

**Hergebruik van gezuiverd
afvalwater ten behoeve van
verdrogingsbestrijding**

Verkenning en doorkijk

Hergebruik van gezuiverd afvalwater ten behoeve van verdrogingsbestrijding



Verkenning en doorkijk

INHOUD

Ten Geleide	3
Samenvatting	4
1 Inleiding	7
1.1 Kader	7
1.2 Probleemstelling	7
1.3 Doelstelling	7
1.4 Methodiek	7
2 Eisen per categorie afnemers	9
2.1 Landbouw	9
2.2 Drinkwater	9
2.3 Recreatiewater	9
2.4 Stedelijk open water en groen	9
2.5 Natuur	10
2.6 Industrie	15
3 Definitie effluentkwaliteit	17
3.1 Huidige modale effluentkwaliteit	17
3.2 Toekomstige kwaliteit van nagezuiverd effluent	18
4 Toetsing	19
4.1 Toetsing effluent aan eisen Landbouw	20
4.2 Toetsing effluent aan drinkwatereisen	21
4.3 Toetsing effluent aan eisen recreatiewater	22
4.4 Toetsing effluent aan eisen stedelijk open water en groen	23
4.5 Toetsing effluent aan eisen natuur	24
4.6 Toetsing effluent aan eisen industrie	24
5 Uitsluiten categorieën vragers	26
5.1 Landbouw	26
5.2 Drinkwater	26
5.3 Recreatiewater	26
5.4 Stedelijk open water en groen	26
5.5 Natuur	26
5.6 Industrie	27
6 Ruimtelijke inperking	29
6.1 Verdroogde gebieden	29
6.2 Ruimtelijke inperking afname via oppervlaktewater	29
6.3 Ruimtelijke inperking afname via pijpleidingen	30

7	Toetsing aan toekomstig, nagezuiverd effluent	31
7.1	Inleiding	31
7.2	Toetsing	31
7.3	Kosten van nazuivering	31
7.4	Conclusies	32
8	Doorkijk voor het landelijk gebied	33
8.1	Inleiding	33
8.2	Typering van de huidige situatie en te verwachten ontwikkelingen	33
8.3	Aanbevelingen	36
9	Doorkijk voor de industrie	37
9.1	Inleiding	37
9.2	Watergebruik in de industrie	37
9.3	Laagwaardige kwaliteit water (B-water) en RWZI-effluent (E-water)	39
9.4	Potentiële vervanging door laagwaardig water (B- of E-kwaliteit)	40
9.5	Geografische factoren	41
9.6	Strategie voor de ontwikkeling van effluentwater als product	42
9.7	Voorbeelden van een gebiedsgerichte aanpak	42
10	Conclusies	46
11	Evaluatie en aanbevelingen	48

Ten Geleide

In 1995 heeft de STOWA opdracht gegeven aan Tauw Civiel en Bouw om in samenwerking met IWACO B.V. Vestiging Zuid om de mogelijkheden te verkennen voor toepassing van gezuiverd effluent van rioolwaterzuiveringsinrichtingen (RWZI's) bij de verdrogingsbestrijding. Het effluent van RWZI's wordt namelijk steeds beter gezuiverd, omdat de eisen die daaraan worden gesteld steeds strenger worden. Hierdoor kan het wellicht onder bepaalde voorwaarden direct gebruikt worden voor aanvulling van oppervlaktewater en/of grondwater of dienen ter vervanging van ander waterbronnen, waardoor verdroging door bijvoorbeeld grondwateronttrekking kan verminderen.

Dit rapport omvat de resultaten van de eerste fase in dit project, waarin de vraag- en aanbodzijde is geïnventariseerd en een inschatting is gemaakt van de regio's in Nederland, waar hergebruik van effluent voor verdrogingsbestrijding mogelijk is.

Uit deze studie blijkt dat door de ruimtelijk goede spreiding en dichtheid van rwzi's in ons land tegen een kostprijs van f 0,25 per m³ (bijna) elke locatie in Nederland te voorzien is van (niet verder gezuiverd) effluentwater via een buisleiding. De potentieel kansrijke gebieden voor de inzet van RWZI-effluent liggen in het lage deel van Nederland waar de dichtheid van watergangen het grootst is en de eutrofe natuurtypen zich concentreren. Daarnaast is gezuiverd effluentwater mogelijk ook interessant voor laagwaardig gebruik in de industriële sector, mits dit een financieel reëel alternatief is voor het gebruik van grond- of drinkwater en in totaliteit goedkoper is dan voorgezuiverd oppervlaktewater.

Voor het vervolg van dit onderzoek was een haalbaarheidsstudie in twee regio's voorzien. Deze zullen evenwel vanwege het huidige beperkte budget van de STOWA voor grondwater/verdrogingsonderzoek niet in STOWA-kader worden uitgevoerd. Gezocht zal worden naar mogelijkheden om deze case-studies toch met behulp van de subsidieregeling Gebiedsgerichte BEstrijding VERdroging uit te voeren.

Het project is uitgevoerd door Tauw Civiel en Bouw te Deventer in samenwerking met IWACO B.V. Vestiging Zuid in Den Bosch. Het projectteam bestond uit dr.ir. P.J.T. van Bakel, ir. J.A.M. de Kruijff en drs. J.H. Hoogeveen (projectleiders van Tauw en IWACO) en drs. A. van Leerdam (IWACO).

Het project is begeleid door een door het bestuur van de STOWA ingestelde begeleidingscommissie bestaande uit ing. J. van der Plicht (Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland) als voorzitter en mw. ir. A.K. van Baaren (Hoogheemraadschap van Rijnland), ir. C.H.B.M. Ceelaert (Waterschap de Maaskant), drs. R.J. Eijssink (provincie Utrecht), ir. A.E. van Giffen (Hoogheemraadschap West Brabant), dr. S.P. Klapwijk (STOWA), ir. J.H. Peters (KIWA) en drs. M. Schreijer (Hoogheemraadschap van Uitwa-terende Sluizen in Hollands Noorderkwartier) als leden.

Namens de opdrachtgever, de uitvoerders en de begeleidingscommissie spreek ik de hoop uit dat deze studie zal leiden tot het duurzamer omgaan met water en van nut zal zijn bij de verdrogingsbestrijding.

Utrecht, september 1996

De directeur van de STOWA,

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff.

Samenvatting

Het voorliggende rapport omvat de eerste fase van het STOWA-project "Hergebruik van afvalwater; effluent rioolwaterzuiveringsinstallaties als bron voor watervoorziening".

Doelstelling van het project is het schetsen van mogelijkheden voor toepassing van gezuiverd effluent bij de verdrogingsbestrijding. Hierbij is gebruik gemaakt van een stapsgewijze methodische aanpak, waarbij door middel van eliminatie een ruimtelijke selectie is gemaakt van kansrijke gebieden voor hergebruik van afvalwater.

Achtereenvolgens worden de vraagzijde (welke categorieën afnemers kunnen worden onderscheiden en welke eisen stellen deze aan de effluentkwaliteit) en de aanbodzijde (wat is de kwaliteit van het aangeboden effluent, waar zijn de rwzi's gesitueerd) onderzocht en met elkaar geconfronteerd. Op deze wijze kan de vraag worden beantwoord welke categorieën kunnen worden geëlimineerd. Tenslotte wordt een doorkijk naar de toekomst gegeven voor de overgebleven categorieën.

Vraagzijde

De eisen die aan de hoeveelheid en continuïteit van het aangeboden water worden gesteld verschillen per categorie afnemers. De volgende categorieën zijn onderscheiden: landbouw, drinkwater, recreatiewater, stedelijk open water en groen, natuur en industrie.

Voor de categorie landbouw zijn de kwalitatieve eisen opgenomen in bijlage 1. Hierbij is gedifferentieerd naar de subcategorieën subtraatteelt, overige glastuinbouw, groenteteelt, fruitteelt, akkerbouw en grasland.

Voor de categorie drinkwater zijn de kwalitatieve eisen opgenomen in bijlage 2 en 3. Hierbij is gedifferentieerd naar de subcategorieën drinkwater voor mens, herkauwers, varkens en pluimvee.

Voor de categorie recreatiewater zijn de kwalitatieve eisen opgenomen in bijlage 4, 5 en 6. Hierbij is gedifferentieerd naar zwemmen, vissen en varen.

De categorie stedelijk open water en groen is in het kader van deze studie a priori uitgesloten als potentiële gebruiker van effluentwater, omdat in het stedelijk gebied een brongerichte aanpak van de verdroging is te prefereren. Dit neemt niet weg dat er concrete toepassingsmogelijkheden bestaan voor inzet van effluentwater binnen het stedelijk gebied.

Voor de categorie natuur zijn de kwalitatieve eisen (indicatief) opgenomen in tabel 2.4. Hierbij is gedifferentieerd naar standplaatstypen, die vervolgens zijn omgezet naar CML-ecotooptypen. Op deze wijze wordt het mogelijk na te gaan of effluent geschikt is als suppletiewater en is bovendien een eenvoudige koppeling te maken met het LKN-bestand, dat een ruimtelijk beeld geeft van de ligging van de onderscheiden ecotooptypen. Het LKN-bestand is een digitaal (grid-)bestand voor landschapsecologische kartering in Nederland.

De categorie industrie is gedifferentieerd naar een achttal industrietakken, waarvoor vervolgens een inschatting is gemaakt per bedrijfsklasse en gebruiksdoel.

Aanbodzijde

De modale effluentkwaliteit en de kwaliteit van het toekomstige (nagezuiverde) effluent zijn weergegeven in bijlage 7 respectievelijk bijlage 10. Voor de modale effluentkwaliteit is uitgegaan van de RIZA-studie: "Huidige samenstelling samenstelling effluenten Nederlandse RWZI's". Deel a: minimale en maximale waarden tussen 1980 en 1992. Voor de toekomstige nagezuiverde effluentkwaliteit is uitgegaan van variant 2b in de RIZA-studie: "Inventarisatie en evaluatie van technieken voor de polijsting van RWZI-effluent".

Toetsing aan huidige effluentkwaliteit

Om de toetsing van de effluentkwaliteit aan de door de verschillende categorieën gestelde eisen uit te kunnen voeren, is per categorie een selectie gemaakt van relevante parameters.

Uit de toetsing van de huidige effluentkwaliteit aan de door de categorie *landbouw* gestelde eisen volgt, dat met name het chloride- en het ijzergehalte bepalend zullen zijn voor mogelijke toepasbaarheid bij de onderscheiden subcategorieën.

Uit de toetsing van de huidige effluentkwaliteit aan de door de categorie *drinkwater* gestelde eisen volgt, dat effluent ongeschikt is voor gebruik door zowel mens als door vee. Met name de gehalten aan coli's,

organische microverontreinigingen, maar ook het voorkomen van hormonen en parasitaire protozoa zijn hier de oorzaak van.

Ook voor gebruik als *recreatiewater* is effluentwater ongeschikt. Getoetst is aan de normen voor zwembadwater (WVO), de grenswaarden (voor recreatief varen) en water voor karperachtigen (voor vissen). Overschrijding vindt onder meer plaats van de norm voor de thermotolerante bacteriën van de coligroep. Uit de toetsing aan de eisen voor *stedelijk open water en groen* volgt, dat voor alle geselecteerde parameters een overschrijding van de normen kan optreden. Ter nuancering dient te worden opgemerkt dat de actuele waterkwaliteit voor sommige parameters veel slechter kan zijn dan die van gezuiverd effluent. Voor de categorie *industrie* geldt dat, ten gevolge van het voorkomen van grote verschillen in eisen binnen de bedrijfscategorieën, het weinig zinvol is op landelijke schaal een kwantitatieve vergelijking van kwaliteitsparameters uit te voeren. Kritische parameters zijn: zwevende stof, chloride, hardheid, ijzer en mangaan. A priori zijn er geen subcategorieën uit te sluiten. Interessante bedrijven zijn die welke een substantiële hoeveelheid hoogwaardig zoet water inzetten voor laagwaardig gebruik. Minder waarschijnlijke afnemers zullen zijn: de voedings- en genotsmiddelenindustrie (wegens contaminatiegevaar), de textiel/papier/grafische industrie (wegens geur- en kleureffecten) en de instrumenten-/optische industrie (wegens zuiverheid).

Geen rekening is gehouden met de afstemming tussen vraag en aanbod in kwantitatieve zin. Aangenomen wordt dat door buffering vraag en aanbod op elkaar kunnen worden afgestemd en het aanbod (de gezuiverde droogweerafvoer) in de meeste gevallen de vraag zal overtreffen. Ook zal in de praktijk het overmatig aanbod op het oppervlaktewater worden geloozd.

Toetsing aan nagezuiverde (gepolijste) effluentkwaliteit

Met name voor de categorie industrie zal een betere kwaliteit aantrekkelijker zijn. Voor de overige toepassingen treedt geen verandering op in de toepassingsmogelijkheden.

Ruimtelijke inperking

Teneinde aan de in de doelstelling geformuleerde vraag omtrent het aangeven van kansrijke gebieden te voldoen is gebruik gemaakt van LKN-bestanden. Grofweg zijn de volgende selecties gemaakt:

- de verdrogingskaart van Nederland dient als basis. Op deze kaart zijn grotere -aaneengesloten- gebieden aangegeven, die niet verdroogd zijn. Deze gebieden zijn geëlimineerd;
- wanneer effluentwater via het oppervlaktewater wordt aangevoerd, mag dit geen negatieve gevolgen hebben op aquatische ecosystemen die hiervoor gevoelig zijn. Daarom zijn gebieden waarbinnen gevoelige aquatische ecosystemen zijn geëlimineerd;
- effluentwater wordt aangevoerd via minimaal A-watgangen. Gebieden waar de gemiddelde afstand tussen deze watgangen groter is dan 500 meter, worden geëlimineerd;
- de selectie op basis van het dominante grondgebruik (oppervlakte grasland, akker, boomkwekerij, boomgaard en populierenaanplant > 5 ha per km²) heeft nauwelijks effect: de 5 ha norm wordt nagenoeg overal gehaald.

Het resultaat van de ruimtelijke inperking voor aanvoer via het oppervlaktewater is weergegeven op kaart 9.

Naast de inperking voor aanvoer van effluent via het oppervlaktewatersysteem, is een analyse uitgevoerd naar de mogelijkheden van aanvoer via pijpleidingen. Het resultaat van deze ruimtelijke analyse is (voor kostprijzen van f 0,10/m³ resp f 0,25/m³) aangegeven op kaart 3.

Doorkijk voor het landelijk gebied

Een prognose van te verwachten ontwikkelingen ten aanzien van het gebruik van gezuiverd afvalwater voor de middellange termijn (10 à 15 jaar) levert het volgende beeld:

- voor het lage deel van Nederland zal gebruik van Maaswater door waterbeheerders normale praktijk blijven. Voor berekening is effluentwater minder geschikt wegens de benodigde piekaanvoer. Bij een tekort aan zoet water in de toekomst (Zeeland) verdient de mogelijkheid van aanwending van effluentwater nadere uitwerking;
- voor het hoge deel van Nederland zal waarschijnlijk het gebruik van gezuiverd afvalwater voor peilhandhaving worden geoptimaliseerd;

- bedrijven met een hoge veebezetting zullen in de toekomst overgaan op eigen (collectieve) zuiveringen, waarvan het "effluent" mogelijkswijs kan dienen als aanvulling op de behoefte aan water voor verdamping van landbouwgewassen;
- op bedrijfsniveau lopen de vraag naar gezuiverd afvalwater vanuit de landbouw en het aanbod ervan in de tijd niet goed in de pas. Buffering lijkt een oplossing;
- ook aanwending ten behoeve van bufferzones rond natuurgebieden of in beheersgebieden behoort tot de -nader te onderzoeken- mogelijkheden.

Doorkijk voor de industrie

Omdat vanuit de Warenwet strenge eisen worden gesteld aan de kwaliteit van het water, zal de toepassing voor de voedings- en genotmiddelenindustrie beperkt blijven tot situaties waarin contact met producten is uitgesloten (bijvoorbeeld in indirecte koelsystemen), desinfectie van water plaatsvindt (bijvoorbeeld ketelvoedingswater) of eisen aan de bacteriologische kwaliteit ontbreken (bijvoorbeeld spoelwater van kratten). Verder zullen de kosten van distributie via het leidingnet bepalend zijn. Een betere concurrentiepositie van effluentwater ten opzichte van B-water mag -ten gevolge van het grotere aantal productielocaties (RWZI's)- in een aantal gevallen uit kostenoverwegingen reëel worden geacht. Vooral het hoge (Pleistocene) deel van Nederland komt -ook vanwege de afstand tot grote oppervlaktewateren- hiervoor in aanmerking.

Op macroniveau kunnen de volgende interessante industriële concentratiegebieden worden aangewezen:

- Oost-Brabant, met Eindhoven-Helmond als centra;
- het gebied tussen Venlo en Nijmegen;
- Breda/Roosendaal/Bergen op Zoom;
- Twente (Hengelo-Almelo-Enschede);
- zuidoost Drenthe;
- Oost-Friesland (Drachten-Heerenveen).

Daarnaast zijn er -op microniveau- potentiële afnemers, die in de nabijheid van een bestaande RWZI of een lozingspunt liggen.

Conclusies en aanbevelingen

De potentiële gebruikscategorieën voor hergebruik van gezuiverd afvalwater zijn: natuur (eutrofe aquatische ecotooptypen en peilhandhaving ten behoeve van terrestrische ecotooptypen), landbouw (beregening van akkerbouw en grasland) en industrie (laagwaardige gebruikstoepassingen ter vervanging van drink- en/of grondwater).

De mogelijke effecten op de aquatische fauna van in het effluent voorkomende oestrogenen en voor de mens ook de (in het effluent voorkomende) parasitaire protozoa dienen nader te worden onderzocht.

De actieve inzet van effluent ter bestrijding van de verdroging in de landbouw is zonder subsidie niet kostendekkend te realiseren, wanneer grondwateraanvulling een eis is.

Voor de industriële sector is de prijs ten opzichte van die van andere watertypen doorslaggevend. De relatief lage kostprijs zal (in sommige gevallen) teniet worden gedaan door de relatief hogere kosten van nazuivering bij de afnemer.

De potentieel kansrijke gebieden voor de inzet van RWZI-effluent zijn aangegeven op kaart 9.

Inzet van nagezuiverd (gepolijst) effluent geeft geen verruiming van het toepassingsdomein.

Voor een kubieke meter prijs van f 0,25 cent kan geheel Nederland via een buisleiding van effluentwater worden voorzien (zie kaart 3b).

De brede confrontatie tussen vraag en aanbod op landelijke schaal heeft een beperkt aantal actieve aanwendingen van RWZI-effluent opgeleverd. Op lokaal en regionaal schaalniveau zullen er meer mogelijkheden zijn voor het nuttig hergebruik van RWZI-effluent. Deze mogelijkheden dienen nader te worden onderzocht volgens de in de evaluatie geschetste gebiedsgerichte aanpak.

1 Inleiding

1.1 Kader

Om verdere verdroging in Nederland te voorkomen wordt door de Nederlandse overheid een terughoudend beleid gevoerd ten aanzien van de vergunningverlening voor grondwateronttrekkingen.

De belangstelling voor de negatieve effecten van dergelijke onttrekkingen neemt toe en er wordt in toenemende mate gezocht naar alternatieve oplossingen om in de waterbehoefte te voorzien. Een voorbeeld van een alternatieve oplossing is de mogelijkheid om het effluent van afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's) in te zetten voor laagwaardige doeleinden.

Bovengenoemde ontwikkelingen zijn voor STOWA aanleiding geweest in het onderzoeksprogramma 1995-1999 aandacht te besteden aan de mogelijkheden voor toepassing van gezuiverd effluent bij de verdrogingsbestrijding, door middel van het project "Hergebruik van afvalwater; effluent rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) als bron voor watervoorziening" (STOWA 442.632).

Het onderzoek is opgesplitst in een viertal fasen, achtereenvolgens te omschrijven als:

fase 1: inventarisatie van vraag en aanbodzijde en aangeven kansrijke regio's;

fase 2: haalbaarheidsstudie voor twee regio's;

fase 3: workshop met klankbordgroep;

fase 4: eindrapportage.

Het voor u liggende rapport omvat de rapportage van fase 1.

1.2 Probleemstelling

De onttrekking van grondwater en de verbeterde afwatering van landbouw- en stedelijk gebied kunnen genoemd worden als belangrijke oorzaken van verdroging. Onbekend is of, en zo ja in welke mate, effluentwater een rol kan vervullen in het aanvullen of vervangen van andere waterbronnen, waardoor verdroging ten gevolge van bestaande onttrekkingen kan verminderen.

Bij de toepassing van effluentwater is nog een aantal vragen open: van welk aanbod is in kwalitatieve en in kwantitatieve zin sprake, welke groepen van potentiële afnemers kunnen worden onderscheiden en op welke wijze kan de geografische verspreiding in beeld worden gebracht om te komen tot een selectie van kansrijke gebieden.

1.3 Doelstelling

Het schetsen van mogelijkheden voor toepassing van gezuiverd effluent bij de verdrogingsbestrijding.

1.4 Methodiek

Bij het oplossen van de vraagstelling is gebruik gemaakt van een stapsgewijze methodische aanpak, waarbij door middel van eliminatie een selectie is gemaakt van kansrijke gebieden voor hergebruik van afvalwater. De volgende stappen zijn onderscheiden:

Stap 1: per categorie van vragers vaststellen van de eisen aan:

- a. de fysisch-chemische en milieuhygiënische kwaliteit van het te gebruiken water; en
- b. de hoeveelheid en continuïteit van het aangeboden water.

Stap 1 is uitgewerkt in hoofdstuk 2.

Stap 2: definitie effluentkwaliteit. Oorspronkelijk is uitgegaan van toetsing aan één modale effluentkwaliteit. Later is besloten ook te toetsen aan de toekomstige nagezuiverde effluentkwaliteit. Daarom zijn -in hoofdstuk 3- beide weergegeven.

Stap 3: confrontatie van vraag en aanbod van effluentwater (hoofdstuk 4).

Stap 4: het expliciet aangeven van de niet-afnemers en de reden(en) beschrijven op grond waarvan deze (sub)categorie afvalt (hoofdstuk 5 en -voor toekomstig, nagezuiverd effluent- hoofdstuk 7).

Stap 5: de verdrogingskaart van Nederland (uitgave RIZA, IPO, 1995) geeft gebieden aan waar verdroging van natuur is opgetreden. De grotere aaneengesloten niet-verdroogde gebieden worden op deze kaart met een "dikke viltstift" aangegeven en uitgesloten voor verder onderzoek. Wat overblijft is een kaart van alle verdroogde (natuur)gebieden met aangrenzende gebieden. De gedachte achter deze aanpak is dat RWZI-effluent het best ingezet wordt op die plaatsen waar directe of indirecte onttrekking van (grond)water een negatieve invloed heeft op de natuur.

Vervolgens is onderscheid gemaakt tussen afname via het oppervlaktewatersysteem en afname via pijpleidingen.

Voor de afname via het **oppervlaktewatersysteem** zijn de volgende stappen onderscheiden:

Stap 6: in het resterende deel zijn de RWZI's toegekend aan vakjes van het LKN-netwerk. Het LKN-bestand is een digitaal (grid-)bestand voor landschapsecologische kartering in Nederland.

Stap 7: lozing van gezuiverd afvalwater op het oppervlaktewater in het vak waar de RWZI voorkomt moet vanuit het aquatisch systeem zijn toegestaan. Kilometervakken waarbinnen gevoelige aquatische levensgemeenschappen voorkomen zijn uitgesloten voor aanvoer van effluentwater via het oppervlaktewater.

Stap 8: in het resterende gebied wordt per km² het dominante grondgebruik vastgesteld volgens de codering uit het LKN-bestand. Indien deze vorm van grondgebruik hergebruik van effluentwater niet toestaat, wordt dit kilometervak verder niet meegenomen in de beschouwing.

Stap 9: voor grasland en akkerbouw wordt aangenomen dat hergebruik van afvalwater moet worden aangevoerd via minimaal A-watgangen. Per km² is de lengte aan te gebruiken waterlopen bekend uit het LKN-bestand (afgeleid van het waterstaatkundig informatiesysteem (WIS)). Indien de gemiddelde afstand meer is dan 500 m (2000 m aan bruikbare waterlopen per vakje) wordt aangenomen dat grasland en akkerbouw geen potentiële afnemer zijn. Vakjes met deze kenmerken vallen dus af.

Stap 10: in vakjes met akkerbouw of grasland met een goede vochtvoorziening wordt aangenomen dat er geen behoefte is aan een aanvullende watervoorziening.

Voor de afname via **pijpleidingen** zijn de volgende stappen doorlopen:

Stap 11: per RWZI zijn cirkels getrokken die het gebied aangeven waar tegen bepaalde kosten per m³ het water kan worden getransporteerd, gegeven de capaciteit van de RWZI's.

Stap 12: binnen deze cirkels is nagegaan of de categorieën glastuinbouw, vollegrondstuinbouw, fruitteelt en industrie die potentieel als afnemer zijn geclassificeerd (stap 4), aanwezig zijn. Zo nee, dan valt deze RWZI af als leverancier van afvalwater via pijpleidingen.

Stap 13: het eindprodukt van stap 10 wordt gelegd naast het eindprodukt van stap 12. De vereniging van deze twee deelverzamelingen levert het gevraagde plaatje.

De uitwerking van de stappen 6 t/m 13 is weergegeven in hoofdstuk 6 en gevisualiseerd in de kaartbijlagen.

In hoofdstuk 8 en 9 wordt een doorkijk gegeven voor respectievelijk het landelijk gebied en de industrie. In hoofdstuk 10 zijn de belangrijkste conclusies van het onderzoek opgenomen. In hoofdstuk 11 wordt het resultaat van de studie geëvalueerd en worden aanbevelingen gedaan voor een gebiedsgerichte aanpak.

2 Eisen per categorie afnemers

In dit hoofdstuk wordt de vraagzijde aan een nadere analyse onderworpen. Getracht wordt per categorie afnemers de eisen aan fysisch-chemische en milieuhygiënische kwaliteit van het te gebruiken water en de hoeveelheid en continuïteit van het aangeboden water nader te kwantificeren.

De onderscheiden categorieën afnemers zijn: landbouw, drinkwater, recreatiewater, stedelijk open water en groen, natuur en industrie. De categorie landbouw wordt tevens representatief geacht voor andere productiesectoren als bosbouw en tuinbouw.

2.1 Landbouw

Voor de categorie landbouw zijn de kwalitatieve eisen opgenomen in bijlage 1 (Huinink, 1987).

De eisen vanuit de categorie landbouw zijn gedifferentieerd naar de subcategorieën substraatteelt, overige glastuinbouw, groenteteelt, fruitteelt, akkerbouw en grasland. De aanvaardbare mate van troebelheid is afhankelijk van het al dan niet gebruik als beregeningswater, in verband met het risico voor verstopping van beregeningssproeiers en drinknippels.

Voor landbouw is voorts de beschikbaarheid gedurende het gehele groeiseizoen van belang.

2.2 Drinkwater

De eisen vanuit de categorie drinkwater zijn gedifferentieerd naar drinkwater voor mens, herkauwers, varkens en pluimvee. Hiervoor is gebruik gemaakt van de in bijlage 2 opgenomen "Grenswaarden voor het beoordelen van drinkwater voor vee" (Gezondheidsdienst voor dieren, 1995) en de in bijlage 3 opgenomen "Waterkwaliteitsdoelstellingen oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater" (AMvB D&M, 1983).

Met name de attenderingswaarden voor faecale colibacteriën zijn opvallend strikter dan die voor landbouw. Op de consequenties van dit gegeven wordt in paragraaf 4.2 nader ingegaan.

2.3 Recreatiewater

Voor de categorie recreatiewater kan onderscheid gemaakt worden naar zwemmen, vissen en varen. Voor de subcategorie zwemwater zijn normen gedefinieerd in de WVO (bijlage 4) en het besluit Hygiëne en veiligheid zweminrichtingen (bijlage 5). Voor de subcategorieën viswater en recreatief vaarwater geldt dat geen eenduidige normen zijn gedefinieerd. Gesteld wordt dat recreatief vaarwater (evenals al het andere oppervlaktewater) tenminste moet voldoen aan de grenswaarden voor oppervlaktewater. Op plaatsen waar intensief met kleine vaartuigen wordt gevaren kunnen aanvullende eisen worden gesteld (in de richting van de normen voor zwemwater). Voor viswater worden vooralsnog de normen voor karperachtigen gehanteerd (bijlage 6).

2.4 Stedelijk open water en groen

Open water

Ten aanzien van open water in het stedelijk areaal hanteren de Nederlandse gemeenten de kwaliteitseisen zoals aangegeven in de derde Nota waterhuishouding¹.

De kritische parameters zijn nutriënten (N en P) en, in woonwijken waar kinderen in en rond het water spelen, coli.

¹ Bijlage 1 van de "Evaluatienota Water 1993, Aanvullende beleidsmaatregelen en financiering 1994-1998".

In tabel 2.1 zijn de grenswaarden voor enkele parameters gegeven.

Tabel 2.1 Grenswaarden parameters stedelijk gebied

Parameter	Grenswaarde
Zuurstof (O ₂)	3,0 (mg O ₂ /l)
Totaal stikstof (N _{tot})	2,2 (mg N/l)
Totaal-fosfaat (P _{tot})	0,15 (mg P/l)
Ammoniak (NH ₃)	0,02 (mg N/l)
Chloride (Cl)	200 (mg Cl/l)
Zuurgraad	6,5 ≤ pH ≤ 9,0 (pH)
Doorzicht	> 0,4 (m)
Thermotolerante coli's	20 (mediaan, MPN/ml)

Voor pH, doorzicht, P_{tot}, N_{tot} en Cl geldt dat van nature voorkomende afwijkingen zijn toegestaan. N_{tot}, P_{tot} en doorzicht gelden als zomergemiddelde waarden voor eutrofiëringsgevoelige, stagnante wateren van april tot en met september. P_{tot} geldt tevens als jaargemiddelde.

Een overige eis is, onder andere, dat het water niet zichtbaar of ruikbaar mag zijn verontreinigd.

Ter nuancering moet hierbij worden opgemerkt dat in de praktijk het stedelijk open water van zeer slechte kwaliteit kan zijn. Het heeft veelal een relatie met riooloverstorten. De doorspoeling met gezuiverd effluent, zoals ook daadwerkelijk plaats vindt, geeft in die gevallen een aanmerkelijke verbetering van de waterkwaliteit.

Stedelijk groen

Voor de eisen ten aanzien van berekening van het openbaar stedelijk groen zijn voornamelijk dezelfde waterkwaliteitseisen gehanteerd. Een trend die zich in sommige gemeenten aftekent, is de verschuiving naar *ecologisch groenbeheer*. Op de hoger gelegen Pleistocene zandgronden wordt daarbij gepoogd om door middel van verschraving van de bodem (afvoeren van het maaisel) de oorspronkelijke (oligotrofe) natuur weer terug te brengen. In dit streefbeeld past de inzet van relatief nutriëntrijk effluentwater niet. Echter, op andere plaatsen is, afhankelijk van het lokale streefbeeld, wellicht inzet van RWZI-effluent in droge tijden wel te prefereren. Zo is een concrete toepassingsmogelijkheid de berekening van golf- en sportvelden. Deze vorm van toepassing valt binnen de categorie grasland, die in paragraaf 2.1 (Landbouw) is behandeld.

Ten aanzien van de wenselijkheid van toekomstige inzet van effluentwater binnen het stedelijk gebied zijn echter vraagtekens te plaatsen. In het stedelijk gebied is een *brongerichte aanpak* van de verdroging te prefereren, door het loskoppelen van de hemelwaterafvoer van het riool en het creëren van infiltratie- en retentiemogelijkheden op wijkniveau.

Om die reden is het stedelijk open water en groen in dit kader a priori uitgesloten als potentiële gebruiker van effluentwater.

2.5 Natuur

Natuur is een complexe en veelvormige gebruikscategorie. Om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheid en wenselijkheid om de ecotopen te versterken door suppletie van effluentwater is in tabel 2.2 een 17-tal natuurdoeltypen onderscheiden.

Deze natuurdoeltypen zijn in tabel 2.5 omgezet naar CML-ecotoopgroepen.

De hierbij gebruikte methodiek wordt in deze paragraaf uiteengezet.

De indeling van "natuurdoeltypen" naar waterbehoefte moet uitgaan van de hydrologische kenmerken die ecologisch het meest sturend zijn. De recente stand van hydro-ecologische kennis duidt de volgende kenmerken aan als meest bepalend (zie bijvoorbeeld Barendregt 1994, Bloemendaal & Roelofs 1988, Grootjans 1988, Wassen 1989, SWNBL 1988):

- vochttoestand: (grond)waterstand en het verloop daarvan over het seizoen;
- saliniteit: de concentraties aan chloride en andere stoffen die in zeewater veel voorkomen, zoals SO_4 ;
- voedselrijkdom: de concentraties van de nutriënten N, P en K;
- basenrijkdom; de concentraties van basen die in grondwater veel voorkomen zoals Ca, Fe en Mg.

Voor aquatische milieus (waterstand permanent boven maaiveld) kan aan deze reeks van meest sturende kenmerken nog "stroming" worden toegevoegd.

Door het kruisen van deze kenmerken ontstaat een matrix van hydrologische standplaatstypen waarvan de bijbehorende levensgemeenschappen kunnen worden aangegeven (zie tabel 2.2).

De hydrologische processen die de standplaatskenmerken doen ontstaan, zoals kwel, stagnatie, infiltratie, inundatie, zijn voor de indeling niet als uitgangspunt gekozen. De reden hiervoor is dat deze processen niet steeds inwisselbaar zijn met de operationele standplaatskenmerken die bepalen welke levensgemeenschap zich ontwikkelt. In de matrix is wel aangegeven welke hydrologische processen meestal tot de betreffende standplaatskenmerken leiden.

Tabel 2.2 Standplaatstypen en natuur.

Vochttoestand	Definiëring standplaatstype			Hydrologisch proces	Type natuur
	Voedselrijkdom	Basenrijkdom	Saliniteit		
Aquatisch - stromend	voedselarm/ matig voedselrijk	basenrijk	zoet	Oppervlaktewaterstroming	Boven- en middenloop natuurlijke laaglandbeek
	zeer voedselrijk			Oppervlaktewaterstroming	Rivier + benedenloop beek
Aquatisch - stagnant	voedselarm	zuur	zoet	Stagnatie regenwater/jong grondwater	Vennen (dobben etc.)
		basenrijk		Kwel/contactzone neerslag- en oppervlaktewater	Schone meren, plassen, petgaten, zandgaten, wielen
	matig-voedselrijk			Aanvoer oppervlaktewater/kwel van vermest grondwater	Meso-eutrofie meren, plassen, petgaten, zandgaten, wielen
			brak	Brakke kwel/overstroming uit zee	Brakke wateren: Aeëen, dieën, maren, welen, walen
	zeer voedselrijk		zoet-/brak	Aanvoer vervuild oppervlaktewater/kwel van sterk vermest grondwater	Hypertrofe wateren (troebel, soorten-arm)
Terrestrisch - Nat	voedselarm	zuur	zoet	Stagnatie regenwater/jong grondwater	Hoogveen, natte heide, veenmosrietland, berkenbroekbos
		basenrijk		Kwel/contactzone neerslag- en oppervlaktewater	Kleine zeggenmoerassen, elzen-berkenbroek
	matig-voedselrijk			Aanvoer oppervlaktewater/kwel van vermest grondwater	Grote zeggen-, biezen- en rietmoerassen, ruigten, elzenbroek
			brak	Brakke kwel/overstroming uit zee	Zeggen-, biezen- en rietmoerassen, met brakwaterindicatoren
	zeer voedselrijk		zoet-/brak	Aanvoer vervuild oppervlaktewater/kwel van sterk vermest grondwater	Soortenarme ruigten, ruigt-elzenbos
Terrestrisch - Vochtig	voedselarm	zuur	zoet	Stagnatie regenwater/jong grondwater	Natte heide, zure schraallanden (bv. met borstelgras), berken(-zomereiken)bos
		basenrijk		Kwel/contactzone neerslag- en oppervlaktewater	Blauwgraslanden, veldrusschraallanden, vochtig bos
	matig-voedselrijk			Aanvoer oppervlaktewater/kwel van vermest grondwater	Dotterbloemhooilanden, rietruigten, kamgrasweiden, vochtig bos
			brak	Brakke kwel/overstroming uit zee	Zilte schraallanden, rietruigten, fragmentair bos
	zeer voedselrijk		zoet-/brak	Aanvoer vervuild oppervlaktewater/kwel van sterk vermest grondwater	Ruigte, vochtig bos

Hydrologische uitwerking standplaatstypen

Deze vereenvoudiging van de natuur in verschillende "standplaatstypen" maakt het mogelijk om na te gaan of een bepaald effluent geschikt is als suppletiewater. Hiertoe moet echter allereerst preciezer worden omschreven wat de in de matrix gebruikte hydrologische kenmerken inhouden. In tabel 2.3 is aangegeven hoe het kenmerk vochttoestand zich laat doorvertalen naar waterkwantiteit en continuïteit. Tabel 2.4 geeft een doorvertaling van de kenmerken voedselrijkdom, basenrijkdom en saliniteit naar waterkwaliteit (indicatief). De doorvertaling is gebaseerd op hydro-ecologische kennis neergelegd in Bloemendaal en Roelofs 1988, van Leerdam & Vermeer 1992, Barendregt 1993, Ertsen et al. 1995 en op expert-judgement. Benadrukt moet worden dat het slechts een grove indicatie betreft; door het optreden van interacties tussen verschillende macro-ionen en door reacties met het bodemcompartiment en het biotische compartiment is het uitwerken van een gedetailleerde waterkwaliteitsnorm complex en tijdrovend.

Tabel 2.3 Vochttoestand van de standplaatstypen en de eisen die dit stelt aan de suppletie.

Vochttoestand (zie matrix)	Kwantiteit ((grond-)waterstand)	Continuïteit
Aquatisch stromend	waterstand steeds > 10 cm +mv stroomsnelheid steeds > 10 cm/s	permanent watervoerend, suppletiebehoefte afhankelijk van natuurlijke voeding, doch steeds geconcentreerd in de zomer
Aquatisch stagnant	waterstand steeds > 10 cm +mv	permanent watervoerend, suppletiebehoefte afhankelijk van berging en van natuurlijke voeding, doch steeds geconcentreerd in de zomer
Terrestrisch- Nat	grondwaterstand in de winter > mv grondwaterstand in de zomer > 50 cm-mv	permanent nat, suppletiebehoefte afhankelijk van berging en natuurlijke voeding, doch steeds geconcentreerd in de zomer
Terrestrisch- vochtig	grondwaterstand in de winter $\geq$ 25 cm-mv grondwaterstand in de zomer > 100 cm-mv	meestal nat, 's zomers indrogend, suppletiebehoefte afhankelijk van berging en natuurlijke voeding, doch steeds geconcentreerd in de zomer

Tabel 2.4 Vereiste waterkwaliteit voor verschillende standplaatstypen

(< < = vereiste kwaliteit beduidend onder de grenswaarden van de Evaluatienota Water)

Waterkwaliteitsklasse			eisen t.o.v. grenswaarden	Specifieke eisen (indicatief)
Voedselrijkdom	Basenrijkdom	Saliniteit		
voedselarm	zuur	zoet	< <	pH 4,5-6,0 Cl < 40 mg/l totaal-P ≤ 0,04 mg/l NO ₃ ≤ 0,4 mg/l H ₂ CO ₃ < 20 mg/l SO ₄ < 30 mg/l
	basenrijk		< <	pH 5,5-8,5 Cl < 40 mg/l totaal-P ≤ 0,06 mg/l NO ₃ ≤ 0,6 mg/l H ₂ CO ₃ 20-120 mg/l SO ₄ < 100 mg/l
matig voedselrijk			<	pH 5,5-8,5 totaal-P ≤ 0,12 mg/l Cl < 60 mg/l NO ₃ ≤ 0,6 mg/l H ₂ CO ₃ 50-250 mg/l SO ₄ < 100 mg/l
		brak	> >	pH 7,5-10,5 totaal-P ≤ 0,50 mg/l Cl > 1000 mg/l, bvk. hoger NO ₃ ≤ 1,2 mg/l H ₂ CO ₃ > 250 mg/l SO ₄ > 100 mg/l
zeer voedselrijk		zoet/brak	= / >	pH 7,5-10,5 totaal-P > 0,12 mg/l Cl > 60 mg/l, bvk. hoger NO ₃ ≤ 1,2 mg/l H ₂ CO ₃ > 50 SO ₄ > 30 mg/l

Koppeling met ruimtelijke ecologische informatie op nationaal niveau

Het voorkomen van de verschillende natuurtypen binnen Nederland kan worden afgeleid uit het zogenaamde LKN-bestand (Bolsius et al., 1994). Hierin is ruimtelijke informatie opgenomen van ecotooptypen, die goed corresponderen met de standplaatstypen die zijn onderscheiden in tabel 2.2. De ruimtelijke informatie is afgeleid uit vegetatiegegevens (bij de provinciale milieuinventarisatie aangetroffen soorten) gecombineerd met informatie over landschapselementen (zie Bolsius et al. 1994 voor precieze uitleg). In tabel 2.5 is een doorvertaling gemaakt van de onderscheiden standplaatstypen naar de ecotooptypen die zijn opgenomen in het LKN-bestand. De ligging van deze ecotooptypen kan voor heel Nederland (m.u.v. Flevoland, Friesland en Groningen) worden nagegaan, zodat een indruk ontstaat van de plekken waar mogelijk effluent voor natuurherstel kan worden ingezet. De betekenis van de gebruikte ecotooptype-aanduidingen is aangegeven in bijlage 8.

Tabel 2.5 Standplaatstypen en ecotooptypen.

Definiëring standplaatstype				CML-Ecotootypen
Vochttoestand	Voedselrijkdom	Basenrijkdom	Saliniteit	
Aquatisch - stromend ²	voedselarm/ matig voedselrijk	basenrijk	zoet	W13, W17, W17d ³
	zeer voedselrijk			W18, W18p
Aquatisch - stagnant	voedselarm	zuur	zoet	W11, V11 ⁴
		basenrijk		W12, W12d, W13, V12
	matig-voedselrijk			W17, W17d, V17
	zeer voedselrijk	brak	bW10, bV10	
		zoet/brak	W18, W18p, V18, V18d	
Terrestrisch - Nat	voedselarm	zuur	zoet	P21, G21, R21, S21, B21
		basenrijk		P22, G22, R22, S22, B22, P23, G23, R23, S23, B23
	matig-voedselrijk			P27, G27, R27, S27, B27
	zeer voedselrijk	brak	zP20, bP20, zG20, bG20, zR20, bR20	
		zoet/brak	P28, G28, R28, S28, B28	
Terrestrisch - Vochtig	voedselarm	zuur	zoet	P41, G41, R41, S41, B41
		basenrijk		P42, G42, R42, S42, B42 P43, G43, R43, S43, B43
	matig-voedselrijk			P47, G47, R47, S47, B47, P47k, G47k
	zeer voedselrijk	brak	bP40, bG40, bR40	
		zoet/brak	P48, G48, R48, S48, B48, P48t	

2.6 Industrie

De vervangingsmogelijkheid voor zoet grond- of drinkwater is een belangrijk aspect in de beoordeling van de potentiële toepassing van RWZI-effluent ter bestrijding van de verdroging. Daarbij ligt laagwaardige inzet, waarvoor geen drinkwaterkwaliteit is vereist, voor de hand. In de overweging om over te stappen op een alternatieve waterbron, zal de kostprijs van het water, inclusief de kosten van waterbehandeling

² Het kenmerk 'stroming' wordt in de CML-ecotopentypologie niet gebruikt, zodat de hier genoemde ecotopen overeenkomen met de hieronder weergegeven 'stagnante ecotooptypen'. Ruimtelijk is getracht de stromende waterecotopen apart zichtbaar te maken door combinatie met de coverages 'ecodistrict' en 'ecosectie'.

³ het achtervoegsel 'd' duidt aan dat het betreffende type periodiek droogvalt; juist deze categorie kan van zomerse watersuppletie profiteren.

• De verlandingsvegetaties nemen een tussenpositie in tussen watervegetaties en natte terrestrische vegetaties. Vanwege het feit dat ze direct voortkomen uit open water zijn ze hier in de hoofdgroep 'aquatisch-stagnant' geplaatst.

om de door het betreffende bedrijf gewenste kwaliteit te realiseren, van doorslaggevend belang zijn. In dat verband kan voorgezuiverd halffabrikaat oppervlaktewater (B-water) voor laagwaardige toepassingen een concurrent zijn.

Bij de beoordeling van de inzet van RWZI-effluent zijn de volgende gebruiksdoelen onderscheiden: proces-/spoelwater, (secundair) koelwater en ketelvoedingswater binnen een aantal bedrijfscategorieën.

Kritische parameters voor de industrie zijn:

- ijzer en mangaan (verstopping, corrosie, verkleuring product);
- zwevende stof (productkwaliteit, slib);
- saliniteit (corrosie);
- hardheid (schaalvorming en verstopping);
- bacteriologische betrouwbaarheid (voedings- en genotmiddelenindustrie).

Gebleken is echter, dat zowel tussen, als binnen bedrijfscategorieën dermate grote verschillen in eisen voorkomen, dat een eenduidige tabel met per gebruiksdoel gekwantificeerde kwaliteitseisen, niet is op te stellen. In paragraaf 4.6 wordt ingegaan op de wijze waarop selectie van kansrijke gebieden voor hergebruik door industrieën plaats zal vinden.

In de onderstaande tabel 2.6 is voor 8 industrietakken een kwalitatief overzicht gegeven van het hoog- en laagwaardig gebruik van water en van de kritische kwaliteitsparameters.

Tabel 2.6 Inschatting kwaliteitseisen per bedrijfsklasse en gebruiksdoel

SBI	Branche	Gebruiksdoel	raming % verbruik	Kwaliteit per parametergroep							
				Macro	Fe,Mn	hard- heid	ss	org.	zw.met	temp	bact.
20-21	levensmidde- lenindustrie	proces/spoel- water	50%	drinkwaterkwaliteit							
		sec. koelw.	50%	-	+	+	+	-	-	+	0
22-27	textiel/papier/ graf.ind.	proces/spoel	75%	-	+	0	+	0	-	-	0
		koelwater	25%	-	+	+	+	-	-	+	0
28	aardolie indus- trie	proces/spoel- water	80%	+	+	+	+	+	+	-	0
		koelwater	20%	+	0	+	-	-	-	+	-
29-31	chem/kunst- stofind.	proces/ spoelw.	50%	-	+	-	+	-	-	-	-
		koelwater	50%	-	+	+	+	-	-	+	0
32	bouwmateria- lenind.	proces/- spoelw.	100%	-	+	0	+	-	-	-	-
33-36	metaalwaren- ind.	proces/spoel	25%	-	+	-	+	-	-	-	-
		koelwater	75%	-	+	+	+	-	-	+	0
37	transportmid- delenind.	proces/spoel- water	90%	-	+	-	+	-	-	-	-
		koelwater	10%	-	+	+	+	-	-	+	0
38/39	instrumenten, optische en overige ind.	proces/spoel- water	90%	+	+	+	+	+	+	-	-
		koelwater	10%	-	+	+	+	-	-	-	-

macro = (Cl, NO₃, SO₄, PO₄, NH₄);

Fe,Mn = ijzer en mangaan;

hardheid = calcium/magnesium;

ss = zwevende stof;

org. = organische microverontreinigingen;

zw. met.

temp

bact.

+

-

= zware metalen (cadmium, lood, etc.)

= temperatuur

= bacteriologische betrouwbaarheid

= wel kwal.eisen, 0 = gematigde kwal.eisen,

= geen kwal.eisen.

3 Definitie effluentkwaliteit

3.1 Huidige modale effluentkwaliteit

In de confrontatie van meerdere gebruikscategorieën aan de vraagkant met één modale effluentkwaliteit wordt in deze studie vooralsnog uitgegaan van de huidige samenstelling van effluent op Nederlandse RWZI's op basis van de gegevens 1980-1992 (RIZA, maart 1995). Deze lijst wordt door het RIZA aanbevolen voor studies waarvoor een globale indicatie van de effluentkwaliteit kan volstaan. Bijlage 7 geeft hiervan een overzicht⁵.

Voor wat betreft de parameters die in deze fase aan de orde zijn, is de kwaliteit van het modale huidige effluent als volgt:

Tabel 3.1 Modale effluent kwaliteit 1980-1992

Parameter	Eenheid	Streef-waarde	Grens-waarde	Effluentwaarde	
				van	tot
Totaal fosfaat	mg P/l	-	0,15	1*	2*
Totaal stikstof	mg N/l	-	2,2	10*	15*
Zuurstof	mg O ₂ /l	-	3,5	-	1
Zuurgraad	pH	-	6,5 - 9	-	7,6
Chloride	mg Cl/l	-	200 ⁶	50	350
Sulfaat	mg SO ₄ /l	-	100	30	200
Coli	MPN/ml	-	20	1.000	10.000
Zwevend stof (ss)	mg/l	-	-	-	15
Calcium	mg Ca/l	-	-	29	70
Magnesium	mg Mg/l	-	-	5	142
Hardheid (H)	°D ⁷	-	-	5	13
IJzer	mg Fe /l	-	-	-	1,5 ⁸

* volgens Besluit Stedelijk Afvalwater (Staatsblad 140, 1996)

⁵ Bron: "Huidige samenstelling effluenten Nederlandse RWZI's: deel a: minimale en maximale waarden tussen 1980 en 1992", RIZA, maart 1995; uitgezonderd de waarden voor Ca, Mg, H, en Fe

⁶ natuurlijke overschrijding toegestaan

⁷ hardheid afhankelijk van drinkwaterhardheid. Bron: "Invloed van drinkwaterontharding op de P- en N-verwijdering uit afvalwater (STOWA, 1992)"

⁸ Hoogheemraadschap van Rijnland, 1984

3.2 Toekomstige kwaliteit van nagezuiverd effluent

De kwaliteit van het RWZI-effluent in Nederland is de afgelopen decennia steeds verbeterd. Deze ontwikkeling zet zich door naar de toekomst. In een recent onderzoek (1995)⁹ is door het RIZA een aantal varianten van nazuiveringsvarianten vergeleken op kostprijs en zuiveringsrendement. De effluentkwaliteit van variant 2b uit deze studie is weergegeven in bijlage 10.

Om een inschatting te kunnen maken van de toepassingsmogelijkheden van nagezuiverd effluent, met een aanzienlijk betere effluentkwaliteit dan de huidige (zoals beschreven in bijlage 7), is tevens getoetst aan de kwaliteit van de, qua kostprijs en techniek, als meest realistisch geachte variant van effluent "polishing". De resultaten van deze toetsing zijn opgenomen in hoofdstuk 7.

De waarden van de kritische parameters van dit nagezuiverde effluent staan vermeld in onderstaande tabel 3.2. De betreffende nazuiveringsvariant heeft als ambitieniveau de zuivering van het effluent tot de grenswaarden voor oppervlaktewater en desinfectie. De volgende extra zuiveringsstappen (tertiaire nazuivering) worden daarbij toegepast op het reeds conventioneel gezuiverde afvalwater:

- voorbehandeling: beluchte vlokfiltratie en denitrificatie;
- hoofdbehandeling: oxydatie of actiefkoolfiltratie;
- nabehandeling: beluchting.

Tabel 3.2 Kwaliteit nagezuiverd ("gepolijst") RWZI-effluent

Parameter	Eenheid	Streef-waarde	Grens-waarde	Effluentwaarde	
				van	tot
Totaal fosfaat	mg P/l	-	0,15		0,02
Totaal stikstof	mg N/l	-	2,2		0,81
Zuurstof	mg O ₂ /l	-	3,5		4
Chloride	mg Cl/l	-	200	50	350
Sulfaat	mg SO ₄ /l	-	100	30	200
Coli	MPN/ml	-	20	6,25	62,5
Zwevend stof (ss)	mg/l	-	-		0,6
Calcium	mg Ca/l	-	-		
Magnesium	mg Mg/l	-	-		
Hardheid	°D	-	-		
Ijzer	mg Fe/l	-	-		

⁹ "Inventarisatie en evaluatie van technieken voor de polijsting van rwzi-effluent", RIZA. dossier J8055-01-001, 31 januari 1995; Rienks, J. en Meinema, K., H2O, 1995, nr.18

4 Toetsing

In dit hoofdstuk wordt de gegeven modale huidige effluentkwaliteit (zie paragraaf 3.1 en bijlage 7) getoetst aan de per subcategorie gestelde eisen (zie hoofdstuk 2) voor de in onderstaande tabel 4.1 aangegeven parameters.

Tabel 4.1 Relevante parameters voor de geselecteerde categorieën van potentiële effluentgebruikers (x = gebruikte parameter).

	land- bouw	drink- water	recrea- tie	stede- lijk	natuur terr.	natuur aq.	indus- trie
Totaal stikstof			x	x	x	x	
Nitraat		x					
Totaal fosfaat			x	x	x	x	
Chloride	x	x		x	x	x	x
Zuurgraad					x	x	
Hardheid	x	x			x	x	x
Sulfaat					x	x	
IJzer	x						x
Mangaan							x
Zwevend stof							x
Coli		x	x	x			x

Bij de confrontatie tussen vraag en aanbod is geen rekening gehouden met de afstemming in kwantitatieve zin. Hieraan liggen de volgende overwegingen ten grondslag:

- de aanbodzijde bestaat uit de (gezuiverde) droogweerafvoer (DWA), die redelijk constant is. De vraagzijde kan sterk variëren in de tijd. Aangenomen wordt dat door buffering vraag en aanbod op elkaar kunnen worden afgestemd, en dat het droogweerdebiet in de meeste gevallen ruimschoots de vraag overtreft;
- in de praktijk zal het effluent -op het moment dat er geen vraag is- op het oppervlaktewater worden geloosd. Pas wanneer er vraag is naar effluentwater, zal dit actief aan de vrager worden verstrekt.

In paragraaf 4.1 tot en met 4.6 worden de eisen vanuit de verschillende potentiële gebruiksfuncties geconfronteerd met de aangeboden kwaliteit van het effluent (zie ook bijlage 7). Hierbij worden de in tabel 4.1 onderscheiden parameters in ogenschouw genomen.

4.1 Toetsing effluent aan eisen Landbouw

In tabel 4.2 is voor de in tabel 4.1 geselecteerde parameters aangegeven in welke mate het effluent voldoet aan de vanuit de landbouw (incl. tuinbouw) gestelde eisen.

Tabel 4.2 Toetsing effluent aan eisen landbouw.

	Chloriniteit [mg/l]		Hardheid [°D]		IJzer [mg/l]	
glastuinbouw substraat	50 ¹⁰				0,5	
glastuinbouw overig	200		12		2,5 ¹¹	
vollegronds groenteteelt	300		12		2,5 ¹¹	
fruitteelt	300		12		1	
akkerbouw	600				7	
grasland	600				15	
MODALE EFFLUENTWAARDE	van	tot	van	tot	van	tot
	50	350	5	13		1,5

Voor de in bovenstaande tabel weergegeven normen is gebruik gemaakt van de in bijlage 1 weergegeven "Waterkwaliteitsdoelstellingen landbouw" (Huinink, 1987).

Hieruit is op te maken dat het chloridegehalte van het effluent niet beperkend zal zijn voor hergebruik in akkerbouw en grasland. Voor overige glastuinbouw, vollegronds groenteteelt en fruitteelt is de geschiktheid voor toepassing afhankelijk van het daadwerkelijke chloridegehalte. Voor toepassing in substraat-teelt is de kwaliteit van het effluentwater ten aanzien van het chloridegehalte niet voldoende.

Effluentwaarden voor hardheid variëren sterk en zijn direct afhankelijk van de hardheid van het drinkwater in het influent. In het algemeen zal de effluentkwaliteit voldoende zijn. Het ijzergehalte wordt geschat op 1,5 mg/l. Met name substraatteelt is erg kritisch ten aanzien van het ijzergehalte. Ook voor fruitteelt zou de ijzernorm worden overschreden.

¹⁰ bij recirculatie: 25 mg/l

¹¹ bij berekening onder gewassen: 5 mg/l toelaatbaar

4.2 Toetsing effluent aan drinkwatereisen

In tabel 4.3 is -voor de in tabel 4.1 geselecteerde parameters- aangegeven welke eisen gesteld worden aan het gebruik als drinkwater. Voor vee zijn de gebruikte normen conform de grenswaarden voor het beoordelen van drinkwater voor vee (Gezondheidsdienst voor Dieren, 1995). Voor gebruik als drinkwater door de mens zijn de gebruikte normen conform de waterkwaliteitsdoelstellingen voor de bereiding van drinkwater (AMvB D&M 1983, 606). Bijlage 2 en 3 geven een totaaloverzicht van genoemde normen.

Tabel 4.3 Toetsing effluent aan eisen drinkwater.

	Nitraat NO ₃		Chloriniteit [mg Cl/l]		Hardheid [°D]		Coli [aantal/ml]	
mens	44		200		10		20	
herkauwers	100		250		15		100	
varkens	100		250		15		100	
pluimvee	25		100		15		100	
MODALE EFFLUENT- WAARDE	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot
	22	35	50	350	5	13	10 ³	10 ⁴

De kwaliteit van het effluentwater voor de parameter nitraat is in de beschrijving van de huidige effluentkwaliteit niet aangegeven (RIZA, 1995). Aangenomen wordt dat deze grofweg varieert van 20-35 mg NO₃/l. De norm voor coli wordt echter met een factor 10 tot 500 overschreden, waaruit kan worden geconcludeerd dat effluentwater als drinkwater voor zowel mens als voor vee ongeschikt is.

Hormonen

Overigens zou toetsing van het gehalte organische microverontreinigingen aan de normen het water op zich al ongeschikt maken voor consumptie. Met name de groep bestrijdingsmiddelen vormt hierbij een punt van zorg. Daarnaast bestaat er het risico van aanwezigheid van, niet altijd geanalyseerde, verbindingen die een bedreiging kunnen vormen voor de gezondheid van mens en dier. In dat verband valt te noemen de groep pseudo-oestrogenen, die -getuige recent onderzoek¹²- in verband worden gebracht met de afnemende vruchtbaarheid van mannen en de toename van het aantal gevallen van zaadbal- en borstkanker. Afwijkingen in het reproductieve systeem zijn aangetoond in vissen in de bezinkvijvers van RWZI's in Engeland. Verdachte stoffen zijn:

1. organochloorbestrijdingsmiddelen

- DDT (en DDE)
- hexachloorbenzeen
- lindaan
- endosulfan
- toxafeen
- dieldrin

2. polychloorbifenylen (PCB's)

3. Alkylphenol polyethoxylaten (APE's)

- in was- en schoonmaakmiddelen, verf- en bestrijdingsmiddelen
- veredelingsproduct van papier en textiel

¹² Zie "Pseudo-oestrogenen in het milieu", expertvisie, Stichting C3, februari 1996 voor een overzicht van binnen- en buitenlandse onderzoeken

4. *nonylphenol*

- afbraakproduct van APE
- anti-oxidant in polystyreen en PVC

5. *bisfenol A*

- in polycarbonaat, onder andere plastic melkflessen

6. *ftalaten*

- weekmakers in PVC

Van de meeste chemicaliën die de mens in het milieu brengt is de oestrogene (of juist anti-oestrogene) werking nog onbekend, evenals de schadelijke dosis. Een enkel Amerikaans onderzoek wijst in de richting van een synergetisch (versterkend) effect bij blootstelling aan een combinatie van pseudo- of xeno-oestrogenen.

Parasitaire Protozoa

Een ander risico voor mens en dier wordt gevormd door het voorkomen van de parasitaire protozoa *Cryptosporidium* en *Giardia* in het effluent. Beide parasieten worden onder andere gekenmerkt door een lage infectieuze dosis (in Loch Lomond, UK, 1989: 0,008 tot 0,4 oocysten per liter voor *Cryptosporidium* in gechloreerd oppervlaktewater), persistentie buiten het lichaam van de gastheer, en hun hoge resistentie tegen desinfectiemiddelen. In de Verenigde Staten en Groot Brittannië is de laatste vijftien jaar een aanzienlijk aantal grote en kleine epidemieën beschreven van maag- en darminfecties, waarbij het drinkwater was besmet met *Cryptosporidium parvum* en *Giardia lamblia*, terwijl het drinkwater aan de bacteriologische eisen voldeed (Medema, G.J. en Ketelaars, H.A.M., 1995).

In Nederland is nog geen epidemie gesignaleerd, hoewel de genoemde parasieten in Nederland in even grote dichtheid voorkomen bij de mens en overige dragers (schapen, runderen, muskusratten). Ook de concentraties in het Nederlandse oppervlaktewater zijn vergelijkbaar met de overige westerse landen. In met rioleffluënten verontreinigd oppervlaktewater worden met name verhoogde concentraties *Giardia* gevonden, terwijl hogere *Cryptosporidium*-concentraties voorkomen in gebieden met een diffuse agrarische input. Aanvullende kwaliteitseisen voor drinkwater teneinde het infectierisico tot een acceptabel niveau te brengen zijn momenteel in studie.

4.3 Toetsing effluent aan eisen recreatiewater

In tabel 4.4 is -voor de in tabel 4.1 geselecteerde parameters- aangegeven welke eisen worden gesteld aan het gebruik door de mens als viswater, zwemwater en recreatief vaarwater. Voor de viswaternormen is gebruik gemaakt van de "Waterkwaliteitsdoelstellingen Water voor zalmachtigen en water voor karperachtigen" (AMvB D&M, Staatsblad 1983, 606). De normen voor zwemwater zijn afgeleid uit de WVO (AMvB D&M, Staatsblad 1983, 606) en de Wet Hygiëne en Veiligheid Zwemwateren (besluit ex WHVZ, Staatsblad 1984, 470). De normen voor vaarwater zijn afgeleid van de grenswaarden (derde Nota waterhuishouding, 1989).

Tabel 4.4 Toetsing effluent aan eisen recreatiewater.

	N _{tot} [mg/l]		P _{tot} [mg/l]		Coli [aantal/ml]	
vissen (karperachtigen)	-		≤ 0,2		-	
zwemmen	-		-		≤ 3 ¹³ / ≤ 20 ¹⁴	
recreatief varen (grenswaar- den)	2,2		0,15		20	
MODALE EFFLUENTWAARDE	van	tot	van	tot	van	tot
	0	10	0	1	10 ³	10 ⁴

Uit de toetsing blijkt dat -ten aanzien van de gebruiksfuncties varen en zwemmen- de normen voor P_{tot} soms, en voor de thermotolerante bacteriën van de coligroep altijd, worden overschreden. Op basis van deze toetsing kan geconcludeerd worden dat effluentwater niet geschikt is voor recreatievaart en/of zwemmen.

4.4 Toetsing effluent aan eisen stedelijk open water en groen

In tabel 4.5 is -voor de in tabel 4.1 geselecteerde parameters- aangegeven welke eisen worden gesteld aan het gebruik ten behoeve van stedelijk open water en groen.

Tabel 4.5 Toetsing effluent aan eisen stedelijk open water en groen.

	N _{tot} [mg/l]		P _{tot} [mg/l]		Cl ⁻ [mg/l]		coli [aantal/ml]	
open water	2,2		0,15		200		20	
groen	2,2		0,15		200		20	
MODALE EFFLUENTWAARDE	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot
	0	10	0	1	50	350	1.000	10.000

Voor stedelijk open water en groen geldt dat voor alle geselecteerde parameters overschrijding van de normen kan optreden. Geconcludeerd kan worden dat effluentwater voor toepassing in stedelijke gebieden op grond van de toetsing aan de gehanteerde normen niet geschikt is. Dit geldt met name voor open water waarin en waaromheen door kinderen wordt gespeeld. Ter nuancering dient te worden opgemerkt dat de actuele waterkwaliteit voor sommige parameters veel slechter kan zijn dan die van gezuiverd effluent. Voor toepassing van effluent als gietwater is het lokale streefbeeld ten aanzien van het groenbeheer bepalend. Berekening van sport- en golfvelden in het stedelijk areaal blijft een verder te onderzoeken mogelijkheid.

¹³ volgens WVO [AMvB D&M, Staatsblad 1983, 606]

¹⁴ volgens besluit ex WHVZ (Staatsblad 1984, 470)

4.5 Toetsing effluent aan eisen natuur

Voor de gebruikscategorie "natuur" is in paragraaf 2.5 een uitwerking gegeven van typologie, hydrologische eisen en verspreiding van relevante natuur, en de vertaling daarvan naar ecotootypen. De combinatie van voedselrijkdom, basenrijkdom, en saliniteit levert 5 kwaliteitsklassen op die kunnen worden vergeleken met de kwaliteit van het effluent.

Tabel 4.6 Toetsing effluent aan eisen natuur

	Zuurgraad [pH]		Cl ⁻ [mg/l]		P _{tot} [mg/l]		NO ₃ [mg/l]		SO ₄ [mg/l]	
oligotroof zuur zoet	4,5-6,0		< 40		< 0,04		< 0,4		< 30	
oligotroof basenrijk zoet	5,5-8,5		< 40		< 0,06		< 0,6		< 100	
mesotroof basenrijk zoet	5,5-8,5		< 60		< 0,12		< 0,6		< 100	
mesotroof basenrijk brak	7,5-10,5		> 1000		< 0,5		< 1,2		> 100	
eutroof basenrijk zoet/brak	7,5-10,5		> 60		> 0,12		< 1,2		> 30	
MODALE EFFLUENTWAARDE	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot
	0	7,6	50	350	0	1	22	35	30	200

Voor de natuur geldt dat de saliniteit van het effluent (chloride en sulfaat) directe inzet ten behoeve van de oligotrofe standplaatstypen verhindert. Voor de mesotrofe standplaatstypen geldt dat de gehalten aan nutriënten (P en N) in het effluent nog te hoog zijn. Voor directe toepassing van effluentwater zijn slechts de eutrofe standplaatstypen met bijbehorende ecotootypen geschikt.

De gegeven kwaliteitscriteria zijn indicatief. Door interacties tussen verschillende macro-ionen en door reacties met het bodemcompartiment en het biotische compartiment is het uitwerken van een gedetailleerde waterkwaliteitsnorm complex en locatie-afhankelijk. Met name geldt dit voor fosfaat (fixatie) en nitraat (denitrificatie). Echter, op basis van het conservatieve gedrag van het chloride-ion is via deze parameter wel een onderscheid in toepasbaarheid van effluentwater te maken.

4.6 Toetsing effluent aan eisen industrie

In de industrie wordt water gebruikt voor zowel hoogwaardige (proceswater) als laagwaardige toepassingen (spoel- en koelwater). Over het algemeen kan worden gesteld dat voor proceswater een vergaande demineralisatie (ontijzing, ontmanganing, ontharding) meer regel dan uitzondering is.

De mogelijkheden voor het inzetten van RWZI-effluent als substituut voor drink- of grondwater zal afhangen van de totale prijs per m³, inclusief eigen zuivering tot de gewenste kwaliteit. Kansrijke bedrijven zijn die, welke zich op afstand van oppervlaktewater bevinden, en aangewezen zijn op hard of ijzerrijk grondwater, of hard drinkwater.

In paragraaf 2.6 is reeds aangegeven dat -ten gevolge van het voorkomen van grote verschillen in eisen binnen de bedrijfscategorieën- het weinig zinvol is een kwantitatieve vergelijking van kwaliteitsparameters uit te voeren op landelijke schaal.

Aanbevolen wordt daarom, om een specifieke toetsing per kansrijk bedrijf uit te voeren binnen een straal rond een RWZI, waarbinnen inzet van effluentwater goedkoper is dan inzet van voorgezuiverd oppervlaktewater (B-water). Het gaat dan om RWZI's en industrieën die zich binnen het verdroogde areaal bevinden.

Kansrijke bedrijven zijn die welke een substantiële hoeveelheid hoogwaardig zoet water (leiding- en grondwater) inzetten voor laagwaardig gebruik, zoals koeling en spoeling. Vervanging van zoet oppervlaktewater ligt niet voor de hand, omdat met inzet van effluentwater geen financieel voordeel te behalen valt.

In die zin zijn de volgende industrietakken interessant (tussen haakjes is het percentage laagwaardig gebruik van het leiding- en grondwaterverbruik gegeven):

- voedings- en genotmiddelenindustrie (39%);
- chemische-, garen-, en vezelindustrie (35%);
- metaalwarenindustrie (23%);
- papierindustrie (5%).

Op de metaalwarenindustrie na, zijn deze industrietakken landelijk tevens de grootste gebruikers van zoet oppervlaktewater voor koeling.

5 Uitsluiten categorieën vragers

In dit hoofdstuk wordt aangegeven welke (sub)categorieën van vragers op basis van de in het vorige hoofdstuk uitgevoerde toetsing kunnen worden uitgesloten.

5.1 Landbouw

Substraatteelt komt op basis van de chloride-eisen niet in aanmerking als afnemer voor effluentwater. Voor de categorieën overige glastuinbouw, groente en fruitteelt is de potentiële afname afhankelijk van de werkelijke effluentwaarde van deze parameter: het maximaal acceptabele chloridegehalte ligt binnen de grenzen die voor effluent zijn gegeven. Ook glastuinbouw valt af wanneer we ons beperken tot aanvoer via oppervlaktewater.

Of van de subcategorieën binnen landbouw nog meerdere subcategorieën zullen afvallen is voorts afhankelijk van de hardheid, het ijzergehalte en de vereiste continuïteit in de aanbod van het effluentwater. Omdat hieromtrent nog onvoldoende bekend is, kan vooralsnog alleen substraatteelt worden uitgesloten.

Op kaart 7 zijn de kilometerhokken aangegeven, waarbinnen de gezamenlijke oppervlakte aan grasland, akker, boomkwekerij, boomgaard en populierenaanplant meer dan 5% bedraagt. Hiermee wordt een beeld geschetst van de potentiële vraagzijde vanuit de landbouw. Duidelijk blijkt dat in het overgrote merendeel van de kilometerhokken meer dan 5% van de oppervlakte in gebruik is bij een potentiële effluentvrager vanuit de landbouw.

5.2 Drinkwater

Wanneer de eisen aan de kwaliteit van het effluentwater voor gebruik als drinkwater voor mens en dier worden geconfronteerd met de kwaliteit van het effluent, dan kan geconcludeerd worden dat het effluent voor verschillende parameters niet voldoet aan de gestelde eisen. Los van de eisen voor organische microverontreinigingen is alleen al het gehalte aan thermotolerante bacteriën van de coli-groep voldoende om het effluent voor deze gebruikscategorie als ongeschikt te beoordelen.

5.3 Recreatiewater

Ook zwemwater valt af als gebruikscategorie doordat het gehalte aan colibacteriën in het effluent te hoog is.

Wanneer voor het gebruik als recreatief vaarwater wordt uitgegaan van de grenswaarden, valt ook deze gebruikscategorie af.

5.4 Stedelijk open water en groen

In paragraaf 4.4 is reeds geconstateerd dat voor alle geselecteerde parameters overschrijding van de normen kan plaatsvinden. Geconcludeerd wordt, dat het hergebruik van effluentwater ten behoeve van stedelijk open water en groen ook op basis van kwaliteitseisen afvalt.

5.5 Natuur

Op basis van de kwaliteitseisen die verschillende natuurtypen stellen vallen alle oligo- en mesotrofe categorieën (ecotooptypen) als directe afnemers van effluentwater af. Bovendien is als randvoorwaarde gesteld dat aanvoer van gezuiverd afvalwater via oppervlaktewater vanuit het aquatisch systeem moet zijn toegestaan.

De overblijvende ecotooptypen zijn in tabel 5.1 gerubriceerd:

Tabel 5.1 Standplaatstypen en ecotooptypen.

Vochttoestand	Hydrologisch proces	Type natuur	CML-Ecotooptypen
Aquatisch - stromend ¹⁵	Oppervlaktewater-stroming	Rivier + benedenloop beek	W18, W18p
Aquatisch - stagnant	Aanvoer vervuild oppervlaktewater/kwel van sterk vermist grondwater	Hypertrofe wateren (troebel, soortenarm)	W18, W18p, V18, V18d
Terrestrisch - Nat	Aanvoer vervuild oppervlaktewater/kwel van sterk vermist grondwater	Soortenarme ruigten, ruigt-elzenbos	P28, G28, R28, S28, B28
Terrestrisch - Vochtig	Aanvoer vervuild oppervlaktewater/kwel van sterk vermist grondwater	Ruigte, vochtig bos	P48, G48, R48, S48, B48, P48t

5.6 Industrie

Van de in paragraaf 4.6 genoemde bedrijfscategorieën valt de voedings- en genotmiddelenindustrie waarschijnlijk af, vanwege het risico van contaminatie en organoleptische effecten.

Kleur- en geureffecten zijn een hinderpaal voor de fabricage van papier voor de verpakking van levensmiddelen.

De metaalwarenindustrie zal bepaalde eisen kunnen stellen aan het zwevend stofgehalte, Fe en Mn-concentraties, omdat het koelwater in aanraking komt met het product.

Hoewel er a priori geen categorieën zijn uit te sluiten, kan samenvattend worden gezegd, dat de volgende bedrijfstakken minder waarschijnlijke afnemers van effluentwater zullen zijn:

1. voedings- en genotmiddelenindustrie - contaminatiegevaar
2. textiel/papier/grafische industrie - geur- en kleureffecten
3. instrumenten-, optische industrie - zuiverheid

¹⁵ Het kenmerk 'stroming' wordt in de CML-ecotopentypologie niet gebruikt, zodat de hier genoemde ecotopen overeenkomen met de 'stagnante ecotooptypen'.

6 Ruimtelijke inperking

In dit hoofdstuk worden de stappen 6 t/m 13 uitgewerkt, met als doel te komen tot een ruimtelijke inperking van potentieel kansrijke gebieden voor gebruik van effluentwater.

6.1 Verdroogde gebieden

Kaart 1 geeft de verdrogingskaart van Nederland (RIZA, IPO, 1995). Op basis van deze kaart heeft een eerste grove ruimtelijke inperking van te beschouwen gebieden plaatsgevonden: gebieden waar geen verdroging is opgetreden zijn uitgesloten voor verder onderzoek. Deze gebieden zijn tevens aangegeven op kaart 1.

Om te komen tot een verdere ruimtelijke inperking van gebieden waar hergebruik van effluentwater zinvol kan zijn, is onderscheid gemaakt tussen afname via het oppervlaktewaterstelsel en afname via pijpleidingen.

6.2 Ruimtelijke inperking afname via oppervlaktewater

6.2.1 Ligging RWZI's

De ligging van de RWZI's is aangegeven door middel van X- en Y-coördinaten. Bekeken is welke RWZI's buiten de verdroogde gebieden vallen (zie par. 6.1): deze worden verder buiten beschouwing gelaten. Voor de resterende RWZI's is de ligging -met gebruikmaking van ARC-INFO- toegekend aan de kilometervakken van het LKN-netwerk.

6.2.2 Ecotooptypen

Aanvoer van effluentwater is met name interessant voor verdrogingsgevoelige gebieden, waar aanvoer van effluentwater tot een verhoging van de grondwaterstand kan leiden. Hierbij dient bedacht te worden dat met de aanvoer van effluent via het oppervlaktewater geen gevoelige aquatische ecotooptypen worden benadeeld (zie kaart 5). Van belang zijn dus de terrestrische ecotooptypen die voorkomen op de verdrogingskaart en de aquatische ecotooptypen die gevoelig zijn voor aanvoer van effluentwater. Op kaart 2 is de ligging van de in par. 5.5 overgebleven ecotooptypen weergegeven.

Op deze wijze wordt een ruimtelijk beeld gegeven van de gebieden waar suppletie met effluentwater wenselijk kan zijn en zijn gebieden uitgesloten waar lozing van effluent wegens de kwaliteitseisen, gesteld door het aanwezige ecotooptype, niet is toegestaan.

6.2.3 Overige gebruikscategorieën

Op basis van de codering uit het LKN-bestand is per kilometervak bepaald of hierbinnen grondgebruiksklassen (exclusief natuur) voorkomen waarvoor hergebruik van effluentwater interessant kan zijn. De kilometervakken waarvoor dit niet het geval is, vallen af. Zoals uit kaart 7 is af te lezen, blijft het "niet-interessante gebied" beperkt tot de Veluwe, de Utrechtse heuvelrug, enkele duingebieden, de grote steden en vele relatief kleine, verspreid liggende gebieden.

6.2.4 Dichtheid waterlopen

Aangenomen is dat ten behoeve van het hergebruik bij grasland en akkerbouw nooit waterlopen zullen worden gegraven. Voorts is aangenomen dat aanvoer van te hergebruiken afvalwater voor grasland en akkerbouw plaats dient te vinden via minimaal A-watgangen. Wanneer de gemiddelde afstand groter is dan 500 m (2.000 m aan bruikbare waterlopen per kilometervak) is aangenomen dat de gebruikscategorieën grasland en akkerbouw geen potentiële afnemer zijn. Op basis van het LKN-bestand met gegevens over het oppervlaktewater, zijn dan ook de kilometervakken uitgesloten waarbinnen de gemiddelde afstand tussen de waterlopen groter is dan 500 m. Deze gebieden zijn aangegeven op kaart 8.

6.3 Ruimtelijke inperking afname via pijpleidingen

6.3.1 Ligging RWZI's

De RWZI's zijn aangegeven op kaart 3a en 3b op basis van de beschikbare X- en Y-coördinaten. Per RWZI is een cirkel getrokken die het gebied aangeeft waarheen -gegeven de capaciteiten van de RWZI's- tegen bepaalde kosten per m³, het water kan worden getransporteerd.

Tabel 6.1 geeft de transportafstanden voor aanvoer van effluentwater bij verschillende kostprijzen en variërende productiehoeveelheden, met bijbehorende buisdiameters.

Tabel 6.1 Transportafstanden aanvoer effluentwater via buisleiding (km).

kostprijs <i>f</i> /m ³	Cap. RWZI (i.e.'s)		
	Ø = 160 mm <i>Q</i> _{dwa} = 54 m ³ /h i.e.: 6.480	Ø = 300 mm <i>Q</i> _{dwa} = 191 m ³ /h i.e.: 22.920	Ø = 600m <i>Q</i> _{dwa} = 763 m ³ /h i.e.: 91.560
0,05	1,0 km	2,0 km	4,4 km
0,10	2,6 km	5,0 km	11,0 km
0,25	7,2 km	14,1 km	31,0 km
0,50	15 km	29,4 km	64,2 km

In bovenstaand voorbeeld is de maximale capaciteit van de buisleiding gedimensioneerd op de DWA.

In bijlage 9 is de kostenberekening voor de distributie van effluentwater via een buisleiding voor verschillende scenario's uitgewerkt.

Op kaart 3a en 3b is de ligging van de RWZI's aangegeven met hieromheen een gebied waarbinnen tegen een berekende kostprijs per kubieke meter van *f* 0,10 (kaart 3a) respectievelijk *f* 0,25 (kaart 3b) effluent water *via een pijpleiding* kan worden aangevoerd; in de berekening is uitgegaan van een maximale benutting van het aanbod. De conclusie is, dat tegen een kostprijs van *f* 0,10/m³ in nagenoeg heel Nederland effluentwater (van modale kwaliteit) via een pijpleiding kan worden aangevoerd.

7 Toetsing aan toekomstig, nagezuiverd effluent

7.1 Inleiding

In voorgaande hoofdstukken is uitgegaan van de huidige -modale- effluentkwaliteit. In dit hoofdstuk wordt bekeken of zich wijzigingen voordoen aan de vraagkant en de kostenzijde, wanneer wordt uitgegaan van de kwaliteit van toekomstig, nagezuiverd effluent (zie bijlage 10 en paragraaf 3.2).

7.2 Toetsing

Landbouw

Het chloridegehalte van nagezuiverd effluent zal niet beperkend zijn voor hergebruik in akkerbouw of grasland. Voor de overige gebruikscategorieën geldt hetzelfde als genoemd bij de toetsing voor de modale effluentkwaliteit (paragraaf 4.1): de geschiktheid voor toepassing is afhankelijk van het daadwerkelijke chloridegehalte. De effluentkwaliteit ten aanzien van de parameter hardheid zal waarschijnlijk voldoende zijn, het ijzergehalte kan voor normoverschrijding zorgen.

Drinkwater

Het gehalte coli in nagezuiverd effluent is beduidend lager dan dat van modaal effluent. Desalniettemin kan een overschrijding van de norm voor drinkwater voor de mens optreden met een factor 3. Bovendien geldt ook hier dat het gehalte aan bestrijdingsmiddelen en andere organische microverontreinigingen een factor van betekenis is, waardoor ook nagezuiverd effluentwater ongeschikt voor consumptie mag worden geacht.

Recreatiewater

Uit de toetsing blijkt, dat overschrijding van de norm voor coli voor zwemwater en recreatief vaarwater nog steeds voor kan komen (voor zwemwater zelfs met een factor 20, wanneer wordt gerekend met de normen volgens de WVO). Geconcludeerd kan worden dat ook nagezuiverd effluentwater niet zonder meer geschikt is voor recreatievaart en/of zwemmen.

Stedelijk open water en groen

Totaal stikstof en totaal fosfaat voldoen aan de norm. Toetsing van de normen voor chloride en coli levert een mogelijke overschrijding op voor de parameters chloride en coli (voor coli zelfs tot een factor 3). Ook hier geldt echter de nuancering dat de actuele waterkwaliteit voor sommige parameters veel slechter kan zijn dan die van nagezuiverd effluent.

Natuur

Voor mesotrofe standplaatstypen is het gehalte aan P-tot niet beperkend (zoals bij de huidige modale effluentkwaliteit wel het geval was), maar het chloridegehalte wel. Voor de oligotrofe standplaatstypen is het chloride- en sulfaatgehalte nog steeds beperkend. Hierdoor blijven voor directe toepassing van effluent enkel de eutrofe standplaatstypen met bijbehorende ecotooptypen geschikt.

Industrie

De ten gevolge van nazuivering verbeterde kwaliteit zal ongetwijfeld aantrekkelijker zijn voor diverse industriële toepassingen. Zeker als deze kwaliteitsontwikkeling zich autonoom voltrekt. Als de nazuiveringskosten echter door de afnemer zullen moeten worden gedragen, dan mag niet zondermeer verondersteld worden dat dan ook de vraag naar effluentwater zal toenemen.

7.3 Kosten van nazuivering

Voor de in paragraaf 3.2 in beschouwing genomen nazuiveringsvariant blijft de kostprijs per m³ nagenoeg constant, en is onafhankelijk van de zuiveringscapaciteit. In het RIZA-onderzoek is een kostprijs berekend van f 1,94/m³.

7.4 Conclusies

Met uitzondering van de toepassing ten behoeve van het industrieel gebruik, heeft toetsing aan de toekomstige nagezuiverde effluentkwaliteit geen consequenties voor de toepassingsmogelijkheden. Voor de meeste subcategorieën van natuur en landbouw bijvoorbeeld vormen zouten nog steeds een probleem.

Nazuivering kost uiteraard geld en zal de kostprijs van effluent verhogen. In veel gevallen zal verdergaande nazuivering echter niet plaatsvinden om reden van afzet als E-water, maar om reden van bescherming van kwetsbaar oppervlaktewater. Op dat moment is niet de kostprijs van effluent maatgevend. Effluent met een bepaalde kwaliteit is dan beschikbaar. Aan de vraagkant moet dan blijken of deze kwaliteit voldoende is of nog een verdergaande zuivering behoeft, om te kunnen voldoen aan de door de potentiële afnemer gestelde eisen. De kosten van extra nazuivering moeten kunnen concurreren met andere typen water, zoals oppervlaktewater, B-water en grondwater.

Als de kosten van tertiaire (na)zuivering van effluent echter volledig zullen worden doorberekend aan de afnemer, dan zal de prijs van effluentwater minder concurrerend worden ten opzichte van grond- en B-water. De verhoging van kosten ligt in dat geval in de orde van grootte van een factor 10 tot 20.

8 Doorkijk voor het landelijk gebied

8.1 Inleiding

Uit de confrontatie van effluentwaterkwaliteit en de eisen die door de verschillende gebruikerscategorieën worden gesteld, en de daarop gebaseerde ruimtelijke analyse komt het beeld naar voren dat in vrijwel geheel Nederland de landbouw een potentiële afnemer is van gezuiverd afvalwater.

Voor natuur als potentiële gebruikscategorie ligt het anders: enerzijds kan verdroogde (eutrofe) natuur een potentiële vrager zijn, aan de andere kant moet gevoelige (mesotrofe en oligotrofe) natuur niet verontreinigd worden met eutroof effluentwater (bijvoorbeeld door aanvoer via het oppervlaktewater). Dit laatste geldt m.n. voor de aquatische natuur.

Voor aanwending van effluent via het oppervlaktewatersysteem (in het landelijk gebied de voor de hand liggende manier), is gesteld dat de dichtheid hiervan voldoende moet zijn om zinvolle aanwending fysiek mogelijk te maken. De daarvoor gehanteerde maat (onderlinge afstand van A-watgangen minder dan 500 m) levert globaal het beeld op dat alleen in het lage deel van Nederland aanwending van gezuiverd afvalwater in het landelijk gebied een reële optie is.

De aldus geformaliseerde analyse om te komen tot een ruimtelijk beeld van kansrijke gebieden voor aanwending van gezuiverd afvalwater in het landelijk gebied zal in dit hoofdstuk worden aangevuld met een minder geformaliseerde analyse. Deze analyse is gegrond op een typering van de huidige situatie, en een, op expertise en studies gebaseerde, prognose van te verwachten ontwikkelingen ten aanzien van het gebruik van gezuiverd afvalwater voor de middellange termijn (10 à 15 jaar).

8.2 Typering van de huidige situatie en te verwachten ontwikkelingen

Bij de analyse van de huidige situatie en te verwachten ontwikkelingen in het landelijk gebied zal onderscheid worden gemaakt in gebruik van effluentwater door waterbeheerders en het gebruik ervan door de afnemers zelf.

8.2.1 Gebruik door waterbeheerders

Waterbeheer is geen doel op zich en is om die reden niet geïdentificeerd als afnemer. Echter, waterbeheerders worden geacht op te treden namens de betalers van water- of zuiveringslasten en zijn om die reden hier als potentiële afnemer beschouwd.

In de huidige situatie wordt het meeste gezuiverd afvalwater geloosd op grotere wateren. In het hoge deel van Nederland zijn dat veelal beken of kanalen, in het lage deel veelal boezemwateren. De situatie voor hoog en laag Nederland is dermate verschillend dat ze apart worden behandeld.

Lage deel van Nederland

In het lage deel van Nederland is het handhaven van een bepaald peil een van de belangrijkste taken van de waterbeheerder (getuige de peilbesluiten). In het brakke deel kan doorspoeling van het oppervlaktewaterstelsel met zoet water, met het oog op landbouwkundige eisen een bijkomende taak zijn. Technisch wordt dit gerealiseerd door een stelsel van kunstwerken en waterlopen, en door aanvoer van water. Dit aangevoerde water is overwegend Rijnwater en Maaswater. Hoewel de kwaliteit van dit water aan het verbeteren is, kan gesteld worden dat in het hoofdaanvoerstelsel -ten gevolge van wateraanvoer- vrijwel nergens meer sprake is van de aanwezigheid van gebiedseigen water in met name de zomer.

Gesteld kan worden dat het gezuiverd afvalwater nu en in de toekomst beter geschikt is als bron van watervoorziening dan Rijnwater, omdat de chemische samenstelling (met name de hardheid) -ook na een doorzettende verbetering van de waterkwaliteit- sterk zal blijven afwijken van de gewenste samenstelling. Maaswater lijkt qua chemische samenstelling meer op gebiedseigen water. Indien de gehalten aan bestrijdingsmiddelen en zware metalen in de toekomst zullen afnemen of wanneer deze stoffen 'onderweg' achterblijven, is Maaswater te verkiezen boven gezuiverd afvalwater. Het passieve gebruik van gezuiverd afvalwater, als middel om peilbeheer en doorspoeling te realiseren, is en blijft daarom normale praktijk.

De kleigronden in het zuidwesten van Nederland en in de Flevopolders verdienen speciale aandacht. Bij gebruik van de kleigronden voor akkerbouw wordt algemeen aangenomen dat wateraanvoer voor beregening niet rendabel is (wateraanvoer voor peilhandhaving is bij dergelijke gebieden niet aan de orde). Toch wordt er op met name de Zuidhollandse eilanden voor dit doel water aangevoerd, vooral vanwege de 'nabijheid' van zoet Maaswater uit het Haringvliet. In Zeeland zijn kostbare aanvoerplannen gerealiseerd of in uitvoering, waarbij de mogelijke omschakeling naar hoog-rendende gewassen de motor achter deze plannen is geweest. In de Flevopolders wordt in delen wateraanvoer gerealiseerd, ten behoeve van nachtvorstbestrijding in de fruitteelt. De benodigde piekaanvoer is echter hoog en bovendien is deze wateraanvoerbehoefte slechts enkele weken van belang. Daarom zal effluentwater hier niet voor worden aangewend. Echter in de Flevopolders wordt ook uit grondwater beregend. Er bestaat de wens de grondwateronttrekking voor dit doel terug te dringen en men denkt mee te kunnen liften met het fruitteeltproject. In dat geval is gebruik van effluentwater zeker te overwegen.

Te verwachten is dat de beschikbaarheid van zoet Maaswater in het Zuidwesten in de toekomst zal afnemen (door de voorgenomen verzouting van de Haringvliet). Een mogelijk alternatief is het gebruik van gezuiverd effluentwater, vooral door de aanwezigheid van veel aanbod in de 'buurt' en het feit dat de grootste behoefte in Zeeland samenvalt met het toeristenseizoen. De 'matching' tussen vraag en aanbod verdient nader uitwerking.

Hoge deel van Nederland

Op grond van de ruimtelijke analyse is het oppervlaktewaterstelsel in het hoge deel van Nederland fysiek ongeschikt voor aanwending van gezuiverd afvalwater. De huidige praktijk is echter dat de waterbeheerders een peilbeheer voeren dat is gericht op het handhaven van zomerstreefpeilen met maximaal gebruikmaking van gebiedseigen water (via passieve en actieve waterconservering). In de regel is daarmee niet te voorkomen dat de oppervlaktewaterstand in de loop van het groeiseizoen gaat dalen. Het gezuiverd afvalwater dat op het oppervlaktewaterstelsel wordt geloosd zorgt ervoor dat (in delen van het beheersgebied) de waterstand wel op het gewenste peil blijft. Deze passieve aanwending van gezuiverd afvalwater is de normale praktijk.

In die gebieden waar wateraanvoer mogelijk is doet zich de keuze voor tussen gebruik van Rijn- of Maaswater of het gebruik van effluentwater. De huidige praktijk is hierin niet eenduidig. In bijvoorbeeld het waterschap De Aa en de Dommel en in waterschappen in het oosten en noorden van Nederland wordt effluent van diverse RWZI's gebruikt als bron voor peilhandhaving, terwijl in het waterschap van De Maaskant het effluent van één van de drie zuiveringen via persleidingen wordt geloosd op de Maas. Te verwachten valt dat door de verbetering van de effluentwaterkwaliteit, effluent maximaal zal worden ingezet als middel voor realisering van het gewenste peilbeheer.

8.2.2 Gebruik door landbouw en natuur

In bovenstaande is het gebruik van effluent door waterbeheerders aan de orde geweest. Een andere mogelijkheid is aanwending van effluent op de landbouwbedrijven zelf of in natuurterreinen. Daarbij is onderscheid te maken tussen hergebruik van de eigen afvalwaterstroom en gebruik van gezuiverd afvalwater afkomstig van RWZI's.

Gebruik eigen afvalwater

Onder de noemer "waterketenbeheer" wordt in diverse studies en fora nagegaan in hoeverre het hergebruik van de afvalwaterstroom van agrarische bedrijven een mogelijkheid is het waterverbruik terug te dringen, danwel een bijdrage te leveren aan verdrogingsbestrijding, danwel een alternatief te zoeken voor aansluiting op de riolering.

Het afvalwater bestaat uit huishoudelijk afvalwater en spoelwater uit de stallen. Indien dit water wordt gezuiverd via een helofytenfilter is gebruik op eigen bedrijf voor de hand liggend. In diverse provincies zijn proeven gaande met deze vorm van hergebruik. In hoeveelheden uitgedrukt zal het echter nooit een belangrijke toepassing worden.

Met het oog op de bemestingsnormen is het te verwachten dat bedrijven met een hoge veebezetting over zullen gaan op zuivering van de vloeibare dierlijke mest in een eigen (collectieve) zuiveringsinstallatie. De kwaliteit van dit water zal zodanig zijn dat directe lozing op het oppervlaktewater problematisch zal worden. De huidige praktijk van injecteren zal derhalve worden gehandhaafd. Echter de betere kwaliteit

(ten opzichte van gier) biedt meer mogelijkheden voor aanwending tijdens het groeiseizoen, als aanvulling op de behoefte aan water voor verdamping van landbouwgewassen.

Gebruik gezuiverd afvalwater van RWZI's

Het gebruik van gezuiverd afvalwater van RWZI's op bedrijfsniveau is momenteel in Nederland nog nergens gerealiseerd. Wel is er een haalbaarheidsstudie uitgevoerd voor gebruik van het effluent van de zuiveringsinstallatie in Ruurlo (Gld), in het kader van het Voorbeeldplan "Effluentboeren" (Vissers e.a., 1994). In het hierna volgende zullen de voornaamste bevindingen uit het rapport betreffende de technische realisatie (Binnendijk e.a., 1993) worden beschreven.

Het primaire doel van aanwending van het effluent van de zuiveringsinstallatie van Ruurlo is bestrijding van de verdroging, door vergroting van de aanvulling van het grondwater. De mogelijkheden daarvoor welke zijn onderzocht zijn: beregening, bevoeiing, infiltratie via drains en infiltratie via een dicht slotenstelsel. De volgende conclusies uit de haalbaarheidsstudie zijn relevant:

1. Vanwege de eis van vergroting van de grondwateraanvulling moet het effluent op hogere gronden worden aangewend. Op lagere gronden is er 'van nature' geen ruimte voor vergroting van de grondwateraanvulling; er is al een grondwateraanvullingsoverschot dat via het lokale ontwateringssysteem moet worden afgevoerd.
2. De belasting van stikstof en fosfaat via het effluentwater blijft beneden de normen.
3. Zware metalen geven nauwelijks problemen, mits het effluent over voldoende oppervlakte wordt verspreid.
4. Bevoeien geeft een aanzienlijke verhoging van de grondwaterstand ter plaatse. De regionale doorwerking is aanzienlijk (hangt uiteraard af van de geohydrologische eigenschappen ter plaatse).
5. Infiltratie via drains geeft vooral in de zomer fors hogere grondwaterstanden.
6. Infiltratie via sloten is mogelijk maar daarvoor is een groter oppervlakte nodig.
7. De kosten voor inrichting van het infiltratiesysteem zijn aanzienlijk en variëren van circa f 1.000,00 per ha (vloeivelden) tot circa f 4.500,00 per ha (aanleggen drains).
8. Op bedrijfsniveau kan aanwending van effluent in natte perioden leiden tot belemmering van de bedrijfsvoering (bij bevoeien of beregenen) of tot andere vormen van natschade. Daar staat tegenover dat de watervoorziening in de zomer wordt verbeterd.
9. Per saldo zal de graslandverbouwende agrariër (de meest geëigende agrarische afnemer) er geld bij moeten krijgen wil hij mee werken aan aanwending van effluent op zijn/haar bedrijf.

De vraag is in hoeverre deze resultaten extrapoleerbaar zijn naar andere regio's of naar de toekomst. Belangrijk is vast te stellen dat de vraag naar gezuiverd afvalwater vanuit de landbouw en het aanbod ervan in de tijd niet goed in de pas lopen. Het lijkt daarom aantrekkelijk dit probleem op te lossen door buffering, bij voorkeur in het grondwatersysteem.

Bedrijfseconomisch gezien is het gebruik van effluentwater waarbij zowel gedurende droge als natte perioden effluent moet worden afgenomen, een verliesgevende zaak. Agrariërs kunnen daarom alleen worden overgehaald effluent aan te wenden:

- a. indien daar een vergoeding tegenover staat;
- b. indien de verplichting vervalt ook effluent af te nemen als er geen behoefte aan bestaat.

Beide aspecten zullen in de nabije toekomst nader dienen te worden uitgewerkt zodat er een praktijk ontstaat dat aanwending van effluent als middel voor verdrogingsbestrijding normaal wordt. Uit het oogpunt van sluiting van kringlopen is met name aanwending in intrekgebieden van permanente (grond) waterwinningen het meest interessant, te meer daar de hydrologische omstandigheden veelal gunstig zijn voor vergroting van de grondwateraanvulling. De aanwending van gezuiverd afval water binnen de grenzen van de intrekgebieden van de grondwaterwinning is -op grond van het Infiltratiebesluit- echter (voorlopig) niet toegestaan. Aanwending van effluentwater in de omgeving van de winning (buiten het intrekgebied maar wel binnen het verlagingsgebied) biedt mogelijk wel perspectieven.

Het gebruik van gezuiverd afvalwater door natuurterreinbeherende instanties is tot nu toe geen punt van aandacht. Wanneer bij natuurterreinen ook gedacht wordt aan beheersgebieden, zijn er misschien wel mogelijkheden. In dat geval kunnen agrariërs, via bijvoorbeeld beheersvergoedingen, worden overgehaald

tot het aanwenden van gezuiverd afvalwater, onder de randvoorwaarde dat de aanwezige of gewenste natuur geen belemmering vormt voor de agrarische bedrijfsvoering. Het gebruik van gezuiverd afvalwater in bufferzones rond natuurgebieden is toegestaan, mits het natuurgebied bovenstrooms van de bufferzone is gelegen. Dit is bijvoorbeeld het geval in de bufferzone rond de Groote Peel, waarin het peil zo hoog mogelijk wordt opgezet. In de daarvoor benodigde wateraanvoer kan ook door gezuiverd afvalwater worden voorzien.

8.3 Aanbevelingen

In dit hoofdstuk is een aantal ontwikkelingen geschetst met betrekking tot het gebruik van gezuiverd afvalwater in het landelijk gebied. Een aantal van deze ontwikkelingen is nog verwijderd van de huidige praktijk. Zowel in technische, milieuhygiënische als organisatorische zin is een nadere uitwerking noodzakelijk. Het verdient daarom aanbeveling *proefprojecten* uit te voeren à la "de effluentboer" (hetgeen door het Zuiveringsschap Oost-Gelderland reeds wordt gedaan) en proefprojecten uit te voeren die tot doel hebben het gebruik van effluentwater in recreatiegebieden en verlagingsgebieden van grondwaterwinnings te onderzoeken.

9 Doorkijk voor de industrie

9.1 Inleiding

Uit de inventarisatie van de eisen ten aanzien van de gewenste kwaliteit water voor gebruik als proces-, koel- of spoelwater door de industrie blijkt dat er a priori geen harde uitspraken kunnen worden gedaan ten aanzien van de geschiktheid van RWZI-effluent als geschikt alternatief. De kwaliteitseisen verschillen per branche en zelfs per individueel bedrijf.

In dit hoofdstuk zal ingegaan worden op de factoren die van invloed zijn op het gebruik van een bepaald soort water voor industriële toepassing. Tevens zal worden aangegeven welke strategieën vervolgens kunnen worden ontplooid om RWZI-effluent (E-water) als product voor de industrie te ontwikkelen.

9.2 Watergebruik in de industrie

In tabel 9.1 is per branche het industriële zoetwaterverbruik aangegeven, gedifferentieerd naar branche, deelverbruik en watertype¹⁶.

Uit deze tabel is het volgende af te leiden:

- 78% van het zoetwaterverbruik is bestemd voor koeling;
- 73% van het zoetwaterverbruik is afkomstig van zoet oppervlaktewater, de overige 27% is nagenoeg gelijkelijk verdeeld over leidingwater en grondwater.

Met name het laagwaardig gebruik (koeling, spoeling) van hoogwaardig water (grond-en drinkwater) is kandidaat voor vervanging door water van een lagere kwaliteit.

Hieronder zijn voor een aantal bedrijfstakken de overwegingen ten aanzien van de inzet van laagwaardige kwaliteit water samengevat.

Voedings- en genotmiddelenindustrie (SBI-code 20/21)

Deze industrie gebruikt water vooral als koelwater en proceswater. Vanuit de Warenwet worden strenge eisen gesteld aan de kwaliteit van het water, waardoor het aantal toepassingen beperkt is. Inzet van laagwaardig water is mogelijk op de volgende plaatsen:

- indirecte koelsystemen waarbij water niet direct in contact komt met producten;
- ketelvoedingswater (circa 5 tot 10% van totale waterverbruik), hierbij wordt het water in feite gedesinfecteerd. Daar waar stoom indirect wordt toegepast (dus niet in contact komt met levensmiddelen) is vervanging mogelijk. Omdat het ketelvoedingswater van hoge kwaliteit (ten aanzien van hardheid en geleidbaarheid) dient te zijn beschikken de meeste bedrijven over onthardingsinstallaties.
- spoelwater waarbij er geen eisen worden gesteld aan de bacteriologische betrouwbaarheid van het water. Bijvoorbeeld het spoelen van kratten.

Deze branche is daarnaast bevreesd voor mogelijke negatieve gevolgen van het gebruik van een laagwaardige kwaliteit water op de organoleptische kwaliteit (smaak, geur) van hun producten.

¹⁶ Bron: Watervoorziening bij bedrijven, CBS, 1991

Tabel 9.1 Zoetwaterverbruik van industrie (per bedrijfsklasse) en delfstoffenwinning, in mln. m³ per jaar
(Bron: C.B.S., 1991)

SBI	Branche	Leidingwater		Zoet grondwater		Zoet oppervlakte- water		Zoetwaterverbruik	
		Totaal	w.o. voor koeling	Totaal	w.o. voor koeling	Totaal	w.o. voor koeling	Totaal	w.o. voor koeling
1	Delfstoffenwinning	0,49	0,07	0,07	0,05	0,05	0,02	0,61	0,14
20/21	Voedings- en genotmiddelen- industrie	33,84	5,78	75,83	37,42	93,53	81,37	203,20	124,57
22	Textielindustrie	3,14	0,37	4,50	0,26	3,73	0,73	11,37	1,36
23/24	Kleding- en lederindustrie	0,52	0,06	0,21	0,07	0,04	0,01	0,77	0,14
25	Hout en meubelindustrie	1,94	0,11	0,12	0,08	0,03	0,01	2,09	0,20
26	Papierindustrie	9,85	0,37	30,85	1,76	57,44	46,32	98,14	48,45
27	Grafische industrie	2,90	0,34	1,01	0,86	0,10	0,04	4,01	1,24
28	Aardolie industrie	26,85	4,47	0,21	0,21	2,81	2,81	29,87	7,49
29/30	Chemische-, garen- en vezel- industrie	49,03	12,20	43,11	20,07	846,66	810,70	938,80	842,97
31	Rubber en kunststofverw. industrie	2,86	1,84	14,70	14,11	1,60	1,56	19,16	17,51
32	Bouwmaterialenindustrie	4,97	0,39	14,46	1,63	157,18	153,73	176,61	155,75
33	Basismetaleindustrie	37,03	33,69	7,01	4,25	2,61	2,34	46,65	40,28
34	Metaalproductenindustrie	14,41	1,24	3,92	2,96	2,13	1,70	20,46	5,90
35	Machine industrie	7,77	0,82	1,25	0,78	0,33	0,25	9,35	1,85
36	Elektrotechnische industrie	15,61	2,60	6,03	3,87	0,65	0,30	22,29	6,77
37	Transportmiddelenindustrie	10,11	0,68	0,55	0,39	1,96	0,20	12,62	1,27
38/39	Instrumenten-, optische en overige industrie	0,97	0,10	0,75	0,05	0,10	0,02	1,82	0,17
Totaal		222,29	65,13	204,58	88,82	1.170,95	1.102,11	1.597,82	1.256,06

Textiel, kleding, hout, papier en grafische industrie (SBI 22-27)

In deze bedrijfstak wordt met name veel proceswater gebruikt. De grotere bedrijven hebben vaak een aanvullende zuivering om de kwaliteit van het water op de procesgebonden kwaliteitseisen te brengen. Op basis van informatie uit de bedrijfstakken is aangenomen dat deze geen drinkwaterkwaliteit nodig hebben.

In verband met het directe contact met het product is voor de inzet als proceswater de aanwezigheid van zwevende stof, Fe, Mn en de hardheid van belang.

Voor de papierindustrie zijn de in tabel 9.2 weergegeven algemene kwaliteitseisen bekend (Krachtwerktuigen, 1992):

Tabel 9.2 Kwaliteitseisen papierindustrie

Parameter	Vanwege invloed op:
Temperatuur	Ontwatering bij zeefinstallaties
Hardheid	Schaalvorming, verstopping
Chloride, geleidingsvermogen	Corrosie
Zuurgraad	Proces, aanmaak hulpstoffen
IJzer en mangaan	Verstopping, corrosie, kleur product
Vrij aluminium	Productkwaliteit

Parameter	Vanwege invloed op:
Reuk en geur	Productkwaliteit (papier voor levensmiddelen)
Oppervlakte-actieve stoffen	Proces, aanmaak hulpstoffen
Zware metalen, org. microverontreinigingen	Proces, productkwaliteit, lozingseisen
Micro-organismen	Proces, productkwaliteit

Chemische/kunststofverwerkende industrie (SBI 29/31)

Ongeveer de helft van het ingenomen water wordt als koelwater gebruikt. In veel gevallen wordt hiervoor oppervlaktewater ingezet. Voor de toepassing als proceswater is in veel gevallen een aanvullende zuivering (bijvoorbeeld ontharding, demineralisatie) operationeel. Voor proceswater is in de meeste gevallen geen drinkwaterkwaliteit vereist.

Voor de garen- en vezelindustrie zijn de volgende waterbehandelingen en waterkwaliteitseisen bekend (Krachtwerktuigen, 1992):

Tabel 9.3 Kwaliteitseisen garen- en vezelindustrie

Waterbehandelingstechniek	Kwaliteitseisen
Ontijzering	Fe < 1,0 mg/l
Ontmanganing	Mn < 1,0 mg/l
Ontharding	hardheid < 0,1 °D

Bouwmaterialenindustrie (SBI 32)

Het water wordt hier voornamelijk ingezet als proceswater (b.v. om verstuuving tegen te gaan). Aan dit water worden geen hoge kwaliteitseisen gesteld. In verband met directe contact met het product is de aanwezigheid van zwevende stof, ijzer en mangaan van belang.

Metaalwarenindustrie (SBI 33-36)

Een groot deel van het water wordt als koelwater gebruikt (m.n. bij de basismetalaalindustrie). Het water komt hierbij in direct contact met het product, waardoor kwaliteitseisen in relatie tot mogelijke afzettingen (Fe, zwevende stof) worden gesteld.

Transportmiddelenindustrie (SBI 37)

Het gebruik van water in deze branche is vergelijkbaar met die van de metaalwarenindustrie. Zwevende stof, Fe en Mn zijn hierbij de belangrijkste kwaliteitsparameters.

Instrumenten, optische en overig (SBI 38/39)

Voor zover er direct contact is tussen het water en de producten worden hoge eisen gesteld aan een groot aantal parameters. Is dit niet het geval dan ligt de vereiste kwaliteit op dezelfde lijn als die van de andere branches waar ook proces/spoelwater wordt gebruikt.

9.3 Laagwaardige kwaliteit water (B-water) en RWZI-effluent (E-water)

Als alternatief voor de hoogwaardige (A-)watersoorten *drinkwater* en *grondwater* komt de laatste jaren het begrip B-water voor laagwaardige toepassingen in beeld. Onder B-water wordt verstaan: halffabriek water, bestaande uit oppervlaktewater of oeverinfiltraat dat een beperkte zuivering heeft ondergaan. Het concept is/wordt uitgewerkt door de waterleidingbranche en gericht op de industriële sector. Overigens kan elke particulier B-water leveren. Kenmerk is dat het water bacteriologisch onbetrouwbaar is en dat nutriënten en zouten, alsmede organische microverontreinigingen onverminderd de zuiveringsstap passeren. De zuivering bestaat voornamelijk uit de verwijdering van zware metalen en zwevende stof. Overi-

gens wordt B-water nog slechts op beperkte schaal in Nederland geleverd. Een kwaliteitsnormering voor B-water bestaat niet.

In het voorliggende rapport wordt ingegaan op de mogelijkheden van inzet van RWZI-effluent. Voor deze categorie water wordt de verder de term *E-water* gehanteerd. Dit watertype wordt in de huidige vorm gekenmerkt door relatief hoge zout-, nutriënt-, ijzer- en zwevende stofgehalten ten opzichte van uit oppervlaktewater bereid B-water.

Voor de industriële sector geldt dat de totaalprijs per m³ van het voor het betreffende bedrijfsproces benodigde water doorslaggevend is. In onderstaande tabel zijn de kostenfactoren van verschillende watertypen met elkaar vergeleken:

Tabel 9.4 Relatieve kostenvergelijking watertypen

Watertype	Drinkwater	Grondwater	B-water	E-water
Kostenfactor				
Productie	++	o	o ¹⁷	--
Distributie	-- ¹⁸	--	++	++
Nabehandeling	--	+	+	++
Indicatieve m3-prijs (f)	1,75	0,75 ¹⁹	1,00	0,10-0,25

++ = zeer hoge kosten

- = lage kosten

+ = hoge kosten

-- = zeer lage kosten

o = matige kosten

Voor de laagwaardige watertypen B- en E-water blijkt dat de kosten van distributie via het leidingnet bepalend zijn. De extra kosten van nabehandeling van ongepolijst E-water wegen in veel gevallen op tegen de hogere kwaliteit van B-water, doordat het aantal en dichtheid van de productielocaties (RWZI's) van E-water vele malen hoger is. Gevolg hiervan is dat de gemiddelde transportafstand van RWZI-effluent veel lager zal liggen.

9.4 Potentiële vervanging door laagwaardig water (B- of E-kwaliteit)

Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (WML, 1991; WML, 1995; provincie Noord-Brabant, 1991; WOB, 1995) worden de volgende maxima en minima ingeschat voor de inzet van laagwaardige kwaliteit water in de diverse bedrijfstakken. Deze inschattingen zijn samengevat in tabel 9.5. Het betreffen met nadruk inschattingen op basis van literatuur en interviews met bedrijven, en inschattingen op basis van expert-judgement.

Of bedrijven volgens het minimum of maximum scenario een laagwaardige kwaliteit water afnemen wordt met name bepaald door:

- kosten afname laagwaardige kwaliteit water;
- mogelijkheden en kosten waterbesparing (bijvoorbeeld inzet andere koelsystemen).

¹⁷ eenvoudige voorzuivering

¹⁸ vanwege het grote aantal afnemers

¹⁹ inclusief energie, grondwaterheffing en ontharding/ontijzing

Tabel 9.5 Raming potentiële inzet laagwaardige kwaliteit water per branche

SBI	Branche	% min	% max
20/21	voedings/genotmiddelen	5%	30%
22/27	textiel/kleding/hout/papier	20%	50%
28	aardolie industrie	?	?
29/31	chemische ind./rubber/kunststofverw.	20%	50%
32	bouwmaterialenind.	?	?
35-36	machine/elektrotechnisch	40%	80%
37	transportmiddelenind.	15%	60%
38-39	instrumenten/optische en overige	?	?

Uit ervaringen met soortgelijke projecten is gebleken dat voor de mogelijke aanwending van een laagwaardige kwaliteit water binnen een bedrijfstak grote verschillen kunnen voorkomen. Kennelijk is de vereiste waterkwaliteit per branche moeilijk te categoriseren.

Daarom lijkt toetsing op gebruiksdoeleinden, meestal gerelateerd aan de kwaliteit van het water, een beter beeld te geven van potentiële vervangingsmogelijkheden dan branche gerichte toetsing.

Bijvoorbeeld vrijwel alle industrieën maken gebruik van stoomketels. Het daarvoor gebruikte water dient voor vrijwel alle industrieën te voldoen aan dezelfde eisen. Deze lijn kan ook doorgetrokken worden voor (indirect) koelwater en in mindere mate ook voor spoelwater. De grootste verschillen komen voor in het gebruik van proceswater. Er treedt immers direct contact op met het product en vaak wordt het water gebruikt als transportmiddel, synthesesstof danwel als toeslagstof.

9.5 Geografische factoren

De dichte geografische spreiding van RWZI's in aanmerking genomen, zal effluentwater meestal tegen een concurrerende m³-prijs kunnen worden aangeboden. RWZI-effluent is daarom interessant voor bedrijven die op afstand van voldoende oppervlaktewater zijn gevestigd en voor laagwaardige gebruikstoepassingen (bijvoorbeeld koeling) aangewezen zijn op drink- of grondwater.

B-water productielocaties daarentegen, zullen zich juist langs de grote rivieren en meren vestigen. De afnemers van (kwalitatief beter) B-water zullen zich op niet al te grote afstand van deze productielocaties moeten bevinden. De prijs per m³ is gevoelig voor de lengte en diameter van de persleiding. Een uitzondering wordt gevormd door de levering van B-water voor de landbouw in Zeeland vanuit de Biesbosch, via reeds bestaande drinkwaterinfrastructuur van het betreffende waterleidingbedrijf.

Qua kostprijs is grondwater een concurrent voor met name B-water, en in mindere mate voor effluentwater, afhankelijk van de kwaliteit van het grondwater (hardheid, ijzergehalte).

Op landelijke schaal bekeken, komt vooral het hoge (Pleistocene) deel van Nederland in aanmerking voor industriële toepassing van RWZI-effluent (E-water), vanwege de afstand tot grote oppervlaktewateren.

Daarnaast zijn die bedrijven potentiële afnemers die in de nabijheid van een bestaande persleiding tussen een RWZI en een lozingspunt liggen. Naast de fors lagere kosten voor distributie (de leiding ligt er al), kan ook worden bespaard op de energiekosten voor het oppompen van oppervlakte- of grondwater.

Clusters van potentieel geïnteresseerde bedrijven zijn bevorderlijk voor een succesvolle toepassing van effluentwater, omdat in dat geval de kosten voor het distributienet kunnen worden gedeeld, waardoor een aanzienlijke besparing op de m³-prijs kan worden gerealiseerd.

Op macroniveau tekenen zich de volgende interessante industriële concentratiegebieden af (zie ook kaart 9):

- Oost Brabant, met Eindhoven-Helmond als centra;
- het gebied tussen Venlo en Nijmegen;
- Breda/Roosendaal/Bergen op Zoom;
- Twente (Hengelo-Almelo-Enschede);
- Zuid-Oost Drenthe;
- Oost Friesland (Drachten-Heerenveen).

Op microniveau zijn ook buiten genoemde regio's RWZI's vaak op industrieterreinen en bedrijvenparken gevestigd, zodat in die gevallen vraag en aanbod - door de korte afstand - wellicht vrij gemakkelijk tot elkaar kunnen worden gebracht.

9.6 Strategie voor de ontwikkeling van effluentwater als product

De *totale* kostprijs van industrieel water zal de bepalende factor zijn in de keuze tussen drink-, grond-, B- of effluentwater. Een prijsvergelijking is slechts zinvol wanneer daarin betrokken wordt de nazuivering tot de door de afnemer gewenste kwaliteit, die van bedrijf tot bedrijf verschilt.

De nabehandeling tot de gewenste kwaliteit kan aan de bron (RWZI) plaatsvinden, bij de afnemer, of een combinatie van beide. In de industrie wordt reeds op grote schaal en in eigen beheer aan ontharding en demineralisatie van (grond)water gedaan.

De kwaliteit-prijs verhouding van het door RWZI's te leveren water zal op de lokale vraag moeten worden afgestemd, waarbij deze een afweging is van de kwaliteitswensen per potentiële afnemer binnen een cluster.

Het verkopen van effluentwater als alternatief voor de industriële sector zal de volgende stappen moeten doorlopen:

1. marktverkenning in interessante regio's (via Kamers van Koophandel);
2. selectie en clustering van potentieel geïnteresseerde bedrijven;
3. benaderen van bedrijven;
4. gewenste kwaliteit en kwantiteit bepalen;
5. voor elk cluster de optimale effluentkwaliteit bepalen;
6. kostenberekeningen zuivering, distributie en bedrijfsinterne kosten;
7. offerte uitbrengen;
8. bindende afspraken maken met bedrijven binnen cluster.

9.7 Voorbeelden van een gebiedsgerichte aanpak

Ter illustratie van de geschetste regionale aanpak volgen hieronder enkele voorbeelden van potentiële afnemers van laagwaardige kwaliteit water. Allereerst de inzet van effluent als vervanging van grondwater in attractiepark "De Efteling" en een overzicht van het vervangingspotentieel in twee industriële regionale clusters: Venlo en Oss/'s-Hertogenbosch.

Hergebruik effluent attractiepark "De Efteling"

In het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van West-Brabant (HWB) is in opdracht van "De Efteling" een project in voorbereiding waarbij het effluent van de RWZI Kaatsheuvel (na een extra zuivering door middel van een grootschalig helofytenfilter) zal worden ingezet ten behoeve van de watervoorziening van de waterpartijen (kanovijver, gondoletta, vennen golfbaan) op het terrein van "De Efteling". Het project wordt uitgevoerd door IWACO.

Het project is gericht op de verdrogingsbestrijding doordat voorzien wordt in de vervanging van jaarlijks 172.000 m³ grondwater. Belangrijkste aandachtspunten voor de waterkwaliteit zijn het voorkomen van eutrofiëring en bacteriologische besmetting.

De volgende normen zijn door het HWB opgesteld:

- N-totaal: 10 mg/l
- P-totaal: 0,2 mg/l

Ten aanzien van het risico van bacteriologische besmetting, is in overleg met het HWB gekozen voor het hanteren van de "normen voor zwemwater in zweminrichtingen voor het zwemmen in oppervlaktewater". Dit heeft geleid tot de navolgende zuiveringsdoelstellingen:

- thermotolerante bacteriën van de coli-groep < 2000 per 100 ml;
- entero-virussen: niet aantoonbaar in 1 l;
- salmonellae: niet aantoonbaar in 100 ml.

Het project is ontworpen op een capaciteit van 219.000 m³ per jaar en een debiet van 25 m³/uur. De afstand tussen de RWZI en het afnamepunt bedraagt drie kilometer.

Het project zal vóór het groeiseizoen van 1997 zijn gerealiseerd.

Hoewel in dit geval voor stikstof en fosfaat niet wordt voldaan aan de AMK-norm, wordt de kwaliteit aanvaardbaar geacht voor het type gebruik en de lokaal aanwezige natuur.

Gezien het experimentele stadium, waarin dergelijke projecten zich nog bevinden, is nog moeilijk in te schatten wat het exacte effect van het helofytenfilter zal zijn op de waterkwaliteit en hoe de nutriëntconcentraties zich in de tijd zullen ontwikkelen. Het project zal in ieder geval meer inzicht verschaffen in de toepasbaarheid van RWZI-effluent en is daarmee een alleszins waardevol experiment.

Potentiële vraag in twee industriële clusters

In de navolgende tabellen is het vervangingspotentieel van hoogwaardig water door laagwaardig water (in dit geval B-water) voor een aantal bedrijven in twee regio's in beeld gebracht. In de derde kolom is het gebruikstype van het water aangegeven en in kolom 6 het hoogwaardige watertype dat daarvoor nu wordt gebruikt. In kolommen 4 en 5 zijn respectievelijk de minimale en maximale vervangingspercentages door laagwaardige watertypen geschat. Tevens zijn in de laatste kolom de kwaliteitseisen per bedrijf genoemd.

Regio Venlo

Bron: B-water project regio Venlo, rapportage nader onderzoek, WML, juli 1995

SBI	Bedrijfssoort	Inzet B-water	% B-water min.	% B-water max.	huidige water-bron	Kwal.eisen B-water
20/21	conservenfabriek I	ketelvoedingswater	10%	10%	grond/drinkw.	'B-water kwaliteit'
20/21	fritesproducent	koelwater	4 %	7%	grondwater	'B-water kwaliteit'
		ketelwater	23 %	23%	grondwater	

SBI	Bedrijfssoort	Inzet B-water	% B-water min.	% B-water max.	huidige water-bron	Kwal.eisen B-water
20/21	conservenfabriek II	ketelvoedingswater	8%	8%	grondwater	geleidbaarheid: max. 500 nS/m alkaliteit: max. 1000 mg/CaCO ₃ /l chloride: max. 150 mg/l
20/21	conservenfabriek III	ketelvoedingswater	8%	8%	grondwater	'B-water kwaliteit'
20/21	conservenfabriek IV	ketelvoedingswater	17%	17%	drinkwater	Fe en Mn = drinkwater-kwaliteit
20/21	diepvriesproducent	koelwater	18%	18%	grondwater	T < 20°C
		ketelvoedingswater	14%	14%	grondwater	'B-water kwaliteit'
29/30	farmaceutische ind.	koelwater	10%	25%	grondwater	'B-water kwaliteit'
		proceswater	10%	25%	grondwater/leidingwater	'B-water kwaliteit'
29/30	chem. verf	koelwater	59%	100%	leidingwater	'B-water kwaliteit'
32	afvalstoffenbewerking	proces + spoelwater	100%	100%	grondwater	geen zwevend stof/ijzer in verband met verkleuring puinproducten
34	metaalproducent	koel/proceswater	16%	65%	opp.water/grondwater	'B-water kwaliteit'
34	kabelproducent	koel/proceswater	86%	86%	drinkwater	'B-waterkwaliteit': niet teveel ijzer.
36	elektrotechniek	ketelvoedingswater	2%	25%	drinkwater	'B-waterkwaliteit'
37	vrachtwagenwasserij	proceswater/spoelwater	25%	33%	drinkwater	'B-waterkwaliteit'

Regio Oss/'s-Hertogenbosch

Bron: B-watervoorziening in de regio Oss/'s-Hertogenbosch, WOB, januari 1995.

SBI	Bedrijf	Inzet B-water	% B-water min.	% B-water max.	huidige bron	kwal.eisen
20/21	zuivelindustrie	koelwater	80%	80%	grondwater	temp. < 12°C
20/21	vleesproductieindustrie	ketelvoedingswater	10%	10%	grondwater	< 0,1 °D
29/30	farmaceut.ind.	koelwater	25%	25%	grondwater	temp < 20°C Fe < 0,1 mg/l Cl < 100 mg/l
		spoel/waswater	30%	30%	grond/drinkwater	vgl. drinkwater minder streng biol.eis minder streng Fe,Mn
29/30	chem. ind (schuim)	koelwater/ketelvoeding	25%	25%	drinkwater	hardheid < 1°D
		proces/spoelwater	70%	70%	drinkwater	gedemin. < 0,5 µS
22	tapijtfabriek	proceswater	85%	85%	grondwater	hardheid,Fe,Mn
		ketelvoedingswater	5%	5%	grondwater	hardheid
34	blikjesfabriek	spoel/waswater	90%	90%	drinkwater	hardheid (wordt onthard)
35	koelcompressorenfabr.	koelwater	65%	65%	grondwater	'B-water kwaliteit'
		spoel/waswater	10%	10%	drinkwater	'B-water kwaliteit'

Uit de tabellen kan worden geconcludeerd dat er op dit schaalniveau een behoorlijk groot vervangingspotentieel kan worden aangeboord. Belangrijk is dat mogelijk geïnteresseerde bedrijven individueel worden benaderd, omdat blijkt dat de kwaliteitseisen zelfs binnen één industrietak nogal uiteen kunnen lopen. Het vermarkten van E-water moet gebiedsgericht worden aangepakt.

10 Conclusies

Ten aanzien van vraag en aanbod

De eerste fase van het onderzoek naar de toepasbaarheid van zuiveringseffluent heeft geresulteerd in een overzicht van mogelijke afnemers, hun eisen ten aanzien van de waterkwaliteit, en de confrontatie daarvan met de actuele, modale effluent kwaliteit. Tevens is gekeken naar de eventuele verruiming van het toepassingsdomein door de vraag te toetsen aan de kwaliteit van nagezuiverd, "gepolijst", effluentwater. Op grond hiervan zijn de volgende conclusies te trekken:

1. De kwaliteit van effluentwater, zoals beoordeeld op de voorkomende concentraties van enkele macroparameters, beperkt de aanwending daarvan in eerste instantie tot de volgende gebruikscategorieën:
 - natuur : slechts de eutrofe aquatische ecotooptypen en peilhandhaving ten behoeve van terrestrische levensgemeenschappen
 - landbouw : akkerbouw en grasland
 - industrie : laagwaardige gebruikstoepassing (koelen) ter vervanging van grond- en/of drinkwater
2. De inzet van nagezuiverd, "gepolijst" effluent volgens de meest realistische variant, geeft verrassenderwijs geen verruiming van het toepassingsdomein ten opzichte van de inzetmogelijkheden van de huidige effluentkwaliteit. Wel ligt de productieprijs van nagezuiverd effluent ongeveer 2 gulden per m³ hoger. Wanneer deze toekomstige kwaliteit niet autonoom tot stand komt en de kosten daarvoor door de afnemer(s) moeten worden gedragen, dan betekent dit voor de potentiële gebruikscategorie *industrie*, dat de concurrentiepositie ten opzichte van de overige watertypen ongunstiger wordt. Omgekeerd geldt, dat wanneer nagezuiverd effluent beschikbaar komt, omdat een verbeterde kwaliteit noodzakelijk wordt geacht voor het ontvangend oppervlaktewater, RWZI-effluent dan juist een aantrekkelijker alternatief voor andere watertypen wordt.
3. In het onderzoek zijn alleen macroparameters van de waterkwaliteit in beschouwing genomen. Microverontreinigingen, en dan met name de groep bestrijdingsmiddelen, kunnen in tweede instantie een beletsel vormen voor de toepassing op de eutrofe ecotooptypen van de categorie *natuur*. Een punt van zorg -en nader onderzoek- is het mogelijke effect op de fauna van de in het effluent voorkomende pseudo- (of xeno-)oestrogenen, en voor de mens ook de in het effluent voorkomende parasitaire protozoa *cryptosporidium* en *giardia*.
4. Voor de industriële sector geldt dat de totaalprijs per m³ effluentwater in relatie tot die van andere beschikbare watertypen doorslaggevend is. In de prijs van effluentwater voor de industrie zijn begrepen:
 - kosten van productie (= eventuele nazuivering RWZI);
 - kosten van distributie;
 - kosten van zuivering door de afnemer tot de gewenste kwaliteit.
5. Ten opzichte van drinkwater, grondwater en B-water scoort effluentwater (E-water) zeer gunstig qua productiekosten. Voor wat betreft de kosten van het distributienet liggen deze voor effluentwater aanmerkelijk hoger dan voor grondwater en drinkwater, maar vergelijkbaar met B-water. Aangezien (huidig modaal) effluentwater de meeste verontreinigingen bevat van alle genoemde watertypen zijn de kosten van nazuivering bij de afnemer relatief het hoogst voor effluentwater. Daartegenover staat dat de indicatieve kostprijs per m³ van effluent (zonder extra nazuivering) de laagste is: maximaal f 0,25 per m³.

Ten aanzien van geografische factoren

6. Door de ruimtelijk goede spreiding en de hoge dichtheid van RWZI's is tegen een kostprijs van f 0,25 per m³ elke locatie in Nederland te voorzien van effluentwater via een buisleiding. Daarbij is uitgegaan van een maximale afname van het beschikbare droogweerdebiet. De kapitaalslasten van het distributienet zijn het meest bepalend voor de prijs van effluent.
7. In regio's waar door waterleidingbedrijven B-water kan worden geleverd via reeds bestaande drinkwaterinfrastructuur, ligt de prijs/kwaliteit verhouding van effluentwater mogelijk ongunstig ten opzichte van die van B-water. Deze situatie doet zich voor in Zeeland, waar een deel van het ingenomen oppervlaktewater uit de Biesbosch, dat als grondstof dient voor de bereiding van drinkwater, als B-water aan de landbouw geleverd wordt.
8. Op kaart 9 zijn de potentieel kansrijke gebieden aangegeven voor de inzet van RWZI-effluent. De grootste aaneengesloten gebieden komen voor in het lage deel van Nederland, waar de dichtheid van watergangen het grootst is, en de eutrofe natuur zich concentreert.
9. Voor de industriële sector, als potentiële afnemer, is effluentwater interessant voor laagwaardig verbruik mits dit een financieel reëel alternatief is voor grond- en drinkwater, en in totaliteit goedkoper is dan B-water. Dit betekent dat de meest kansrijke industrie zich op afstand bevindt van voldoende oppervlaktewater, en voor laagwaardige gebruiksdoelen is aangewezen op grond- en/of drinkwater. Geografisch gezien beantwoorden de hoge zandgronden aan dit beeld. Deze gebieden geven op kaart 9 een versnipperd patroon te zien, veroorzaakt door het voorkomen van oligotrofe en mesotrofe aquatische ecotooptypen en een plaatselijk geringe dichtheid aan waterlopen. Vervanging van industrieel toegepast grond- en drinkwater door RWZI-effluent heeft in deze gebieden een anti-verdrogend effect ten gunste van de ter plaatse aanwezige, kwetsbare natuur.
10. Op kaart 9 zijn de nieuwe industriële groeikernen van Nederland aangegeven (de zogenaamde "high-tech" centra), opvallend genoeg alle buiten de Randstad, en in meerderheid op het hoger gelegen deel van Nederland.
Met name de centra Eindhoven-Helmond en Twente zijn interessante regio's om de ontwikkeling van de vraag naar RWZI-effluent verder te ontwikkelen.
11. Voor de landbouw geldt dat actieve inzet van effluent ter bestrijding van de verdroging zonder subsidie niet kostendekkend is te realiseren.
12. In het lage deel van Nederland blijft peilbeheer en doorspoeling de normale praktijk. Daarvoor wordt Rijn- en Maaswater ingelaten. De huidige en toekomstige kwaliteit van RWZI-effluent is beter dan die van Rijnwater, en -voor wat betreft bestrijdingsmiddelen- beter dan Maaswater.

11 Evaluatie en aanbevelingen

De actieve inzet van rwzi-effluent heeft als doel een effectieve maatregel te zijn tegen de verdroging doordat het beslag op de grond- en drinkwatervoorraden wordt verminderd.

Het onderzoek heeft de potentiële vraag naar RWZI-effluent in Nederland breed in beeld gebracht, uitgaande van een globale effluentkwaliteit. Het accent heeft daarbij gelegen op de *actieve* toepassing van RWZI-effluent. Door toetsing van de modale effluentkwaliteit aan de normen die gelden voor de verschillende groepen waterverbruikers zijn de potentiële afnemers door stapsgewijze eliminatie bepaald. Daarnaast heeft nog toetsing plaatsgevonden aan een nagezuiverd RWZI-effluent met een betere kwaliteit, zoals die haalbaar wordt geacht in de komende tien jaar. Vervolgens zijn de toepassingsmogelijkheden ruimtelijk in beeld gebracht, waarmee de selectie van potentieel kansrijke regio's op een gedetailleerder schaalniveau mogelijk werd.

De brede confrontatie op landelijke schaal tussen vraag en aanbod heeft een beperkt aantal actieve toepassingen van RWZI-effluent opgeleverd. Enerzijds is deze beperking door een vrij strikte toetsing aan de waterkwaliteitsnormen en -eisen tot stand gekomen, anderzijds is, middels een tweetal doorkijken naar de overgebleven toepassingsgebieden *landelijk gebied* en *industrie*, reeds aangegeven dat er op lokaal en regionaal schaalniveau meer mogelijkheden zijn voor het nuttig hergebruik van RWZI-effluent.

Op het regionale schaalniveau speelt de actuele kwaliteit van het lokaal beschikbare effluent een rol. Deze kwaliteit kan plaatselijk aanmerkelijk gunstiger zijn dan het landelijk gemiddelde. Daarnaast is in veel gevallen de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater veel slechter dan die van het betreffende effluent; dit effect treedt met name op in de agrarische gebieden, waar de diffuse afspoeling van nutriënten hoge achtergrondwaarden van het oppervlaktewater veroorzaakt. Bovendien kan ook aan de vraagzijde een soepeler eisenpakket worden geformuleerd dan op grond van de landelijke gegevens zou worden verwacht, wanneer de lokale omstandigheden binnen aanvaardbare risicomarges voor gezondheid en natuur de toepassing van RWZI-effluent rechtvaardigen.

Een eventueel vervolgonderzoek naar de perspectieven voor het actieve gebruik van RWZI-effluent zal derhalve uit moeten gaan van een gebiedsgerichte aanpak.

De toepassingscategorieën die uit de landelijke toetsing van vraag en aanbod volgen zijn:

- industrie: vervanging van drink- en/of grondwater voor laagwaardig gebruik door RWZI-effluent;
- landbouw: terugdringen van het gebruik van grondwater en oppervlaktewater voor de beregening van gras- en akkerland;
- natuur: aanvulling van de watervoorraad voor de eutrofe terrestrische en aquatische natuur naar behoefte, door middel van grondwateraanvulling en peilbeheer.

Het beregenen van recreatief grasland (golf- en sportterreinen) neemt een tussenpositie in tussen landbouw en eutrofe natuur.

Bij het gebruik van LKN-bestanden hebben zich diverse ongewenste neveneffecten voorgedaan:

- de inventarisaties in de provincies Groningen, Friesland en Flevoland zijn vooral uitgevoerd in het kader van kleine projecten, niet gebiedsdekkend en bovendien niet gedigitaliseerd. Kaart 9 geeft hierdoor een enigszins vertekend beeld;
- wanneer getracht wordt op basis van LKN-bestanden inzicht te krijgen in de mate van gevoeligheid van aquatische natuur voor aanvoer van gezuiverd effluent blijken zowel gevoelige als niet-gevoelige levensgemeenschappen binnen dezelfde gebieden voor te komen. Waarschijnlijk is hier sprake van een ongewenst neveneffect, ontstaan doordat sommige gebieden intensiever geïnventariseerd zijn dan andere. Dit effect lijkt zich zowel op regionaal als op provinciaal niveau voor te doen.

In een gebiedsgerichte aanpak kunnen vraag en aanbod gedetailleerder worden uitgewerkt en kan het bijbehorende kostenplaatje in beeld worden gebracht. Ook kunnen dan pas de actuele risico's en milieubelastingen worden ingeschat. Met name gaat het daarbij om de "achtergrondwaarde" van de

verschillende kritische parameters en de risico's van biologische en organische microverontreinigingen voor mens, fauna en flora. Ook de combinatie met passieve toepassingen van effluent is mogelijk: bijvoorbeeld, de aanleg van een ringsloot waarin RWZI-effluent wordt ingelaten als barrière rond een verdroogd natuurgebied zodat het schone, gebiedseigen water daar langer vasthouden ten gunste van de kwetsbare natuur.

Op grond van hetgeen uit het onderzoek naar voren is gekomen, kunnen de volgende uit te werken aandachtspunten en aanbevelingen voor de toekomst worden geformuleerd. Deze zijn gegroepeerd naar verbruikerscategorie, aangezien de aanpak wezenlijk per groep verschilt.

Industrie

Op macro-niveau zijn die industriële regio's in beeld zoals aangegeven op kaart 9. Het zijn de zogenaamde high-tech centra, de nieuwe industriële regio's die zich in Nederland ontwikkelen. De inzet van E-water voor laagwaardige industriële toepassingen is het meest kansrijk en effectief in gebieden die zich op afstand van de grote (zoete) oppervlaktewateren bevinden, enerzijds vanwege de gunstige concurrentiepositie ten opzichte van B-water en oppervlaktewater, en anderzijds omdat in die gebieden de kans groot is dat voor koel- en spoelwater hoogwaardig drink- en grondwater wordt gebruikt.

De inzet van E-water in de industriële regio's die zich op het hoge deel van Nederland (Pleistocene zandgronden) bevinden is het meest effectief, omdat het beslag op de lokale grondwatervoorraden daarmee wordt verkleind ten gunste van de juist in die gebieden voorkomende kwetsbare, grondwaterafhankelijke natuur (dit volgt uit combinatie van de kaarten 1,2 en 6).

De regio's Oost-Brabant, rond Eindhoven-Helmond, en de regio Twente voldoen aan bovengenoemde selectiecriteria, en worden hierbij voorgesteld als onderwerpen van onderzoek naar de industriële toepasbaarheid van E-water.

Op microniveau zullen, door de korte afstand, en overigens ook buiten genoemde regio's, wellicht interessante aansluitingen tussen vraag en aanbod tot stand kunnen worden gebracht in die gevallen waarbij de plaatselijke RWZI zich op een bedrijventerrein bevindt. Deze situatie doet zich nogal eens voor.

Het haalbaarheidsonderzoek zal volgens onderstaand stappenplan gestalte kunnen krijgen:

1. Selecteren regio's
 - Oost Brabant
 - Twente
 - op microniveau: bedrijven op industrieterrein met RWZI
2. Identificeren en bijeenbrengen partijen:
 - Provincie: inzicht in grote grondwateronttrekkingen, bevoegd gezag Gw en Wm, verdrogingsbestrijding
 - Waterleidingmaatschappij(en): inzicht in drinkwatergrootverbruiken, belang bij besparing op drinkwater
 - Zuiveringsschap: leverancier E-water, bevoegd gezag WVO
 - Gemeente(n): bevoegd gezag Lozingsverordening (thans opgenomen in Wm) en Wm (verruimde reikwijdte: tegengaan verspilling van grondstoffen, waaronder drink- en grondwater)
 - Kamer van Koophandel: als belangenvertegenwoordiger van industrie en MKB.
3. Inventariseren potentiële afnemers van E-water
 - identificeren bedrijven
 - enquêteren bedrijven
 - analyseren van de kwantitatieve en kwalitatieve vraag

4. Juridische en milieutechnische aspecten
 - mogelijkheden en kosten van lozing van hergebruikt RWZI-effluent op de riolering
 - zuiveringslasten (heffingsverordening WVO) van hergebruikt RWZI-effluent
5. Selecteren van cluster(s) bedrijven
 - berekenen kostenscenario's voor nazuivering, distributie en bedrijfsinterne kosten
 - voorbespreken prijsvoorstellen

Indien uit de stappen 1 t/m 5 voldoende economische haalbaarheid en draagvlak blijkt dan kan worden overgegaan tot de fase van implementatie:

6. Opstellen concept leveringscontracten
 - opstellen pakket van eisen en leveringsvoorwaarden
 - offertes
 - opstellen contract (eventueel convenant)

Landbouw

Uit het onderzoek blijkt de (actieve) inzet van E-water voor de landbouw zich te beperken tot grasland en akkerbouw. Het gebruik van RWZI-effluent op bedrijfsniveau is overigens in Nederland nog nergens gerealiseerd. Uit een haalbaarheidsstudie naar de toepassing van het effluent van de RWZI Ruurlo blijkt dat, wanneer tevens tegemoet moet worden gekomen aan de eis van grondwateraanvulling, de kosten voor inrichting van het infiltratiesysteem aanzienlijk zijn. Omdat de vraag naar extra water zich alleen voordoet tijdens droge perioden, worden deze investeringen bedrijfseconomisch te hoog geacht. Vraag en aanbod lopen in de tijd gezien niet goed in de pas.

Hoewel de inzet van effluent een duidelijk effect kan hebben op de grondwaterstanden dienen op het bedrijfseconomische vlak nog enkele knelpunten te worden onderzocht. Met name gaat het om de uitwerking van:

1. een vergoeding voor de aanwending van E-water binnen het agrarisch bedrijf
2. het laten vervallen van de plicht om E-water af te nemen in perioden waarin er geen behoefte aan extra water bestaat.

Uit het oogpunt van sluiting van kringlopen, is het wellicht interessant om E-water aan te wenden in intrekgebieden van permanente grondwaterwinningen ten behoeve van de landbouw, temeer daar de hydrologische omstandigheden veelal gunstig zijn voor vergroting van de grondwatervoorraad.

Nader onderzoek is gewenst op het vlak van:

1. de ontwikkeling van de waterkwaliteit in de bodem, met name het gedrag van nutriënten, persistente bestrijdingsmiddelen en overige organische microverontreinigingen;
2. de risico's voor het milieu en de volksgezondheid op grond van de bevindingen uit stap 1;
3. de juridische ruimte, gelet op de bepalingen van het Infiltratiebesluit.

In het zuidwesten van Nederland ontstaat in de nabije toekomst mogelijk een tekort aan zoet oppervlaktewater ten gevolge van de plannen om zout water in het Haringvliet in te laten. Gegeven de nabijheid van RWZI's en het feit dat het toeristenseizoen (hoge droog-weer debieten) samenvalt met de periode waarin voor de beregening van gewassen behoefte is aan extra water, is de uitwerking van een haalbaarheidsstudie met het accent op de kosten ten opzichte van B-water uit de Biesbosch aan te bevelen.

Natuur

Uit de confrontatie tussen kwaliteitseisen en aanbod blijkt de actieve aanwending van E-water slechts beperkt tot toepassing op de eutrofe ecotopen. Op locale of regionale schaal bezien zullen er zich echter mogelijkheden voordoen om ook de meso- en oligotrofe natuur van dienst te zijn via indirecte of passieve toepassing van RWZI-effluent.

Het meest geschikt is de toepassing van E-water als buffer tegen het versneld wegstromen van kwalitatief hoogwaardig (grond)water uit een gebied met kwetsbare natuur. Ten dele kan dit worden gerealiseerd door peilbeheer van het omringende oppervlaktewater mits de daar aanwezige of gewenste aquatische natuur geen belemmering vormt.

Uitgezocht zou kunnen worden hoe, en of, agrariërs, via beheersvergoedingen, E-water zouden kunnen aanwenden voor de instandhouding van behoudenswaardige natuur op en rond hun land.

Ten aanzien van de (negatieve) effecten op fauna en flora bestaat er voor een aantal kwaliteitsparameters van RWZI-effluent nog onvoldoende inzicht. Met name wordt daarbij gedacht aan de belasting van het milieu door hormoonachtige stoffen (de xero- of pseudo-oestrogenen) die zich in het RWZI-effluent bevinden, en die ingrijpen op het reproductieve systeem van de van dat water afhankelijke fauna. Ook over de herkomst en verspreiding van parasitaire protozoa (*Cryptosporidium* en *Giardia*) in de Nederlandse watersystemen valt nog het een en ander te onderzoeken, voordat RWZI-effluent ingezet kan gaan worden ter ondersteuning van functies die direct ingrijpen op de leefomgeving van mens, dier en plant.

Literatuur

Bakker J.J., B. van Dessel & F.J. van Zadelhoff, 1989

Natuurwaardenkaart 1988: Natuurgebieden, bossen en natte gronden in Nederland.

SDU-Uitgeverij, 's Gravenhage

Barendregt, A., J.W. Nieuwenhuis & P. de Joode, 1990

Milieuindicatiewaarden van water en oeverplanten in Noord-Holland.

Vakgroep Milieukunde, Utrecht

Beltman, B. & J.T.A. Verhoeven, 1988

Distribution of fen plant-communities in relation to hydrochemical characteristics in the Vechtplassen area, the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven, G.W. Heil & M.J.A. Werger (eds.). *Vegetation structure in relation to carbon and nutrient-economy*, pp. 122-135. SPB, The Hague.

Binnendijk N.C., Bakel P.J.T. van, Vilsteren W.A. van, Grobbee H.W.

Effluentboeren. Technische realisatie en effecten van toediening van effluent aan het landelijk gebied.

TAUW Infra Consult in opdracht van Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland.

Deventer, december 1993.

Bloemendaal F.H.J.L. & J.G.M. Roelofs (red.) 1988

Waterplanten en Waterkwaliteit.

KNNV Utrecht.

Bolsius, E.C.A. et al. 1992

Landschapsecologische kartering Nederland; op weg naar een landsdekkend databestand.

RPD, Den Haag.

Bolsius, E.C.A. et al. 1994

Eén digitaal bestand voor de landschapsecologie van Nederland.

Eindrapport van het LKN-project.

CBS, 1991

Watervoorziening bij bedrijven

Gezondheidsdienst voor dieren, 1995

Normen Veedrinkwater

6 pag. oktober, 1995

Grootjans A.P., 1986

De invloed van ingrepen in de waterhuishouding op de verspreiding van moeras en hooilandplanten.

Lab. voor Plantenecologie RU Groningen/ SWNBL-rapport 1c.

Huinink J.T.M., 1987

Waterkwaliteit en landbouwproductie. Ad fundum nr 4.

febr. 1987/ pp 1-9.

Krachtwerktuigen, 1992

Onderzoek industrieel waterverbruik

Medema, G.J., en Ketelaars, H.A.M., 1995

Betekenis van Cryptosporidium en Giardia voor de drinkwatervoorziening

H2O nr. 23/1995

Provincie Noord-Brabant, 1991

Haalbaarheid levering B-water regio Helmond/Asten/Someren/Deurne, oktober 1991.

RIZA, IPO, 1995

Inventarisatie van verdroogde gebieden 1994.
1995

RIZA, 1995

Huidige samenstelling effluënten Nederlandse RWZI's. Deel a: minimale en maximale waarden tussen 1980 en 1992
maart, 1995

RIZA, 1995

Inventarisatie en evaluatie van technieken voor de polijsting van RWZI-effluent
dossier J8055-01-001
31 januari, 1995

Roelofs J.G.M.

Aanvoer van gebiedsvreemd water: omvang en effecten op ecosystemen pp.52-71. KU Nijmegen

Staatsblad, 1984

Wet hygiëne en veiligheid zweminrichtingen.
Jaargang 1984, 470

Staatsblad 1984

Besluit hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden.
Jaargang 1984, 470

Staatsblad, 1996

Lozingenbesluit Wvo stedelijk afvalwater
Jaargang 1996, 140

Stevens R.A.M., J. Runhaar, H.A. Udo de Haes & C.L.G. Groen, 1987

Het CML-ecotopensysteem, een landelijke ecosysteemtypologie toegespitst op de vegetatie.
Landschap 42) pp. 135-150.

Stichting C3, 1996

Pseudo-oestrogenen in het milieu. Expertvisie
februari 1996

Studiecommissie Water, Natuur, Bos en Landschap 1988

Water boven Water.
Utrecht.

Stowa, 1992

Invloed van drinkwaterontharding op de P- en N-verwijdering uit afvalwater

Verhoeven J.T.A. & H.H.M. Arts, 1987

Nutrient dynamics in small mesotrophic fens surrounded by cultivated land. II. N and P accumulation in plant biomass in relation to the release of inorganic N and P in the peat soil.
Oecologia (Berlin) 72:557-561

Vissers J. et al., 1994

Effluentboeren: een voorbeeldplan vierde nota

Werkdocument IKC-N nr. 56

IKC-natuurbeheer, Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland, Waterschap IJsselland-Baakse Beek, Tauw Civiel en Bouw.

Wageningen 1994

Wassen M.J., 1990

Water flow as a major landscape ecological factor in fen development. Dissertatie, RU Utrecht. pp. 199

Wheeler B.D., 1983

Vegetation, nutrients and agricultural land use in a north Buckinghamshire valley fen.

J.Ecol.71:529-544

Wirdum G. van, 1989

Ecohydrologische aspecten van waterinlaat in laagvenen.

Wirdum G. van, 1991

Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Dissertatie Universiteit van Amsterdam, pp. 310.

Wirdum G. van, 1992

Terrestrializing fen vegetation in former turbaries in the Netherlands.

Hst.7 In: J.T.A. Verhoeven, G.W. Heil & M.J.A. Werger (eds.). Vegetation structure in relation to carbon and nutrient-economy, pp. 122-135. SPB, The Hague.

Fens and bogs in the Netherlands. Kluwer.

Witte J.Ph.M. & R. van der Meijden 1990

Natte en vochtige ecosystemen.

KNNV, Utrecht.

WML, 1995

B-water project regio Venlo, rapportage nader onderzoek

juli 1995.

WML, 1991

Onderzoek haalbaarheid levering industrie- en tuinbouwwater regio Venlo, april 1991.

WOB, 1995

B-watervoorziening in de regio Oss/'s-Hertogenbosch

januari 1995.

Overzicht kaarten en bijlagen

Kaarten

- 1 Verdroogde en niet-verdroogde gebieden
- 2 Ligging gebruikscategorieën natuur
- 3 Ligging RWZI's en kostenzones f 0,10/m³ en f 0,25/m³
- 4 Stedelijk gebied
- 5 Gevoelige ecotooptypen (aquatisch)
- 6 Terrestrische ecotooptypen (eutroof)
- 7 Gebruikscategorieën landbouw
- 8 Dichtheid watergangen
- 9 Potentieel kansrijke gebieden voor hergebruik gezuiverd afvalwater

Bijlagen

- 1 Waterkwaliteitsdoelstellingen landbouw
- 2 Grenswaarden voor het beoordelen van drinkwater voor vee
- 3 Waterkwaliteitsdoelstellingen oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater
- 4 Normen Zwemwater (WVO)
- 5 Normen Zwemwater (Besluit ex WHVZ)
- 6 Normen voor zalmachtigen en water voor karperachtigen
- 7 Samenstelling modaal effluent
- 8 Ecotopentypologie LKN-tabel IPI-ECO
- 9 Kostenberekening distributie effluentwater via buisleidingen
- 9a Kostengevoeligheid
- 10 Samenstelling nagezuiverd effluent (toekomstig)

Verdroogde en niet-verdroogde gebieden

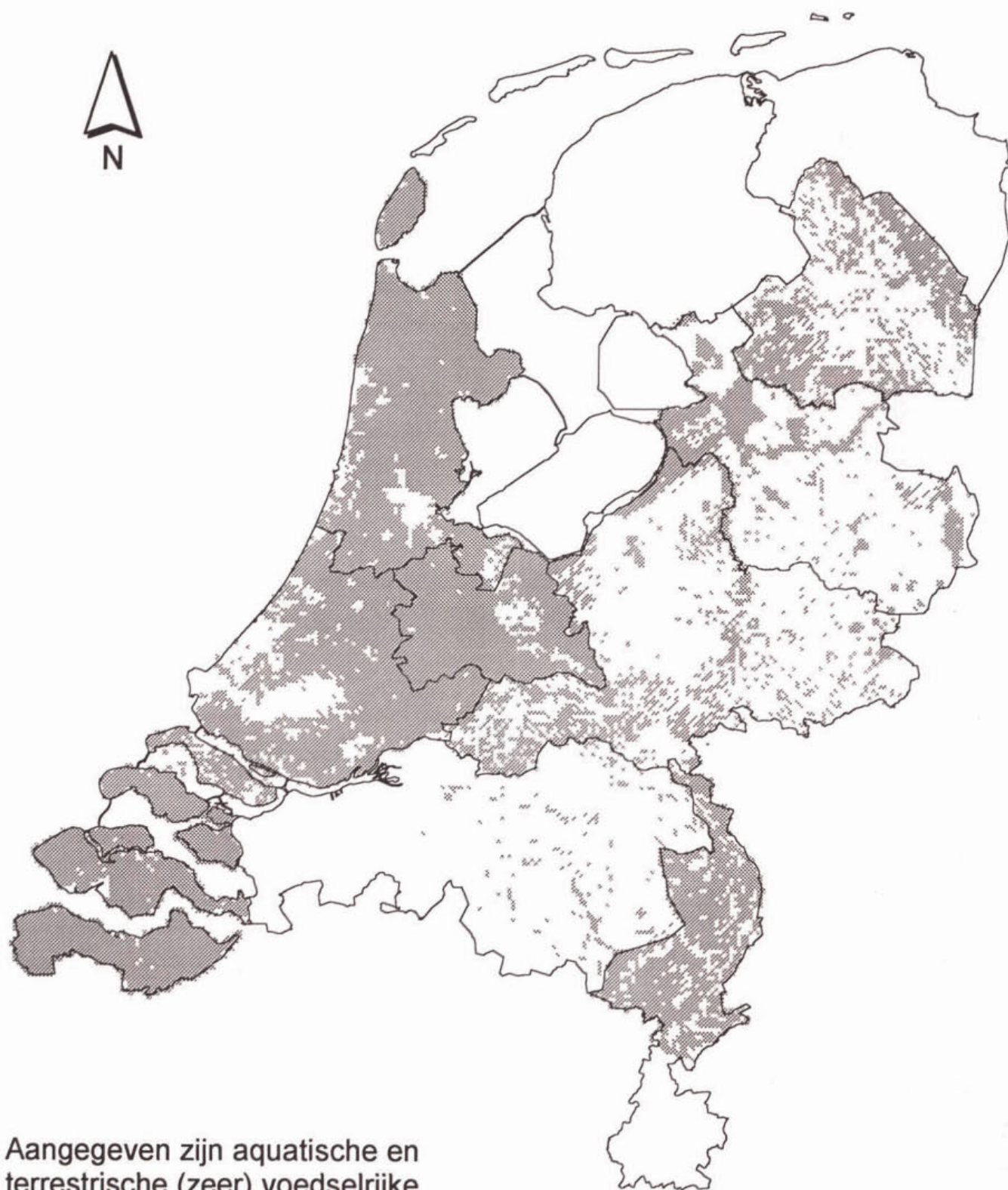


Legenda

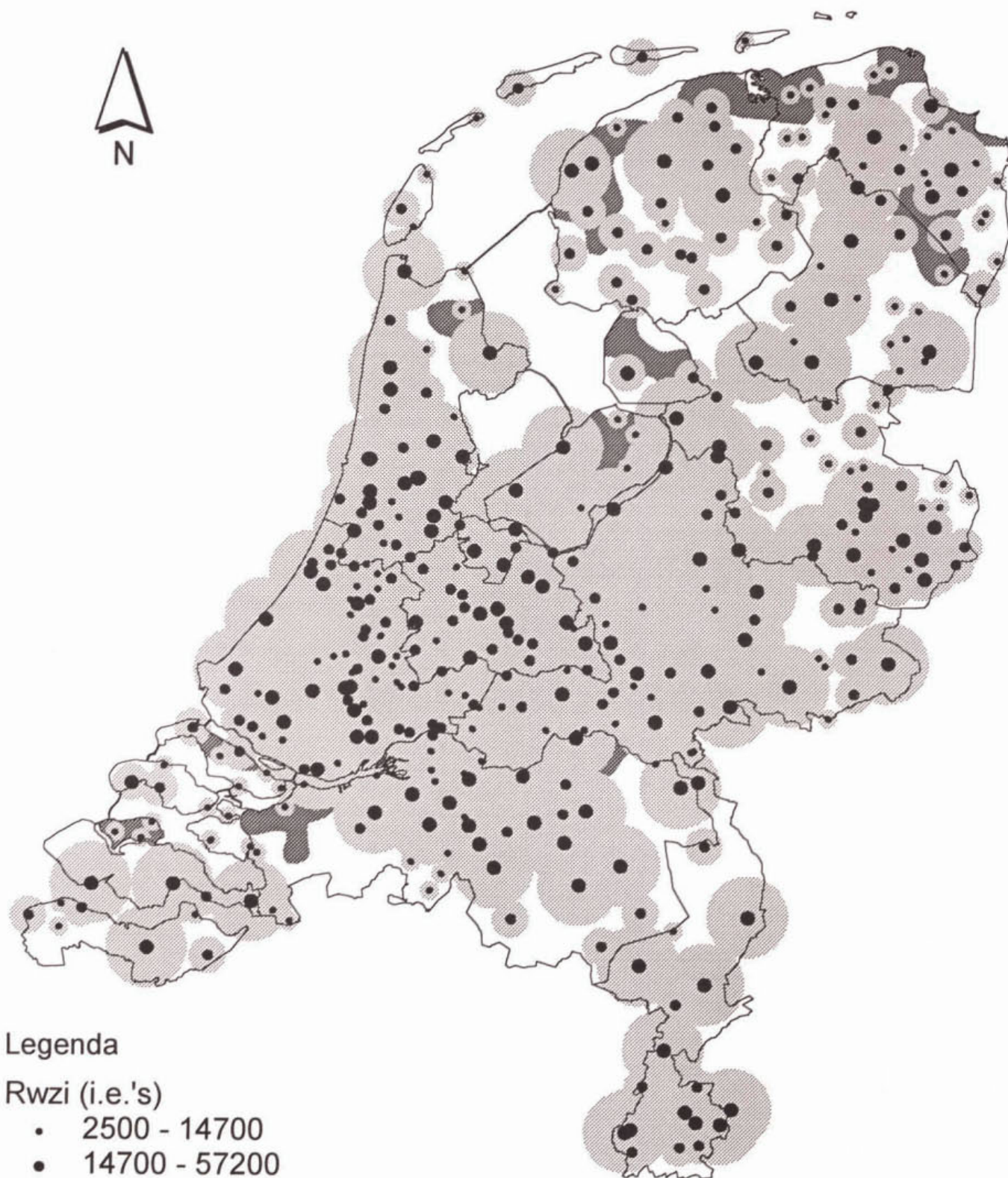
- verdroogde gebieden
- niet verdroogde gebieden (grote aaneengesloten oppervlakken)

(Ontleend aan RIZA: Inventarisatie van verdroogde gebieden 1994)

Ligging gebruikscategorieën natuur



Aangegeven zijn aquatische en
terrestrische (zeer) voedselrijke
ecotooptypen
(Bolsius, 1992)

Ligging RWZI's en kostenzone f 0,10/m³

Legenda

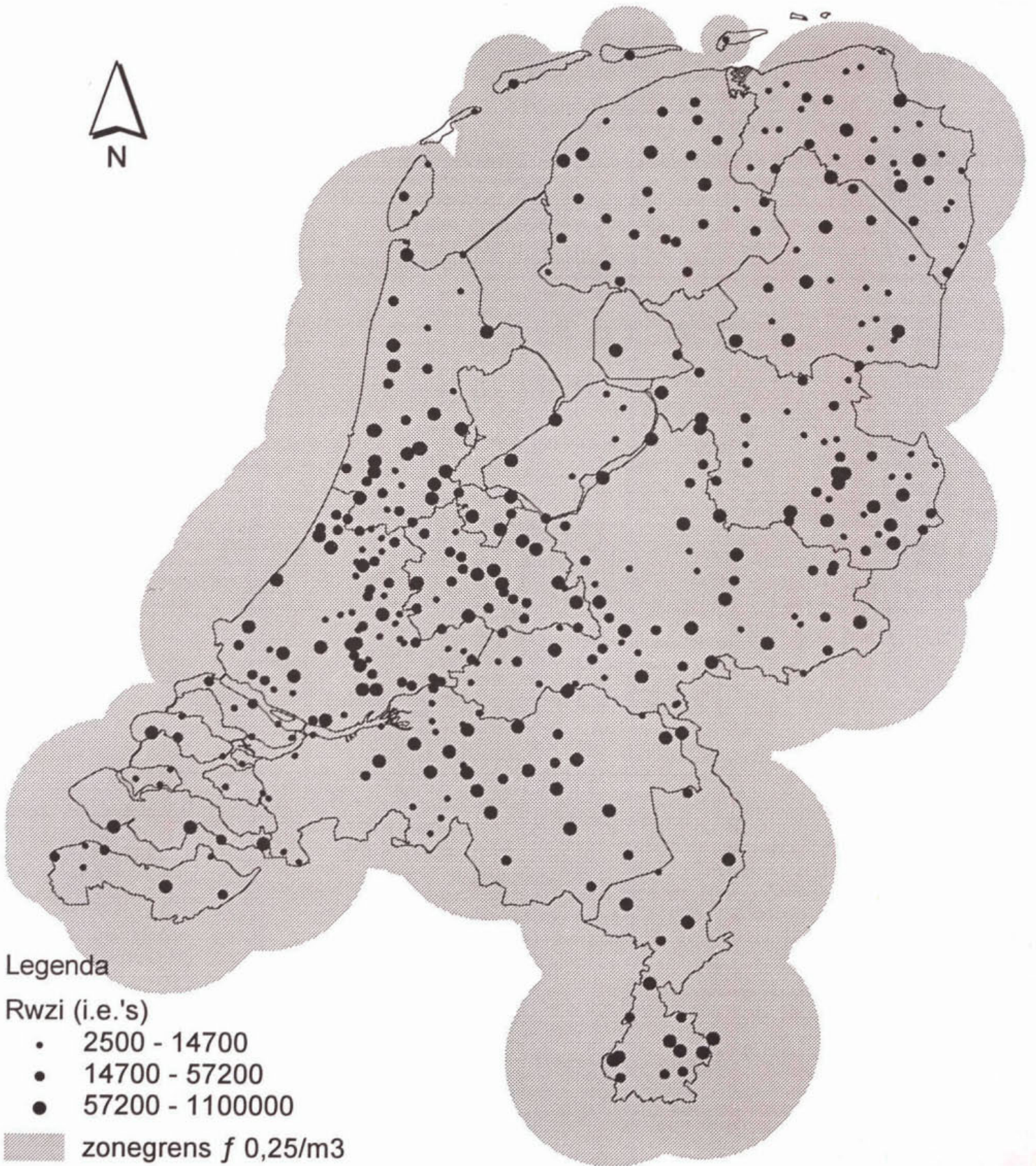
Rwzi (i.e.'s)

- 2500 - 14700
- 14700 - 57200
- 57200 - 1100000

zonegrens f 0,10/m³

niet verdroogde gebieden

1:1500000

Ligging RWZI's en kostenzone f 0,25/m³

Legenda

Rwzi (i.e.'s)

- 2500 - 14700
- 14700 - 57200
- 57200 - 1100000

zonegrens f 0,25/m³

niet verdroogde gebieden

1:1500000

Stedelijk gebied

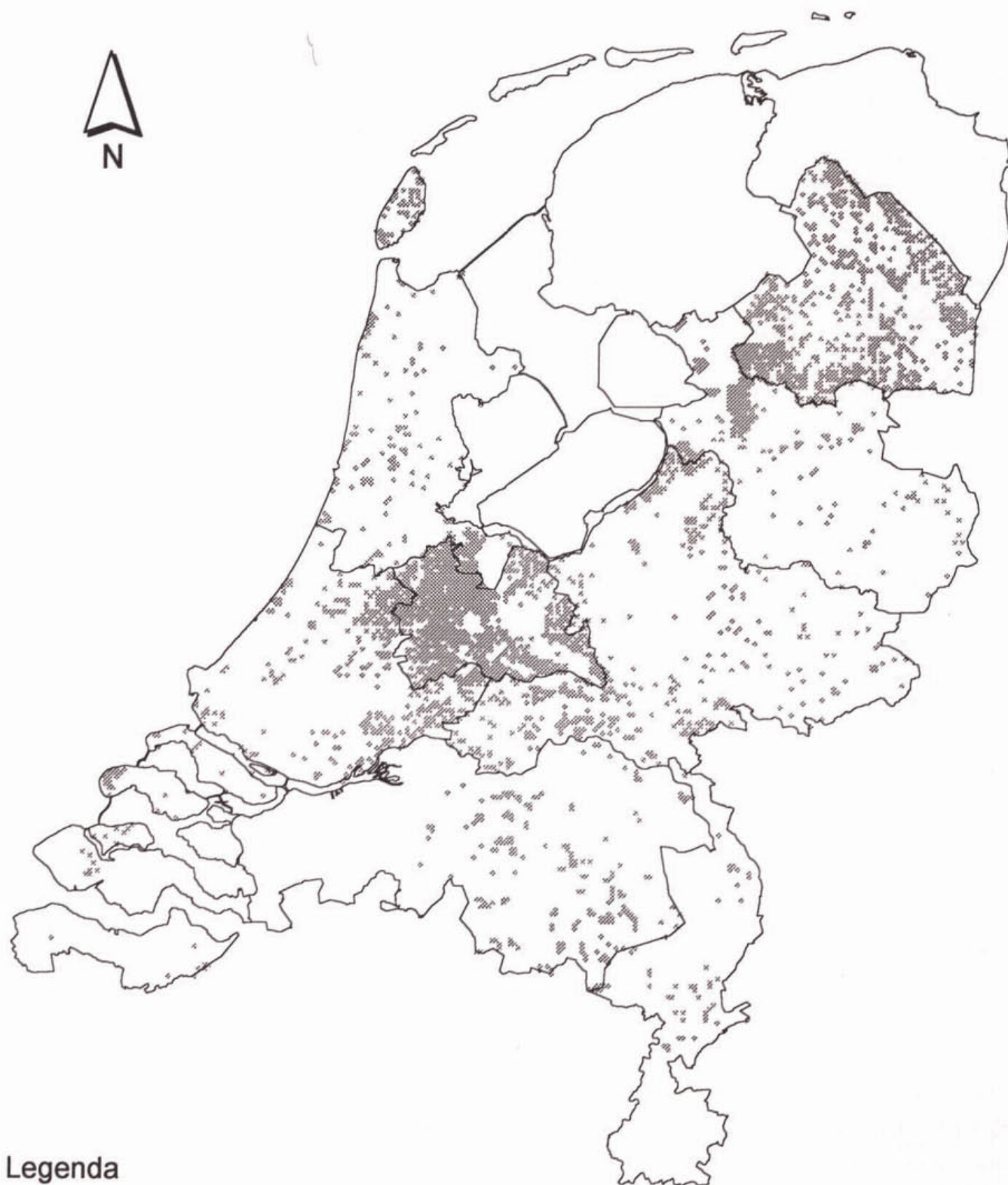


Legenda

 stedelijk gebied

(Bolsius, 1992)

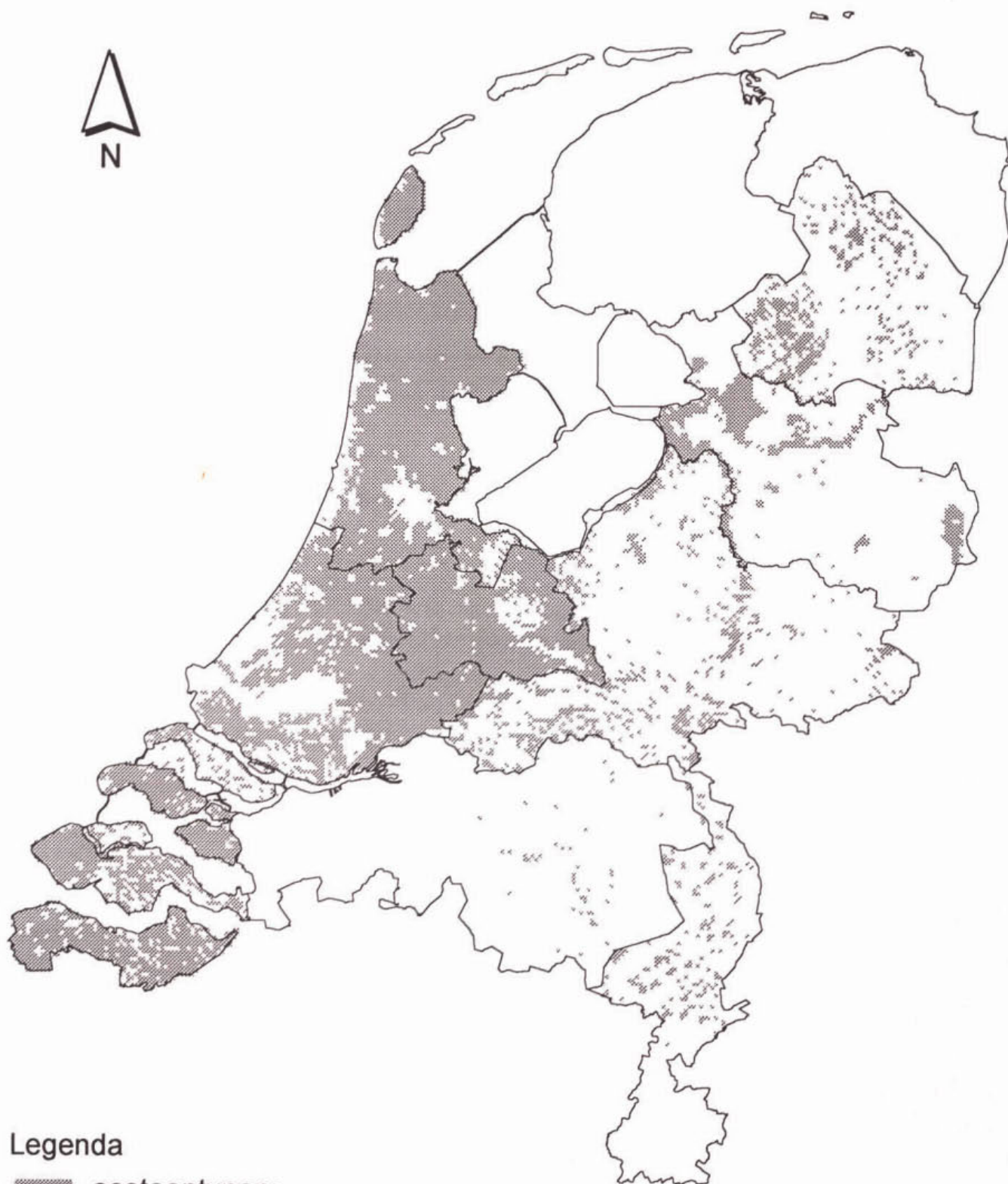
Gevoelige ecotooptypen (aquatisch)



Legenda

-  ecotooptypen:
W11, W12, W12d, W17, W17d,
bV10, V11, V12 en V17.
(Bolsius, 1992)

Terrestrische ecotooptypen (eutroof)



Legenda

ecotooptypen:
P28, G28, R28, S28, B28, P48,
G48, R48, S48, B48 en P48t.
gezaamenlijk > 5%
(Bolsius, 1992)

Gebruikscategorieën landbouw



Legenda

-  kilometerhokken waarbinnen de
gezamenlijke oppervlakte aan grasland,
akker, boomkwekerij, boomgaard en
populierenaanplant meer dan 5% bedraagt.
(Bolsius, 1992)

Dichtheid watergangen

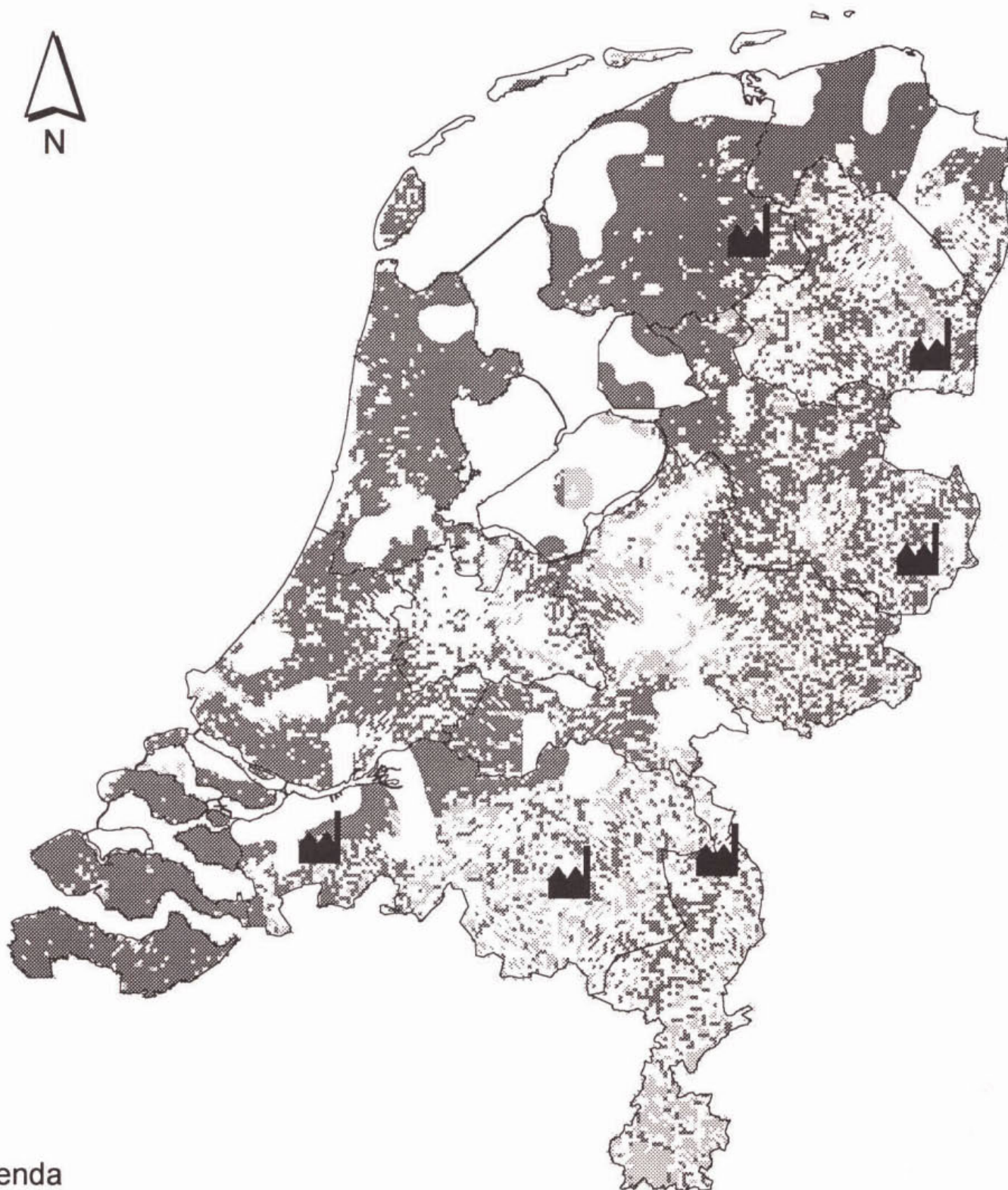


Legenda

-  < 2000 m watergang per kilometerhok
-  > 2000 m watergang per kilometerhok
-  niet geïnventariseerd

(Bolsius, 1992)

Potentieel kansrijke gebieden
voor hergebruik gezuiverd afvalwater



Legenda

-  potentieel kansrijke gebieden
-  potentieel kansrijke gebieden/watergangen niet geïnventariseerd
-  potentieel kansrijke industriële centra

Bijlage 1

Waterkwaliteitsdoelstellingen landbouw

Omschrijving	Eenheid	Sub-straat	Overige glastuinbouw	Groente	Fruit	Akkerbouw	Grasland
Troebeling	mgSiO _x /l	750) ¹	750) ¹	750) ¹	750) ¹	750) ¹	750) ¹
KMnO-verbruik	mg/l	8	16	16			
hardheid (tot.)	°D		12	12	12		
EC ₂₅	mS/cm	1,0	1,5	1,5	1,7	2,7	2,7
zuurgraad	pH	6,5 tot 8					
Cl ⁻	mg/l	50) ⁴	200	300	300	600	600
HCO ₃ ⁻	mg/l	250	250	180	250		
NO ₂ ⁻	mg/l						
NO ₃ ⁻	mg/l						
PO ₄ ³⁻	mg/l						
S ²⁻	mg/l	1,0) ¹	1,0) ¹	1,0) ¹	1,0) ¹	1,0) ¹	1,0) ¹
SO ₄ ²⁻	mg/l						
Al	mg/l	5 bij pH < 5,5					
As	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Ba	mg/l						
B	mg/l	0,3	0,6	1,0	1,0	2,0	1,0
Be	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Br	mg/l	1,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ca	mg/l	100	250				
Co	mg/l	0,05: met name bij pH < 5,5					
Cd	mg/l	0,01) ²	0,01) ²	0,01) ²	0,01) ²	0,01) ²	0,01) ²
Cu	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cr	mg/l	Totaal Cr: 1; zeswaardig Cr: 0,1					
F	mg/l	0,5	0,5	1,0 met name bij pH < 5,5			
Fe	mg/l	00,5	2,5) ³	2,5) ³	1	7	15
Hg	mg/l						
K	mg/l						
Li	mg/l	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Mg	mg/l	20					
Mn ²⁺	mg/l	1	1	1			
Mn tot.	mg/l	0,5	1,5	2,0; met name pH < 5,5			
Mo	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Na	mg/l	25	125	115			
NH ₄ ⁺	mg/l		2	2			
Ni	mg/l	0,2; met name bij pH < 5,5					

Omschrijving	Eenheid	Sub-straat	Overige glastuinbouw	Groente	Fruit	Akkerbouw	Grasland
Pb	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Se	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sn	mg/l	nauwelijks opgenomen door plant; tolerantie niet bekend					
Ti	mg/l						
V	mg/l						
W	mg/l						
Zn	mg/l						
		0,5	1,5	2,0; met name in humusarm materiaal en bij pH < 5,5			
organochloorpesticiden	mg/l						
cholinesteraseremmers	mg/l						
phenolen	mg/l						
minerale oliën en vetten	mg/l						
methyleenblauw-actieve stoffen	mg/l						
faecale colibacteriën	aantal/l	25000 (totaal) ¹					

)¹ risico voor verstopping van beregeningsproeiers en drinknippels

)² bij continu gebruik: 0,0025

)³ bij berekening onder gewassen: 5 mg/l toelaatbaar; druppelaars en drinknippels verstopen echter bij > 1 mg/l

)⁴ bij recirculatie (hergebruik van het water): 25

Bovenstaande cijfers zijn attenderingswaarden voor waterkwaliteit. Bij overschrijding (onderschrijding indien minima staan vermeld) is het schaderisico groot, zij het afhankelijk van interacties.

(Huinink, J.T.M., 1987)

Bijlage 2

Grenswaarden voor het beoordelen van drinkwater voor vee

		Herkauwers		Varkens		Pluimvee	
pH	[1]	5-8	(<4 en >9)	5-8	(<4 en >9)	5-8	(<4 en >9)
ammonium (mg/L)	[2]	<2,0	(>10)	<1,0	(>2,0)	<1,0	(>2,0)
nitriet (mg/L)		<0,1	(>1,0)	<0,1	(>1,0)	<0,1	(>1,0)
nitraat (mg/L)	[3]	<100	(>200)	<100	(>200)	<25	(>50)
chloride (mg/L)	[5,6]	<250	(>2000)	<250	(>2000)	<100	(>2000)
zout (via Na) (mg/L)		<2000	(>4000)	<1000	(>2000)	<350 jonge hen leggen	(>500) (>1000)
ijzer (mg/L)	[4]	<0,5	(>10)	<0,5	(>10)	<0,5	(>2,5)
mangaan (mg/L)		<1,0	(>2,0)	<1,0	(>2,0)	<1,0	(>2,0)
sulfaat (mg/L)	[5]	<100	(>250)	<100	(>250)	<100	(>250)
hardheid (°D)	[5,6]	<15	(>25)	<15	(>25)	<15	(>20)
KMnO ₄ getal	[1]	<50	(>200)	<50	(>200)	<50	(>100)
sulfide		<0	(>0)	<0	(>0)	<0	(>0)
E.coli (kiem/mL)	[7]	<100	(>100)	<100	(>100)	<100	<100
Totaal kiemgetal (kiem/mL)	[7]	<100.000	(>100.000)	<100.000	(>100.000)	<100.000	(>100.000)
[]: zie opmerkingen bij het grenswaardenoverzicht (pagina 4, bijlagen)							

(Gezondheidsdienst voor dieren, oktober 1995)

Opmerkingen bij het grenswaardenoverzicht

Bij de beoordeling van drinkwater op bruikbaarheid voor pluimvee wordt uitgegaan van onderzoek verricht volgens de Richtlijn van de Raad van de Europese Gemeenschappen betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water, van 15 juli 1980 (80/778 EEG).

1. Een afwijkende pH (<4 en >9) is een indicator voor risico van industriële verontreiniging. Wanneer medicamenten via het drinkwater worden verstrekt, moet men rekening houden met het feit dat de samenstelling van het water de werkzaamheid van de medicamenten kan beïnvloeden. Oxytetracycline wordt geïnactiveerd door calcium, magnesium en ijzer. bovendien lost O.T.C. slecht op bij pH hoger dan 7,0. Sulfonamiden (sulfa's) worden sterk gebonden aan organische stoffen. Daarom mag de oxydeerbaarheid (KMnO_4 -getal) niet groter zijn dan 50, bij voorkeur kleiner dan 25. De pH moet tussen de 6 en 8 liggen. Tylosine kan het beste worden toegevoegd bij een pH-waarde van 5,5 tot 7,0.
2. Herkauwers kunnen tijdelijk hogere ammonium-concentraties best verdragen, echter hogere ammoniumconcentraties wijzen op bacteriële verontreiniging (mest-water), waardoor het water beter kan worden afgekeurd. Vooral de combinatie ammonium-pH is belangrijk. Bij een pH groter dan 8 moet de ammoniumconcentratie lager zijn dan bij een pH kleiner dan 8, aangezien bij hogere pH vrij ammoniak wordt gevormd. Vooral de verhouding ammonium ten opzichte van nitriet en nitraat is belangrijk. Veel ammonium en nitriet ten opzichte van nitraat is ongunstig (bacteriële processen). In water uit diepe grondwaterputten behoort doorgaans weinig ammonium te zitten (minder dan 2 mg/L), behalve in water uit putten van veengronden en polders. Bij filtreren in ontijzeringsinstallaties wordt dit vaak via nitriet omgezet in nitraat.
3. Nitraatconcentraties groter dan 200 mg/L worden ongewenst geacht. Bij concentraties tussen 100 en 200 mg/L dient rekening te worden gehouden met het nitraatgehalte van het rantsoen. Hierbij kan worden opgemerkt dat het drinkwater in het algemeen relatief gezien een geringe bijdrage tot de totale nitraatopname zal leveren. Echter vooral bij jonge dieren moet men voorzichtig zijn met al te hoge nitraatconcentraties (groter dan 200 mg/L). Als maatstaf geldt dat een volwassen rund zonder risico per voeding (2 per dag) 50 tot 60 gram nitraat via groenvoeders en 25 tot 30 gram via hooi kan opnemen.
4. In goed drinkwater zit doorgaans niet meer dan 0,2 mg/L ijzer. Ijzer is niet snel giftig, echter:
 - a. boven de 2,5 mg/L raken de drinknippels verstopt en is het water bovendien niet meer geschikt om gereedschap schoon te spoelen;
 - b. boven de 10 mg/L ijzer wordt het water slecht gedronken wegens de ijzersmaak die dan gaat overheersen. Het water wordt dan afgekeurd.
5. Hard water is op zichzelf niet schadelijk voor dieren, echter het verstopt op den duur de drinknippels en is ook ongeschikt om mee te reinigen.
6. Water met een chlorideconcentratie van meer dan 200 mg/L en een hardheid van minder dan 15 °D (komt overeen met 2,7 mmol/L calcium en magnesium) kan een aantasting van mortel veroorzaken.
7. De getallen geven het maximum aantal bacteriën per mL aan, waarbij drinkwater als geschikt kan worden beoordeeld.

Bijlage 3

Waterkwaliteitsdoelstellingen oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater

Parameter	Eenheid	Norm	Onderzoeksfrequentie per jaar ²
Zuurgraad	pH	$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,0^1$	12
Kleurintensiteit	mg/l (Pt)	$\leq 50^1$	12
Gesuspendeerde stoffen	mg/l	≤ 50 het rekenkundig gemiddelde van de uitkomsten van het onderzoek	4
Temperatuur	°C	≤ 25	12
Geleidingsvermogen voor elektriciteit	mS/m	$\leq 100^1$	12
Geurverdunningsfactor	-	≤ 16	12
Nitraat	mg/l-N	$\leq 10^1$	12
Fluoride	mg/l-F	≤ 1	4
Sulfaat	mg/l-SO ₄	$\leq 100^1$	4
Chloride	mg/l-Cl	$\leq 200^1$	12
Natrium	mg/l-Na	$\leq 120^1$	4
IJzer opgelost	mg/l-Fe	$\leq 0,5^1$	4
Mangaan	mg/l-Mn	$\leq 0,5^1$	4
Boor	mg/l-B	≤ 1	4
Koper	µg/l-Cu	≤ 50	4
Zink	µg/l-Zn	≤ 200	4
Beryllium	µg/l-Be	≤ 1	4
Arseen	µg/l-As	≤ 20	4
Cadmium	µg/l-Cd	$\leq 1,5$	4
Chroom	µg/l-Cr	≤ 50	4
Lood	µg/l-Pb	≤ 30	4
Seleen	µg/l-Se	≤ 10	4
Kwik	µg/l-Hg	$\leq 0,3$	4
Barium	µg/l-Ba	≤ 200	4
Cyanide	µg/l-CN	≤ 50	4
Met waterdamp vluchtige fenolen	µg/l-C ₆ H ₅ OH	≤ 5	4
Minerale olie	µg/l	≤ 200	4
Oppervlakte-actieve stoffen die reageren met methyleen-blauw	µg/l (lauryl-sulfaat)	≤ 200	4
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	µg/l	$\leq 0,2$	4
Extraheerbaar organisch gebonden chloor	µg/l-Cl	≤ 10	4
Vluchtig organisch gebonden chloor	µg/l-Cl	≤ 20	4
Organochloor-pesticiden totaal	µg/l	$\leq 0,1$	4
Organochloor-pesticiden per afzonderlijke stof:	µg/l	$\leq 0,05$	4
aldrin			
dieldrin			

Parameter	Eenheid	Norm	Onderzoeksfrequentie per jaar ²
endrin			
heptachloorepoxide			
dichloordifenyl-trichloorethaan			
dichloordifenyl-dichloorethaan			
dichloordifenyl-dichlooretheen			
hexachloorbenzeen			
α -hexachloorcyclohexaan			
γ -hexachloorcyclohexaan			
Cholinesteraseremmers	$\mu\text{g/l}$ (para-oxon)	$\leq 1,0$	4
Fosfaat	$\mu\text{g/l-P}$	$\leq 200^1$ De aangegeven waarde betreft het rekenkundig gemiddelde van de uitkomsten van het onderzoek en is niet van toepassing op oppervlaktewater waarin zich geen overmatige groei van hogere waterplanten voordoet en het gemiddelde gehalte aan algenbiomassa gedurende de maanden april tot en met september lager dan of gelijk is aan: $100 \mu\text{g/l-chlorofyl-a}$	12
Organisch gebonden stikstof	mg/l-N	$\leq 2,5$	4
Ammonium	mg/l-N	$\leq 1,2^1$	12
Biochemisch zuurstofverbruik	mg/l-O_2	≤ 7	12
Chemisch zuurstofverbruik	mg/l-O_2	$\leq 30^1$	12
Zuurstof opgelost	mg/l-O_2	$\geq 5^1$	12
Algen biomassa	$\mu\text{g/l-chlorofyl-a}$	≤ 100 De aangegeven waarde betreft het rekenkundig gemiddelde van de uitkomsten van het onderzoek en geldt gedurende de maanden april tot en met september	6
Thermotolerante bacteriën van de coli-groep	aantal/ml	≤ 20 de mediaan-waarde van de uitkomsten van het onderzoek	12
Faecale streptococci	aantal/ml	≤ 10 de mediaan-waarde van de uitkomsten van het onderzoek	12
Salmonellae	aantal/100 ml	≤ 1 de mediaan-waarde van de uitkomsten van het onderzoek	4

(AMvB D&M 1983, 606)

¹ Overschrijdingen van de norm als gevolg van de natuurlijke gesteldheid van de bodem en de invloed daarvan op het water worden niet beschouwd als overschrijding.

² De onderzoeksfrequentie kan per parameter worden teruggebracht van 12 tot 4, van 6 tot 2 en van 4 tot 1 indien:

1° onderzoek gedurende de twee voorafgaande jaren heeft aangetoond dat de desbetreffende norm geen enkele maal anders dan als gevolg van uitzonderlijke weersomstandigheden, of uitzonderlijke hydrodynamische omstandigheden zoals die afgeleid kunnen worden uit hoge gehalten aan gesuspendeerde stoffen, is overschreden, alsmede

2° redelijkerwijs kan worden aangenomen dat de norm niet zal worden overschreden.

Voorschriften ten aanzien van de toetsing

Met het oog op de beantwoording van de vraag of aan de kwaliteitsdoelstelling is voldaan, dient te worden nagegaan of er overschrijdingen van de normen zijn opgetreden. Daarbij dienen niet te worden meegerekend:

- a. overschrijdingen van de normen, die zijn veroorzaakt door uitzonderlijke weersomstandigheden, of uitzonderlijke hydrodynamische omstandigheden zoals die afgeleid kunnen worden uit hoge gehalten aan gesuspendeerde stoffen.
- b. per kalenderjaar per parameter één overschrijding van de norm voor parameters ten aanzien waarvan 12 keer per jaar onderzoek dient plaats te vinden, indien minstens 11 waarnemingen beschikbaar zijn waaronder geen overschrijding als bedoeld onder a voorkomt, met dien verstande dat waarnemingen zijn uitgevallen als gevolg van ijsbedekking, geldt dit voorschrift indien minstens 10 waarnemingen beschikbaar zijn waaronder geen overschrijding als bedoeld onder a voorkomt.

Bij parameters ten aanzien waarvan een gemiddelde of mediaanwaarde is gegeven, worden de waarnemingen die zijn beïnvloed door uitzonderlijke weersomstandigheden, of uitzonderlijke hydrodynamische omstandigheden zoals afgeleid worden uit hoge gehalten aan gesuspendeerde stoffen, niet meegerekend.

Bijlage 4

Waterkwaliteitsdoelstellingen zwemwater (WVO)

Parameter	Eenheid	Norm
Zuurgraad	pH	$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,0^1$
Doorzicht	meter	$\geq 1,0^{1,2}$
Thermotolerante bacteriën van de coli-groep	aantal/ml	≤ 3 de mediaan-waarde van de uitkomsten van het onderzoek
Kleur	-	Een niet anders dan door natuurlijke omstandigheden veroorzaakte kleur
Geur	-	Afwezigheid van rottingsgeuren of andere geuren die algemeen als hinderlijk worden ervaren, in het bijzonder de geur van fenolen
Schuim	-	Een niet anders dan door natuurlijke omstandigheden veroorzaakte hoeveelheid schuim
Olie	-	Geen zichtbare hoeveelheid olie op het wateroppervlak
Vuil	-	Afwezigheid in en op het water en op de bodem van afvalstoffen en dode organische materie in aanmerkelijke hoeveelheid
Faecale streptococci	aantal/ml	≤ 3 de mediaan-waarde van de uitkomsten van het onderzoek
Salmonellae	-	Niet aantoonbaar in 100 ml
Entero-virussen	-	Niet aantoonbaar in 1 liter
Met waterdamp vluchtige fenolen	$\mu\text{g/l-C}_6\text{H}_5\text{OH}$	≤ 10
Minerale olie	$\mu\text{g/l}$	≤ 200
Oppervlakte-actieve stoffen die reageren met methyleen-blauw	$\mu\text{g/l}$ (laurylsulfaat)	≤ 200
Zuurstof opgelost	mg/l-O_2	$\geq 5^1$
Organochloor- en fosforpesticiden		
Metalen en cyanide		

(AMvB D&M, Staatsblad 1983, 606)

(de onderzoeksfrequentie is niet overgenomen)

¹ Overschrijdingen van de norm als gevolg van de natuurlijke gesteldheid van de bodem en de invloed daarvan op het water worden niet beschouwd als overschrijding.

² Indien niet bekend is door welke oorzaak de norm wordt overschreden, dient het onderzoek plaats te vinden ten aanzien van de parameters: algenbiomassa, organisch gebonden stikstof, ammonium, nitraat en fosfaat.

Bijlage 5

Waterkwaliteitsdoelstellingen zwemwater (WHVZ)

Normen voor zwemwater in zweminrichtingen ingericht voor het zwemmen in oppervlaktewater en de andere op grond van artikel 10b van de wet geïnventariseerde plaatsen

Parameters	Eenheid	Norm
1. Thermotolerante bacteriën van de coligroep	aantal per 100 ml	≤ 2000
2. Doorzicht	meter	$\geq 1^1$
3. Zuurgraad	pH	$6,0 \leq \text{pH} \leq 9,0^1$
4. Kleur	-	Een niet anders dan door natuurlijke omstandigheden veroorzaakte kleur
5. Geur	-	Afwezigheid van rottingsgeuren of andere geuren die algemeen als hinderlijk worden ervaren, in het bijzonder de geur van fenolen
6. Schuim	-	Een niet anders dan door natuurlijke omstandigheden veroorzaakte hoeveelheid schuim
7. Olie	-	Geen zichtbare hoeveelheid olie op het wateroppervlak
8. Vuil	-	Afwezigheid in of op het water en op de bodem van afvalstoffen en dode organische materie in aanmerkelijke hoeveelheid
9. Salmonellae	-	Niet aantoonbaar in 100 ml
10. Entero-virussen	-	Niet aantoonbaar in 1 liter

¹ Overschrijdingen van de norm als gevolg van de natuurlijke gesteldheid van de bodem en de invloed daarvan op het water worden niet beschouwd als overschrijding.

(AMvB BHVZ (Staatsblad 1984, 470))

Waterkwaliteitsdoelstellingen water voor zalmachtigen en water voor karperachtigen

Parameter	Eenheid	Norm	
		water voor zalmachtigen	water voor karperachtigen
Zuurgraad	pH	$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,0^1$	$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,0^1$
Temperatuur	°C	De schommelingen in de pH ten opzichte van de natuurlijke pH-waarde mogen niet meer dan ½ pH eenheid binnen de hierboven gestelde waarde bedragen mits deze schommelingen niet de schadelijke werking van andere in het water aanwezige stoffen verhogen	
		De verhoging ten opzichte van de natuurlijke waarde dient minder te zijn dan:	
		1,5°C	3°C
		met dien verstande dat de maximale temperatuur van het water de volgende waarden niet mag overschrijden:	
Gesuspendeerde stoffen	mg/l	21,5°C	25°C
		en dat voor wateren waarin soorten kunnen voorkomen die koud water nodig hebben voor hun voortplanting, de temperatuur gedurende de voortplantingsperiode de volgende waarden niet mag overschrijden	
		10 °C	10°C
Smaak	-	≤ 50 het rekenkundig gemiddelde van de uitkomsten van het onderzoek	≤ 50 het rekenkundig gemiddelde van de uitkomsten van het onderzoek
Olie	-	De in het oppervlaktewater aanwezige vissen mogen niet worden gekenmerkt door een onnatuurlijke smaak zoals die in het bijzonder kan optreden door de invloed van fenolen of olie	
Fosfaat	µg/l-P	Geen zichtbare oliefilm op het wateroppervlak of oliebezinksel op de bodem.	
		Geen schadelijke effecten voor de vissen door producten op oliebasis	
Ammonium	mg/l-N	$\leq 200^1$	$\leq 200^1$
		De aangegeven waarde betreft het rekenkundig gemiddelde van de waarnemingen en is niet van toepassing op oppervlaktewater waarin zich geen overmatige groei van hogere waterplanten voordoet en het gemiddelde gehalte aan algenbiomassa gedurende de maanden april tot en met september lager dan of gelijk is aan:	
		30 µg/l-chlorofyl-a $\leq 0,8^1$ Bij een watertemperatuur van minder dan 10°C geldt als norm $\leq 4,0$	100 µg/l-chlorofyl-a $\leq 0,8^1$ Bij een watertemperatuur van minder dan 10°C geldt als norm $\leq 4,0$
Biochemisch zuurstofverbruik	mg/l-O ₂	≤ 6	≤ 10
Zuurstof opgelost	mg/l-O ₂	$\geq 7^1$	$\geq 6^1$
Ammoniak	µg/l-N	≤ 20	≤ 20
Residueel chloor	µg/l-HOCl	≤ 5	≤ 5

Parameter	Eenheid	Norm	
		water voor zalmachtigen	water voor karperachtigen
Nitriet	$\mu\text{g/l-N}$	≤ 100	≤ 300
Koper	$\mu\text{g/l-Cu}$	≤ 30	≤ 30
Zink	$\mu\text{g/l-Zn}$	≤ 200	≤ 200

Algemene opmerkingen

Bij de vaststelling van de normen voor genoemde parameters is ervan uitgegaan dat deze en waarden van niet genoemde parameters niet zodanig zijn voor de functies van vissen, zoals groei, voortplanting en benutting, dat deze ongunstig worden beïnvloed.

[1] Overschrijdingen van de norm als gevolg van de natuurlijke gesteldheid van de bodem en de invloed daarvan op het water worden niet beschouwd als overschrijding.

(AMvB D&M (Staatsblad 1983, 606))

(de onderzoeksfrequentie is niet overgenomen)

Bijlage 7

Samenstelling modaal effluent

Parameter	Eenheid	Streef- waarde	Grens- waarde	Effluentwaarde		opm.
				van	tot	
Nutriënten						
totaal fosfaat	mg P/l	-	0,15	-	1	
totaal stikstof	mg N/l	-	2,2	-	10	
ammonium	mg N/l	-	0,01	3	5	1
Algemene parameters						
zuurstof	mg/l	-	3,5	-	1	
zuurgraad	-	-	6,5-9	-	7,6	
kleur	mg/l Pt/Co	-	-	-	-	2
Microbiologische parameters						
thermotolerante coli's	MPN/ml	-	20	1000	10000	
enterovirussen (als F-spec. RNA bact....)	MPN/ml	-	-	0,1	1	
faecale streptococcen	MPN/ml	-	-	100	1000	
salmonella	MPN/ml	-	-	-	?	
Zouten						
bromide	mg Br/l	-	8	0,038	0,68	
chloride	mg Cl/l	-	200	50	350	5
sulfaat	mg SO ₄ /l	-	100	30	200	
Zwevend stof	mg/l	-	-	-	15	-
CZV	mg/l	-	-	30	80	-
Zware metalen						
cadmium	µg/l	0,05	0,2	<0,04	0,95	
kwik	µg/l	0,02	0,03	<0,05	2	
koper	µg/l	3	3	1	80	
nikkel	µg/l	9	10	<1	20	
lood	µg/l	4	25	<0,5	15	
zink	µg/l	9	30	13	250	
chroom	µg/l	5	20	<1	33	
arseen	µg/l	5	10	<0,4	4	

Parameter	Eenheid	Streef- waarde	Grens- waarde	Effluentwaarden		opm.
				van	tot	
MAK's						
tolueen	µg/l	-	-	< 0,5	3	3
m- en p-xyleen	µg/l	-	-	-	< 2	3
benzeen	µg/l	-	-	< 0,2	0,6	3
ethylbenzeen	µg/l	-	-	< 0,5	1	3
o-xyleen	µg/l	-	-	< 0,5	1	3
styreen	µg/l	-	-	< 0,5	2	3
a-methylstyreen	µg/l	-	-	< 0,5	1,6	
mesityleen	µg/l	-	-	< 0,5	0,8	
propylbenzeen	µg/l	-	-	< 0,5	0,8	
PAK's						
benzo(a)anthraceen	µg/l	0,003	0,008	< 0,008	0,15	
benzo(ghi)peryleen	µg/l	0,001	0,004	< 0,01	0,14	
benzo(a)pyreen	µg/l	0,003	0,005	0,007	0,12	
fenantreen	µg/l	0,02	0,02	0,018	0,055	
indeno (1,2,3-cd)pyreen	µg/l	0,002	0,004	< 0,01	0,13	
benzo(k)fluorantheen	µg/l	0,003	0,02	0,006	0,1	
chryseen	µg/l	0,003	0,008	0,009	0,2	
fluorantheen	µg/l	0,006	0,07	< 0,01	0,4	
EOCI						
somparameter	µg/l	-	-	< 1	300	-
AOCI						
somparameter	µg/l	-	-	< 100	200	-
Chloorbenzenen						
1,4-dichloorbenzeen	ng/l	-	2000	< 100	1000	
trichloorbenzenen	ng/l	-	400	< 20	600	
hexachloorbenzeen	ng/l	-	-	< 10	110	3
PCB's						
somparameter	µg/l	-	-	< 0,01	0,3	3

Parameter	Eenheid	Streef- waarde	Grens- waarde	Effluentwaarde		opm.
				van	tot	
Organochloorbestrijdingsmiddelen						
DDT (incl. DDD en DDE)	ng/l	-	-	< 1	50	3
lindaan	ng/l	0,2	10	< 10	220	
endosulfan	ng/l	-	-	< 1	220	3
hexachloorbutadiëen	ng/l	-	120	< 1	14	
aldrin	ng/l	-	-	< 1	2	3
dieldrin	ng/l	0,07	2	< 1	3	
Detergenten						
anionogeen en nonionogeen	µg/l	-	-	< 50	1500	4
Chloorfenolen						
dichloorfenolen (som)	µg/l	0,08	0,08	< 0,1	1	
trichloorfenolen (som)	µg/l	0,025	2,5	< 0,06	0,36	
tetrachloorfenolen (som)	µg/l	0,01	1	< 0,04	0,38	
pentachloorfenol	µg/l	0,02	0,05	0,11	2,3	
Organofosforbestrijdingsmiddelen						
dichloorvos	ng/l	-	2	< 50	170	
diazinon	ng/l	0,9	30	85	220	
mevinfos	ng/l	-	5	< 50	120	
Overige niet-gehalogeneerde verbindingen						
fenolen (somparameter)	µg/l	-	2	< 0,5	3	
minerale olie	µg/l	-	-	100	600	3
Triazines						
atrazine	ng/l	7,5	100	< 100	1200	
simazine	ng/l	-	400	< 100	900	
Halogeennitro-aromaten						
1-chloor-3-nitrobenzeen	ng/l	-	-	< 10	400	3
trifluoralin	µg/l	-	0,2	< 0,1	0,11	

Parameter	Eenheid	Streef- waarde	Grens- waarde	Effluentwaarden		opm.
				van	tot	
Vluchtige halogeenkoolwaterstoffen						
chloroform (trichloormethaan)	ng/l	-	-	< 1000	2300	3
1,2-dichloorethaan	µg/l	-	-	0,2	0,7	
trichlooretheen	µg/l	-	2	< 0,1	0,2	
tetrachlooretheen	µg/l	-	-	< 0,1	2	3
1,1,2,2-tetrachloorethaan	ng/l	-	-	900	8000	3
1,2 dichloorpropaan	µg/l	-	-	0,1	0,2	
som VOX	µg/l	-	5	< 1	10	
Overige stoffen						
trichloorethylfosfaat	µg/l	-	-	< 0,5	1,2	
triethylfosfaat	µg/l	-	-	< 0,05	0,5	
tetrahydrofuraan	µg/l	-	-	< 0,1	1	3
dimethylsulfide	µg/l	-	-	0,1	1,2	
ftalaten (som)	µg/l	-	-	< 0,1	16	3
2-t-butyl-4-methoxyfenol	µg/l	-	-	0,2	1	
Legenda opm. 1) afgeleid aan de hand van de streefwaarde voor ammoniak 2) water mag niet zichtbaar verontreinigd zijn 3) alleen als voor waterbodembekend 4) oude meetwaarden 5) afwijkingen van nature toegestaan						

(RIZA, 1995)

Bijlage 8

Ecotopentypologie LKN-tabel IPI-ECO

De ecotooptypen van het CML-ecotopensysteem (Runhaar et al. 1987) worden aangeduid met een code die bestaat uit drie tot vijf symbolen. Deze code geeft informatie over de kenmerken en kenmerkklassen op grond waarvan de ecologische groepen zijn onderscheiden. De code is als volgt opgebouwd:

- een voorvoegsel met informatie over de saliniteit (facultatief);
- een hoofdletter voor de vegetatiestructuur en successiestadium;
- een getal voor de vochttoestand;
- een getal voor de trofietoestand en de zuurgraad;
- een achtervoegsel met aanvullende kenmerken over dynamiek, kalkrijkheid, saprobie en droogvallen (facultatief).

De voor deze studie relevante ecotooptypen zijn als volgt gecodeerd:

zP20	= pioniervegetatie op zilte natte bodem
bP20	= pioniervegetatie op brakke natte bodem
bP40	= pioniervegetatie op brakke vochtige bodem
P21	= pioniervegetatie op natte voedselarme zure bodem
P22	= pioniervegetatie op natte voedselarme zwak zure bodem
P23	= pioniervegetatie op natte voedselarme basische bodem
P27	= pioniervegetatie op natte matig voedselrijke bodem
P28	= pioniervegetatie op natte zeer voedselrijke bodem
P41	= pioniervegetatie op vochtige voedselarme zure bodem
P42	= pioniervegetatie op vochtige voedselarme zwak zure bodem
P43	= pioniervegetatie op vochtige voedselarme basische bodem
P47	= pioniervegetatie op vochtige matig voedselrijke bodem
P47k	= pioniervegetatie op vochtige matig voedselrijke kalkrijke bodem
P48	= pioniervegetatie op vochtige zeer voedselrijke bodem
P48t	= pioniervegetatie op vochtige zeer voedselrijke betreden bodem
zG20	= grasland op zilte natte bodem
bG20	= grasland op brakke natte bodem
bG40	= grasland op brakke vochtige bodem
G21	= grasland op natte voedselarme zure bodem
G22	= grasland op natte voedselarme zwak zure bodem
G23	= grasland op natte voedselarme basische bodem
G27	= grasland op natte matig voedselrijke bodem
G28	= grasland op natte zeer voedselrijke bodem
G41	= grasland op vochtige voedselarme zure bodem
G42	= grasland op vochtige voedselarme zwak zure bodem
G43	= grasland op vochtige voedselarme basische bodem
G47	= grasland op vochtige matig voedselrijke bodem
G47k	= grasland op vochtige matig voedselrijke kalkrijke bodem
G48	= grasland op vochtige zeer voedselrijke bodem
zR20	= ruigte op zilte natte bodem
bR20	= ruigte op brakke natte bodem
bR40	= ruigte op brakke vochtige bodem
R24	= ruigte op natte voedselarme bodem
R27	= ruigte op natte matig voedselrijke bodem
R28	= ruigte op natte zeer voedselrijke bodem
R44	= ruigte op vochtige voedselarme bodem

R47 = ruigte op vochtige matig voedselarme bodem
 R48 = ruigte op vochtige zeer voedselrijke bodem
 S21 = struweel op natte voedselarme zure bodem
 S22 = struweel op natte voedselarme zwak zure bodem
 S23 = struweel op natte voedselarme kalkrijke bodem
 S27 = struweel op natte matig voedselrijke bodem
 S28 = struweel op natte zeer voedselrijke bodem
 S41 = struweel op vochtige voedselarme zure bodem
 S42 = struweel op vochtige voedselarme zwak zure bodem
 S43 = struweel op vochtige voedselarme basische bodem
 S47 = struweel op vochtige matig voedselrijke bodem
 S48 = struweel op vochtige zeer voedselrijke bodem
 B21 = bos op natte voedselarme zure bodem
 B22 = bos op natte voedselarme zwak zure bodem
 B23 = bos op natte voedselarme kalkrijke bodem
 B27 = bos op natte matig voedselrijke bodem
 B28 = bos op natte zeer voedselrijke bodem
 B41 = bos op vochtige voedselarme zure bodem
 B42 = bos op vochtige voedselarme zwak zure bodem
 B43 = bos op vochtige voedselarme basische bodem
 B47 = bos op vochtige matig voedselrijke bodem
 B48 = bos op vochtige zeer voedselrijke bodem
 bV10 = verlandingsvegetatie in brak water
 V11 = verlandingsvegetatie in voedselarm zuur water
 V12 = verlandingsvegetatie in voedselarm zwak zuur water
 V17 = verlandingsvegetatie in matig voedselrijk water
 V18 = verlandingsvegetatie in zeer voedselrijk water
 V18p = verlandingsvegetatie in zeer voedselrijk polysaproob water
 bW10 = watervegetatie in brak water
 W11 = watervegetatie in voedselarm zuur water
 W12 = watervegetatie in voedselarm zwak zuur water
 W12d = watervegetatie in voedselarm zwak zuur water, droogvallend
 W13 = watervegetatie in voedselarm basisch water
 W17 = watervegetatie in matig voedselrijk water
 W17d = watervegetatie in matig voedselrijk water, droogvallend
 W18 = watervegetatie in zeer voedselrijk water
 W18p = watervegetatie in zeer voedselrijke polysaproob water

Bijlage 9

Methodiek kostenberekening distributienet effluentwater

In dit hoofdstuk zal een uitwerking worden gegeven van de kostenberekening voor de distributie van effluentwater via een buisleiding.

Aan de hand van deze methodiek kan worden bepaald welke kostenfactoren het meest van invloed zijn op de prijs per m^3 . De totale kostprijs per m^3 bepaalt wellicht in hoge mate de haalbaarheid van de inzet van effluentwater. De meest gevoelige kostenfactoren kunnen derhalve vertaald worden in generieke randvoorwaarden, en daarmee in selectiecriteria.

Na de geografische selectie kan voor ieder aangewezen proefgebied de specifieke kostenberekening worden uitgevoerd volgens de aangereikte methodiek. Op de kaart resulteert dit in concentrische zones van gelijke distributiekosten rond een RWZI (zie kaart 3a en 3b).

Kostenfactoren

Op voorhand kan gezegd worden dat het grote verschil met de distributie van drinkwater het aantal afnemers is dat op het distributienet is aangesloten. In het geval van effluentwater is dat meestal slechts 1 afnemer. Bij de inzet van effluentwater zullen de kapitaalslasten, die immers hoofdelijk omgeslagen worden over het aantal afnemers op het net, zwaar wegen.

De volgende kostenfactoren bij distributie van effluentwater door middel van een buisleiding zijn:

1 Investeringslasten

De investeringslasten bestaan uit de materiaal- en aanlegkosten van het distributienet (de buisleiding).

De volgende kostenposten zijn daarbij van belang:

1. materiaalkosten;
2. kosten straat- en grondwerk, inclusief kruisingen van wegen en kleine watergangen;
3. kosten afwijkende kleur (1-1,5%, ter onderscheid van het drinkwaternet);
4. kosten vestiging zakelijk recht;
5. kosten onvoorzien (5%).

De hierna volgende eenheidsprijzen (tabel 1), waarin bovenstaande kostenfactoren zijn verwerkt, volgen uit het (concept) rapport "Nader onderzoek B-water Oss" (Iwaco, 1995). Dit onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van de Waterleidingmaatschappij Oost Brabant. De genoemde eenheidsprijzen sluiten aan bij de uitgangspunten die de WOB bij haar eigen kostenberekeningen hanteert.

Uitgaande van een richtsnelheid van 0,75 m/s van het effluentwater in de buisleiding, zijn tevens de bijbehorende maximale (piek)debieten (Q) in m^3 per uur gegeven, afgerond op gehele aantallen.

Tabel 1 Eenheidsprijzen Investeringslasten distributienet per meter.

Diameter (mm)	Debiet (m ³ /h)	Kosten (f/m)
40	3	40
63	8	63
110	26	110
160	54	160
200	85	200
250	133	250
300	191	290
400	339	360
500	530	452
600	763	530

II Kapitaalslasten

Onder kapitaalslasten worden alleen de kosten voor het distributienet (de leiding) verstaan. Aangezien de eenheidsprijzen voor leidingen reeds 5% onvoorzien bevatten, is bij de kapitaalslasten geen extra post "onvoorzien" opgenomen.

De kapitaalslasten zijn afhankelijk van:

1. waarde van de investering;
2. afschrijvingstermijn;
3. rentepercentage;
4. type financiering;
5. wijze van betaling (begin/einde periode).

De kapitaalslasten per meter voor de verschillende buisdiameters worden gegeven in tabel 2.

De bijbehorende uitgangspunten zijn:

1. rentepercentage: 8%
2. afschrijvingstermijn: 40 jaar
3. type financiering: annuïteiten
4. wijze van betaling: eind van ieder jaar

Tabel 2 Kapitaalslasten distributienet per meter per jaar.

Debiet (m ³ /h)	Kosten (f/m)	Kapitaalslasten (f/m/jaar)
3	40	3.35
8	63	5.28
26	110	9.22
54	160	13.42
85	200	16.77
133	250	20.97
191	290	24.32
339	360	30.19
530	452	37.90
763	530	44.45

III Exploitatielasten

De exploitatielasten omvatten de kosten voor energie en onderhoud. Voor de onderhoudskosten is 1% van de investeringslasten aangehouden. Voor de energiekosten wordt gerekend met een standaard tarief (inclusief vastrecht) van f 0,115 kWh.

Voor het transport van Effluentwater door het net (leiding) is energie nodig. Deze wordt geleverd door een pomp met een zeker rendement, waarmee de wrijving in de leiding en eventuele hoogteverschil met het uitstroompunt wordt overwonnen. Uitgaande van de transportsnelheid van 0,75 m/s, en op grond van ervaringscijfers van de WOB, wordt gerekend met een opvoerhoogte (h) van 50 mWk (meter water kolom).

Het geïnstalleerde vermogen moet afgestemd zijn op de dimensionering van de buis, dus op het maximale debiet, en is als volgt te berekenen:

$$P_i = W/t = mgh/t = (Q_p \cdot \rho_{H_2O}) \cdot gh / \text{Eff}_{\text{pomp}}$$

Met:

$$\rho_{H_2O} = 1 \text{ g.cm}^{-3}$$

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$$h = 50 \text{ m}$$

$$\text{Eff}_{\text{pomp}} = 0,8$$

$$P = 9,81 (50/(3,6 \cdot 0,8)) \cdot 10^{-3} Q_p \text{ [kJ/s]}$$

$$P = 0,170313 Q_p \text{ kWh}$$

Het afgenomen vermogen is een fractie van het geïnstalleerd vermogen en afhankelijk van het gemiddelde jaardebiet van een RWZI, teruggerekend naar m³/uur.

Het rendement $\eta = Q_{\text{gem}}/Q_p$, wordt gesteld op 1,0, omdat wordt uitgegaan van een dimensionering op basis van de droogweerafvoer (DWA).

Met het standaard energietarief (inclusief vastrecht) van f 0,115 kWh en de onderhoudskosten, begroot op 1 % van de investeringslasten, zijn in tabel 3 de exploitatielasten gegeven.

Tabel 3 Exploitatielasten.

Capaciteit (m ³ /uur)	Invester- ting (f/m)	Kapitaals- lasten (f/m/jaar)	Geïnstalleerd vermogen (kWh)	Gemiddeld verbruik (kWh)	Energiekosten (f/jaar)	Onderhouds- kosten (f/jaar/m)
3	40	3.35	0.5	0.5	67	0.40
8	63	5.28	1.4	1.4	201	0.63
26	110	9.22	4.4	4.4	604	1.10
54	160	13.42	9.2	9.2	1242	1.60
85	200	16.77	14.5	14.5	1948	2.00
133	250	20.97	22.7	22.7	3056	2.50
191	290	24.32	32.5	32.5	4365	2.90
339	360	30.19	57.7	57.7	7757	3.60
530	452	37.90	90.3	90.3	12122	4.52
763	530	44.45	129.9	129.9	17462	5.30

Kostenscenario's

Om een beeld te krijgen van de gevoeligheid van de kosten per m³ Effluentwater volgen hieronder enkele scenario's, waarbij voor een drietal distributiec Capaciteiten (buisdiameters, piekdebieten) de totale kosten voor verschillende afstanden zullen worden berekend.

4 Scenario's: 1, 5, 10, en 20 km voor de volgende distributiec Capaciteiten

- I. $Q_p = \text{dwa} = 54 \text{ m}^3/\text{uur}$ (6480 i.e.), $d_{\text{buis}} = 160 \text{ mm}$
- II. $Q_p = \text{dwa} = 191 \text{ m}^3/\text{uur}$ (22.920 i.e.), $d_{\text{buis}} = 300 \text{ mm}$
- III. $Q_p = \text{dwa} = 763 \text{ m}^3/\text{uur}$ (91.560 i.e.), $d_{\text{buis}} = 600 \text{ mm}$

De resultaten zijn bijgevoegd in bijlage 7.

Uit berekeningen van het RIZA ("Inventarisatie en evaluatie van technieken voor het polijsten van RWZI-effluent" (H2O, 1995, nr. 8)) volgt een piekfactor (Q_p/Q_{gem}) van 5,4 voor RWZI's. In het voorliggende rapport is voor de berekeningen uitgegaan van een piekfactor van 1,0. De redenen hiervoor zijn:

1. er wordt uitgegaan van de droogweerafvoer (dwa): piekafvoeren doen zich voor in natte perioden; op dat moment is er geen behoefte aan extra water bij landbouw en/of natuur;
2. aanvoer van het volledig beschikbare volume geeft bij piekdebieten problemen aan de ontvangende zijde;
3. de kosten van op piekdebieten gedimensioneerde, dikkere buizen staan niet in verhouding tot de baten (het aandeel rwa is 7% van de dwa).
4. naar verwachting zullen in de toekomst de afvoerpieken worden afgevlakt door buffering van hemelwater in de stedelijke omgeving.

Voor de omrekening naar inwonerequivalenten (i.e.'s) wordt uitgegaan van $Q_{\text{gem}} = 1 \text{ m}^3/\text{uur} = 120 \text{ i.e.}$ De gekozen hydraulische dimensies (piekdebieten) komen, met piekfactor 1,0, overeen met resp. 6.480, 22.920, en 91.560 i.e.

Kostengevoeligheid

Zoals uit bijlage 6a blijkt, neemt de prijs per m³ effluentwater af met toenemende productie van effluent. Echter, de kostprijs is het meest gevoelig voor de lengte van de leiding. Dit is het gevolg van het feit dat de kapitaalslasten onevenredig zwaar wegen.

In de volgende tabel zijn de prijs per m³ en de totale jaarlijkse lasten per scenario gegeven.

Tabel 4 Kostprijs effluentwater bij verschillende transportafstanden en productie.

Kostprijs effluentwater (f/m ³)			
i.e.	6.480	22.920	91.560
Qgem.(m ³ /uur)	54	191	763
1 km	0,05	0,04	0,03
5 km	0,18	0,10	0,06
10 km	0,34	0,19	0,10
20 km	0,66	0,35	0,17

Totale kosten (f•1000) per jaar			
i.e.	6.480	22.920	91.560
Qgem. (m ³ /uur)	54	191	763
1 km	25	64	194
5 km	86	174	395
10 km	162	311	647
20 km	314	586	1.150

Bijlage 9a

Kostengevoeligheid m³-prijs voor dimensionering distributienet

SCENARIO 1 KM

UITGANGSPUNTEN

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m ³ /uur)	54	191	763
JAARPRODUCTIE	(mln m ³ /jr)	0,5	1,7	6,7
GEMIDDELTE PRODUCTIE	(m ³ /uur)	54	191	763
- geïnstalleerd vermogen	(kW/uur)	9	33	130
- gemiddeld verbruik	(kW/uur)	9	33	130
- energieverbruik	(kWh/jr)	80.600	285.000	1.138.300
- piekfactor		1,0		
- opvoerhoogte distributie	(mWK)	50		
- efficiency pompen		0,8		
- afschrijvingstermijn				
. distributienet	(jaar)	40		
- rentepercentage	%	8%		
- afschrijvingssysteem		annuïteiten		
- onderhoudspercentage				
. distributienet	%	1%		
- kosten energie				
. kWh-prijs (incl. vastrecht) (fl./kWh)		0,115		

INVESTERINGEN TRANSPORT/DISTRIBUTIE

SCENARIO 1

1 km

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m ³ /h)	54	191	763
- distributienet*	(fl. * 1000)	160	290	530
TOTAAL INVESTERINGEN	(fl. * 1000)	160	290	530

EXPLOITATIEELASTEN TRANSPORT/DISTRIBUTIE

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m ³ /h)	54	191	763
- energiekosten	(fl. * 1000/jr)	9	33	131
- onderhoudskosten	(fl. * 1000/jr)	2	3	5
subtotaal	(fl. * 1000/jr)	11	36	136
onvoorzien, afronding	10%	1	4	14
Totaal exploitatielasten	(fl. * 1000/jr)	12	39	150

KOSTPRIJS E-WATER

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m ³ /h)	54	191	763
kapitaalslasten distributie	(fl. * 1000/jr)	13	24	44
exploitatielasten distributie	(fl. * 1000/jr)	12	39	150
totaal jaarl. lasten distributie	(fl. * 1000/jr)	25	64	194
jaarlijkse productie	(mln m ³ /jr)	0,47	1,67	6,68
prijs per m ³ distributie	(fl.)	0,05	0,04	0,03
prijs per m ³ zuivering	(fl.)	0,00	0,00	0,00
prijs per m ³ E-water	(fl.)	0,05	0,04	0,03

SCENARIO 5 km

UITGANGSPUNTEN

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m3/uur)	54	191	763
JAARPRODUKTIE	(mln m3/jr)	0,5	1,7	6,7
GEMIDDELTE PRODUKTIE	(m3/uur)	54	191	763
- geïnstalleerd vermogen	(kW/uur)	9	33	130
- gemiddeld verbruik	(kW/uur)	9	33	130
- energieverbruik	(kWh/jr)	80.600	285.000	1.138.300
- piekfactor		1,0		
- opvoerhoogte distributie	(mWK)	50		
- efficiency pompen		0,8		
- afschrijvingstermijn				
. distributienet	(jaar)	40		
- rentepercentage	%	8%		
- afschrijvingssysteem		annuïteiten		
- onderhoudspercentage				
. distributienet	%	1%		
- kosten energie				
. kWh-prijs (incl. vastrecht) (fl./kWh)		0,115		

INVESTERINGEN TRANSPORT/DISTRIBUTIE

SCENARIO 2

5 km

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m3/h)	54	191	763
- distributienet*	(fl.* 1000)	800	1.450	2.650
TOTAAL INVESTERINGEN	(fl.* 1000)	800	1.450	2.650

EXPLOITATIELASTEN TRANSPORT/DISTRIBUTIE

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m3/h)	54	191	763
- energiekosten	(fl.* 1000/jr)	9	33	131
- onderhoudskosten	(fl.* 1000/jr)	8	15	27
subtotaal	(fl.* 1000/jr)	17	47	157
onvoorzien, afronding	10%	2	5	16
Totaal exploitatielasten	(fl.* 1000/jr)	19	52	173

KOSTPRIJS E-WATER

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m3/h)	54	191	763
kapitaalslasten distributie	(fl. • 1000/jr)	67	122	222
exploitatielasten distributie	(fl. • 1000/jr)	19	52	173
totaal jaarl. lasten distributie	(fl. • 1000/jr)	86	174	395
jaarlijkse produktie	(mln m3/jr)	0,47	1,67	6,68
prijs per m3 distributie	(fl.)	0,18	0,10	0,06
prijs per m3 zuivering	(fl.)	0,00	0,00	0,00
prijs per m3 E-water	(fl.)	0,18	0,10	0,06

SCENARIO 10 km

UITGANGSPUNTEN

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m3/uur)	54	191	763
JAARPRODUCTIE	(mln m3/jr)	0,5	1,7	6,7
GEMIDDELTE PRODUCTIE	(m3/uur)	54	191	763
- geïnstalleerd vermogen	(kW/uur)	9	33	130
- gemiddeld verbruik	(kW/uur)	9	33	130
- energieverbruik	(kWh/jr)	80.600	285.000	1.138.300
- piekfactor		1,0		
- opvoerhoogte distributie	(mWK)	50		
- efficiëncy pompen		0,8		
- afschrijvingstermijn				
. distributienet	(jaar)	40		
- rentepercentage	%	8%		
- afschrijvingssysteem		annuïteiten		
- onderhoudspercentage				
. distributienet	%	1%		
- kosten energie				
. kWh-prijs (incl. vastrecht) (fl./kWh)		0,115		

INVESTERINGEN TRANSPORT/DISTRIBUTIE

SCENARIO 3

10 km

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m3/h)	54	191	763
- distributienet*	(fl.* 1000)	1.600	2.900	5.300
TOTAAL INVESTERINGEN	(fl.* 1000)	1.600	2.900	5.300

EXPLOITATIELASTEN TRANSPORT/DISTRIBUTIE

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m3/h)	54	191	763
- energiekosten	(fl.* 1000/jr)	9	33	131
- onderhoudskosten	(fl.* 1000/jr)	16	29	53
subtotaal	(fl.* 1000/jr)	25	62	184
onvoorzien, afronding	10%	3	6	18
Totaal exploitatielasten	(fl.* 1000/jr)	28	68	202

KOSTPRIJS E-WATER

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m3/h)	54	191	763
kapitaalslasten distributie	(fl. * 1000/jr)	134	243	444
exploitatielasten distributie	(fl. * 1000/jr)	28	68	202
totaal jaarl. lasten distributie	(fl. * 1000/jr)	162	311	647
jaarlijkse productie	(mln m3/jr)	0,47	1,67	6,68
prijs per m3 distributie	(fl.)	0,34	0,19	0,10
prijs per m3 zuivering	(fl.)	0,00	0,00	0,00
prijs per m3 E-water	(fl.)	0,34	0,19	0,10

SCENARIO 20 km

UITGANGSPUNTEN

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m ³ /uur)	54	191	763
JAARPRODUKTIE	(mln m ³ /jr)	0,5	1,7	6,7
GEMIDDELTE PRODUKTIE	(m ³ /uur)	54	191	763
- geïnstalleerd vermogen	(kW/uur)	9	33	130
- gemiddeld verbruik	(kW/uur)	9	33	130
- energieverbruik	(kWh/jr)	80.600	285.000	1.138.300
- piekfactor		1,0		
- opvoerhoogte distributie	(mWK)	50		
- efficiency pompen		0,8		
- afschrijvingstermijn				
. distributienet	(jaar)	40		
- rentepercentage	%	8%		
- afschrijvingssysteem		annuïteiten		
- onderhoudspercentage				
. distributienet	%	1%		
- kosten energie				
. kWh-prijs (incl. vastrecht) (fl./kWh)		0,115		

INVESTERINGEN TRANSPORT/DISTRIBUTIE		SCENARIO 4 20 km		
KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m ³ /h)	54	191	763
- distributienet*	(fl.* 1000)	3.200	5.800	10.600
TOTAAL INVESTERINGEN	(fl.* 1000)	3.200	5.800	10.600

EXPLOITATIELASTEN TRANSPORT/DISTRIBUTIE

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m ³ /h)	54	191	763
- energiekosten	(fl.* 1000/jr)	9	33	131
- onderhoudskosten	(fl.* 1000/jr)	32	58	106
subtotaal	(fl.* 1000/jr)	41	91	237
onvoorzien, afronding	10%	4	9	24
Totaal exploitatielasten	(fl.* 1000/jr)	45	100	261

KOSTPRIJS E-WATER

KOSTENPOST		I	II	III
DISTRIBUTIECAPACITEIT	(m ³ /h)	54	191	763
kapitaalslasten distributie	(fl. * 1000/jr)	268	486	889
exploitatielasten distributie	(fl. * 1000/jr)	45	100	261
totaal jaarl. lasten distributie	(fl. * 1000/jr)	314	586	1150
jaarlijkse produktie	(mln m ³ /jr)	0,47	1,67	6,68
prijs per m ³ distributie	(fl.)	0,66	0,35	0,17
prijs per m ³ zuivering	(fl.)	0,00	0,00	0,00
prijs per m ³ E-water	(fl.)	0,66	0,35	0,17

Bijlage 10

Samenstelling nagezuiverd effluent (toekomstig)

Parameter	Zuiveringscombinatie		
	Eenheid	Grenswaarde	Effluentconcentratie
			Variant 2b
Nutriënten			
totaal fosfaat	mg P/l	0,15	0,02
totaal stikstof	mg N/l	2,2	0,81
ammonium	mg N/l	0,01	0
Algemene parameters			
zuurstof	mg/l	3-5	4
zuurgraad	-	6,5-9	n.v.t.
kleur	mg/l Pt/Co	-	-
Microbiologische parameters			
thermotolerante coli's	MPN/ml	20	6,25-62,5
enterovirussen (als F-spec.RNA bact.fagen)	MPN/ml	-	0
faecale streptococci	MPN/ml	-	0,625-6,25
salmonella	MPN/ml	-	?
Zouten			
bromide	mg Br/l	8	0,04-0,68
chloride	mg Cl/l	200	50-350
sulfaat	mg SO4/l	100	30-200
Zwevend stof	mg/l	-	0,6
CZV	mg/l	-	0,45-1,2
Zware metalen			
cadmium	µg/l	0,2	<0,01-0,23
kwik	µg/l	0,03	<0,03-1,1
koper	µg/l	3	0,08-6,4
nikkel	µg/l	10	<0,63-12,6
lood	µg/l	25	<0,04-1,2
zink	µg/l	30	3,1-60
chromium	µg/l	20	<0,08-2,64
arsen	µg/l	10	<0,03-0,32
MAK's			
tolueen	µg/l	-	<0,12-0,73
m- en p-xyleen	µg/l	-	<1,13
benzeen	µg/l	-	<0,11-0,45
ethylbenzeen	µg/l	-	<0,28-0,57
o-xyleen	µg/l	-	<0,28-0,57
styreen	µg/l	-	<0,28-1,13
a-methylstyreen	µg/l	-	<0,28-0,91
mesityleen	µg/l	-	<0,28-0,45
propylbenzeen	µg/l	-	<0,28-0,45
PAK's			
benz(o)anthraceen	µg/l	0,008	<0,002-0,04
benzo(ghi)peryleen	µg/l	0,004	<0,002-0,03
benzo(a)pyreen	µg/l	0,005	0,002-0,03
fenantreen	µg/l	0,02	0,004-0,01
indeno(1,2,3-cd)pyreen	µg/l	0,004	<0,002-0,03
benzo(k)fluorantheen	µg/l	0,02	0,002-0,02
chryseen	µg/l	0,008	0,002-0,05
fluorantheen	µg/l	0,07	0,002-0,1
EOCI			
somparameter	µg/l	-	<0,22-64,8
AOCI			
somparameter	µg/l	-	21,6-43,2
Chloorbenzenen			
1,4-dichloorbenzeen	ng/l	2000	<24,3-243
trichloorbenzenen	ng/l	400	4,9-145,8
hexachloorbenzenen	ng/l	-	<0,81-8,9
PCB's			
somparameter	µg/l	-	<0,001-0,02

Parameter	Zuiveringscombinatie		
	Eenheid	Grenswaarde	Effluentconcentratie
			Variant 2b
Organochloorbestrijdingsmiddelen			
DDT (incl. DDD en DDE)	ng/l	-	<0,08-4,05
lindaan	ng/l	10	<0,8-17,8
endosulfan	ng/l	-	<0,08-17,8
hexachloorbutadieen	ng/l	120	<0,08-1,1
aldrin	ng/l	-	<0,08-0,16
dieldrin	ng/l	2	<0,08-0,24
Detergenen			
anionogeen en nonionogeen	µg/l	-	<36,5-1094
Chloorfenolen			
dichloorfenolen (som)	µg/l	0,08	<0,02-0,19
trichloorfenolen (som)	µg/l	2,5	<0,01-0,07
tetrachloorfenolen (som)	µg/l	1	<0,01-0,07
pentachloorfenol	µg/l	0,05	<0,01-0,19
Organofosforbestrijdingsmiddelen			
dichloorvos	ng/l	2	<12,2-41,3
diazinon	ng/l	30	15,8-53,5
mevinfos	ng/l	5	12,2-29,2
Overige niet-gehalogeneerde verbindingen			
fenolen (sompameter)	µg/l	2	<0,03-0,19
minerale olie	µg/l	-	18,9-113
Triazines			
atrazine	ng/l	100	<24,3-292
simazine	ng/l	400	<24,3-219
Halogeennitro-aromaten			
1-chloor-3-nitrobenzeen	ng/l	-	<2,43-97,2
trifluoralin	µg/l	0,2	<0,024-0,027
Vluchtige halogeenkoolwaterstoffen			
chloroform (trichloormethaan)	ng/l	-	<243-559
1,2-dichloorethaan	µg/l	-	0,06-0,17
trichlooretheen	µg/l	2	<0,02-0,05
tetrachlooretheen	µg/l	-	<0,02-0,49
1,1, 2,2-tetrachloorethaan	ng/l	-	219-1944
1,2 dichloorpropaan	ng/l	-	0,02-0,05
som VOX	ng/l	5	<0,24-2,4
Overige stoffen			
trichlooretylfosfaat	µg/l	-	<0,12-0,29
triethylfosfaat	µg/l	-	<0,01-0,12
tetrahydrofuraan	µg/l	-	<0,02-0,24
dimethylsulfide	µg/l	-	0,02-0,29
ftalaten (som)	µg/l	-	<0,02-3,9
2-t-butyl-4-methoxyfenol	µg/l	-	<0,05-0,24

