	oevergrondwaterwinning	15
Scheveningen	Maas	diep/duininfiltratie	uitbreiding van 48 tot minstens 65
PIM	Maas	infiltratie	50
Katwijk	Maas	diep/duininfiltratie	uitbreiding van 16 tot minimaal 40
Leiduin	Lekkanaal, Rijn	diep/duininfiltratie	uitbreiding van 58 tot 70
Zuid-Kennemerland	Lekkanaal, Rijn	diep/duininfiltratie	28
Castricum/Bergen	Lekkanaal, Rijn, IJsselmeer	diep/duininfiltratie	29
Utrechtse heuvelrug	regenwater	diepinfiltratie	tot 42
Veluwe	IJssel, Nederrijn	diepinfiltratie	200
Maas-Waalkanaal	Maas-Waalkanaal	diepinfiltratie en directe oppervlaktewaterwinning	10
OEDI	Lek	diepinfiltratie/oever-infiltratie	15
Brabantse Biesbosch	Maas	4e spaarbekken	250, totaal 500
St. Philipsland	Brabantse beken, Volkerak	spaarbekken	100 à 150
Markiezaat	Brabantse beken, Zoommeer, Hollands Diep	spaarbekken	200
Groote Heide	Tongelreep en Zuid-Willemsvaart	infiltratie/voorraadbekken	20 (5+15)
Braakman	Isabellawatering, Biesbosch water	spaarbekkens	uitbreiding van 11 tot 36
Pol	Maas	spaarbekken (grindgat)	18
Friesland	De Leijen, Oude Venen, Nieuwe Vaart en/of Bergumermeer	diepinfiltratie, oevergrondwaterwinning of directe winning	10

Weerdenbras	Drentsche Aa	diepinfiltratie	2.8
Oolerveld	Maas	spaarbekken (grindgat)	35
Zuidelijk- Westerkwartier	Van Starkenborghkanaal en de veenkoloniën	directe oppervlaktewaterwinning	?
Bergum	Bergum boezem	diepinfiltratie	5-10
Hunzedal/Breevenen	kwel en neerslagwater Hunzesysteem	infiltratie	5 à 10
Noord-Drenthe	(zijkanalen) Van Starkenborghkanaal/ Meppelerdiep	directe oppervlaktewaterwinning	?
Almelo	Twentekanaal	zandwinplaats (de Leemslagen)	1.5-2
Dalfsen	Overijsselsche Vecht	oeverfiltratie	5-8
Nijveeen	Wapserveensche Aa	oevergrondwaterwinning	?
Drenthe	Vledder- en Wapserveensche Aa	diepinfiltratie of oevergrondwaterwinning	?
Drenthe	Hunze	diepinfiltratie	?
NADORST	Reggestelsel	kwelwater en oeverfiltratie	?
Manderveen	Geestersche Stroomkanaal	diepinfiltratie	?
St. Jansklooster	IJssel	infiltratie	20-40
Nijmegen	Waal	oevergrondwaterwinning	uitbreiding van 4.4 tot 6.6
Oost Gelderland	Groote Beek	directe oppervlaktewater- winning en diepinfiltratie	2 à 3
Oost-Veluwe	sprengenwater (Epe)	infiltratie	?
Oost-Veluwe	Apeldoorns kanaal	diepinfiltratie en/of directe oppervlaktewaterwinning	5
Oost-Veluwe	beeksystemen	diepinfiltratie	> 10
compensatie Corle te Winterswijk	Boven Slinge	infiltratie	< 5
compensatie Olden Eibergen te Eibergen	Pieper en Berkel	infiltratie	< 5
compensatie Noord- ijkerveld te Neede	Bolkse Beek	infiltratie	< 5
compensatie 't Zand nabij Hengelo	Beekse Beek	infiltratie	< 5
Koppelerwaard	IJssel	oevergrondwaterwinning	20 à 30
Zalk	IJssel	oevergrondwaterwinning	20
Leeuwterveld	Beulakerwijde, Ettenlandsch kanaal en/of Vollenhovermeer	diepinfiltratie	20 à 30
Lierderbroek	IJssel	open infiltratie	20 à 30
Boskamp	IJssel	open infiltratie	20 à 30
Oost-Veluwe	IJssel	oevergrondwaterwinning	10
Driebergen	Langbroekerwetering	diepinfiltratie	5
Huizen	Gooimeer	oeverfiltratie	?
Streefkerk-Vianen	Lekwater of polder/ boezemwater Langerak	diepinfiltratie	?
Breehei	Zuid-Willemsvaart	diepinfiltratie	7
DIZON	Zuid-Willemsvaart	diepinfiltratie	2-4
Klooster	Wilhelminakanaal	infiltratie	5
Noord-Holland	Horstermeerpolder	winning afstromend oppervlaktewater	10

- afkomstig uit literatuur
- aangeleverd door waterleidingbedrijven

Bijlage 5 Overzicht geselecteerde projecten en bijbehorende regionale wateren

Tabel 5.I: geselecteerde regionale oppervlaktewaterwinningen voor de drinkwatervoorziening

Project (waterleidingbedrijf)	Bron	Type winning	Max. capaciteit (in Mm ³)
Lettelbert (GWG)	Hoendiep	spaarbekken	50
Twente (WMO)	Twentekanaal	spaarbekkens (zandwin- putten Deldenerbroek, Ruthbekerveld en Loolee)	44
Groote Heide (WOB)	Tongelreep en Zuid- Willemsvaart	infiltratie/voorraadbekken	20 (5+15)
Friesland (WLF)	De Leijen, Oude Venen, Nieuwe Vaart of Bergumermeer	diepinfiltratie, oevergrondwaterwinning of directe winning	10
Klooster	Wilhelminakanaal	infiltratie	5
Bergum (WLF)	Prinses Margriet kanaal (Bergum boezem)	diepinfiltratie	5-10
Noord-Drenthe (WMD)	(zijkanalen) Van Starkenborghkanaal/ Mepplerdiep	directe oppervlaktewaterwinning	5
Dalfsen (WMO)	Overijsselsche Vecht	oevergrondwaterwinning	5-8
Drenthe (WMD/WMO)	Vledder- en Wapserveense Aa	diepinfiltratie of oevergrondwaterwinning	5
Drenthe (WMD)	Hunze	diepinfiltratie	5
Manderveen (WMO)	Geestersche Stroomkanaal	diepinfiltratie	5
Oost-Veluwe (WMG)	Apeldoorns kanaal	diepinfiltratie en/of directe oppervlaktewaterwinning	5
Leeuwtveld (WMO)	Beulakerwijde/ Ettenlandsch kanaal en/of Vollenhovermeer	diepinfiltratie	20 à 30
Driebergen (WMN)	Langbroekerwetering	diepinfiltratie	5

- afkomstig uit literatuur

- aangeleverd door waterleidingbedrijven

Bijlage 6 Indeling resultaten overzichtstabel

Kwantiteit:	-	continue winning van 5 Mm ³ per jaar niet mogelijk
	±	continue winning van 5 Mm ³ per jaar twijfelachtig
	+	continue winning van 5 Mm ³ per jaar mogelijk

Kwaliteit:

<u>* Kwal. Opp.water:</u>	--	> 3 overschrijdingen
	-	2 overschrijdingen
	±	1 overschrijding
	+	geen overschrijdingen plus hoge waarden maar (net) geen overschrijdingen
	++	geen overschrijdingen

* Landgebruik:

<i>Gras (veeteelt)</i>	--	> 35% grasland/veeteelt (micro-organismen en nutriënten)
	-	25-35% grasland/veeteelt (micro-organismen en nutriënten)
	±	15-25% grasland/veeteelt (micro-organismen en nutriënten)
	+	5-15% grasland/veeteelt (micro-organismen en nutriënten)
	++	< 5% grasland/veeteelt (micro-organismen en nutriënten)

percentages zijn afgestemd op het maximum van het Twentekanaal.

<i>Maisteelt</i>	-	> 15% maisteelt (atrazine)
	±	5-15% maisteelt (atrazine)
	+	< 5% maisteelt (atrazine)

percentages zijn afgestemd op het maximum van het Twentekanaal

<i>Bos (loof- en naaldbos)</i>	++	> 25% bos (natuur)
	+	10-25% bos (natuur)
	±	< 10% bos (natuur)

percentages zijn afgestemd op het maximum van het Apeldoorns kanaal

<i>Stedelijk bebouwd gebied</i>	-	> 4% bebouwing
	±	1-4% bebouwing
	+	< 1% bebouwing

percentages zijn afgestemd op het maximum van de Overijsselsche Vecht

<u>* Waterbodem:</u>	+	niet vervuild (klasse 0 en 1)
	±	licht vervuild (klasse 1 en 2)
	-	plaatselijk vervuild (plaatselijk klasse 2, 3 en/of 4)
	--	geheel vervuild (gehele traject klasse 2,3 en/of 4)
	○	niet bekend

Risico's:

<u>* Rwzi's:</u>	--	effluentlozingsdebiet > 15 Mm ³ per jaar (1991)
	-	effluentlozingsdebiet 5-15 Mm ³ per jaar (1991)
	±	effluentlozingsdebiet < 5 Mm ³ per jaar (1991)
	+	geen rwzi-effluent lozingen

<u>* Overstorten:</u>	±	1-10 overstorten
	-	10-25 overstorten
	--	> 25 overstorten

<u>* Scheepvaart:</u>	--	zowel beroepsvaart als recreatievaart
	-	plaatselijk beroeps- en recreatievaart
	+	geen beroepsvaart, wel recreatievaart
	++	geen beroepsvaart en geen/nauwelijks recreatievaart

Effecten:

<u>* Effect waterwinning/natuur:</u>	-	niet voldoende afvoer voor natuur
	±	matig voldoende afvoer voor natuur
	+	voldoende afvoer voor natuur
	++	ruim voldoende afvoer voor natuur

<u>* Effect wateronttrekking/EHS:</u>	-	wel effect
	±	mogelijk effect, afhankelijk van plaats van waterwinning
	+	nauwelijks effect
	++	geen effect

Bijlage 7 Kwaliteitsgegevens Rijn en Maas

Tabel 7.I: Gemiddelde gemeten kwaliteitsgegevens Rijnwater bij Lobith en Maaswater bij Eijsden (RIWA¹⁺²,1997; RIWA¹⁺²,1998).

Parameter	Kwaliteit Rijnwater bij Lobith		Kwaliteit Maaswater bij Eijsden	
	1996	1997	1996	1997
Nitraat	3.59	3.21	2.92	3.15
N-Kjeldahl	0.83	0.76	1.79	1.38
NH ₄	0.22	0.10	0.90	0.48
organisch geb. N	0.61 (ber)	0.66 (ber)	0.89 (ber)	0.90 (ber)
N-totaal	4.42 (ber)	3.97 (ber)	4.71 (ber)	4.53 (ber)
P-totaal	0.22	0.21	0.47	0.55
Chloride	157	147	49	39
Zuurstof (opgelost)	10.6	10	8.5	8.6
CZV	-	-	-	-
BZV	-	-	-	-
Cadmium	0.07	0.06	0.41	0.59
Nikkel	3.1	3.5	4.5	3.7
Chroom	2.92	3.57	1.77	2.22
Koper	5.2	5	5.0	5.3
Bestrijdingsmiddelen				
atrazin	0.05	0.04	0.18	0.14
MCPA	0.023	< 0.030	0.038	< 0.030
MCPP	0.03	0.022	0.070	0.031
simazine	0.02	0.01	0.07	0.05
dimethoat	< 0.01	< 0.01	0.03	0.17
diuron	0.054	< 0.050	0.22	0.193

