

0567



27 maart 1997

Eindrapport

Ander water: Huishoudwater

*Het economisch en milieurendement van de
levering van ander water naast drinkwater en
hun onderlinge samenhang*

DHV Water BV

Laan 1914, nr. 35

Postbus 484

3800 AL Amersfoort

Telefoon (033) 468 22 00

Telefax (033) 468 23 01

Ander water: Huishoudwater

Eindrapport

*Het economisch en milieurendement van de
levering van ander water naast drinkwater en
hun onderlinge samenhang*

dossier L8268-01-100
datum 27 maart 1997



© DHV Water BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Water BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV Water BV is gecertificeerd volgens NEN ISO 9001.

INHOUD

BLAD

1	INLEIDING	7
2	PROBLEEMVERKENNING EN DOELSTELLING	9
2.1	Probleemverkenning	9
2.2	Doelstelling	9
2.3	Scope van de studie	10
3	DRINKWATERGEBRUIK	11
3.1	Toepassingen	11
3.2	Huishoudelijk verbruik en besparingsmogelijkheden	12
3.3	Categorieën waterverbruik	13
3.4	Een tweede waterkwaliteit ?	14
4	INVENTARISATIE HUISHOUDWATERSYSTEMEN	17
4.1	Kwaliteit	17
4.2	Ruwwaterbron	20
4.2.1	Regenwater in een wijk	20
4.2.2	Stedelijk (drainage)water	21
4.2.3	Lokaal oppervlaktewater	21
4.2.4	Bedrijfswater van lokale industrie	22
4.2.5	Regionaal oppervlaktewater	22
4.3	Grondwater	22
4.4	Systeemkenmerken	22
4.4.1	Individueel systeem	22
4.4.2	Collectieve systemen	23
4.5	Interviews organisaties en instanties	24
4.6	Projecten in onderzoek	25
5	UITGANGSPUNTEN VOOR VERGELIJKING VAN HUISHOUD- WATERSYSTEMEN	27
5.1	Voorselectie van huishoudwatersystemen	27
5.2	Contante-waarde methode	28
5.2.1	De methode	28
5.2.2	Uitgangspunten	30
5.3	Levens Cyclus Analyse	31
5.3.1	Een algemene inleiding op de methode	31
5.4	Uitgangspunten	34

6	WATERPRODUCTIESYSTEMEN	35
6.1	Drinkwater uit oppervlaktewater (direct)	35
6.2	Huishoudwater uit oppervlaktewater (direct)	36
7	ECONOMISCH RENDEMENT	37
7.1	Inleiding	37
7.2	Uitgangspunten	37
7.3	Invloedsfactoren bij de kostenberekeningen	39
7.4	Prognose drinkwatervraag	40
7.5	De Contante Waarde methode en de invloed van rekenkundige parameters	41
7.6	Kosten van verschillende watervoorzieningssystemen	44
7.7	Keuze voor welk systeem ?	46
8	MILIEU RENDEMENT	50
8.1	Vergelijking van de waterproductiesystemen	50
8.2	Eco-indicatoren in een breder verband	51
8.3	Conclusie	52
9	CONCLUSIES	53
10	REFERENTIES	55
11	COLOFON	57
BIJLAGEN		
1	Waterbalansen Kernhem	
2	Levens Cyclus Analyse en Eco-indicator	
3	Uitgangspunten LCA/Eco-indicator berekeningen	

SAMENVATTING

In Nederland wordt gestreefd naar een duurzame drinkwatervoorziening. Een onderdeel van dit streven vormt drinkwaterbesparing. Een wezenlijke bijdrage hieraan biedt het toevoegen van systemen die geen water van drinkwaterkwaliteit gebruiken, maar water van een (iets) lagere kwaliteit, de zogenaamde 'ander water systemen'. Ander water systemen omvatten onder meer de levering van huishoudwater.

Voor de onderhavige studie naar het economisch en milieurendement van huishoudwatersystemen zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- inzicht verschaffen in de huidige situatie op het gebied van huishoudwatersystemen in woonwijken.
- het economisch en het milieurendement aangeven bij de toepassing van collectieve huishoudwatersystemen voor drinkwatersubstitutie in woonwijken.

Huishoudelijk drinkwater heeft verschillende functies. Deze functies zijn in een viertal categorieën in te delen. De indeling hangt samen met de kwaliteitseisen aan het water maar daarnaast ook met de fysieke scheiding binnenshuis:

- Drinkwater
- Douche- en badwater
- Water voor de wasmachine
- Water voor toiletspoeling

De huidig toegepaste desinfectiestrategie, de problemen met organische micro's en de bescherming van de bron maken een goede drinkwaterbron tot een schaars goed en het zuiveringssysteem complex. Uit vergelijking van kwaliteitseisen voor deze vier categorieën blijkt dat bovengenoemde drie aspecten alleen gelden voor drinkwater en douche- en badwater. De andere twee verbruikscategorieën stellen minder zware eisen aan desinfectie, organische micro's en bescherming van de bron. Op grond hiervan is een scheiding te maken tussen twee waterkwaliteiten met ieder een vraag van circa 50 %:

- drinkwaterkwaliteit : drinkwater, douche- en badwater
- huishoudwaterkwaliteit : waswater, water voor toiletspoeling

Als ruwwaterbron voor huishoudwater is het volgende onderscheid te maken:

- Regenwater in een wijk
- Stedelijk (drainage)water
- Lokaal oppervlaktewater
- Bedrijfswater lokale industrie
- Regionaal oppervlaktewater

Gezien de (verwachte) kwaliteitsproblemen en het moeilijk inzetbaar zijn op woonwijk niveau valt regenwater als bron af. De kwaliteit van stedelijk (drainage) water is zeer locatie-specifiek. Bedrijfswater als lokale bron heeft als complicerende factor de (mogelijk) wisselende waterkwaliteit. Op grond hiervan is voor deze studie als ruwwaterbron oppervlaktewater van lokale en regionale afkomst gekozen.

Aan een aantal medewerkers van verschillende organisaties en instanties (VEWIN, RIZA, SEV, NUON Water NV, DTO en RIVM) is gevraagd a titre personnel hun mening te geven over ander watersystemen.

Hieruit is het volgende beeld naar voren gekomen:

- Investerings voor huishoudwatersystemen zijn verdedigbaar, mits huishoudwatersystemen een wezenlijke bijdrage leveren aan een meer duurzame omgang met de grondstof water.
- Duurzaamheid gaat gepaard met investeringen die een wezenlijke bijdrage leveren aan een meer duurzame omgang met de grondstof water.
- Lokale omstandigheden bepalen grotendeels de kosten voor een huishoudwatersysteem, omdat de locatie en het type bron de mate van zuivering en distributie bepalen.
- Huishoudwatersystemen (als substitutiesysteem) kunnen een bijdrage leveren aan een duurzaam gebruik van de grondstof water, als ze worden ingezet als anti-verdrogingsmaatregel of de onttrekking van grondwater verminderen om zodoende deze grondstof te sparen.
- Men is de mening toegedaan dat de consument die een huishoudwatersysteem in zijn woning heeft, bewuster om zal gaan met (drink)water.

Bepaling van het *economisch rendement* van huishoudwatersystemen heeft plaatsgevonden aan de hand van de volgende varianten:

- Huishoudwater direct uit lokaal oppervlaktewater.
- Drinkwater direct (grootschalig) produceren uit oppervlaktewater.
- Drinkwater direct (kleinschalig) produceren uit lokaal oppervlaktewater.
- Combinatie van drinkwater (grootschalig) en lokaal huishoudwater.

De economische rendementsvergelijking heeft de volgende resultaten opgeleverd:

- Leegloopverlies is een belangrijke invloedsfactor voor de inzet van een groot oppervlaktewaterproject.
- Bij een autonome groei van meer dan 0,1 % per jaar is het economisch gezien interessanter een groot oppervlaktewaterproject te starten dan de groei op te vullen met kleine ander water projecten.
- Ander water projecten zijn inzetbaar bij nieuwe woonwijken om ter plekke de groei op te vangen. Mede omdat leegloopverliezen hier niet aan de orde zijn.
- Transportafstand heeft economisch gezien geen wezenlijke invloed op de totale kosten van een project.

Voor het bepalen van het *milieurendement* is voor drinkwater en huishoudwater uit oppervlaktewater een waterproductiesysteem opgesteld. Binnen een waterproductiesysteem zijn processtappen te onderscheiden. Per processtap is een Eco-indicator bepaald. Aan de hand van de Eco-indicatoren kan het volgende over het milieurendement worden gezegd:

- Binnen een waterproductiesysteem is het gebruik van energie voor het zuiveren van de ruwwaterbron en het transport in hoge mate bepalend voor de milieubelasting.
- De milieubelasting door het aanleggen van een dubbel leidingnet is in verhouding tot het energiegebruik van zuivering en transport klein.
- Door de meer eenvoudige (energie-arme) opzet van het waterproductiesysteem voor huishoudwater ten opzichte van drinkwater is de berekende Eco-indicatorwaarde voor huishoudwater lager. Dit betekent dat de productie van huishoudwater ten opzichte van drinkwater uit oppervlaktewater minder milieubelasting oplevert.

1 INLEIDING

In Nederland wordt gestreefd naar een duurzame drinkwatervoorziening. Een onderdeel van dit streven vormt drinkwaterbesparing. Hiervoor zijn reeds verschillende waterbesparingsacties door waterleidingbedrijven uitgevoerd naast de ontwikkeling en toepassing van waterbesparende producten zoals het 6-liter toilet en de spaardouchekop. Indien stabilisatie of zelfs reductie van de totale hoeveelheid geproduceerd drinkwater dient plaats te vinden zijn bovengenoemde acties niet toereikend. Een wezenlijke bijdrage biedt het toevoegen van systemen die geen water van drinkwaterkwaliteit gebruiken, maar water van een (iets) lagere kwaliteit, de zogenaamde 'ander water systemen'. Ander water systemen omvatten onder meer de levering van industriewater en huishoudwater.

Op verzoek van de directie Drinkwater, Water en Landbouw heeft DHV Water BV een projectplan vervaardigd voor een studie naar het economisch en het milieurendement van de levering van huishoudwater naast drinkwater en hun onderlinge samenhang. Een en ander is gebaseerd op de offerte-aanvraag van het ministerie van VROM d.d. 1 augustus 1996 [21]. Voorliggende studie is de uitwerking van de werkzaamheden zoals vermeld in het projectplan [8].

Voor de begeleiding van de studie is een commissie in het leven geroepen waarin de volgende personen zitting hadden:

de heer ir. G. Martijnse	Ministerie van VROM
de heer ir. A. Dirkzwager	RIZA
de heer A.J.A. Kock	VEWIN
de heer ing. H.M. van Wenum Ms.c	Milieudienst Amsterdam
de heer prof.ir. J.C. van Dijk	DHV Water
de heer ing J.J.G.M. Geerts	DHV Water

Leeswijzer

De opbouw van de rapportage volgt de werkwijze die is gehanteerd bij het uitvoeren van de studie.

In hoofdstuk 2 is naast de probleemverkenning, de doelstelling van de studie weergegeven. Hoofdstuk 3 beschrijft het huidige drinkwatergebruik voor een gemiddeld gezin, de waterverbruiksfuncties en mogelijkheid tot een huishoudwatersysteem. Vervolgens is in hoofdstuk 4 en 5 de inventarisatie uitgewerkt. Hoofdstuk 4 gaat in op de drie 'bouwstenen' voor de verschillende onderdelen van een huishoudwatersysteem en geeft een samenvatting van interviews gehouden met medewerkers van een aantal organisaties. Hoofdstuk 5 onderbouwt de selectie voor huishoudwatersystemen waarmee de rendementsvergelijking is uitgevoerd. Hoofdstuk 6 beschrijft de waterproductiesystemen waarvoor in hoofdstuk 7 het economische en in hoofdstuk 8 het milieurendement is bepaald. De rapportage wordt afgesloten met conclusies in hoofdstuk 9.

2 PROBLEEMVERKENNING EN DOELSTELLING

2.1 Probleemverkenning

Onderzoek naar de inzet van ander water dan drinkwater heeft reeds op een aantal locaties plaatsgevonden. Veelal is hierbij gekeken naar lokale systemen in de woonomgeving [22]. De onderhavige studie richt zich op de inzet van ander water voor huishoudelijk gebruik op woonwijk niveau. Om onderzoek naar ander water uit te voeren kan men zich richten op de volgende vier criteria:

- Volksgezondheid
- Juridisch kader
- Milieu
- Economie

De onderhavige studie richt zich specifiek op de criteria 'Milieu' en 'Economie'. De criteria 'Volksgezondheid' en 'Juridisch kader' vallen buiten deze studie. Het criterium volksgezondheid is ten tijde van deze studie in onderzoek bij het RIVM. Voor het juridische kader voert het ministerie van VROM, in het traject naar een nieuwe Waterleidingwet, onderzoek uit. De VEWIN heeft aangegeven zich eveneens te beraden over dit laatste criterium.

2.2 Doelstelling

Voor de studie zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- inzicht verschaffen in de huidige situatie op het gebied van huishoudwatersystemen in woonwijken.
- het economisch en het milieurendement aangeven bij de toepassing van collectieve huishoudwatersystemen voor drinkwatersubstitutie in woonwijken.

Zoals in de doelstellingen is aangegeven, is de studie gericht op de inzet van huishoudwater op woonwijkeniveau. Systemen op woningniveau vallen buiten het blikveld van deze studie.

Voor het uitwerken van de doelstellingen zijn een inventarisatie en een vergelijking van huishoudwatersystemen onderling en met een oppervlaktewaterwinning uitgevoerd, waarbij de volgende onderwerpen aan de orde zijn gekomen:

- de werkelijke besparing op drinkwater;
- de consequenties voor een dubbel leidingnet met toebehoren;
- de afschrijvingstermijn van investeringen;
- de kosten voor winning, zuivering en levering van huishoudwater;
- de aanlegkosten en de jaarlijks terugkerende kosten;
- de prijs per kubieke meter huishoudwater;
- de inpasbaarheid van drinkwatersubstitutiesystemen in nieuwbouw en bestaande bebouwing naar aanleiding van resultaten van interviews;
- de extra winning, zuivering en distributie van huishoudwater die nodig is;

2.3 Scope van de studie

In de studie is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van bestaande gegevens. Waar onvoldoende gegevens aanwezig waren, zijn op basis van ervaring aannames gedaan. Dit is onder meer voor de milieurendementsberekeningen noodzakelijk gebleken. Binnen de context van de studie is het niet mogelijk rekening te houden met lokaal specifieke situaties. De uitgevoerde rendementsberekeningen dienen daarom als indicatief en globaal te worden beschouwd.

Bij de rendementsberekeningen is uitgegaan van één type grondstof: oppervlaktewater. Hieraan ligt ten grondslag dat het gebruik van grondwater als grondstof voor de drinkwatervoorziening vanuit beleidswege (zowel Rijk als Provincie) niet meer opportuun is. De argumentatie achter dit standpunt (grondwater is een schaars goed, het gebruik ervan dient zoveel mogelijk te worden teruggedrongen) heeft ertoe geleid dat grondwater daarom ook geen bron voor huishoudwater mag zijn.

Bij de opzet van het zuiveringssysteem voor oppervlaktewater is gekozen voor membraanfiltratie. Bij membraanfiltratie wordt geen gebruik gemaakt van chemicaliën in vergelijking met conventionele drinkwaterzuivering uit oppervlaktewater. Het effect van chemicaliëngebruik bij verschillende ruwwaterbronnen valt daarmee buiten de scope van deze studie.

3 DRINKWATERGEBRUIK

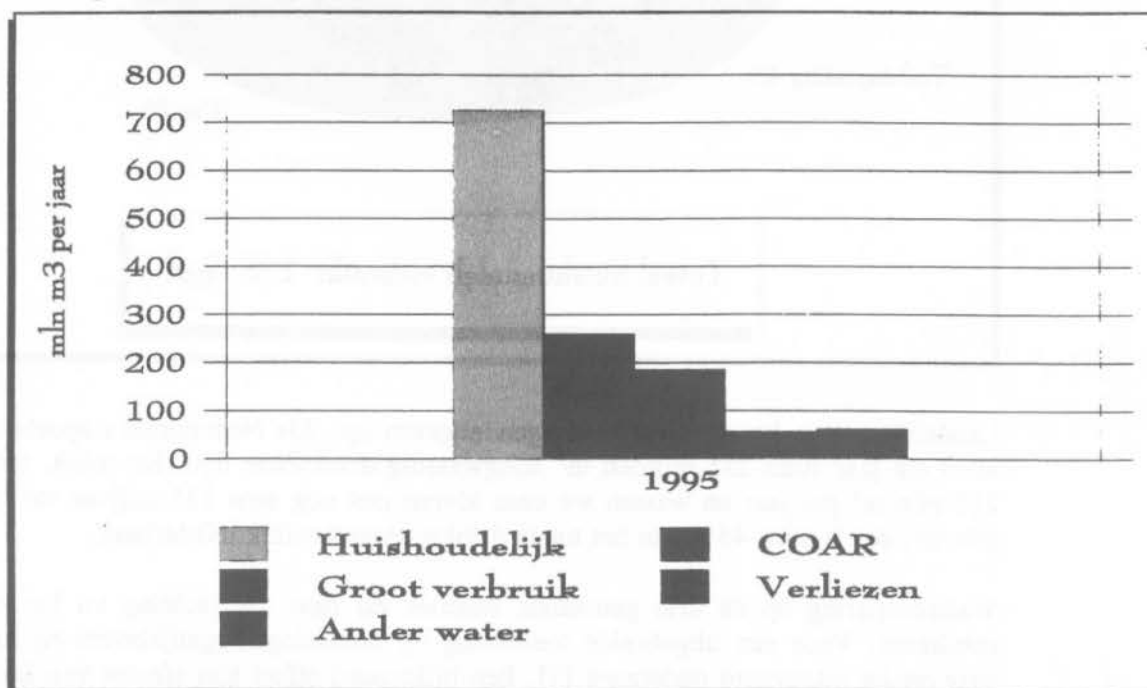
3.1 Toepassingen

De Nederlandse waterleidingbedrijven leverden in 1995 in totaal bijna 1.300 miljoen m³ water, waaronder 62 miljoen m³ ander water dan drinkwater. Van het geproduceerde drinkwater is 16 % afkomstig uit geïnfiltreerd oppervlaktewater, 22 % direct uit oppervlaktewater en 62 % uit grondwater [19]. Het drinkwaterverbruik stijgt nog steeds, ondanks inspanningen in het kader van waterbesparing. De huidige verwachting is dat deze groei voornamelijk door een toenemend gebruik van oppervlakte water (al dan niet door infiltratie of oeverfiltratie) opgevangen gaat worden.

In afbeelding 1 zijn de leveringen van de waterleidingbedrijven voor 1995 onderverdeeld naar de verschillende gebruikersgroepen:

- huishoudelijk verbruik (tot 300 m³/j per aansluiting)
- commercieel, openbaar, agrarisch en recreatief verbruik, COAR (300 - 10.000 m³/j per aansluiting)
- grootverbruik (> 10.000 m³/j per aansluiting)

Afbeelding 1
Levering door waterleidingbedrijven in Nederland [19]

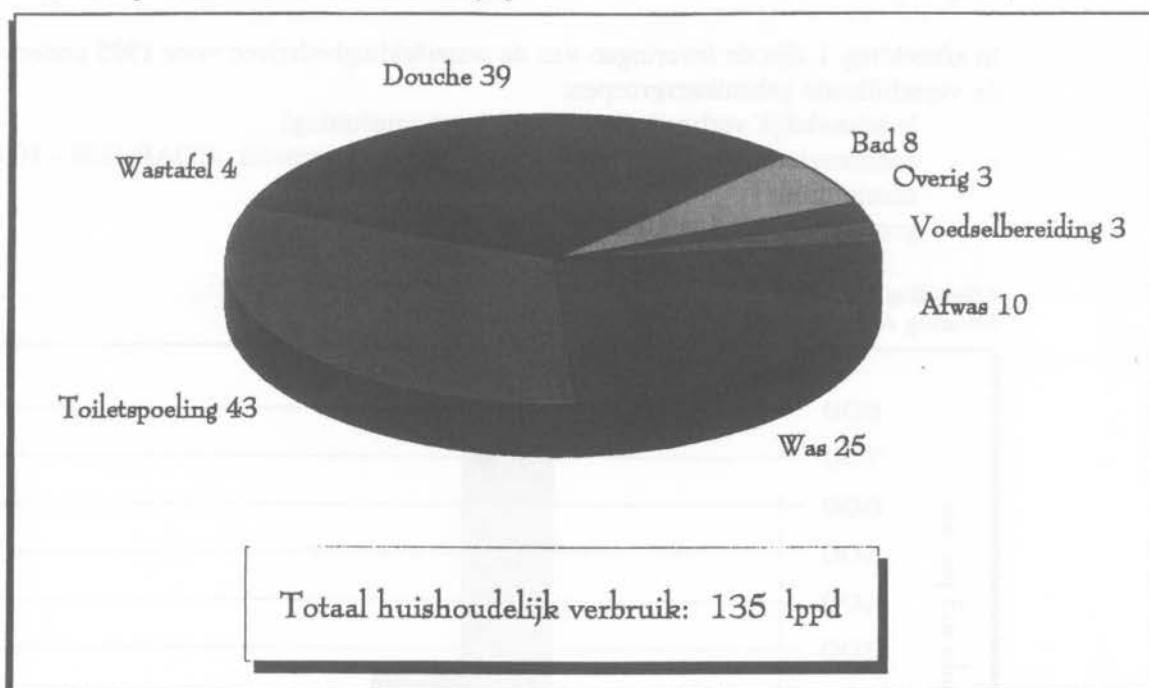


Ander water betreft voornamelijk de levering van halffabrikaat aan de industrie. Verliezen zijn het verschil tussen geproduceerd en afgerekend water, voornamelijk als gevolg van verliezen tijdens productie en distributie. Van het totaal verbruik blijkt meer dan de helft huishoudelijk te zijn. Het beeld is echter vertekend aangezien van het COAR- en grootverbruik ook nog eens ongeveer 100 miljoen m³/j als huishoudelijk is aan te merken. Het totale huishoudelijke verbruik zou daarmee op ruim 800 miljoen m³/j komen.

3.2 Huishoudelijk verbruik en besparingsmogelijkheden

Het huishoudelijk verbruik in Nederland bedraagt dagelijks ongeveer 135 liter per persoon. Het grootste deel hiervan, 43 liter, wordt door het toilet gespoeld, terwijl de douche, met 39 liter per dag en de was met 25 liter per dag, ook grote waterverbruikers zijn. Samen nemen deze bijna 80% van het huishoudelijk verbruik voor hun rekening. In afbeelding 2 is een overzicht gegeven van de functies van het drinkwaterverbruik binnenshuis. De gegevens zijn afkomstig van [17] en komen overeen met de schattingen van het waterverbruik zoals de VEWIN dit voor 1995 heeft geschat [19].

Afbeelding 2
Huishoudelijk waterverbruik in Nederland [17]



Landelijk gezien levert dit het volgende gegeven op. Als Nederlanders spoelen we met z'n allen elk jaar ruim 235 miljoen m³ hoogwaardig drinkwater door het toilet, verdouchen we 215 mln m³ per jaar en wassen we onze kleren met nog eens 135 miljoen m³. In totaal 585 mln m³, dat is bijna 45% van het totale drinkwaterverbruik in Nederland.

Waterbesparing op de drie genoemde functies zal naar verwachting tot het meeste effect resulteren. Voor een uitgebreide toelichting op besparingsmogelijkheden zij hier verwezen naar eerder uitgevoerd onderzoek [7]. Een bijkomend effect kan afname van het gebruik van een schaars goed als grondwater zijn, als drinkwaterbesparing invloed heeft op de hoeveelheid te winnen grondwater.

3.3 Categorieën waterverbruik

In de vorige paragraaf zijn de verschillende functies voor huishoudelijk drinkwater weergegeven. Deze functies zijn in een aantal categorieën in te delen. De indeling hangt naast de kwaliteitseisen aan het water ook samen met de fysieke scheiding binnenshuis.

Water voor de afwas stelt bijvoorbeeld minder zware kwaliteitseisen dan water dat wordt gebruikt voor het koken. Beide komen echter (in de meeste gevallen) uit één en dezelfde keukenkraan. In die situatie is de hoogste kwaliteitseis maatgevend voor de indeling. De mogelijkheid van bijvoorbeeld twee keukenkranen met ieder een eigen watertype wordt, vanwege complexiteit en de grote kans op verwarring of het foutief aansluiten van leidingen, buiten beschouwing gelaten.

In tabel 1 zijn de verschillende waterverbruiksfuncties ingedeeld in vier categorieën. De functies binnen een categorie vereisen ongeveer een gelijke waterkwaliteit en de verschillende categorieën zijn fysiek gezien goed scheidbaar binnenshuis.

Tabel 1
Indeling van waterverbruiksfuncties

Functie	Verbruik (lppd)	Functie	Verbruik (lppd)
<i>Categorie 1</i>	17	<i>Categorie 2</i>	47
Voedselbereiding	3	Douche	39
Afwas — <i>afwasmachine!?</i>	10	Bad	8
Wastafel	4		
<i>Categorie 3</i>	28	<i>Categorie 4</i>	43
Was	25	Toilet	43
Overig (o.a. buitenkraan)	3		

Categorie 1 : Drinkwater

Dit betreft het drinkwater zoals dat nu geleverd wordt door de waterleidingbedrijven. De tappunten voor drinkwater zijn normaal gesproken de verschillende wasbakken en de keukenkraan. Ook hoort water dat voor de voedselbereiding wordt gebruikt om kwaliteitsredenen in deze categorie thuis. Hierbij komt nog water ten behoeve van de afwas, vanwege de (hiervoor aangegeven) fysieke plaats in de keuken.

Categorie 2 : Douche- en badwater

Dit betreft water voor douchen en baden. Kwalitatief zijn deze gelijk en de douche- en badkraan hebben in vrijwel alle gevallen slechts één enkele functie. Wel moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid van waterinname door personen tijdens het douchen of baden alsmede het inademen van waterdamp en de in drinkwater opgeloste gassen.

Categorie 3 : Water voor de wasmachine

Het wassen van kleding stelt andere (lagere) kwaliteitseisen aan water dan bijvoorbeeld douchen. Daarbij komt dat wasmachines normaliter een speciale aansluiting hebben. Dit kan voorkomen dat deze aansluiting voor andere toepassingen bruikbaar is. De post 'overig' in

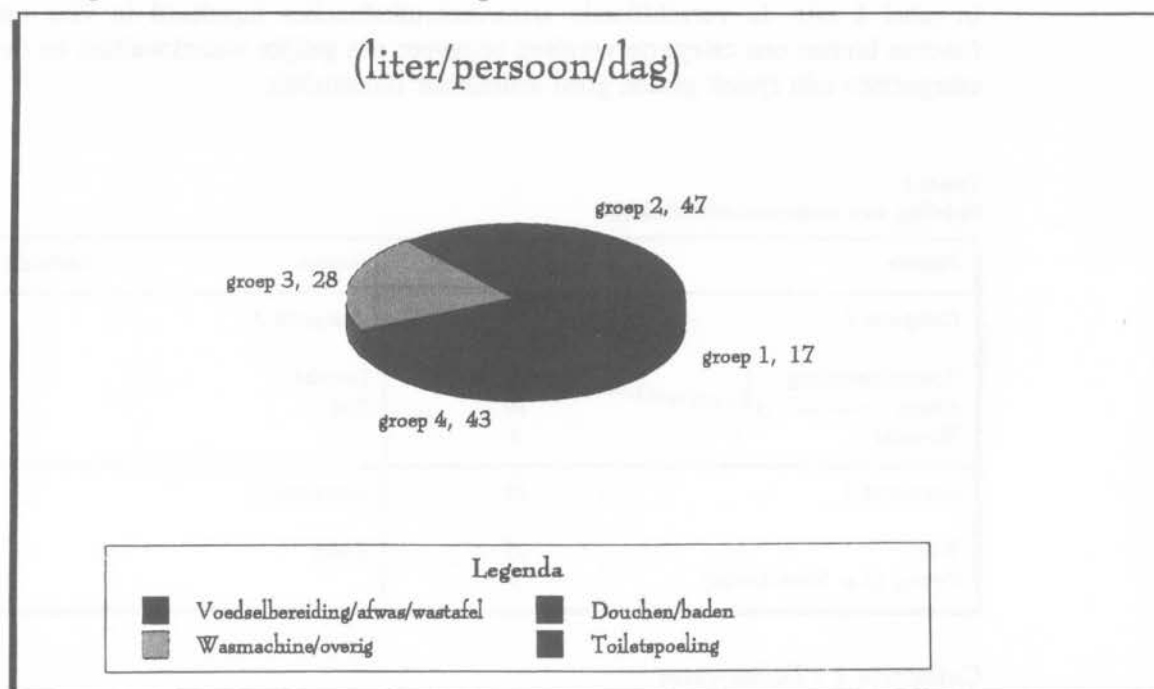
deze categorie betreft water voor schoonmaken, autowassen en tuinsproeien. Een goede plaatsing van een aparte kraan voor dit water zou bijvoorbeeld laag bij de grond in de keuken of buiten kunnen zijn.

Categorie 4 : Water voor toiletspoeling

Dat water voor het spoelen van toiletten een mindere kwaliteit vraagt, spreekt voor zich. Verder is de aansluiting uniek, alleen voor een toilet te gebruiken. Risico van wanverbindingen zijn daarmee vrijwel uitgesloten.

De vier categorieën zijn verhoudingsgewijs (naar waterverbruik) weergegeven in afbeelding 3.

Afbeelding 3
Indeling van waterverbruiksfuncties in categorieën



3.4 Een tweede waterkwaliteit ?

Zoals gesteld is ca. 60% van het geproduceerde drinkwater afkomstig uit grondwater. Binenshuis wordt alleen al door het toilet ca. 30 % van het aangevoerde drinkwater weggespoeld. In veel gevallen wordt dus kwalitatief gezien hoogwaardig grondwater voor laagwaardige toepassingen gebruikt. De vraag rijst dan of het, naast de levering van drinkwater uit grondwater, niet mogelijk is om ten behoeve van bepaalde waterverbruiksfuncties een tweede watertype te leveren dat minder schaars is.

Met (diep) grondwater, de traditionele bron voor drinkwater, is in de meeste gevallen met een relatief eenvoudige zuivering aan de voor drinkwater gestelde kwaliteitseisen te voldoen. Echter met het toenemende gebruik van oppervlaktewater zijn de eisen aan desinfectie/oxydatie en nevenprodukten en vele soorten microverontreinigingen bepalend geworden voor veel

van de huidige productiesystemen. Desinfectie met bijvoorbeeld chloor is vanwege de vorming van nevenprodukten ongewenst; een bodempassage is in veel gevallen het enige alternatief.

De aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in ondiep grondwater en oppervlaktewater, ondermeer afkomstig van de landbouw, noopt tot toepassing van actief koolfiltratie en vanwege de kwetsbaarheid van oppervlaktewater en ondiep grondwater zijn uitgebreide beschermingsmaatregelen en calamiteitsvoorzieningen onontbeerlijk.

Juist de huidige desinfectiestrategie, de problemen met organische micro's en de bescherming van de bron maken een goede drinkwaterbron tot een schaars goed en het zuiveringssysteem complex. Wordt dit vergeleken met de kwaliteitseisen in tabel 2 (paragraaf 4.1) dan blijkt dat deze drie aspecten alleen gelden voor drinkwater (categorie 1) en douche- en badwater (categorie 2). De andere twee verbruikscategorieën stellen veel minder zware eisen aan desinfectie, organische micro's en bescherming van de bron. Het lijkt dan voor de hand liggend hier een scheiding te maken tussen twee waterkwaliteiten:

- drinkwaterkwaliteit : drinkwater, douche- en badwater (categorie 1 + 2)
- ander waterkwaliteit : wasmachinewater en overig, water voor toiletspoeling (categorie 3 + 4)

Uit tabel 1 is, aan de hand van deze twee waterkwaliteiten, te herleiden dat het verbruik van beiden vrijwel gelijk is.

Het voorgaande geeft voldoende aanleiding om het volgende te concluderen: De aanwezige waterverbruiksfuncties in een huishouden, met bijbehorend waterverbruik en kwaliteitseisen bieden mogelijkheden voor een andere waterkwaliteit: huishoudwater.

4 INVENTARISATIE HUISHOUDWATERSYSTEMEN

In dit hoofdstuk is de huidige stand van zaken met betrekking tot huishoudwatersystemen beknopt weergegeven. Aan de order komen naast inhoudelijke aspecten ook lopende projecten op het gebied van ander water en zijn de meningen over ander water bij een aantal organisaties e instanties gepolst.

Voorop gesteld kan worden dat er geen uniform huishoudwatersysteem bestaat. Verder zal blijken dat bij het opzetten van een huishoudwatersysteem veelal lokale omstandigheden een belangrijke rol spelen. De lokaliteit is vooral van belang bij de keuze van de ruwwaterbron en de systeemkeuze voor het huishoudwater. Deze twee aspecten en de kwaliteitseisen per gebruiksfunctie hebben geleid tot de volgende drie zogenaamde 'bouwstenen', die noodzakelijk zijn voor het opstellen van een huishoudwatersysteem:

- Kwaliteitseisen
- Ruwwaterbron voor huishoudwater
- Systeemkenmerken

De navolgende drie paragrafen gaan in op de afzonderlijke bouwstenen. Hieruit zal blijken dat iedere bouwsteen op zijn beurt weer uit een aantal bestanddelen bestaat. Bij het beschrijven van de bouwstenen is uitgebreid gebruik gemaakt van informatie en opgedane ervaring in het project "Watervoorziening in de wijk Kernhem in Ede" vermeld in [5 en 6] en informatie uit [7, 11 en 12].

4.1 Kwaliteit

De verschillende waterverbruiksfuncties met ongeveer dezelfde kwaliteitseisen (zoals weergegeven in paragraaf 3.4) vragen om verschillende waterkwaliteiten. Deze paragraaf geeft beknopt weer welke kwaliteitseisen per categorie gewenst zijn. De beschrijving is beknopt, enerzijds omdat dit aspect geen onderdeel vormde van de opdracht en anderzijds omdat dit aspect door het RIVM is opgepakt. In 1996 is het RIVM een onderzoek gestart naar de normen waaraan het water van de verschillende categorieën dient te voldoen.

Categorie 1 : Drinkwater

De kwaliteitseisen aan drinkwater zijn wettelijk vastgelegd in het Waterleidingbesluit (WLB). De normen zijn onderverdeeld in verschillende categorieën:

- Gezondheidskundige parameters, met daarin ondermeer
 - * Desinfectie/oxidatiemiddelen en nevenprodukten
 - * Radiologische parameters
- Bedrijfstechnische parameters
- Organoleptische/esthetische parameters
- Voorzorgs (ethische) parameters

De normen voor ondermeer organische microverontreinigingen en desinfectie-nevenprodukten zijn gebaseerd op risico analyses. De kans op overlijden bij een levenslange blootstelling aan de zogenaamde 'daily intake' (in het WLB) moet beneden een gestelde waarde blijven. De 'daily intake' is daarbij gebaseerd op een wateropname van 2 liter per persoon per dag.

Een lage hardheid (met daarbij een hoge pH) van het drinkwater is gewenst in verband met het beperken van de opname van lood en koper uit het leidingnet. Zo zijn ook bedrijfstechnische parameters (hardheid, zuurgraad, koloniegetal) direct of indirect van invloed op gezondheidskundige parameters (lood, koper, etc.).

Categorie 2 : Douche- en badwater

Een punt van aandacht is het feit dat er met regelmaat waterinname door personen tijdens het douchen of baden plaatsvindt. De kwaliteitseisen aan dit type water zullen dan ook niet wezenlijk afwijken van het Waterleidingbesluit, ondanks dat de dagelijkse wateropname veel kleiner is dan van drinkwater. Normen die gebaseerd zijn op de hiervoor aangegeven 'daily intake' berekening zouden daarmee theoretisch gezien iets kunnen worden versoepeld. Deze redenatie gaat op voor nitraat, bestrijdingsmiddelen en bijvoorbeeld voor lood en koper (lood- en koperoplossendvermogen). Echter voor vluchtige stoffen zoals bepaalde nevenproducten van desinfectie gaat dit niet op. Bij douchen vindt blootstelling aan grote hoeveelheden water plaats waarbij een persoon door inhalatie de vluchtige stoffen binnen krijgt.

Daarnaast zouden bijvoorbeeld de normwaarden voor chloride en natrium in bepaalde gevallen verhoogd kunnen worden. De hardheid is, vanwege het gebruik van warmwaterapparatuur, bij voorkeur laag.

Categorie 3 : Water voor de wasmachine en overig gebruik

De kans op het drinken van water dat bestemd is voor de wasmachine, schoonmaken of tuinsproeien is heel klein. Normen die gebaseerd zijn op 'daily intake' zullen voor dit water dan ook niet van toepassing zijn. Organoleptisch/esthetisch gezien (kleur, troebeling, ijzer, mangaan etc.) moet dit type water schoon zijn. De hardheid is, in verband met het wasmiddelen verbruik, bij voorkeur laag.

Verder gelden nog een aantal overwegingen welke indirect met de gebruiksfunctie te maken hebben. Het water komt regelmatig in contact met personen. Daarnaast is er altijd een kans op foutieve aansluitingen of kan het bijvoorbeeld voorkomen dat kinderen met de tuinsproeier spelen of een bad vullen met dit water. De bacteriologische betrouwbaarheid moet daarom goed zijn, echter de desinfectiemethode is nu veel minder van belang; toepassing van bijvoorbeeld chloor lijkt voor deze gebruiksfunctie uit het oogpunt van kwaliteit acceptabel.

Categorie 4 : Water voor toiletspoeling

Het is duidelijk dat water dat door het toilet wordt gespoeld van een mindere kwaliteit kan zijn dan drinkwater. Echter organoleptisch/esthetisch gezien moet het wel redelijk zijn; er wordt bij voorkeur geen 'bruin' water door het toilet gespoeld. In het geval dat het toiletwater te vuil is, zijn er waarschijnlijk meer (agressieve) schoonmaakmiddelen noodzakelijk. De milieuwinst van een andere watersoort wordt daarmee weer teniet gedaan.

Daarnaast gelden nog eisen welke niet direct met de gebruiksfunctie te maken hebben maar waar wel rekening mee gehouden moet worden. Zo dient het water vrij te zijn van ondermeer zwevend (organisch) materiaal om geen aanleiding te geven tot 'nagroeï' in het leidingstelsel. Nagroeï is ongewenst in verband met vervuiling van bijvoorbeeld het distributiesysteem, leidingen binnenshuis en (toilet)reservoirs. Eveneens lijkt, ter voorkoming van nagroeï, een beperkte transportdesinfectie gewenst.

Tenslotte is, vanwege de kans op verkeerd gebruik van deze waterkwaliteit in huis danwel met het leidingnet (foutieve aansluitingen), desinfectie nodig om het besmettingsgevaar te minima-

liseren; de desinfectiewijze is minder van belang.

Een overzicht van de belangrijkste kwaliteitseisen voor de vier gebruikscategorieën is gegeven in tabel 2. Uit de tabel valt af te lezen dat de kwaliteitseisen van de eerste twee categorieën, dicht bij elkaar liggen. Dit is het water dat werkelijk (categorie 1) en mogelijk gedronken wordt.

De laatste twee categorieën, het water dat in principe nooit wordt gedronken, hebben eveneens een vergelijkbare waterkwaliteit.

Een kanttekening bij de tabel is dat alleen eisen die direct uit de gebruiksfuncties voortvloeien zijn aangegeven. Daarnaast geldt voor de laatste categorie (toiletwater) dat toch afdoende desinfectie gewenst is in verband met mogelijke aangroei in het leidingsysteem en eventuele foutieve aansluitingen welke een risico voor de volksgezondheid inhouden.

Tabel 2
Kwaliteitseisen waterverbruikscategorieën

<i>Categorie 1: Drinkwater</i> Organische micro's laag 'Veilige' desinfectie Hygiënisch betrouwbaar Organoleptisch/esthetisch goed Geen ontheffingen WLB Aandachtspunt: Bescherming van de bron	<i>Categorie 2: Douche- en badwater</i> Organische micro's middel laag 'Veilige' desinfectie Hygiënisch betrouwbaar Organoleptisch/esthetisch goed .. Bepaalde ontheffingen WLB denkbaar Aandachtspunt: Bescherming van de bron
<i>Categorie 3: Wasmachinewater</i> 'Eenvoudige' desinfectie Organoleptisch/esthetisch goed Geschikt voor opslag en transport Ontheffingen WLB mogelijk	<i>Categorie 4: Toiletspoeling</i> Organoleptisch/esthetisch redelijk/goed Geschikt voor opslag en transport Ontheffingen WLB mogelijk

4.2 Ruwwaterbron

De aard en locatie van een ruwwaterbron heeft invloed op de kosten voor winning, de opzet van de zuivering en het transport. Verder dient er een maatschappelijke acceptatie voor de ruwwaterbron van het huishoudwatersysteem te zijn. Met deze aspecten is rekening gehouden bij de keuze voor een mogelijke ruwwaterbron voor huishoudwatersystemen. De mogelijke bronnen zijn:

- Regenwater in een wijk
- Stedelijk (drainage)water
- Lokaal oppervlaktewater
- Bedrijfswater lokale industrie
- Regionaal oppervlaktewater
- Grondwater

4.2.1 Regenwater in een wijk

Door de aanleg van een woonwijk zal in verhouding het aandeel verhard oppervlak toenemen. Dit heeft tot gevolg dat er een afname van de verdamping plaatsvindt omdat het regenwater via het verhard oppervlak in de riolering terecht komt. Dit effect speelt vooral tijdens het zomerhalfjaar. De neerslag die in deze periode valt zal meer dan voorheen beschikbaar zijn voor infiltratiedoeleinden. In bijlage 1 is als voorbeeld een waterbalansberekening uitgevoerd voor de wijk Kernhem in Ede. Hieruit blijkt dat naar verwachting ongeveer 160000 m³ (130 mm) meer afstromend regenwater beschikbaar komt. Deze hoeveelheid is van dezelfde orde grootte als de vraag naar categorie 3 en 4 water uit paragraaf 3.3 (zie ook tabel 7 in bijlage 1).

Gedurende het winterhalfjaar is er, als gevolg van de relatief grote neerslag en kleine verdamping, aanzienlijk meer water beschikbaar.

Theoretisch gezien zou het balansoverschot (regenwater) in de zomer als bron kunnen dienen voor de (drink)watervoorziening in een woonwijk. Daarnaast zou het via de oppervlakte afstromende water gebruikt kunnen worden. Een probleem is echter de spreiding in het aanbod. In juli en augustus is er relatief weinig neerslag en gemiddeld genomen is er gedurende 3 tot 4 zomermaanden geen oppervlakkige afvoer [1]. In een droog jaar is de situatie nog moeilijker. De vraag naar bijvoorbeeld sproeiwater (categorie 3) zal dan groot zijn, terwijl het aanbod van water uit de wijk sterk terugloopt.

De hiervoor aangegeven wisselende beschikbaarheid is alleen te ondervangen door berging in de wijk zelf. Alternatieven hiervoor zijn de ondergrond of bijvoorbeeld opslagbekkens of reservoirs.

Berging in de ondergrond betekent echter wel gedurende droge periodes water aan de ondergrond onttrekken. Dit brengt grote variaties in de grondwaterstand met zich mee. Dit is in strijd met het uitgangspunt de bestaande waterhuishouding zo min mogelijk te beïnvloeden en met name de grondwaterstandsverandering te beperken tot een minimum.

De wijk Kernhem in Ede

In de wijk Kernhem is aan open water de Doesburgerslenk, met een oppervlakte van ca. 4 ha, beschikbaar in de wijk. Bij inzet als ruwwaterbron zullen grote waterstandsvariëaties optreden gedurende droge periodes.

Dit wordt geïllustreerd door de volgende globale berekening:

• totale watervraag zomerhalfjaar :	230.000 m ³
• vraag naar 'tweede kwaliteit' :	115.000 m ³ (20.000 m ³ /maand)
• oppervlakte open water :	40.000 m ²
• maximale verdamping :	≈ 0,12 - 0,15 m/maand
• waterstandsvariatie :	≈ 0,6 - 0,7 m/maand

Voor één maand zonder neerslag of oppervlakkige afvoer volgt dus voor de Doesburgerslenk een waterstandsdaaling van ruim 60 cm. Hierbij is nog geen rekening gehouden met flauwe oevers waardoor het openwateroppervlakte afneemt bij een waterstandsdaaling en de daling wordt versterkt. In feite zal de daling geringer zijn door toestroming vanuit het grondwater, wat echter een ongewenst neveneffect is.

De ecologie van de slenk zou door dergelijke waterstandsvariëaties schade oplopen.

Grootschalige bergingsalternatieven in een wijk zelf worden, refererend aan bovenstaande kader, in dit specifieke geval niet wenselijk geacht. Indien wel mogelijkheden voor grootschalige berging aanwezig zijn kan regenwater als mogelijk bron dienen.

4.2.2 Stedelijk (drainage)water

Stedelijk (drainage)water is afkomstig van water dat uit een verticaal drainagesysteem van een woonwijk wordt gepompt en op het oppervlaktewater geloosd. Het water omvat zowel een grondwater als neerslagcomponent. Drainagewater dient lokaal aanwezig te zijn.

De wijk Kernhem in Ede

Een haalbaarheidstudie om in het kader van anti-verdrogingsmaatregelen stedelijk (drainage)water aan te wenden als industriewater [12] toonde in het geval van de wijk Kernhem aan dat ca. 1,5 miljoen m³ kwalitatief goed drainagewater beschikbaar is. Dit betreft voornamelijk water uit de wijk Rietkampen, gelegen op ca. 1,5 km van de locatie Kernhem. Met een totale vraag naar 'tweede' kwaliteit water in Kernhem van ca. 210.000 m³/j lijkt deze hoeveelheid ruim voldoende. Hiermee is een zowel kwalitatief als kwantitatief goede bron voorhanden op relatief korte afstand.

4.2.3 Lokaal oppervlaktewater

Naast de hiervoor genoemde bronnen kan de gedachte uitgaan naar het gebruik van lokaal oppervlaktewater in de omgeving van een woonwijk. Het aanwezige oppervlaktewater is door middel van directe zuivering (ter plaatse wordt een zuiveringsinstallatie opgesteld die de ruwwaterbron zuivere tot huishoudwaterkwaliteit) of via oeverfiltratie (het oppervlaktewater ondergaat eerst een bodempassage alvorens het gezuiverd wordt) inzetbaar als ruwwaterbron voor huishoudwater.

Bij lokaal oppervlaktewater wordt gedacht aan sloten en/of singels in de directe omgeving. Veelal zijn deze gelegen in de nabijheid van landbouwgebieden. Voor deze gebieden geldt dat de waterafvoer gedurende droge perioden sterk afneemt en dat in bepaalde gevallen zelfs water aangevoerd moet worden om het waterpeil niet te ver te laten dalen. Daarnaast kan overstort van ongezuiverd water op deze oppervlaktewateren plaatsvinden. Door de in verhouding slechte kwaliteit van dit overstortwater zal de kwaliteit van het oppervlaktewater sterk afnemen.

4.2.4 Bedrijfswater van lokale industrie

Het bedrijfs(afval)water van nabij gelegen grote industrieën kan als bron voor de productie van een tweede waterkwaliteit dienen. Hierbij is onderscheid te maken tussen koelwater en overige waterstromen. Een complicerende factor bij deze ruwwaterbron is de (mogelijk) wisselende waterkwaliteit.

4.2.5 Regionaal oppervlaktewater

Afhankelijk van de locatie van het huishoudwatersysteem kan als ruwwaterbron een regionaal oppervlaktewater in aanmerking komen. Veelal hebben regionale oppervlaktewateren voldoende aanvoercapaciteit in vergelijking met de benodigde huishoudwatercapaciteit. Wel dient rekening te worden gehouden met (seizoenmatige) fluctuaties in de aanvoercapaciteit van het oppervlaktewater.

4.3 Grondwater

Het gebruik van grondwater als grondstof voor de drinkwatervoorziening is vanuit beleidswege (zowel Rijk als Provincie) niet meer opportuun. De argumentatie achter dit standpunt is dat grondwater een schaars goed is en het gebruik ervan zoveel dient te worden teruggedrongen. Daarnaast is het momenteel (begin 1997) niet mogelijk om het aspect verdroging objectief in de uit te voeren levens cyclus analyse op te nemen. Dit alles heeft ertoe geleid dat grondwater niet als bron voor huishoudwater zal dienen.

4.4 Systeemkenmerken

4.4.1 Individueel systeem

Individuele systemen vallen buiten de scope van deze studie. Om het verschil met collectieve systemen duidelijk te maken is volledigheidshalve kort ingegaan op individuele systemen. Een individueel systeem vindt plaats op woningniveau of voor een groep woningen. Op dit niveau kan worden gedacht aan het gebruiken van het regenwater dat op de daken valt of het hergebruiken van grijs water binnen een woning of groep woningen. Uitgebreid onderzoek hiernaar is uitgevoerd door [22].

Regenwatersysteem voor 1 woning

De beschikbaarheid van regenwater fluctueert sterk in de tijd. Vooral gedurende de droogste zomermaanden is het aanbod klein; een berging (reservoir) is daarom noodzakelijk. Naast een fluctuatie in beschikbaarheid is de kwaliteit van het afstromend regenwater een onzekere factor. De kwaliteit is sterk locatie afhankelijk en het regenwater blijkt doorgaans een aanzienlijke hoeveelheid zwevend en organisch materiaal te bevatten. Zonder nadere behandeling is de verwachting dit aanleiding zal geven tot vervuiling van de opslag- en transportvoorzieningen [22]. De uiteindelijke afvoer van huishoudelijk afvalwater (DWA) naar de RWZI zal door het gebruik van regenwatersystemen niet veranderen, het afvoerpatroon wel.

In het kader van het onderzoeksproject 'Duurzame technologische ontwikkeling' zijn eveneens de mogelijkheden van regenwatersystemen onderzocht. De resultaten hiervan waren ten tijde van de onderhavige studie nog niet gepubliceerd [9]

Regenwatersysteem voor een groep woningen

Ook voor een groep woningen kan worden gedacht aan gebruik van regenwater dat op de daken valt. De kwaliteit van afstromend regenwater van wegooppervlakken en dergelijke is kwalitatief veel slechter [4] en moeilijker in te zamelen en daarom minder aantrekkelijk om te gebruiken.

De kwalitatieve aspecten, zoals die hiervoor zijn geschetst op woningniveau, veranderen niet wezenlijk bij een systeem voor een aantal huizen. Vooral de biologische stabiliteit, de hygiënische betrouwbaarheid en de aspecten met betrekking tot de bedrijfsvoering zullen een probleem blijven.

Grijswatersystemen

Grijswater is niet als ruwwaterbron beschreven. Toch is onderstaand kort ingegaan op een grijswatersysteem ter verantwoording van het niet opnemen van dit systeem in het vervolg van de studie. Grijswatersystemen zijn gebaseerd op hergebruik van bijvoorbeeld douche- en badwater ten behoeve van toiletspoeling. Er is sprake van twee systemen:

- Direct hergebruik: Douche en badwater wordt opgeslagen en direct gebruikt voor toiletspoeling. Het grijswater wordt hierbij alleen door een eenvoudig filter geleid, opgeslagen en hergebruikt
- Indirecte hergebruik: Grijs water wordt verzameld, gezuiverd en opgeslagen in een voorraadvat waarna het verpompt wordt naar de verschillende verbruiksfuncties.

De kwaliteitsproblemen, zoals aangegeven voor regenwatersystemen, spelen bij grijswatersystemen nog sterker. Door aanwezige zeepresten en organisch materiaal zal een eenvoudige filtratie niet afdoende zijn; er moet dan al snel aan biologische zuiveringen of technieken als membraanfiltratie worden gedacht. Dit mede in het licht van toekomstige kwaliteitseisen voor ander water. Gebruik van dergelijke technieken voor indirect hergebruik zullen op woningniveau tot onevenredige kosten leiden. Daarnaast zijn milieuhygiënische risico's van direct hergebruik nog te onbekend om deze systemen op grote schaal toe te kunnen passen [22]. Het voorgaande heeft geleid tot het uitsluiten van grijswater als ruwwaterbron voor huishoudwatersystemen.

4.4.2 Collectieve systemen

Naast de oplossingen op woningniveau en per groep huizen zijn er mogelijkheden op schaal van de gehele wijk. Dit houdt in het centraal winnen en zuiveren van (lokaal) water. Vervolgens vindt aanbieding van dit water via een tweede leidingnet (naast het reguliere drinkwaternet) aan woningen plaats. Dit tweede leidingnet, met een andere waterkwaliteit, is bijvoorbeeld koppelbaar aan een mogelijk leidingnet voor industriewater (het koppelen van B en E-water).

Als bron voor een collectief systeem komen het eerder genoemde drainagewater en lokale oppervlaktewater in aanmerking. Daarnaast is het mogelijk lokaal grondwater te winnen in een woonwijk, mits dit tot toelaatbaar geachte grondwaterstandsveranderingen leidt.

4.5 Interviews organisaties en instanties

Een onderdeel van de inventarisatie vormde het interviewen van medewerkers die werkzaam zijn bij de volgende organisaties en instanties:

- de Vereniging van Waterleidingbedrijven in Nederland (VEWIN)
- het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA)
- de Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV)
- het waterleidingbedrijf NUON Water NV
- het Duurzaam Technologisch Onderzoek (DTO)
- het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

De interviews zijn 'a titre personele' uitgevoerd. Er kan derhalve niet van een standpunt van een organisatie worden gesproken. Er is voor gekozen de interviews samen te vatten en gerubriceerd naar de thema's economische en milieu-aspecten beknopt weer te geven.

Economische aspecten

· Investerings

De geïnterviewden zijn het er allen over eens dat duurzaam omgaan met de grondstof gepaard gaat met kosten. Zij vinden eveneens dat de investeringen voor huishoudwatersystemen verdedigbaar zijn, mits deze een wezenlijke bijdrage leveren aan een meer duurzame omgang met de grondstof water. Algemeen tekent zich het beeld af dat hierbij de kosten (te maken voor een duurzamer milieu) eigenlijk geen discussiepunt moeten zijn. Of de kosten moeten exorbitant hoog zijn ten opzichte van de te bereiken milieuwinst.

· Kosten huishoudwatersysteem

De vraag wie de kosten voor een huishoudwatersysteem dient te betalen, levert een vrijwel eenduidig beeld op. In principe dient er een totale terugberekening naar de consument plaats te vinden ('De vervuiler betaalt'). Het waterleidingbedrijf kan echter in de experimentele fase van een huishoudwatersysteem extra investeren. Bij terugberekening van de kosten naar de consument is nog een onderverdeling te maken naar alleen de consument die huishoudwater gaat gebruiken of een algehele omslag naar alle consumenten binnen het voorzieningsgebied.

Lokale omstandigheden bepalen grotendeels de kosten voor een huishoudwatersysteem, omdat de locatie en het type bron de mate van zuivering en distributie bepalen.

· De prijs van een m³ huishoudwater

De drinkwaterprijs wordt onder meer bepaald door de kosten die moeten worden gemaakt om van de grondstof drinkwater te bereiden. Op de vraag hoe de kosten van huishoudwater moeten worden bepaald komen diverse antwoorden. Een aantal personen geeft aan dat de prijs van huishoudwater onder andere te maken heeft met het draagvlak ervoor. Een deel geeft aan dat de burger bereid moet zijn eventuele hogere kosten te dragen. Of huishoudwater goedkoper dan drinkwater moet zijn, dient praktijkervaring uit te wijzen. Men kan zich afvragen of de consument met huishoudwater dat goedkoper is dan drinkwater bewuster zal omgaan.

Milieu-aspecten

Bijdrage aan duurzaamheid

Huishoudwatersystemen (als substitutiesysteem voor drinkwater uit grondwater) leveren een bijdrage aan een duurzaam gebruik van grondwater, als ze worden ingezet als anti-verdrogingsmaatregel of de onttrekking van grondwater verminderen om zodoende deze grondstof te sparen.

Dat het toepassen van een huishoudwatersysteem een milieuwinst zal opleveren, wordt door de meeste personen onderschreven. De grootte van de milieuwinst dient door middel van een LCA te worden vastgesteld. Hierbij dient zeker het effect van extra leidingmateriaal (wat als een argument tegen huishoudwatersystemen wordt gebruikt) gevisualiseerd te worden (in hoofdstuk acht zal blijken dat het milieu-effect bij het gebruik van een tweede leidingnet verwaarloosbaar is ten opzichte van het energiegebruik, noodzakelijk voor het zuiveren van de ruwwaterbron en transport van het reinwater).

Bewustwording

Een aantal personen is de mening toegedaan dat de consument die een huishoudwatersysteem in zijn woning heeft, bewuster om kan gaan met (drink)water. Dit kan worden versterkt door het visueel aanwezig zijn van het tweede leidingnet en/of een huishoudwatermeter.

Welke bron

Regenwatersystemen hebben op woningniveau goede resultaten behaald, maar zijn op woonwijk niveau praktisch moeilijk uitvoerbaar in verband met de benodigde bergingscapaciteit.

Grijswater is alleen een bron voor systemen op woningniveau.

Toepassen van oppervlaktewater als bron voor huishoudwater betekent veelal een zuivering met meer gebruik van chemicaliën dan bij een conventionele grondwaterzuivering. Echter door minder strenge kwaliteitseisen aan huishoudwater, zijn minder zuiveringsstappen nodig dan bij oppervlaktewater dat verwerkt wordt tot drinkwater.

4.6 Projecten in onderzoek

Onderdeel van het onderzoek naar ander watersystemen vormde de inventarisatie van huishoudwaterprojecten. Tijdens de inventarisatie is gebleken dat er nogal wat projecten met als bron grijswater of hemelwater voor ander water gaande zijn. Projecten waarbij oppervlaktewater als bron voor huishoudwater wordt gebruikt, zijn schaars. Met uitzondering van Kernhem zijn alle andere projecten (voor zover bekend) nog in een studiefase. Tabel 3 (op de volgende pagina) geeft een overzicht van de huidige stand van zaken.

Tabel 3 Projecten op het gebied van een centrale dubbele watervoorziening in Nederland (januari 1997).

	omvang	bron	zuiveringsopzet	bepaling milieu-effecten	kosten	status
Kernhem Ede, NUON	4.600 woningen 210.000 m ³ per jaar huishoudwater (50%)	- afstromend (drainage) water stedelijk gebied - afvalwater rwzi/ bedrijven - regionaal oppervlaktewater	oeverfiltraat onttrokken onder slenk, beluchting, snelfiltratie	globale afwegingen gemaakt verder wordt uitgegaan van een MER voor het gebied Ede-Veenendaal	1140,- extra per woning, waarvan 300 vast huishoudwater kost 6,50 /m ³ verdeeld over alle afnemers van NUON: ca 1,75/m ³ Reductie van 0,25-0,50 op huishoudwaterprijs	product is goedgekeurd. bouw van 1996 tot 2009
Leldsche Rijn Utrecht, WMN	30.000 woningen 1,6 miljoen m ³ (1995) tot 2,0 miljoen m ³ (2015)	WRK I/II-water	vlokvorming en -verwijdering of hek fytenfilter snelfiltratie desinfectie	globale bepaling milieu-impact (materiaal, chemicaliën, afvalstoffen/slib, invloed op omgeving, ruimtebeslag)	1,60-1,90 /m ³ voor zuivering en transport van huishoudwater (drinkwater 1,63 /m ³)	project nog in studiefase. Er is nog geen zekerheid over uitvoering. haalbaarheidsstudie van alternatieve systemen afgerond juni '97: 1 ^e deelplan Langerak: specificaties leidinginfrastructuur en kosten Mogelijk eind '97: begin bouw
Meerhoven Eindhoven, NRE	7.000 woningen 350.000 m ³ huishoud water later meer	water uit het Beatrix kanaal	ultrafiltratie: dead-end bedrijfsvoering 23 m ³ /h buffer 150 m ³	MEER-methode: Milieu Efficiency Effect Rapportage (mbv LCA en NICHE)	870 extra per woning (vaste aansluitkosten en binneninstallatie) huishoudwater: 1,74 /m ³ (drinkwater: 1,19/m ³)	studie in 2 ^{de} fase: aanvullend tech- nisch onderzoek mbt mem- braanfiltratie en leidinginfrastruc- tuur (afrondding juni '97) mogelijke knelpunten: acceptatie en brijn membraanfiltratie
IJburg Amsterdam, GWA	6.500 woningen uiteindelijk 18.000	WRK-water of regen-infiltraat op eilanden / IJwater	IJwater opgepompt door eilanden: zandfiltratie	bureau IVAM (UvA) rekent LCA's door	Niet bekend	In maart referendum over realisatie wijk (eilanden). Twijfel over milieuwinst dubbele watervoorziening. Kosten vormen een belemmering
Buitenhof Druten, WMG	wijkniveau	brak grondwater	aangepaste vorm membraanfiltratie		Geen kostenvoordeel eenvoudige zuivering huishoudwater tov extra kosten dubbel leiding- net	project vindt geen doorgang. Rap- portage op korte termijn (leiding- infrastructuur, kosten)
Schooten Den Helder, PWN	50 woningen ruim 2000 m ³ per jaar	water uit Noordhollandsch Kanaal	(grove) filtering	niet voldoende onderzoek verricht	Niet bekend	geen uitvoering risico's voor de volksgezondheid te groot

5 UITGANGSPUNTEN VOOR VERGELIJKING VAN HUISHOUDWATERSYSTEMEN

5.1 Voorselectie van huishoudwatersystemen

In overeenstemming met de offerte-aanvraag is wel ingegaan op huishoudwatersystemen op woning niveau bij de inventarisatie, maar zal de verdere rendementsvergelijking op het niveau van de woonwijk plaats vinden.

Grondwater is niet als bron genoemd. De reden hiervoor is de volgende. Grondwater verdient zowel voor het aspect effecten op het milieu als voor het aspect kosten de voorkeur boven de andere alternatieven. Grondwater is relatief eenvoudig te zuiveren zonder gebruik van veel chemicaliën en heeft een beperkte productie van reststoffen. Daarnaast heeft een grondwaterwinning veelal een korte transportafstand. Grondwater is een drinkwaterbron die mogelijkerwijs geconsolideerd zal worden, maar zeker niet mag worden uitgebreid. Immers vanuit Rijkswege is aangegeven dat in vele situaties in Nederland de lokale milieu-effecten van een verhoging van de grondwateronttrekking dusdanig ernstig zijn, dat een toenemend gebruik van grondwater (ter dekking van de stijgende waterbehoefte) niet opportuun is. Dit gegeven heeft voor deze studie tot het standpunt geleid dat grondwater ten principale een drinkwaterbron is en het gebruik ervan voor huishoudwater is uitgesloten.

In deze situatie staan wij voor de keuze tussen gebruik van oppervlaktewater als bron voor drinkwater bij een stijgende waterbehoefte enerzijds en de verschillende huishoudwatersystemen anderzijds. In de huidige Nederlandse situatie is de vergelijking van oppervlaktewater voor drink- of huishoudwater de meest relevante.

Op basis van de uitgevoerde inventarisatie is een voorselectie uitgevoerd op de mogelijke bronnen voor een huishoudwatersysteem. Voor de volgende bronnen is niet gekozen:

- Regenwater: Gezien de benodigde bergingscapaciteit en het niet continu voorhanden zijn van regenwater. Regenwater voldoet goed voor individuele systemen [3].
- Grijs water: Gezien de in ontwikkeling zijnde normstelling voor huishoudwater is de verwachting dat deze bron niet in aanmerking zal komen voor inzet bij huishoudwatersystemen op woonwijkniveau. In de offerte-aanvraag [21] is bovendien gesteld, grijswatersystemen niet in de economische en milieurendementsvergelijking mee te nemen.
- Industriewater: De zeer lokale mogelijkheid voor gebruik van industriewater en de eveneens zeer lokale kwaliteit van het industriewater maken het moeilijk deze bron in de verdere vergelijking mee te nemen. Hierbij speelt tevens de moeizame informatievoorziening van de industrie over de kwaliteit van haar geloosde water mee.
- Drainagewater: Drainagewater is een combinatie van geïnfiltreerd regenwater en aanwezig grondwater dat reeds een bodempassage heeft ondergaan en lokaal beschikbaar is. Door de lokale omstandigheden van de bron (de verhouding geïnfiltreerd regenwater - grondwater en duur van de bodempassage) is het moeilijk uitspraken over de kwaliteit te doen. Drainagewater is een bron die in de kringloopgedachte een belangrijke rol speelt.

Oppervlaktewater: Indirecte inname van oppervlaktewater, door het winnen van oevergrondwater, betekent het inbouwen van een bodempassage voor een natuurlijke (veilige) desinfectie. Echter kwaliteitsfluctuaties van het oppervlaktewater zullen direct invloed hebben op de kwaliteit van het oevergrondwater. De zuivering zal in principe minder complex zijn dan bij directe inname van oppervlaktewater (volgende punt).

De mogelijkheid van indirecte oppervlaktewaterwinning (via oevergrondwaterwinning) is bij nader inzien niet meegenomen in de rendementsvergelijking. Voor de onderhavige studie is het van belang een algemeen kader te schetsen van de huidige mogelijkheden voor huishoudwater. Oevergrondwaterwinning heeft een belangrijke locatie-afhankelijke kwaliteitscomponent. Een zuiveringsconcept opstellen die deze locatie-afhankelijkheid elimineert, komt neer op een zuivering die bijna identiek is aan die van een directe oppervlaktewaterwinning.

De volgende bron zal in de rendementsvergelijking worden betrokken:

Oppervlaktewater: Ondermeer vanwege beschermings- en verdrogingsproblemen bij grondwaterwinningen is de huidige ontwikkeling dat, voor capaciteitsuitbreiding door de waterleidingbedrijven, steeds vaker oppervlaktewater als bron wordt aangewend. Er van uitgaande dat huishoudwater een lagere kwaliteit mag hebben, kan bij de zuivering worden volstaan met membraanfiltratie en desinfectie. Kwaliteitsfluctuaties van het oppervlaktewater zullen vooraf bekend dienen te zijn voor de dimensionering van de zuivering. De beschikbaarheid is locatie-afhankelijk.

Bovenstaande leidt ertoe dat de rendementsvergelijking zich op de volgende twee systemen richt:

- Direct zuiveren van oppervlaktewater voor huishoudwatersystemen met een dubbel leidingnet.
- Direct zuiveren van oppervlaktewater voor drinkwater door een enkel leidingnet

5.2 Contante-waarde methode

5.2.1 De methode

Het bepalen van het economisch rendement vindt plaats door middel van de contante waarde methode (CW-Methode). De CW-methode biedt de mogelijkheid om exploitatie- en investeringskosten bij het afwegen van alternatieven met elkaar te vergelijken door deze contant te maken. Dit is mogelijk omdat de CW-Methode rekening houdt met rente en de geldontwaarding (inflatie).

Contant maken betekent: Hoeveel geld (X) moet ik nu tegen rentepercentage r uitlenen, opdat ik na n aantal jaren het benodigde bedrag heb. Hierbij wordt rekening gehouden met de invloed van de inflatie (i) op exploitatie en investeringskosten (formule 1).

Allereerst kiest men een periode waarover de contante waarde berekend gaat worden. De periode begint op het moment waarop het project van start gaat ('het in dienst gaan van het bedrijf'). De duur van de periode is onder andere afhankelijk van de afschrijvingstermijn en

levensduur van het bedrijf. De CW-Methode laat zien wat de kosten zijn die op het startmoment nodig zijn. De kosten voor alternatieven worden op dezelfde wijze berekend en zijn daardoor direct vergelijkbaar.

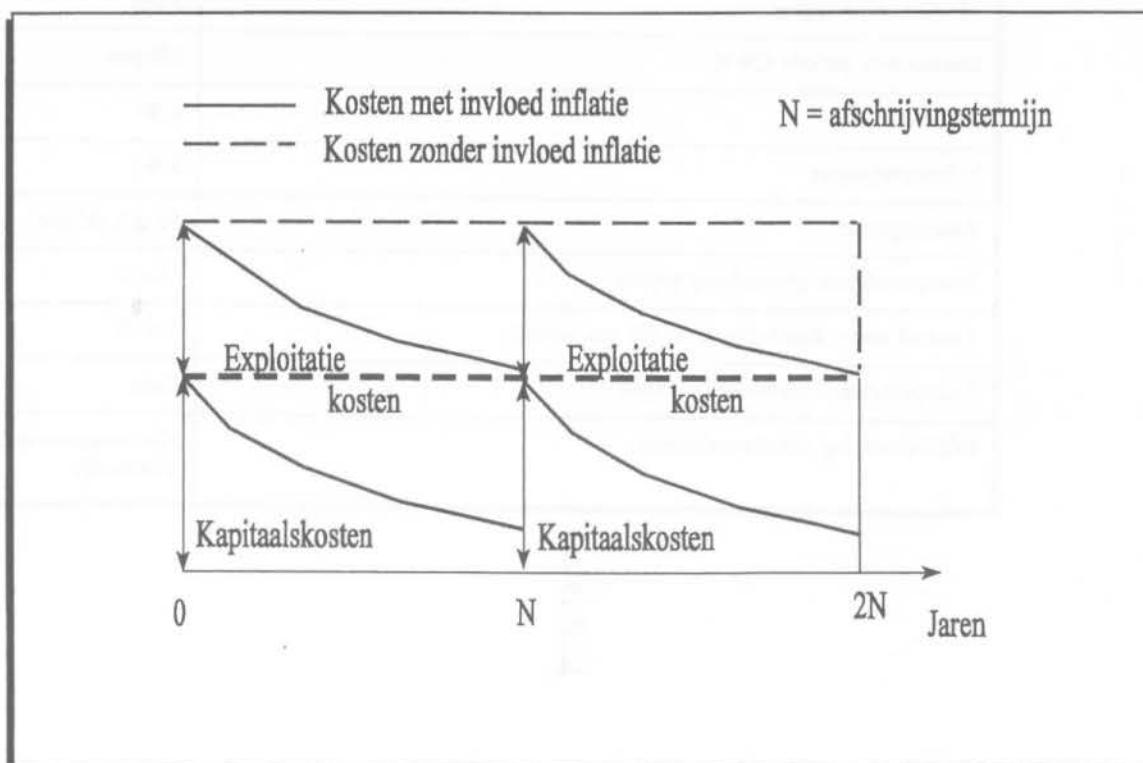
$$CW = \sum_{j=1 \text{ tot } n} (NLG_j * \frac{(1+i)^j}{(1+r)^j})$$

hierin is:

- CW = som van alle contante waarden van jaar 0 tot jaar n;
- NLG_j = investeringsbedrag in jaar j;
- i = inflatiepercentage;
- r = rentepercentage.

Eventuele latere investeringen alsmede de jaarlijkse exploitatiekosten in de alternatieven moeten eveneens contant worden gemaakt naar hetzelfde vergelijkingstijdstip en opgeteld worden bij de alternatieve directe investeringen. Voorgaande is in afbeelding 4 grafisch vormgegeven. Te zien is dat door rekening te houden met de inflatie de kapitaalslasten in de loop van de tijd afnemen. Eveneens is het effect van meerdere investeringen weergegeven.

Afbeelding 4
De Contante Waarde methode



5.2.2 Uitgangspunten

De kracht van de CWM enerzijds, levert anderzijds de meeste discussie. Immers welk inflatie- en rentepercentage dient gehanteerd te worden. Op basis gegevens van het CBS [2] is gerekend met een reële rente van 5 %. Dit betekent bij een rente percentage van 8 % een inflatiepercentage van 3 %. De gevoeligheid van de CWM voor een verschillend inflatie- of rentepercentage is in paragraaf 7.5 beschreven.

In tabel 4 staan de uitgangspunten weergegeven zoals die zijn gebruikt bij de berekeningen voor het economisch rendement.

Tabel 4
Uitgangspunten voor economische rendementsberekeningen

Onderdeel	Uitgangspunt
Afschrijvingstermijn Leidingen	40 jaar
Afschrijvingstermijn Civieltechnisch	30 jaar
Afschrijvingstermijn Werktuigbouwkundig	15 jaar
Afschrijvingstermijn Electrotechnisch	15 jaar
Membraanvervanging	5 jaar
Beschouwde periode CWM	100 jaar
Rentevoet	8 %
Inflatiepercentage	3 %
Bedrijfs grootte	50 mln m ³ /jaar
Transportafstand grootschalig project	15 km
Aandeel nieuw distributiegebied (% van debiet)	100 %
Transportafstand kleinschalig project	Geen
Brijnverwerking membraanfiltratie	Niet meegenomen, is locatie afhankelijk

5.3 Levens Cyclus Analyse

5.3.1 Een algemene inleiding op de methode

Voor de vergelijking van de milieu effecten van de verschillende productiesystemen is gebruik gemaakt van de levens cyclus analyse (LCA). De LCA is oorspronkelijk ontworpen voor het bepalen van de milieu-impact van een *product* tijdens zijn gehele levenscyclus [16]. Een levenscyclus bestaat derhalve ook uit alle processen die verband houden met het functioneren van een product: van grondstofwinning via de productie en het gebruik van het product tot aan het hergebruik en het ontstaan van finaal afval (inclusief het afgedankte product zelf) en het finale afval van de productie. De milieu-ingrepen tijdens de gehele levenscyclus bestaan uit alle onttrekkingen uit het milieu en alle emissies naar het milieu. Het uitvoeren van een LCA vindt plaats vanuit een doelstelling. Dit doel kan zijn te komen tot een milieugerichte productverbetering of het inzichtelijk maken van de milieu-effecten van een product.

Voor het uitvoeren van een LCA moeten eerst de volgende vragen worden beantwoord:

Wat is de functionele eenheid ?

Om duidelijk te maken wat er in een LCA wordt onderzocht spreekt men van een functionele eenheid. Een functionele eenheid kan bijvoorbeeld zijn: 'De productie van 1 kg membraan'.

In de onderhavige studie is de volgende functionele eenheid gehanteerd: 'De productie van 25 m³ drink- of huishoudwater'. In feite betekent dit dat met behulp van een aantal producten, van een ruwwaterbron drink- of huishoudwater wordt gemaakt. Het gaat hier dan niet meer om een LCA van één product maar om een *productieproces*. Een voorbeeld van een productieproces is weergegeven op pagina 37.

Wat is de diepgang van de LCA ?

Nadat de functionele eenheid is bepaald moet men zich afvragen wat de diepgang van de LCA zal zijn: voeren we voor ieder product binnen het productieproces een LCA uit of wordt volstaan met bestaande gegevens aangevuld met aannames. De diepgang van de onderhavige studie wordt bepaald door de volgende aspecten:

1. Op strategisch niveau dient antwoord te worden gegeven op de vraag of het vanuit milieu-oogpunt beter is om huishoudwater uit oppervlaktewater te produceren en te distribueren (inclusief dubbel leidingnet) danwel alleen drinkwater uit oppervlaktewater te produceren ?
2. Het gaat in deze studie om een vergelijking van twee productieprocessen waarbij de kwaliteit van de ruwwaterbron bepalend is voor de opzet van het productieproces. De kwaliteit van de ruwwaterbron is op zijn beurt weer afhankelijk van de locatie. Deze locatie-afhankelijkheid maakt het niet mogelijk een productieproces op te stellen dat rekening houdt met alle lokale kwaliteitsverschillen in Nederland. Om toch een vergelijking mogelijk te maken is uitgegaan van een gemiddelde waterkwaliteit die voor beide productieprocessen gelijk is. Hiermee wordt het onderscheidend vermogen van de LCA bepaald door de gevraagde waterkwaliteit van drink- en huishoudwater, de transportafstand voor drinkwater en het gebruik van een dubbelleidingnet bij de distributie van huishoudwater.

Bovenstaande punten in ogenschouw nemend kan op voorhand het worden gesteld: een LCA is een instrument dat **inzicht** verschaft bij het bepalen van de milieu-effecten van een product of proces. Het levert **geen harde uitspraken** over milieu-effecten.

- **Wat is de systeemgrens ?**

Een systeemgrens begint bij de onttrekking van de grondstof uit het milieu en eindigt bij emissies naar het milieu. Voor de onderhavige studie betekent dit dat het productieproces start bij de winning van oppervlaktewater en eindigt bij het tappunt binnenshuis.

Tot zover wordt aangesloten bij de geformaliseerde LCA methode [16]. Wetenschappers hebben onderkend dat vooral bij het vergelijken van alternatieven de LCA te kort schoot (afzonderlijke milieubelasting van een productlevensloop wordt wel berekend maar een totaal overzicht van milieu-effecten ontbreekt) of de LCA uitkomsten zijn onvoldoende inzichtelijk. Hierop is door een aantal instituten gezocht naar een wegingsmethode die het mogelijk maakt de berekende milieu-effecten van een LCA te vertalen naar één enkel getal: de milieu-effectscore. Deze milieu-effectscore is de Eco-indicator genoemd [15].

De Eco-indicator

Om te komen tot een Eco-indicator vindt classificatie, karakterisatie, normalisatie en evaluatie van de uitkomsten van een LCA plaats. Het eindresultaat van deze vier stappen is een Eco-indicatorwaarde. Een uitvoerige beschrijving over deze vier stappen inclusief een wetenschappelijke onderbouwing van de Distance-to-target methode staat vermeld in [15]. Onderstaand zijn deze vier stappen kort toegelicht:

- **Classificatie**

De Eco-indicator gaat uit van de berekende emissies en grondstoffen van een LCA. Vervolgens vindt een sortering van emissies en grondstoffen naar het effect dat ze veroorzaken, de classificatie. Bijvoorbeeld de stoffen CO_2 en CH_4 worden beide in de klasse broeikaseffect ondergebracht.

- **Karakterisatie**

In deze stap vindt een onderlinge weging van emissies en grondstoffen naar de mate waarin zij bijdragen aan een milieu-effect plaats. Bijvoorbeeld: de emissie van 1 kg CH_4 veroorzaakt een 11 maal zo hoog CO_2 broeikaseffect als 1 kg CO_2 .

- **Normalisatie**

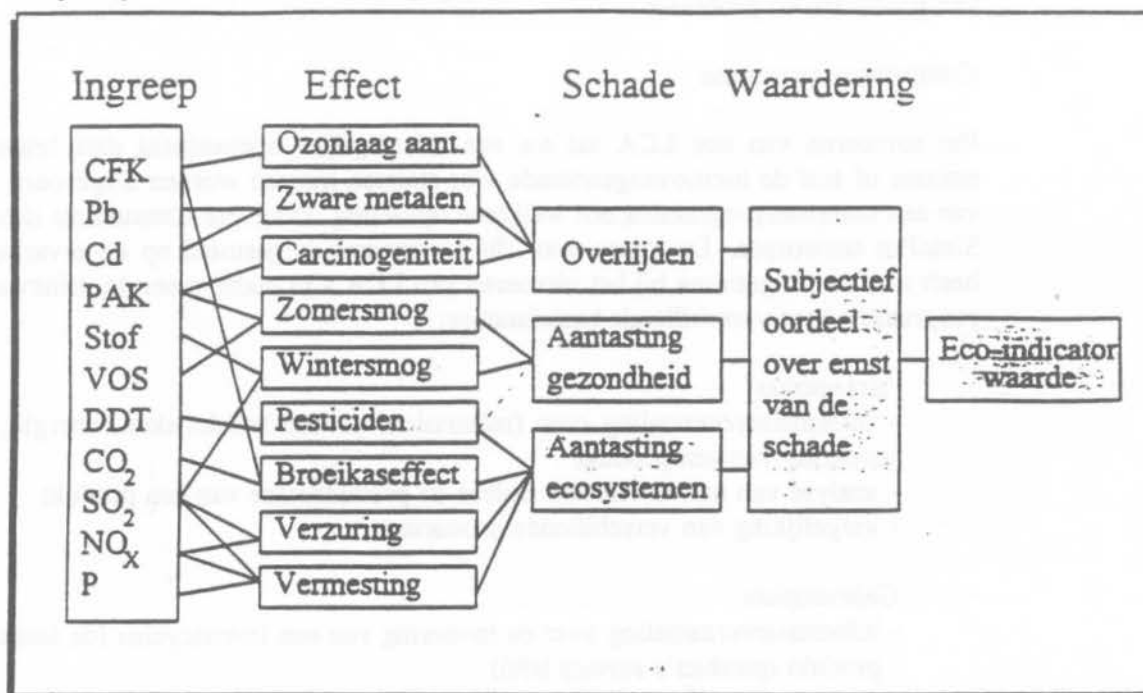
Normalisatie komt erop neer dat de effecten worden vergeleken met een zogenaamd referentieniveau (of genormaliseerde waarde). Voor de Eco-indicator wordt hiervoor het gemiddelde effect in Europa genomen.

- **Evaluatie**

Bij de Eco-indicator is als evaluatiemethode gekozen voor de mate van overschrijding van een streefniveau. Hoe verder de milieubelasting van het streefniveau verwijderd is, hoe groter de ernst van de betreffende milieubelasting wordt beoordeeld. Deze weging staat ook bekend als Distance-to-Target. Het gehanteerde streefniveau is bepalend voor de weging. Door verschillende instituten is uitvoerig onderzoek gepleegd naar het bepalen van het streefniveau voor de verschillende effecten [15].

Afbeelding 5 (op de volgende pagina) is een vereenvoudigde weergave voor het bepalen van de Eco-indicatorwaarden. Weergegeven zijn een aantal emissies en grondstoffen (ingrepen genaamd), de aspecten waarop zij effect hebben, de onderwerpen waarvoor het schadeniveau is bepaald en de waardering (middels Distance-to-target) die leidt tot de Eco-indicatorwaarde.

Afbeelding 5
Het principe van de Eco-indicator weging [15]



Beperkingen

In afbeelding 5 is te zien dat het opraken (uitputting) van grondstoffen niet is opgenomen als milieu-effect. De reden hiervoor is onder meer dat de Eco-indicator de schade die een stof veroorzaakt op de gezondheid weergeeft. Het feit dat een stof schaars is, veroorzaakt geen schade aan de gezondheid. De emissies die het winnen van de grondstof veroorzaken worden wel meegenomen en in de regel zijn zij omvangrijk, omdat gebruik gemaakt wordt van steeds armere ertsen [15]. Daarnaast is het moeilijk te bepalen wat de (economische) reserve aan grondstoffen is. Hieraan liggende volgende punten ten grondslag:

- Er worden nog steeds nieuwe bronnen aangeboord.
- Het verbruik van de grondstoffen neemt (naar verwachting) af door een toenemende mate van recycling.
- De mate waarin wordt overgestapt en het overstappen op alternatieven voor grondstoffen is onbekend.

Onderzoek naar de uitputting van grondstoffen dient daarom apart te worden uitgevoerd.

Verdroging is eveneens een milieu-effect waarvoor (nog) geen vastomlijnde procedure is vastgesteld hoe dit aspect in te passen in de LCA methodiek. Er is wel onderzoek uitgevoerd [23], maar bij de resultaten hiervan zijn nogal wat kanttekeningen te plaatsen omtrent de vraag welke effecten aan de verdroging moeten worden toegerekend en hoe deze effecten te kwantificeren.

Uit het voorgaande blijkt dat de LCA methodiek in ontwikkeling is. Dat de methodiek in ontwikkeling is betekent dat nieuwe inzichten in de milieubelasting van materialen tot andere

uitkomsten kunnen leiden. Toch is de methodiek in deze studie toegepast omdat de overheid de LCA als instrument heeft aangewezen dat inzicht dient te verschaffen in de milieu-effecten van producten en processen.

Computerprogramma

Het uitvoeren van een LCA zal tot een omvangrijke hoeveelheid data leiden. Indien per emissie of stof de hierbovengenoemde vier stappen moeten worden uitgevoerd is het gebruik van een computerprogramma een welkome oplossing. Door Pré Consultants is het programma SimaPro ontworpen. De keuze voor dit programma is gestoeld op de ervaringen die DHV heeft met dit programma bij het uitvoeren van LCA's in onder meer de drinkwatersector. Het programma kent verschillende basisfuncties:

- *'Assemblies'*
 - informatieverzameling over (materialen, productietechnieken, energie, transport) en invoering van een produkt
 - analyse van milieu-effecten tijdens de productiefase van een produkt
 - vergelijking van verschillende producten
- *Gebruiksfasen*
 - informatieverzameling over en invoering van een levenscyclus (de functie van een produkt (product's service life))
 - analyse van milieu-effecten van de gehele levenscyclus
 - vergelijking van verschillende levenscycli
 - uitgebreide analyse van milieu-effecten van een levenscyclus
- *Afvalscenario's*
 - verkrijging en invoering van een afvalscenario voor een produkt
 - verdere behandeling van een produkt via hergebruik of ontmanteling
 - verdere behandeling van sub-producten
 - vergelijking van verschillende afvalscenario's.

Gezamenlijk kunnen de basisfuncties als de totale levenscyclus van een product worden gezien. Voor een gedetailleerde uitleg over SimaPro wordt verwezen naar [18].

5.4 Uitgangspunten

Voor de uit te voeren LCA zijn in overleg met de begeleidingscommissie de volgende uitgangspunten gekozen:

- De systeemgrens voor zowel drinkwater- als huishoudwaterproductie ligt tussen het winnen van oppervlaktewater en het tappunt binnenshuis.
- Het referentiekader is Europees.
- De LCA-berekeningen worden uitgevoerd met het programma SimaPro 3.0
- Voor het drinkwatersysteem vindt vaststelling plaats van de milieubelasting als gevolg van de productie en levering van 25 m³ drinkwater.
- Per huishoudwatersysteem vindt vaststelling plaats van de milieubelasting als gevolg van de productie en levering van 25 m³ huishoudwater.

6 WATERPRODUCTIESYSTEMEN

6.1 Drinkwater uit oppervlaktewater (direct)

Voor het bereiden van drinkwater uit oppervlaktewater is het schema aangehouden zoals weergegeven in afbeelding 6. De weergegeven omvatten de volgende activiteiten:

- **Winning**

Het gaat hierbij om de winning van oppervlaktewater middels een aantal pompen en met gebruik van een innamebekken

- **Filtomat**

Deze zuiveringsstap dient ter verwijdering van grotere voorwerpen en vissen die zich in het oppervlakte water kunnen bevinden.

- **Ultrafiltratie**

Het water wordt voor de zuivering van tweewaardige ionen door halfdoorlatende membranen geperst. De gemiddelde druk is 2 bar.

- **Hyperfiltratie**

Voor de zuivering van één-waardige ionen wordt hyperfiltratie toegepast. De gemiddelde persdruk is hier 10 bar.

- **Marmerfiltratie**

Na hyperfiltratie is de hardheid van het water veelal onder de drinkwaternorm. Door gebruik te maken van marmerfiltratie wordt het water opgehard tot aan de gestelde norm voor hardheid in het waterleidingbesluit.

- **UV-Desinfectie**

Desinfectie van water kan plaatsvinden door bestraling met UV-licht. UV-licht is energierijk en heeft een korte golflengte. Hierdoor is UV-licht in staat de keten nucleïne-zuren in de cel van een bacterie af te breken.

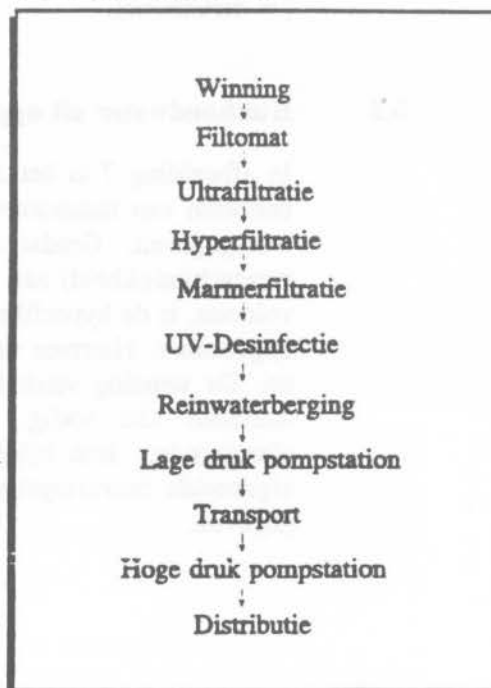
- **Reinwaterberging**

In de reinwaterberging vindt buffervorming plaats en zijn pieken in de vraag op te vangen zonder dat daarvoor extra hoeveelheden water moet worden gewonnen.

- **Lage druk pompstation**

Om het water vanuit de reinwaterberging naar het distributiepompstation te transporteren is een lage druk pompstation nodig. De druk hoeft niet hoog te zijn omdat het hier primair om transport gaat.

Afbeelding 6
Processchema drinkwater



- **Transport**

Door leidingen van staal/beton vindt transport van het lage naar hoge drukpompstation plaats.

- **Hoge druk pompstation**

Het hoge druk pompstation voert de druk in de waterleiding op naar circa 4 Bar.

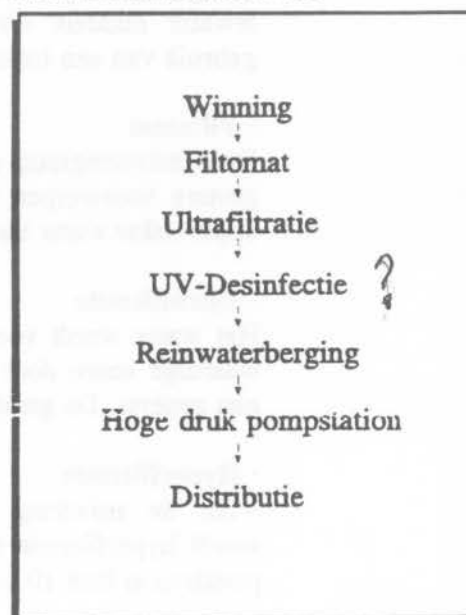
- **Distributie**

De laatste stap is het water van het hogedruk pompstation naar de huishoudens te transporteren (= distributie).

6.2 Huishoudwater uit oppervlaktewater (direct)

In afbeelding 7 is het zuiveringsschema voor het bereiden van huishoudwater uit oppervlaktewater weergegeven. Omdat huishoudwater (naar alle waarschijnlijkheid) aan minder strenge eisen mag voldoen, is de hyperfiltratie niet als zuiveringsstap opgenomen. Hiermee vervalt ook de marmerfiltratie. De winning vindt lokaal plaats. Transport is daardoor niet nodig, er kan direct distributie plaatsvinden. Een inhoudelijke toelichting op de afgebeelde zuiveringstappen is bovenstaand weergegeven.

Afbeelding 7
Processchema huishoudwater



7 ECONOMISCH RENDEMENT

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn kosteninschattingen gemaakt voor twee typen oppervlaktewaterprojecten:

- Grootschalige projecten voor drinkwater (7.5, 15.0 en 30.0 mln m³/jaar)
- Kleinschalige projecten voor drink- en huishoudwater (0.3 en 0.9 mln m³/jaar).

De processchema's welke zijn gehanteerd bij de bepaling van de kosten, zijn weergegeven in de afbeeldingen 6 en 7 in hoofdstuk 6. Daarin is uitgegaan van toepassing van membraanfiltratie omdat deze zuiveringstechniek als veelbelovend wordt gezien voor de toekomstige productie van ander water en drinkwater.

7.2 Uitgangspunten

De uitgangspunten voor de kostenberekeningen zijn weergegeven in tabel 1. De begrippen investeringen en exploitatiekosten zijn als volgt gedefinieerd:

Investeringskosten

De investeringen zijn gedefinieerd als de som van bouw- en staartkosten. Onder staartkosten worden verstaan:

- voorbereidings- en begeleidingskosten;
- inrichtingskosten;
- (bouw)rentekosten.

Exploitatiekosten

De exploitatiekosten kunnen worden onderverdeeld in:

- vaste kosten (rente en afschrijving);
- variabele kosten (verbruikskosten, onderhoudskosten, personele kosten en analysekosten).

Tabel 5
Uitgangspunten kostenberekeningen

Onderdelen	Uitgangspunten
Ontwerpcapaciteit: - maximale daglevering - maximale uurlevering - verhouding drinkwater en 'ander water'	1,5 maal de gemiddelde dag over het jaar 3,0 maal het gemiddelde uur over het jaar 50% en 50%
Bepaling investeringen: - Bouwkosten - Kosten voor voorbereiding en engineering	geraamd op basis van projectervaring 37% van de bouwkosten
Bepaling exploitatiekosten: - Annuitaire afschrijving: · civiele onderdelen · werktuigbouwkundige onderdelen · electrotechnische onderdelen · leidingen · membranen - Personele kosten: · productiecap. $\leq 1,0$ mln m ³ /jaar · productiecap. 7,5 mln m ³ /jaar · productiecap. ≥ 15 mln m ³ /jaar - Onderhoudskosten: · civiele onderdelen · werktuigbouwkundige onderdelen · electrotechnische onderdelen - Energiekosten - Inschatting analysekosten - Kosten concentraatverwijdering bij gebruik membraanfiltratie - Rentevoet - Inflatiepercentage	30 jaar 15 jaar 15 jaar 40 jaar 5 jaar 200 mandagen per jaar 400 mandagen per jaar 600 mandagen per jaar 0,5% van de bouwkosten 2,0% van de bouwkosten 2,0% van de bouwkosten 0,17 NLG/kWh [2] kosten voor drinkwater zijn 2 maal zo hoog als voor 'ander water' hiervoor zijn geen kosten opgenomen 8 % 3 %

7.3 Invloedsfactoren bij de kostenberekeningen

De volgende factoren spelen, naar verwachting, een belangrijke rol bij de kostenafweging tussen een grootschalig drinkwaterproject en een kleinschalig drink- of huishoudwater project:

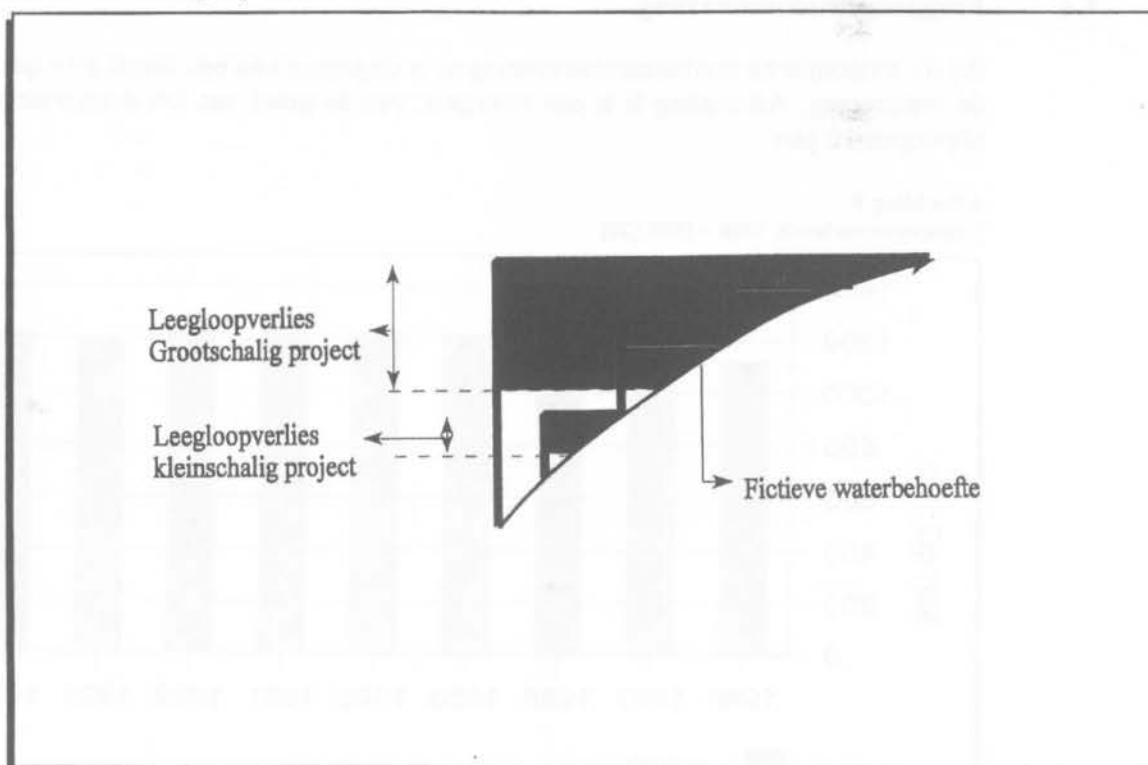
1. Schaaffect

Als gevolg van het schaaffect zullen zowel de investeringen als de exploitatiekosten voor een kleinschalig project hoger zijn dan voor een grootschalig project. De projectefficiëntie neemt namelijk toe naarmate een project van grotere omvang wordt gerealiseerd.

2. Leegloopverlies

Het leegloopverlies is gedefinieerd als het (inkomsten)verlies dat ontstaat als gevolg van overcapaciteit bij het in gebruik nemen van een nieuw project. Bijvoorbeeld: Als een project een capaciteit heeft van 30 mln m³/jaar en in het eerste jaar wordt 10 mln m³/jaar geproduceerd, is het leegloopverlies 20 mln m³ (afbeelding 8). Leegloopverliezen leiden tot een hogere m³ prijs.

Afbeelding 8
Het effect van leegloopverliezen



In afbeelding 8 is een denkbeeldige waterbehoefte aangenomen (zwarte lijn). Aan deze waterbehoefte kan op 2 wijzen worden voldaan:

- door een grootschalig project (rode lijn);
- door een reeks van kleinschalige projecten (groene lijn).

Uit de afbeelding valt af te lezen dat de leegloopverliezen (lees verlies door overcapaciteit) bij de realisatie van grootschalige projecten groter is, dan bij de realisatie van

kleinschalige projecten. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat in de praktijk al te forse leegloopverliezen bij grootschalige projecten beperkt worden door een gefaseerde uitvoering. Daarnaast kan de capaciteit van een grootschalig (oppervlaktewater)project deels dienen ter vervanging van bestaande grondwatercapaciteit.

3. Enkel of dubbel distributienet

Op basis van ervaringen bij de wijk Kernhem te Ede blijken de investeringskosten voor een dubbel distributienet circa 80% hoger te zijn dan voor een enkelvoudig distributienet.

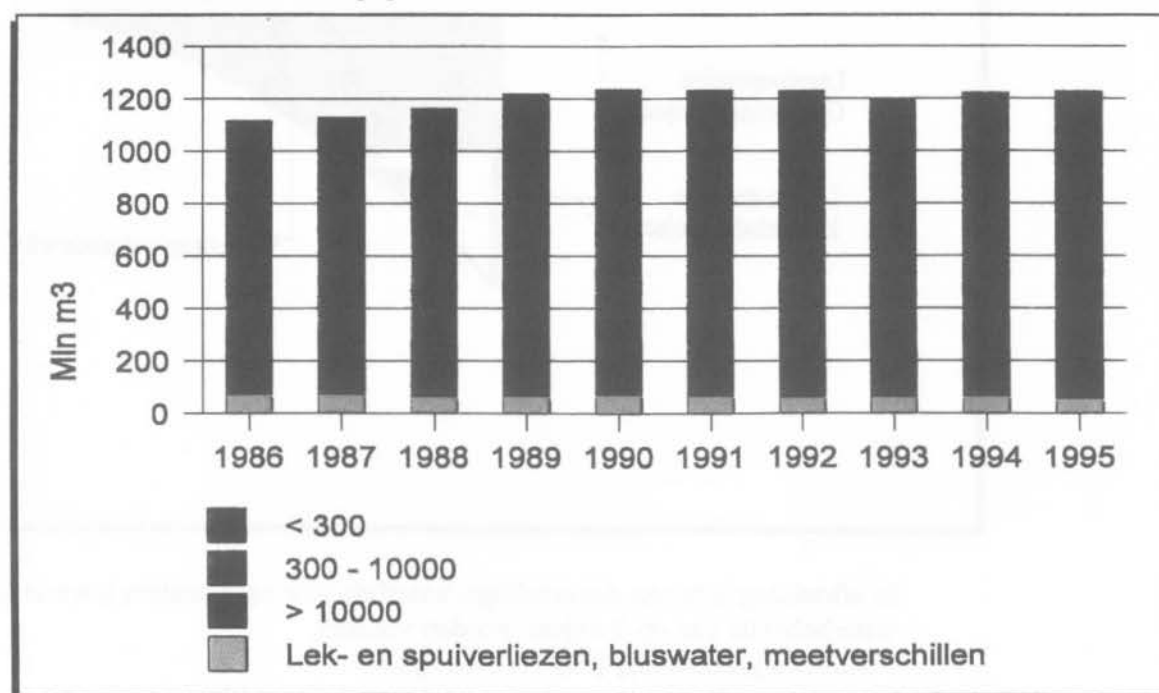
4. Transport

De transportafstand is met name van invloed op de kosten van een grootschalig oppervlaktewaterproject. Bij een kleinschalig project is het uitgangspunt dat de bron dichtbij het afzetgebied ligt. Voor grootschalige oppervlaktewaterprojecten ligt de ruwwaterbron veelal tientallen kilometers van het afzetgebied. Globaal kan worden gesteld dat de kosten voor transport, bij het huidige prijsniveau, circa 0,01 tot 0,015 NLG/km bedragen.

7.4 Prognose drinkwatervraag

Bij de economische rendementsberekeningen is uitgegaan van een aantal groeipercentages voor de watervraag. Afbeelding 9 is een weergave van de groei van het drinkwaterverbruik in de afgelopen 10 jaar.

Afbeelding 9
Drinkwaterverbruik 1986 - 1995 [20]



Als maximum is een groeipercentage van 1 % gehanteerd. Dit komt overeen met de prognoses voor een groei van de watervraag zonder drinkwaterbesparing [13]. De prognoses met waterbesparing komen op circa 0,25 % uit [13]. Als minimum is een percentage van 0,1 % gehanteerd. Hiermee wordt geanticipeerd op de gedachte dat ondanks een toename van de bevolking en woonhuisaansluitingen waterbesparing zeer effectief is en het waterverbruik niet wezenlijk zal toenemen.

De keuze voor een vraagpercentage is een afweging op strategisch niveau. Deze keuze is in de onderhavige studie niet gemaakt. Wel zijn verschillende vraagpercentages weergegeven, om het effect ervan op de projectgrootte en -type te laten zien.

7.5 De Contante Waarde methode en de invloed van rekenkundige parameters

Uit de eerder gepresenteerde formule van de CW-Methode blijken drie rekenkundige factoren van invloed op de berekende Contante Waarde:

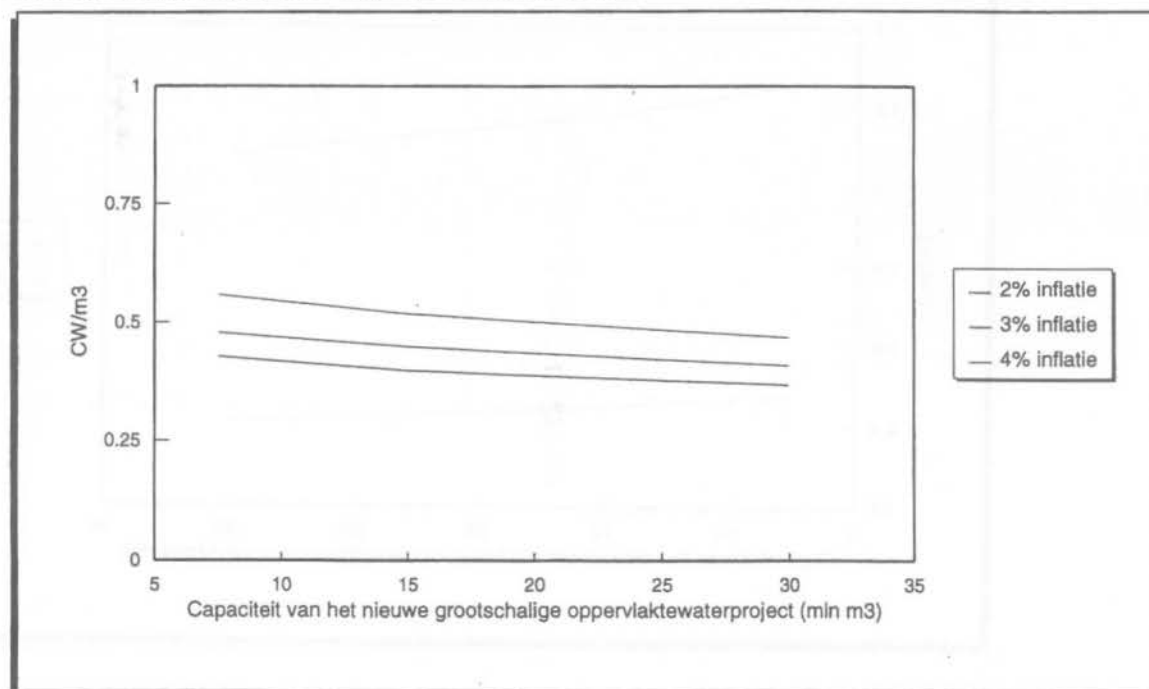
- het inflatiepercentage (i);
- het rentepercentage (r);
- de berekeningstermijn (n).

Voordat met de Contante Waarde de verschillende watervoorzieningssystemen zijn doorgerekend, zijn allereerst de effecten van bovenstaande factoren berekend. Hiervoor zijn een aantal grootschalige oppervlaktewaterprojecten gebruikt.

In afbeelding 10 is de invloed van het inflatiepercentage weergegeven. Hieruit valt af te leiden dat een hoger inflatiepercentage leidt tot een hogere Contante Waarde. Dit is ook op grond van de gepresenteerde formule te verwachten.

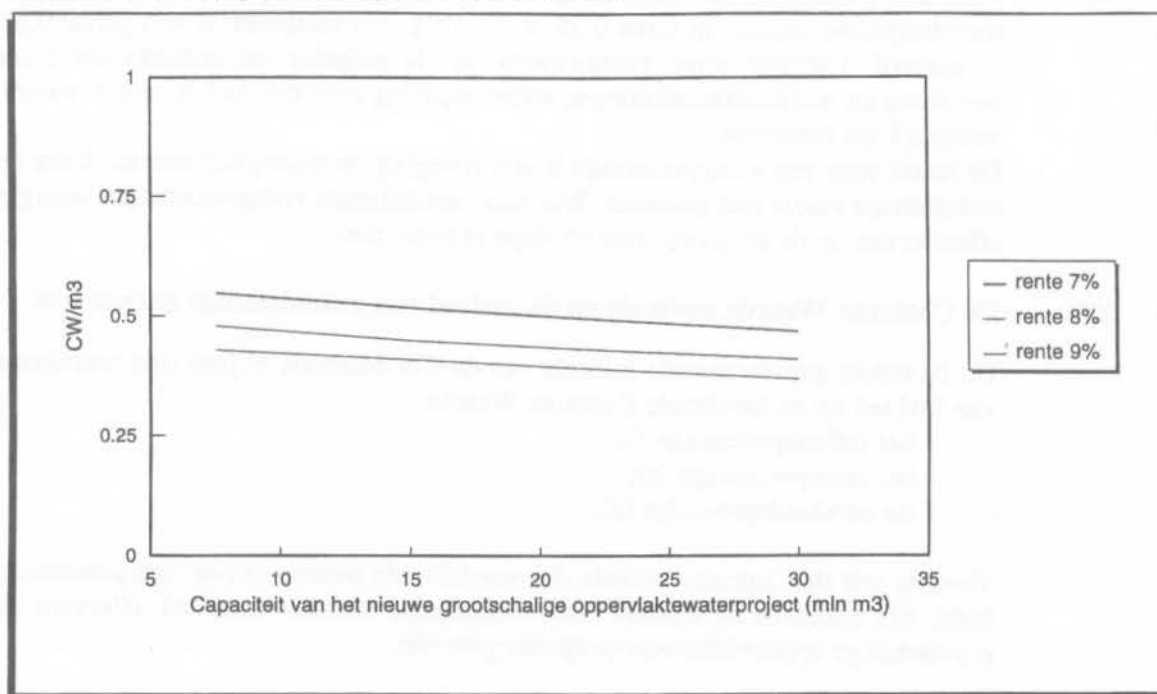
Afbeelding 10

De invloed van het inflatiepercentage op de Contante Waarde



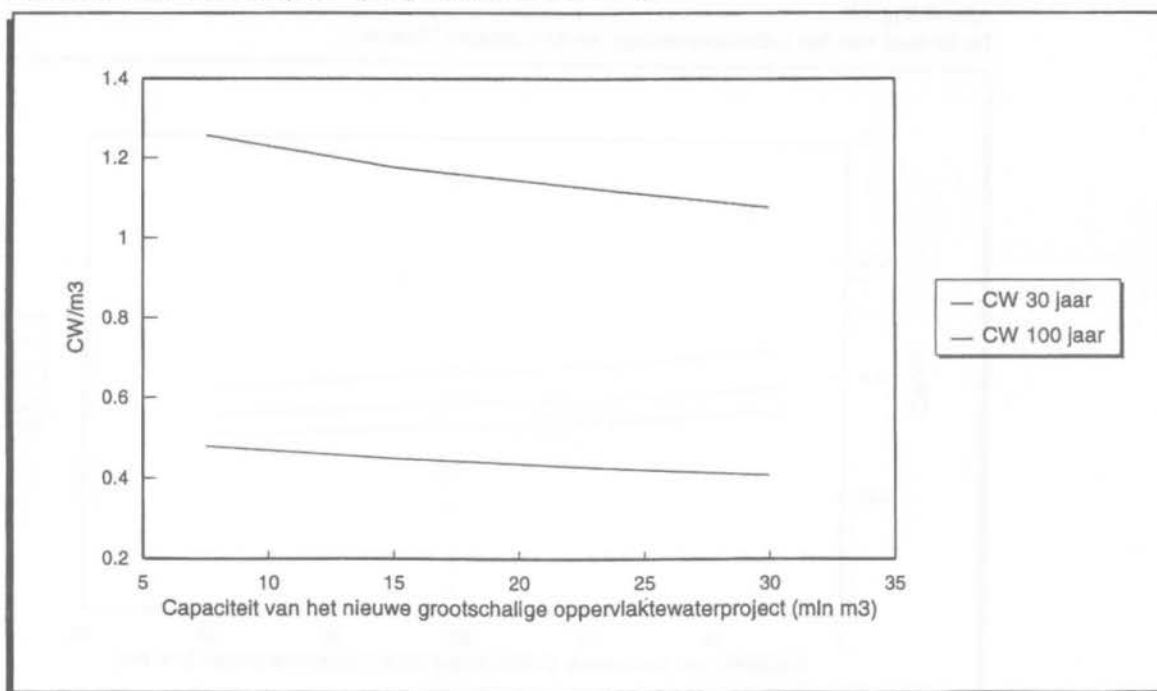
Afbeelding 11

Invloed van het rentepercentage op de Contante Waarde



Afbeelding 12

Invloed van de berekeningstermijn op de Contante Waarde



In afbeelding 11 is de invloed van het rentepercentage op de Contante Waarde weergegeven. Hieruit blijkt dat een hoger rentepercentage leidt tot een lagere Contante Waarde, hetgeen eveneens analoog volgt uit de formule voor de berekening van de Contante Waarde.

Tenslotte is de invloed van de berekeningstermijn geïllustreerd (afbeelding 12). Hieruit blijkt dat een berekeningstermijn van 100 jaar leidt tot een veel lagere Contante Waarde dan een berekeningstermijn van 30 jaar (verschil: circa 60%). De oorzaak hiervan is het volgende: ten opzichte van een berekeningstermijn van 30 jaar heeft een termijn van 100 jaar het effect dat het geld dat men nu op de bank zet over 100 jaar meer waard is dan over 30 jaar. Daarmee wordt het bedrag (voor een termijn van 100 jaar) wat men nu nodig heeft dus lager ten opzichte van de termijn van 30 jaar.

De invloed van de berekeningstermijn van de Contante Waarde is tweeledig:

- er is een rekenkundige invloed, zoals is aangetoond in de vorige paragraaf,
- en er is een invloed via de leegloopverliezen (bij een korte berekeningstermijn tellen de leegloopverliezen zwaarder mee, omdat deze verliezen nu eenmaal zijn geconcentreerd in de eerste 5 tot 30 jaar).

7.6 Kosten van verschillende watervoorzieningssystemen

Zoals in de bovenstaande inleiding is vermeld, is oppervlaktewater de ruwwaterbron en zijn er verschillende projectgrootten mogelijk. Voor de economische rendementsvergelijking zijn de volgende vier watervoorzieningssystemen opgesteld:

- A Drinkwater - capaciteit: 0,30 m³/jaar.
Lokaal productie en -distributiesysteem.
- B Drinkwater en huishoudwater - capaciteit: 0,15 mln en 0,15 m³/jaar.
- Drinkwaterproductie en -distributiesysteem kleinschalig en lokaal.
- Huishoudwaterproductie en -distributiesysteem kleinschalig en lokaal.
- C Drinkwater en huishoudwater - capaciteit: 7,5 mln en 0,15 m³/jaar.
- Drinkwaterproductie en -distributiesysteem direct (grootschalig transportafstand: 15 km).
- Huishoudwaterproductie en -distributiesysteem kleinschalig en lokaal.
- D Drinkwater - capaciteit: 7,5 mln m³/jaar.
- Drinkwaterproductie en -distributiesysteem direct (grootschalig transportafstand: 15 km).

Deze vier watervoorzieningssystemen bieden de mogelijkheid specifiek in te gaan op de vraag of kleine lokale huishoudwaterprojecten toekomstperspectief hebben.

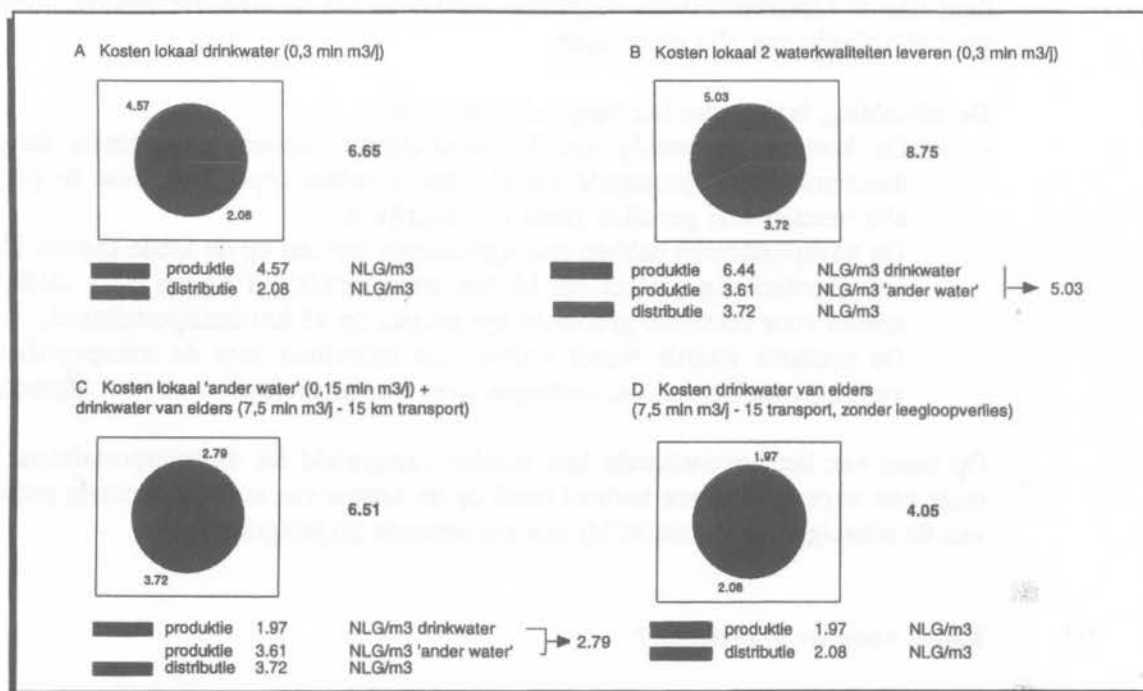
Uitgaande van de vier systemen zijn de kosten voor winning, productie en distributie bepaald (afbeelding 13).

Uit afbeelding 13 kan het volgende worden afgeleid:

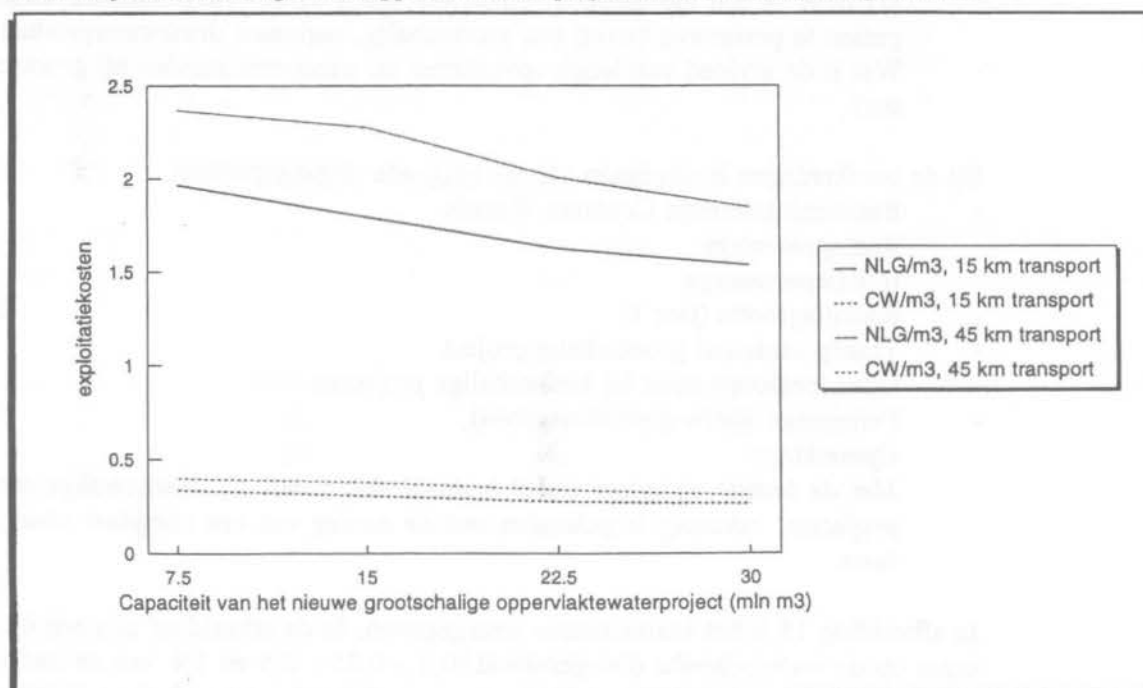
- De kosten voor grootschalige drinkwaterproductie en -distributie en met een enkel leidingnet (D) zijn lager dan de kosten voor een kleinschalige, drinkwaterproductie en -distributie met een enkel leidingnet (A) - 4,05 NLG/m³ versus 6,65 NLG/m³;
- De kosten voor kleinschalige, drinkwaterproductie en -distributie, gecombineerd met een kleinschalige, huishoudwaterproductie en -distributie inclusief dubbel leidingnet (B) zijn het hoogst (8,75 NLG/m³);
- De kosten voor een kleinschalige huishoudwaterproductie- en distributie inclusief dubbel leidingnet, gecombineerd met de suppletie van drinkwater uit een grootschalig oppervlaktewaterproject (C) zijn vergelijkbaar met de kosten voor een kleinschalig, drinkwaterproductie-systeem met een enkel leidingnet (A) (6,51 NLG/m³ versus 6,65 NLG/m³).

Uit het voorgaande blijkt dat zowel de grootte van het project als de aanwezigheid van een dubbel distributiesysteem, een belangrijke invloed hebben op de kosten van het totale project.

Afbeelding 13
Productie en distributiekosten



Afbeelding 14
Kosten bij verschillende grootten oppervlaktewaterproject en 15 en 45 km transportafstand



In afbeelding 14 is de invloed van de projectgrootte naast de invloed van transport weergegeven. Hierin zijn de kosten voor een oppervlaktewaterproject van 7.5, 15.0, 22.5 en 30 mln m³/jaar bij twee verschillende transport afstanden (15 en 45 km) weergegeven. In de afbeelding zijn de exploitatiekosten uitgedrukt zonder en met de contante waarde, waarbij de kosten voor distributie niet zijn inbegrepen.

De afbeelding laat verder het volgende beeld zien:

- De kosten, als gevolg van het schaafeffect, nemen af naarmate de projectgrootte toeneemt. Dit zogenaamde schaafeffect is echter beperkt doordat de projectgrootte in alle beschouwde gevallen reeds omvangrijk is.
- De transportkosten hebben een significante invloed op de totale kosten. De kosten voor een grootschalig project op 15 km transportafstand liggen circa 20% lager dan de kosten voor hetzelfde grootschalige project op 45 km transportafstand;
- De contante waarde wordt vrijwel niet beïnvloed door de transportafstand. Dit is te verklaren uit het feit dat leidingen over een lange termijn worden afgeschreven.

Op basis van het bovenstaande kan worden vastgesteld dat de transportafstand een beperkte, maar niet verwaarloosbare invloed heeft op de kosten van een grootschalig project. Het effect van de schaalgrootte neemt af bij een toenemende projectgrootte.

7.7 Keuze voor welk systeem ?

In de voorgaande paragrafen is weergegeven waar de gevoeligheden in de CW-methode aanwezig zijn en welke factoren binnen het watervoorzieningssysteem een belangrijke rol spelen. Met deze wetenschap is het mogelijk om de volgende vragen te beantwoorden:

- Wanneer is een kleinschalig, huishoud- en/of drinkwaterproductiesysteem economisch gezien te prefereren boven een grootschalig, regionaal drinkwaterproductiesysteem ?
- Wat is de invloed van leegloopverliezen en transportafstanden bij grootschalige projecten?

Bij de berekeningen is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - Berekeningstermijn Contante Waarde | 100 jaar |
| - Rentepercentage | 8% |
| - Inflatiepercentage | 3% |
| - Bedrijfs grootte (jaar 1) | 50 mln m ³ /jaar |
| - Transportafstand grootschalig project | 15 km |
| - Geen leegloopverlies bij kleinschalige projecten | |
| - Percentage nieuw distributiegebied | 100% |

Opmerking:

Met de laatste aanname wordt bedoeld dat, zowel bij kleinschalige als grootschalige projecten, rekening is gehouden met de aanleg van een compleet nieuw distributiesysteem.

In afbeelding 15 is het basisscenario weergegeven. In de afbeelding zijn een 4-tal groeipercentages op de waterbehoefte doorgerekend (0,1 - 0,25 - 0,5 en 1% van de bedrijfs grootte). Bij de genoemde groeipercentages zijn de Contante Waarden per m³ uitgerekend voor een aantal grootschalige projecten. Ter vergelijking is, voor een 2-tal kleinschalige projecten, de Contante Waarde per m³ weergegeven.

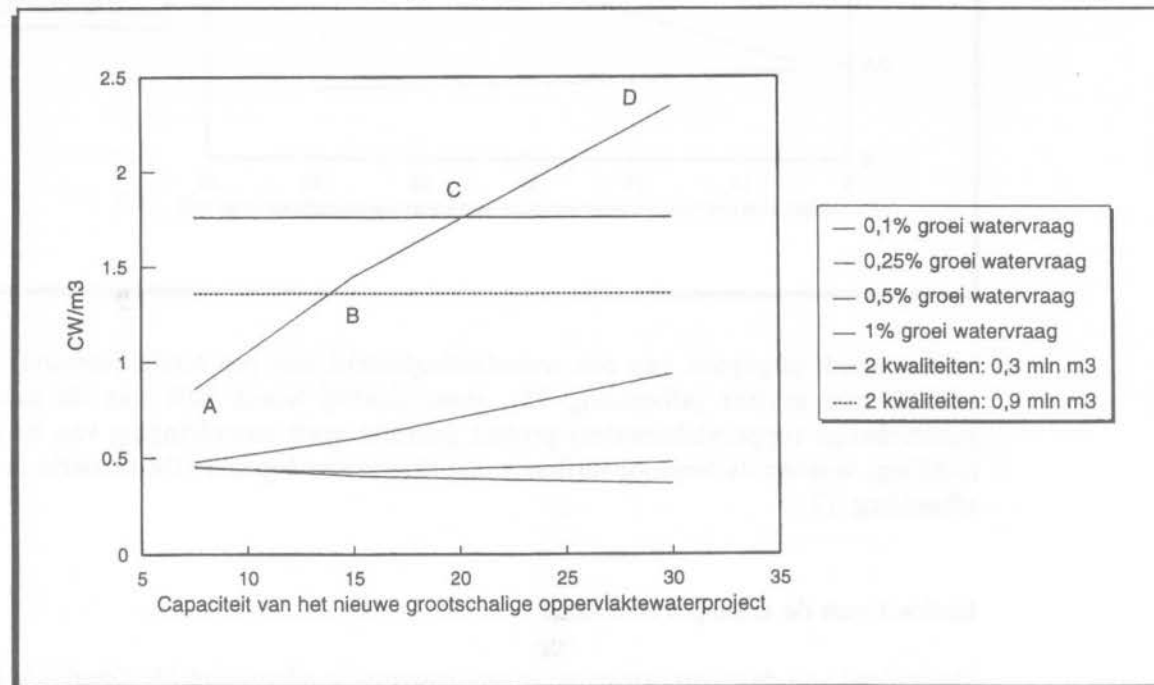
Uit afbeelding 15 is het volgende af te leiden:

- Punt A: Een grootschalig oppervlaktewaterproject van 7,5 mln m³/jaar is economisch aantrekkelijker dan een lokaal 2 watervoorzieningssysteem bij alle vraagpercentages.
- Punt B: Een grootschalig oppervlaktewaterproject van 15,0 mln m³/jaar is economisch even aantrekkelijk als een lokaal 2 watervoorzieningssysteem van 0,3 mln m³/jaar mits de groei van de watervraag niet meer dan 0,1 % bedraagt.
- Punt C: Op dit punt is de keuze tussen een grootschalig oppervlaktewaterproject of een lokaal 2 watervoorzieningssysteem afhankelijk van de groei van de watervraag. Is deze groei groter dan 0,1 %, zijn grootschalige oppervlaktewaterprojecten economisch meer interessant.
- Punt D: Vanaf een oppervlaktewaterprojectgrootte van meer dan 20 mln m³/jaar zijn bij een groei van de watervraag van 0,1 % grootschalige oppervlaktewaterprojecten economisch minder interessant.

Algemeen kan worden geconcludeerd dat een grootschalig, regionaal project bijna altijd economisch aantrekkelijker is dan het lokaal realiseren van 2 watervoorzieningssystemen. Alleen bij een zeer lage toename van de waterbehoefte, in combinatie met een zeer grote projectschaal (rode lijn) kan het lokaal realiseren van 2 watervoorzieningssystemen aantrekkelijker zijn.

Afbeelding 15

Leegloopverliezen bij een waterleidingbedrijf met een totale bestaande bedrijfsgrootte van 50 mln m³/jaar



Effect van beperking leegloopverliezen

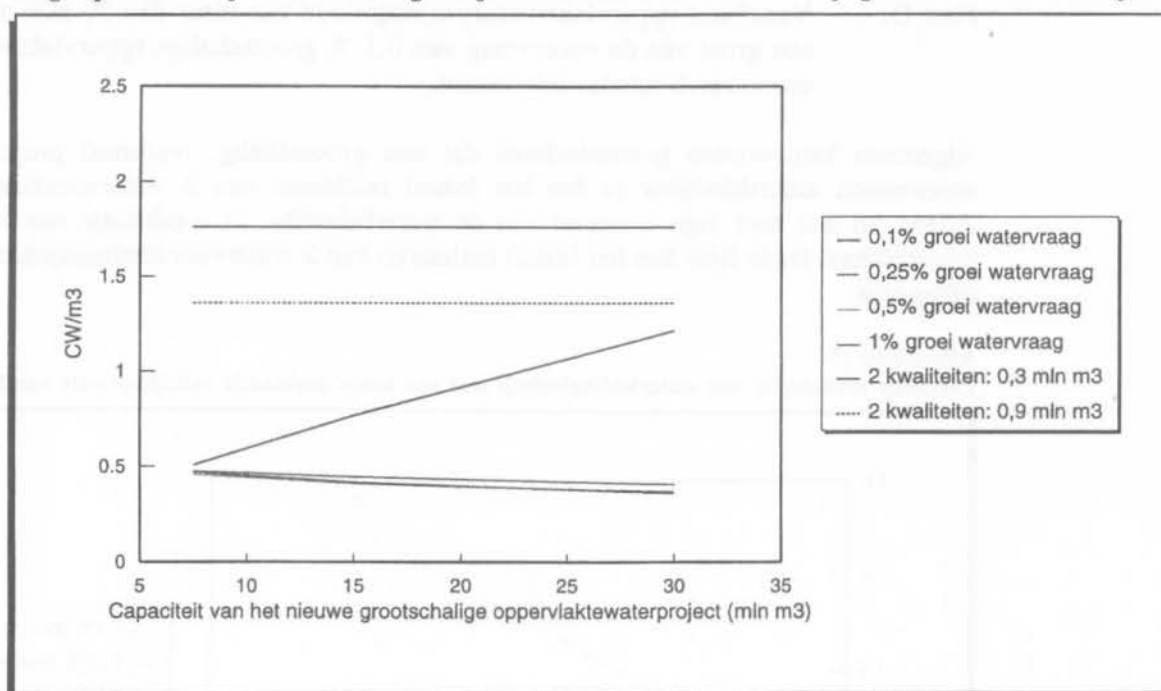
Er zijn een aantal mogelijkheden om de leegloopverliezen te beperken:

- een grotere bedrijfsschaal (samenwerking tussen bedrijven);
- vervanging van grondwatercapaciteit.

In afbeelding 16 is het effect van een grotere bedrijfsschaal (namelijk 100 mln m³/jaar in plaats van 50 mln m³/jaar) weergegeven. Hiermee worden de leegloopverliezen in principe gehalveerd. Dit heeft tot gevolg dat de realisatie van grootschalige projecten in de gehele range (tot 30 mln m³/jaar) te prefereren is boven het lokaal realiseren van 2 watervoorzieningssystemen.

Afbeelding 16

Leegloopverliezen bij een waterleidingbedrijf met een totale bestaande bedrijfsgrootte van 100 mln m³/jaar



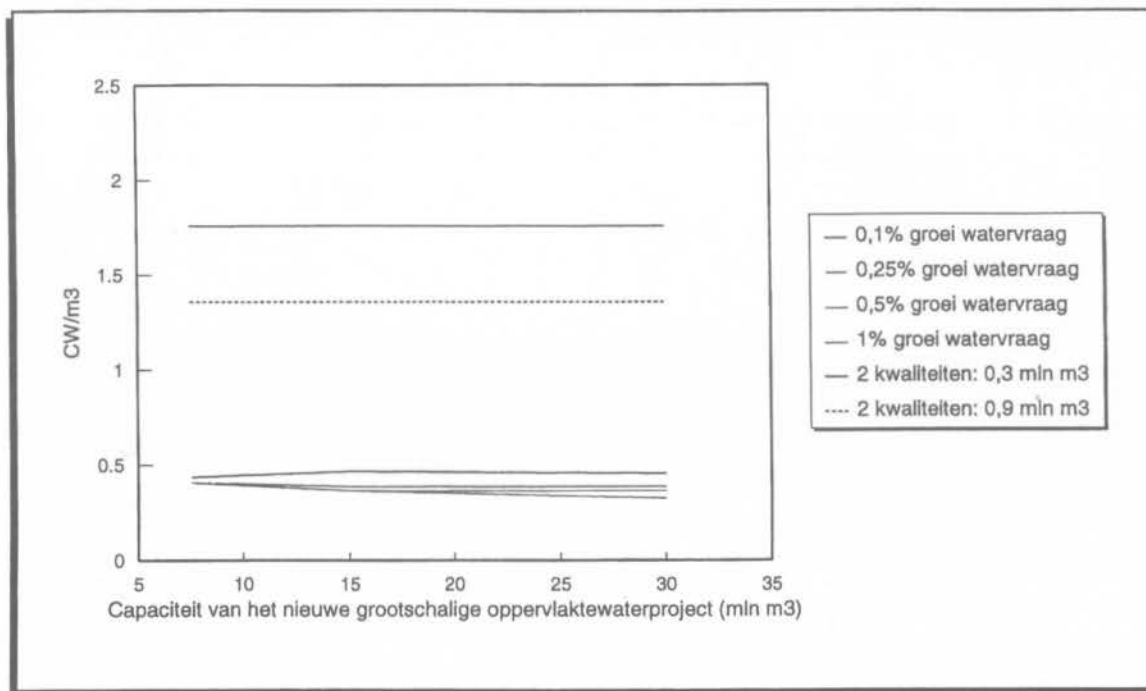
Indien wordt uitgegaan van een waterleidingbedrijf met een totale bestaande bedrijfsgrootte van 50 mln m³/jaar (afbeelding 15), maar daarbij wordt 50% van de capaciteit van het grootschalige (oppervlaktewater) project gebruikt voor terugdringing van de grondwateronttrekking, worden de leegloopverliezen nog drastischer beperkt. Dit scenario is geïllustreerd in afbeelding 17.

Invloed van de transportafstand

De invloed van de transportafstand is geïllustreerd in afbeelding 18. Daarbij is een transportafstand van 45 km aangenomen (basisscenario: 15 km). Het vergroten van de transportafstand heeft, blijkens afbeelding 18, nauwelijks invloed op de keuze grootschalig of lokaal 2 watervoorzieningssystemen.

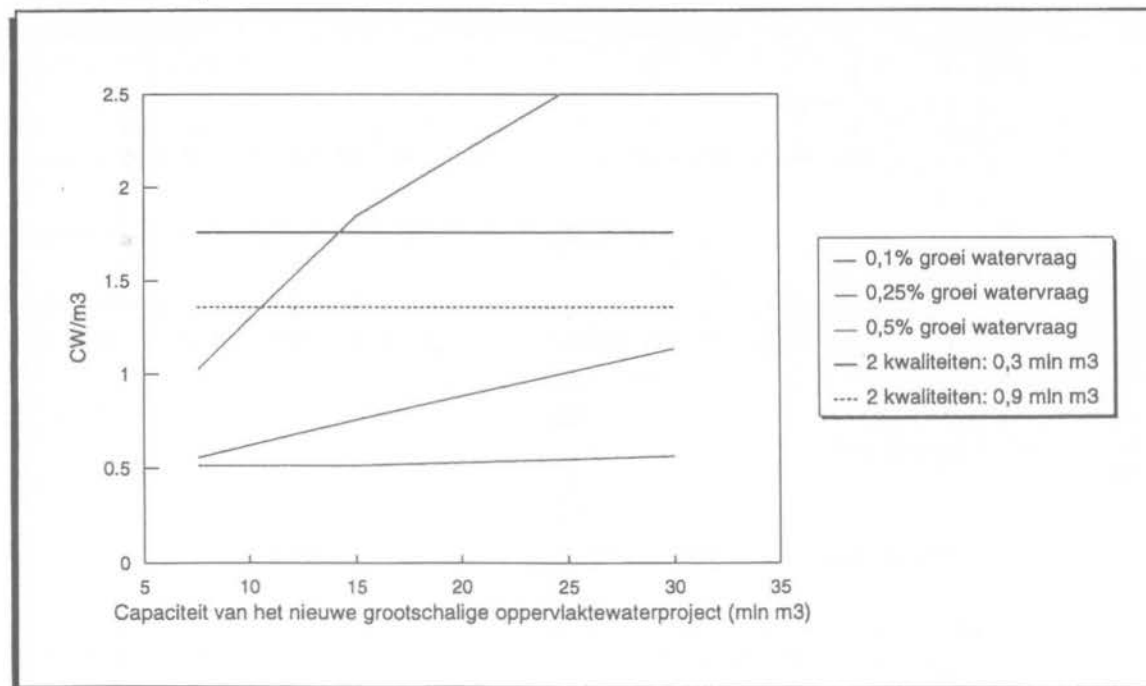
Afbeelding 17

Invloed van de vervanging van grondwatercapaciteit op de leegloopverliezen bij een bedrijfsgrootte van 50 mln m³/jaar



Afbeelding 18

Invloed van transportafstand van 45 km bij een waterleidingbedrijf met een totale bestaande bedrijfsgrootte van 50 mln m³/j



8 MILIEU RENDEMENT

8.1 Vergelijking van de waterproductiesystemen

Het milieurendement van de verschillende waterproductiesystemen is uitgedrukt in Eco-indicator waarden. Bij het berekenen van de Eco-indicatoren is uitgegaan van een gemiddelde oppervlaktewaterkwaliteit en de ervaringen bij grootschalige oppervlaktewaterprojecten in Nederland. In bijlage 3 zijn de uitgangspunten voor de milieurendementsberekeningen weergegeven. Bij de interpretatie van de Eco-indicatorwaarden dient men ervan uit te gaan dat deze berekend zijn voor een bepaalde locatie. Op die locatie wil men een afweging maken tussen waterproductiesystemen. De redenatie dat de in deze studie berekende waarden voor heel Nederland gelden is fout. Nogmaals wordt hier benadrukt dat de kwaliteit van de ruwwaterbron (die locatie-afhankelijk is) bepalend is voor de opzet van het drinkwaterproductiesysteem en daarmee de berekende indicatorwaarden.

Het is belangrijk de berekende Eco-indicatoren in relatie tot elkaar te zien [10]. Voor het berekenen van een Eco-indicator gaat per processtap binnen het waterproductiesysteem een LCA vooraf. In de onderhavige studie zijn op basis van bestaande gegevens (voor het merendeel afkomstig van reeds uitgevoerde LCA's) Eco-indicatoren per zuiveringsstap bepaald. Daarnaast zijn echter ook aannames gedaan bij zuiveringsstappen waarvan nog onvoldoende gegevens bekend zijn. Dit gegeven en het feit dat een LCA van origine gericht is op één proces, betekent dat de berekende waarden niet als absoluut moeten worden geïnterpreteerd. Eco-indicatoren maken het mogelijk verschillende alternatieven met elkaar te vergelijken. De berekende waarden moeten daarom als relatief worden beschouwd. De uitgangspunten voor de berekende Eco-indicatoren staan in bijlage 3 weergegeven.

Na het berekenen van de Eco-indicatorwaarden zijn deze toegekend aan de onderdelen behorende bij de zuiveringsopzet voor drink- en huishoudwater direct uit oppervlaktewater. Het resultaat van deze toekenning en de uiteindelijke Eco-indicatorwaarde per zuiveringsstap staat in tabel 6 op de volgende pagina.

Uit de tabel valt af te lezen dat membraanfiltratie en het pompstation voor het transport de meest milieubelastende factoren bij het zuiveren van oppervlaktewater tot drink- of huishoudwater zijn. Deze componenten 'bestaan' hoofdzakelijk uit energie. Zowel de productie van een membraan als het gebruik ervan bij de drinkwaterbereiding bestaat hoofdzakelijk uit het toevoegen energie. Het transporteren van water over een lengte van 15 km bestaat eveneens hoofdzakelijk uit energie. Het gebruik van grondstoffen heeft, ten opzichte van de component energie, slechts een kleine bijdrage binnen de waterproductiesystemen. De ervaring met LCA-onderzoek heeft uitgewezen dat energie de belangrijkste milieubelastende component binnen een waterproductiesysteem is.

Voor 25 m³ drinkwater direct uit oppervlaktewater is de totale Eco-indicatorwaarde 13,9 mPt (millipunten). Voor 25 m³ huishoudwater komt dit op 6,4 mPt. De oorzaak van dit verschil is het gebruik van de techniek hyperfiltratie bij de zuivering tot drinkwater (inclusief marmerfiltratie) en het lagedruk pompstation met bijbehorend leidingnet. Deze componenten zijn niet aanwezig bij de zuivering tot huishoudwater.

Tabel 6 Berekende ECO-indicatorwaarden per zuiveringsopzet

25 m ³ drinkwater uit oppervlaktewater		25 m ³ huishoudwater uit oppervlaktewater	
Winning	6,70 E-04	Winning	6,70 E-04
Filtomat	1,69 E-03	Filtomat	1,69 E-03
Ultrafiltratie	1,34 E-03	Ultrafiltratie	1,34 E-03
Hyperfiltratie	6,70 E-03		
Marmerfiltratie	1,58 E-04		
UV-desinfectie	4,95 E-05	UV-desinfectie	4,95 E-05
Reinwaterberging	7,90 E-06	Reinwaterberging	7,90 E-06
Lage druk pompstation	6,00 E-04		
Transport	5,80 E-08		
Hoge druk pompstation	2,68 E-03	Hoge druk pompstation	2,68 E-03
Distributie	8,42 E-11	Distributie	1,68 E-10
Totaal	1,39 E-02	Totaal	6,437 E-03

Voor de vergelijking tussen drinkwater of huishoudwater met een dubbel leidingnet is de volgende berekening gemaakt:

50 m³ drinkwater is 2 maal 13,9 = 27,8 mPt.

25 m³ drinkwater plus 25 m³ huishoudwater is 13,9 + 6,4 = 20,3 mPt.

Het verschil tussen deze twee (7,5 mPt) kan worden afgezet tegen de Eco-waarden van drinkwater en huishoudwater. Relatief gezien levert drinkwater uit oppervlaktewater een grotere milieubelasting dan de productie van huishoudwater.

Bij de LCA is uitgegaan van 15 km transportlengte. Bij de economische rendementsvergelijking is ook een transportafstand van 45 km gehanteerd bij een grootschalig oppervlaktewater-project. Als deze afstand in de LCA wordt ingevoerd neemt de milieubelasting voor drinkwater uit oppervlaktewater toe vanwege de extra energie die nodig is om het water over een grotere afstand te transporteren. De milieubelasting door leidinggebruik is in verhouding tot de milieubelasting door het energiegebruik gering. De Eco-indicator voor 25 m³ drinkwater, met een transportafstand van 45 km, komt op 15,1 mPt.

8.2 Eco-indicatoren in een breder verband

De LCA is een methodiek die nog steeds in ontwikkeling is. Door nieuwe ontwikkelingen en het feit dat er steeds meer inzicht komt in, en gegevens bekend worden over de milieubelasting van stoffen, kunnen de hier gepresenteerde Eco-indicatoren verregaand wijzigen.

Daarnaast kan het voor de beeldvorming van de milieubelasting van de onderzochte activitei-

ten goed zijn, deze in een breder kader te plaatsen. In de voorliggende studie is voor de productie van drink- en huishoudwater de grondstof oppervlaktewater geselecteerd. Ter vergelijking kunnen de berekende Eco-indicatoren van deze activiteiten afgezet worden tegen de Eco-indicator als grondwater de grondstof voor drinkwaterproductie is. De Eco-indicator voor de productie van 50 m³ drinkwater uit grondwater komt op 10 mPt uit (het aspect verdroging is niet in de Eco-indicator verdisconteerd), waarbij een gemiddelde grondwaterkwaliteit is gehanteerd. Daarmee tekent zich het beeld af dat de milieubelasting van huishoudwater uit oppervlaktewater (situatie begin 1997) bijna gelijk is aan de milieubelasting bij gebruik van grondwater voor drinkwater. Men dient zich hierbij wel te realiseren dat de zuiveringsopzet van beide activiteiten niet identiek zijn. De nadruk bij de zuiveringsopzet van oppervlaktewater ligt bij membraanfiltratie, bij grondwater ligt de nadruk op het chemicaliëngebruik.

Een andere mogelijkheid is de Eco-indicatoren voor de productie van drink- en huishoudwater te vergelijken met dagelijkse activiteiten. Bijvoorbeeld: de Eco-indicator van 1 jaar koffiezetten (twee potten koffie per dag) bedraagt 30 mPt en 20.000 kilometer autorijden levert 4100 mPt. Uit dit laatste voorbeeld kan men berekenen dat de milieubelasting van circa 150 km autorijden, overeenkomt met de milieubelasting als gevolg van de productie van 50 m³ drinkwater uit oppervlaktewater.

8.3 Conclusie

Op basis van de uitgevoerde LCA's kan worden gesteld dat het gebruik van energie bij een waterproductiesysteem (met oppervlaktewater als grondstof) tot de grootste milieubelasting leidt. Het benodigde leidingwerk veroorzaakt een relatief lage milieubelasting. Verder is de zuivering van oppervlaktewater voor huishoudwater minder complex dan van oppervlaktewater voor drinkwater. De energie-intensieve componenten hyperfiltratie en transport ontbreken. Door deze afwezigheid van energie-intensieve componenten belast de zuivering van oppervlaktewater voor huishoudwater het milieu minder.

9 CONCLUSIES

Algemeen

- Op basis van het huidige drinkwaterverbruik en kwaliteitseisen zijn twee waterkwaliteiten te onderscheiden, te weten 'drinkwater' en 'huishoudwater'
- Gezien de Rijks- en Provinciale standpunten is het gebruik van grondwater ten principale uitgesloten als bron voor huishoudwater.
- Gezien de kwantitatieve beschikbaarheid en een vrij goede waterkwaliteit is oppervlaktewater in de Nederlandse situatie de meest geschikte bron voor huishoudwater.
- De resultaten van deze studie zijn alleen van toepassing op de gekozen zuiveringsopzet met als bron oppervlaktewater.

Economisch

- De groei van de watervraag is (medio begin 1997) moeilijk te voorspellen. Er is daarom gekozen voor berekeningen met vier groeipercentages, die ten tijde van de studie als realistisch zijn ingeschat.
- De invloed van leegloopverliezen op het economisch rendement wordt groter, naarmate de grootte van het nieuwe oppervlaktewaterproject toeneemt.
- Kleine projecten zijn inzetbaar bij nieuwe woonwijken om ter plekke de groei op te vangen. Leegloopverliezen zijn hier niet aan de orde.
- Bij een autonome groei van meer dan 0,1 % is het economisch gezien interessanter een groot oppervlaktewaterproject te starten dan de groei op te vullen met kleine ander water projecten.

Milieu

- De gehanteerde LCA is een methodiek in ontwikkeling. Nieuwe ontwikkelingen binnen de methodiek en nieuwe inzichten in de milieubelasting van stoffen kunnen tot andere resultaten leiden dan in deze studie zijn gepresenteerd.
- Binnen een waterproductiesysteem is het gebruik van energie bepalend voor de milieubelasting. Het gebruik van een dubbel leidingnet heeft in verhouding tot het energieverbruik een geringe milieubelasting.
- Door de meer eenvoudige (energie-arme) opzet van het waterproductiesysteem voor huishoudwater ten opzichte van drinkwater uit oppervlaktewater is de berekende milieubelasting van huishoudwater lager.
- Uit de interviews bleek men de mening toegedaan dat huishoudwatersystemen een milieuwinst opleveren. De resultaten van deze studie geven aan dat gebruik van oppervlaktewater voor huishoudwater in plaats van voor drinkwater inderdaad tot een enigszins lagere milieubelasting leidt. Overigens is deze milieuwinst door het gebruik van huishoudwater relatief klein, gezien in het licht van de milieubelasting van dagelijkse activiteiten zoals autorijden. Indien echter de huidige drinkwaterproductie uit oppervlaktewater (circa 400 mln m³/jaar) voor een deel wordt omgezet naar de productie van huishoudwater, kan dit tot een meer wezenlijke afname van de huidige milieubelasting leiden.

Slotbeschouwing

Huishoudwaterprojecten kunnen een zeker economisch en milieurendement hebben. Economisch gezien lijkt de inzet van een huishoudwaterproject afhankelijk van de groei van de watervraag. Dikwijls zullen de kosten hoog zijn, in vergelijking met grootschalige projecten. De milieubelasting van een huishoudwatersysteem is kleiner dan van een grootschalig oppervlaktewaterproject maar in dezelfde orde als die van een grondwaterproject. Deze rendementsaspecten zijn echter niet de enige criteria waarop een keuze gemaakt kan worden.

De keuze voor een huishoudwatersysteem is ook afhankelijk van bestuurlijke en maatschappelijke aspecten. Hierbij kan men denken aan:

- Hoe zal de consument met een huishoudwatersysteem omgaan? Draagt een huishoudwatersysteem bij aan het milieubewust omgaan met drink- en huishoudwatergebruik?
- Wat betekent een huishoudwatersysteem voor grootschalige investeringen? Kunnen deze uitgesteld worden?
- Hoeveel huishoudwatersystemen op verschillende locaties zijn acceptabel en onderhoudbaar?
- In de uitgevoerde LCA is het aspect verdroging niet meegenomen. Op de vraag in hoeverre een huishoudwaterproject bij kan dragen aan het terugdringen van de verdroging is in deze studie geen antwoord gegeven.
- Als oppervlaktewater als de duurzame bron voor de drinkwatervoorziening wordt gezien, past hierbij het beeld van zo min mogelijk voorzuiveren van het oppervlaktewater. Dit biedt mogelijkheden voor toepassing van huishoudwaterprojecten.

10 REFERENTIES

- [1] Buishand, T.A. & C.A. Velds, 1980.
Klimaat van Nederland I, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut de Bilt.
- [2] Centraal Bureau voor de Statistiek, 1996.
Statistisch Jaarboek 1996
's Gravenhage.
- [3] DHV-AIB in opdracht van NOVEM, 1994.
Evaluatie Ecolonia. eindrapport 5 december.
Amersfoort
- [4] DHV Water BV iov Riolering & Waterhuishouding Amsterdam, 1994.
Kwaliteit van afstromend regenwater van straten en daken in stedelijk gebied.
Amersfoort
- [5] DHV Water BV iov NUON Water NV, 1996.
Watervoorziening in de wijk Kernhem in Ede,
Ontwerputgangspunten distributie. K8153-01-002, Amersfoort .
- [6] DHV Water BV iov NUON Water NV, 1996.
Watervoorziening in de wijk Kernhem in Ede, Ontwerpstudie naar de voorziening van twee
waterkwaliteiten aan huishoudens.
K8153-01-002, Amersfoort.
- [7] DHV Water BV iov NUON Water NV, RIZA en gemeente Ede, 1996.
Haalbaarheid van een lokaal waternet voor de wijk Kernhem in Ede;
K8153-01-001, DHV Water Amersfoort
- [8] DHV Water BV, 1996.
Projectplan: het economisch en het milieurendement van de levering van huishoudwater naast
drinkwater en hun onderlinge samenhang.
L8268-01-100, Amersfoort.
- [9] Duurzaam technologisch onderzoek, 1996
Tussenrapportage, in prep.
- [10] Duin, R. van, 1995.
Zin en onzin van Ecobalansen: de levenscyclusanalyse ter verantwoording
Milieuforum 1-1995
- [11] Hartman, E.C., 1995.
'De afvoer in Kernhem' afstudeerverslag TU Delft

- [12] Kessel, A.A.L. van, 1994.
Hergebruik van stedelijk (drainage)water in Ede (GLD)
Nuon Water, Apeldoorn
- [13] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1995.
Beleidsplan Drink en Industrierwatervoorziening: Deel 3 Kabinetsstandpunt
Tweede Kamer, vergaderjaar 1995 - 1996, 23 168, nr. 4
- [14] Meijers, K, 1996.
Levens cyclus analyse van membraanfiltratie.
Afstudeerverslag Universiteit Utrecht
- [15] Nationaal Onderzoeksprogramma Hergebruik van Afvalstoffen, 1995.
De Eco-indicator 1995
Amersfoort
- [16] Nationaal Onderzoeksprogramma Hergebruik van Afvalstoffen, 1992.
Milieugerichte Levenscyclusanalyse van producten: Handleiding
Centrum voor milieukunde, Leiden
- [17] NIPO in samenwerking met VEWIN, 1995.
Het waterverbruik thuis.
Amsterdam
- [18] Pre Consultants, 1995.
Manual SimaPro 3.0
Amersfoort
- [19] VEWIN, 1996.
Waterleidingstatistiek 1995.
Rijswijk
- [20] VEWIN, 1992.
Waterbesparing. Eindrapport en technisch eindrapport.
Rijswijk
- [21] VROM, 1996.
Offerte-aanvraag: Het economisch en het milieurendement van de levering van huishoudwater
naast drinkwater en hun onderlinge samenhang.
Den Haag.
- [22] Woon Energie, 1995.
Haalbaarheidsonderzoek regenwater en grijswatersystemen in woningen.
Gouda.
- [23] Zeijts, h, van & Reus, J.A.W.A., 1996.
Toepassing van LCA voor agrarische producten. 4a: Ervaringen met de methodiek in de case
akkerbouw.
CML, Leiden.

11 COLOFON

Projectmanager	:	dr.ir. W.C. Witvoet	
Projectleider	:	prof.ir. J.C. van Dijk	
Auteur	:	ing. J.J.G.M. Geerts	
Bijdragen	:	ir. L.P. Wessels en ir. N. Versteeg	
Omvang rapport	:	57 pagina's	
Accordering	:		(prof.ir. J.C. van Dijk)

BIJLAGE 1

WATERBALANSEN KERNHEM

Huidige situatie

In het kader van de studie 'De afvoer in Kernhem' [11] zijn waterbalansen gemaakt voor het gebied waar de wijk Kernhem aangelegd zal worden. Deze waterbalansen zijn gebaseerd op het jaar 1994 waarin uitzonderlijk veel neerslag is gemeten, ca. 1.200 mm. Gemiddeld bedraagt de neerslag voor het projectgebied 865 mm per jaar. Om een reëel (globaal) beeld te krijgen van de lokale waterstromen zijn de genoemde waterbalansen lineair omgerekend naar een gemiddeld jaar met 865 mm neerslag. De globale waterbalansen welke daaruit volgen voor het gebied waar de wijk Kernhem aangelegd zal worden, zijn voor zomer- en winterhalfjaar weergegeven in respectievelijk afbeelding 19 en 20.

Uitgangspunt bij de berekening is het gebied dat in de wijk Kernhem ter beschikking komt voor woningbouw. Dit beslaat een totale oppervlakte van 123 ha (Bestemmingsplan Kernhem, blz. 81).

Situatie na aanleg van Kernhem

Na aanleg van Kernhem zal ca. 50% van het totale oppervlak verhard zijn. Neerslag welke op het verharde oppervlak valt, zal snel worden afgevoerd naar de infiltratievoorzieningen in de wijk. De waterverliezen door verdamping zullen als gevolg van deze snelle afvoer afnemen, met name gedurende het zomerhalfjaar. Een schatting is dat in de huidige situatie gedurende het zomerhalfjaar ca. 85% van de neerslag weer verdampt, wat in de nieuwe situatie (voor het verharde deel van het oppervlak) terug zal lopen tot ca. 15% [11]. Op de waterbalans voor het zomerhalfjaar ontstaat dan na aanleg van Kernhem, door afname van de verdamping, een 'overschot' van ca. 160.000 m³ (130 mm), welke voornamelijk via het grondwater afgevoerd zal worden (direct gevolg van de infiltratie van regenwater). Een globale waterbalans voor deze situatie is weergegeven in afbeelding 21.

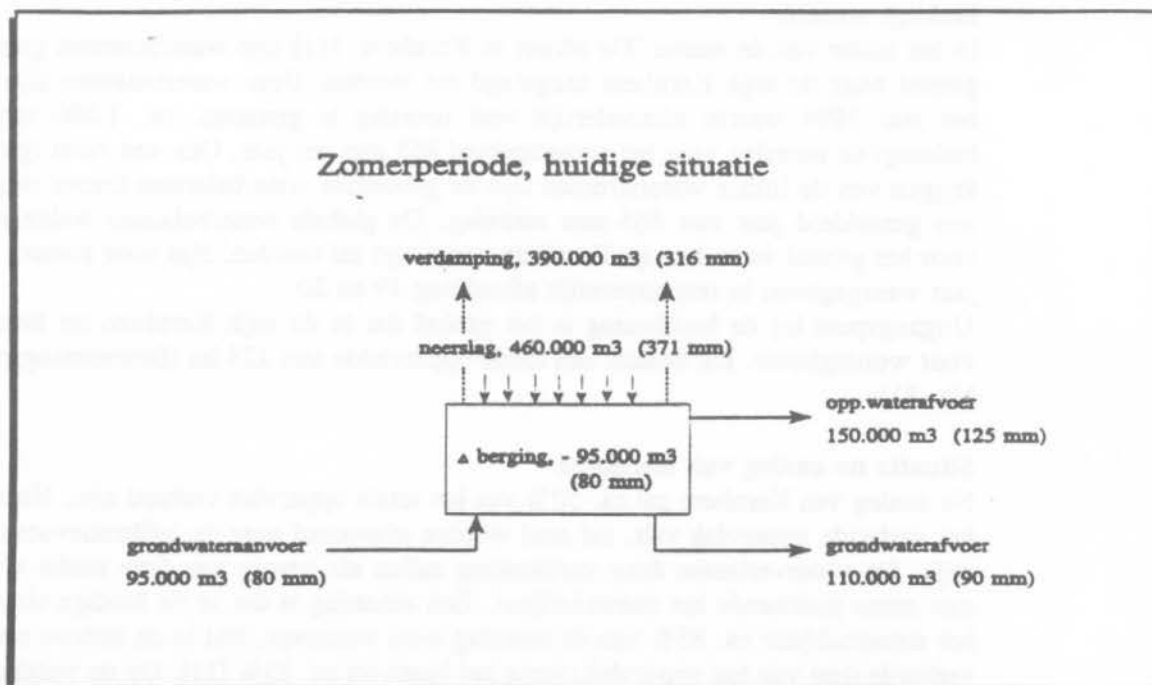
Gedurende het winterhalfjaar is er, als gevolg van de relatief hoge neerslag en lage verdamping, aanzienlijk meer water beschikbaar.

Tabel 7

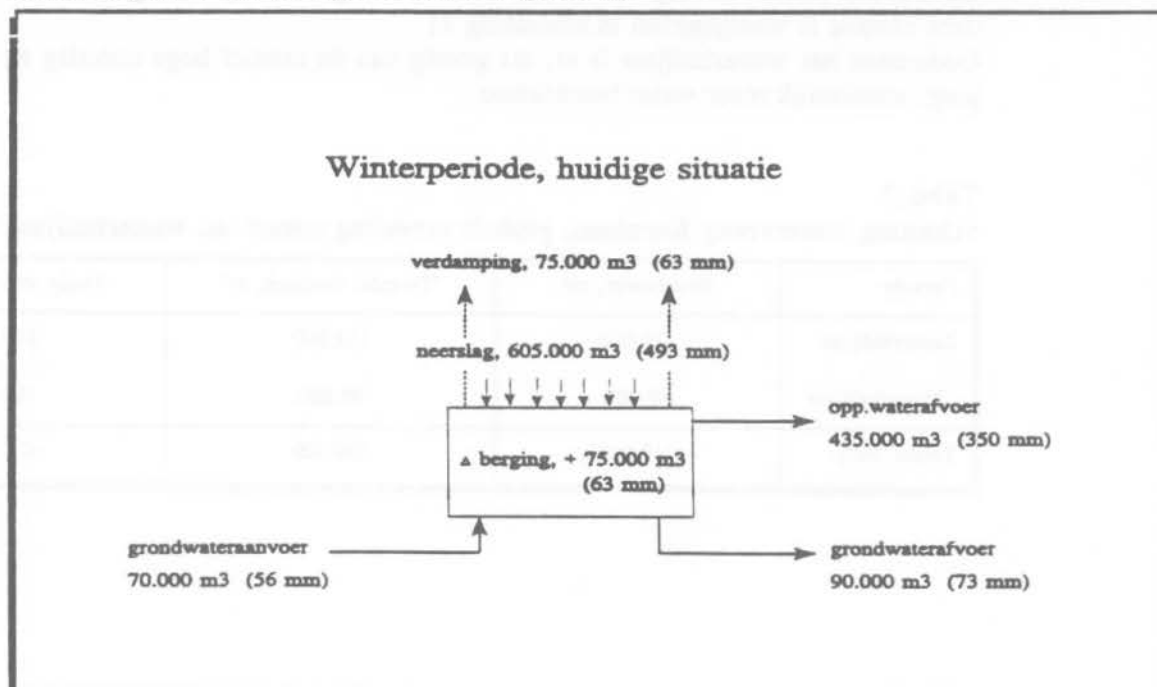
Schatting watervraag Kernhem, globale verdeling zomer- en winterhalfjaar

Periode	Drinkwater, m ³	'Tweede' kwaliteit, m ³	Totale watervraag, m ³
Zomerhalfjaar	115.000	115.000	230.000
Winterhalfjaar	95.000	95.000	190.000
Totaal, m ³ /j	210.000	210.000	420.000

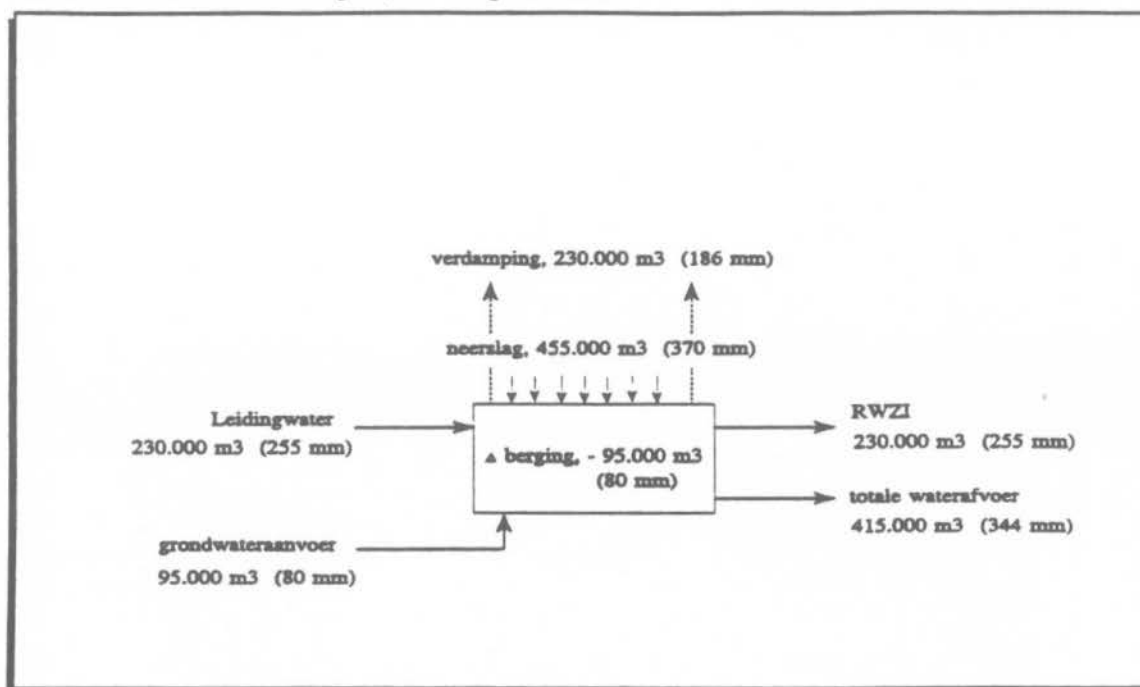
Afbeelding 19
Globale waterbalans zomerhalfjaar, vóór aanleg Kernhem



Afbeelding 20
Globale waterbalans winterhalfjaar, vóór aanleg Kernhem



Afbeelding 21
Globale waterbalans zomerhalfjaar, na aanleg Kernhem



BIJLAGE 2

LEVENS CYCLUS ANALYSE EN ECO-INDICATOREN

Theorie Levenscyclus analyse

Inleiding

Milieugerichte levenscyclus analyse houdt zich bezig met de invloed van een product op het milieu gedurende de gehele levenscyclus ervan [16]. Alle *potentiële* milieu-effecten die ontstaan bij het tot stand brengen van een bepaalde functie worden geïdentificeerd, gekwantificeerd, geïnterpreteerd en beoordeeld. De levenscyclus van een product bestaat uit alle processen die verband houden met het functioneren van het betreffende product ('wieg-tot-graf' benadering): van grondstofwinning via de productie en het gebruik van het product tot aan hergebruik en ontstaan van finaal afval. De milieu-ingrepen tijdens de gehele levenscyclus bestaan uit alle onttrekkingen uit en emissies naar het milieu.

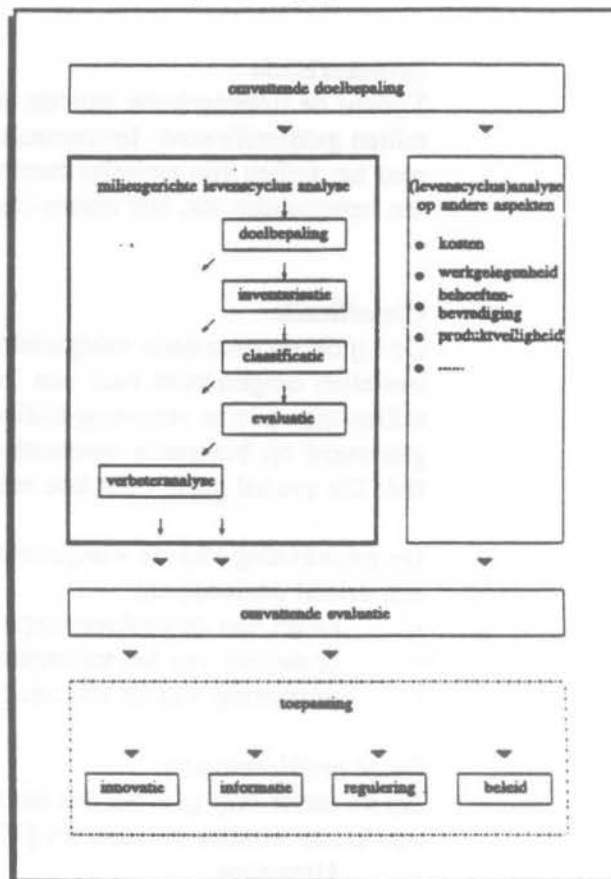
Opbouw levenscyclus analyse

Binnen een milieugerichte levenscyclus analyse zijn een vijftal componenten te onderscheiden die een samenhangend geheel vormen. Deze componenten zijn:

- doelbepaling,
- inventarisatie,
- classificatie,
- evaluatie,
- verbeteranalyse.

Bij het beoordelen van een product kunnen behalve milieu-aspecten ook andere aspecten als basis dienen, zoals financiële, sociale of functionele. In afbeelding 22 is de positie van de milieugerichte levenscyclus analyse ten opzichte van andere analyses weergegeven. Iedere component van een milieugerichte levenscyclus analyse levert een zelfstandig bruikbaar resultaat

Afbeelding 22
Structuur in componenten [24]



Doelbepaling

Een levenscyclus analyse begint met een doelbepaling. De doelbepaling wordt mede bepaald door de toepassing van de studie. In het algemeen zijn vier toepassingen te onderscheiden:

- product-innovatie.
- product-informatie.
- product-regulering.
- product-beleid.

Aan de hand van de gewenste toepassing, de beschikbare tijd en middelen wordt vastgesteld tot welke diepte de analyse plaatsvindt. Definiëring van de te onderzoeken producten is de laatste stap. Feitelijk bestaat de doelbepaling dus uit drie stappen:

- bepaling van de toepassing
- vaststelling van de diepgang van de studie.
- definitie van het onderwerp van studie.

Inventarisatie

Tijdens de inventarisatie worden de in- en uitstromen van een productsysteem van en naar het milieu geïdentificeerd. Instromen uit het milieu zijn energie- en grondstofgebruik. Uitstromen naar het milieu zijn emissies naar water, bodem en lucht. Het resultaat van de inventarisatie is een opsomming van alle milieu-ingrepen, de ingreep tabel.

Classificatie

De bij de inventarisatie vastgestelde milieu-ingrepen worden in de classificatie met behulp van modellen omgerekend naar een 'milieu-effect score'. Deze omrekening vindt plaats door de milieu-ingrepen te vermenigvuldigen met classificatie-factoren. Deze classificatie-factoren zijn gebaseerd op bestaande wetenschappelijke modellen. De classificatie leidt tot een milieuprofiel. Dit profiel geeft weer hoe een product scoort op de verschillende milieu-aspecten [10].

De omrekening van de vastgestelde milieu-ingrepen naar de milieu-effect score geschiedt via een drietal deelstappen:

- keuze van de probleemttypen.
- opstelling van het milieuprofiel.
- normering van de effectscores.

keuze probleemttypen

Bij de eerste stap gaat het om het maken van een selectie van de milieuproblemen. Hierbij kan een keuze worden gemaakt uit [10]:

- Uitputting
- Verontreiniging
- Aantasting

Onder dit laatste onderwerp valt het thema verdroging. Verdroging is in de onderhavige studie niet meegenomen. Ten tijde van deze studie is nog geen methode bekend die het mogelijk maakt om verdroging als een complexe relatie in een LCA op te nemen.

opstelling milieuprofiel

In de volgende stap worden alle milieu-ingrepen uit de ingreep tabel gesorteerd naar het effect dat ze veroorzaken (bijvoorbeeld: CO₂ → broeikaseffect). Vervolgens worden de ingrepen onderling gewogen naar de mate waarin ze bijdragen aan een milieu-effect. Uiteindelijk wordt een tabel van potentiële milieu-effecten verkregen in de vorm van zogenaamde effectscores. Deze tabel wordt het milieu-profiel genoemd [16].

normalisering effectscores

Een normalisering van de effectscores is noodzakelijk omdat de orde van grootte en de eenheden van de verschillende effectscores niet altijd gelijk zijn. De bijdrage van een bepaald product aan een milieu-effect wordt gerelateerd aan de bijdrage van een bepaalde gemeenschap gedurende een bepaalde tijd aan datzelfde probleem. Uiteindelijk wordt inzicht verkregen in de relatieve omvang van een effect in een bepaald gebied, bijvoorbeeld Nederland of Europa.

Evaluatie

Op basis van de in de classificatie opgestelde milieuprofielen kunnen de potentiële milieu-effecten van de beschouwde producten geëvalueerd worden. De evaluatie bestaat uit twee stappen:

- evaluatie van het milieuprofiel.
- evaluatie van de betrouwbaarheid en de validiteit.

Verbeteranalyse

Kennis van de procesboom, van de betrokken processen met de bijbehorende onttrekkingen en emissies, en van de potentiële milieu-effecten waar de milieu-ingrepen aan bijdragen, bieden aangrijpingspunten voor de verbetering van producten [16]. Productverbetering is een cyclisch proces: gesuggereerde verbeteringen moeten altijd worden getoetst op hun verbeterende werking, en er kan voortdurend worden onderzocht of er nog andere mogelijkheden voor productverbetering zijn.

De Eco-indicator

De levenscyclus analyse is een geschikte methode voor het vaststellen van de milieubelasting van een product. Toch kleven er twee bezwaren aan het analyseren van een levenscyclus. Ten eerste is een levenscyclus analyse tijdrovend en complex (met name tijdens de inventarisatie). Daarnaast is het resultaat van een levenscyclus analyse een aantal onafhankelijke effectscores, die moeilijk te interpreteren zijn.

Om beide problemen aan te pakken, is de levenscyclus analyse uitgebreid met een extra wegingsstap, de zogenaamde Eco-indicator. De Eco-indicator verschilt in een aantal opzichten van de standaard CML-methode:

- er wordt gebruik gemaakt van andere classificatiefactoren.
- de normalisatiestap neemt Europa als referentiegebied, de CML-methode de hele wereld.
- de weegfactoren bij de Eco-indicator methodiek zijn vastgesteld volgens het Distance-to-Target principe; de CML-methode maakt hiervan geen gebruik.

Toepassen van de Eco-indicator wegingsstap betekent het verkrijgen van scores die vergelijkbaar zijn. Tevens kan een ontwerper tijdens de productontwikkeling een product snel doorlichten op milieubelasting door toepassing van de lijst met Eco-indicatoren.

De Eco-indicator methodiek onderscheidt de volgende probleemttypen:

- broeikaseffect.
- aantasting van de ozonlaag.
- verzuring.
- vermesting.
- zware metalen.
- carcinogeniteit.
- wintersmog (vooral stofdeeltjes).
- zomersmog (vooral koolwaterstoffen).
- pesticiden.
- energieverbruik.
- vast afval-productie.

Bij het gebruik van de Eco-indicator is het belangrijk te realiseren dat de indicator alleen geldt voor *milieu-effecten die op Europese schaal ecosystemen of menselijke gezondheid aantasten*. De Eco-indicator werkt volgens het Distance-to-Target principe. Dit principe impliceert dat de ernst van een effect wordt beoordeeld op de afstand tussen het huidige niveau het effect en het streefniveau.

Berekening van de Eco-indicatoren

Een Eco-indicator voor materialen of producten kan worden ontwikkeld door een levenscyclus analyse uit te voeren. Daarbij moet aandacht worden besteed aan de gemaakte keuzen, systeemgrenzen en toerekeningen.

Bij het uitvoeren van een levenscyclus analyse is het van belang om precies te definiëren welk product wordt onderzocht. Met name bij de vergelijking van twee producten is het belangrijk na te gaan of de producten inderdaad gelijkwaardig zijn en hetzelfde presteren. Een belangrijke kanttekening bij het bepalen van de Eco-indicator is dat niet de gehele levensloop van een product wordt geanalyseerd. Er worden slechts bouwstenen aangedragen waarmee een productlevensloop kan worden geanalyseerd. In feite worden dus 'deel'levenscyclus analyses uitgevoerd.

In de praktijk is het mogelijk vijf soorten 'deel'levenscyclus analyses te onderscheiden op het gebied van:

- materiaalproductie,
- bewerkingsprocessen,
- energieconversie of -opwerking,
- transport,
- afvalverwerking.

In de praktijk blijkt dat de meeste levenslopen van producten door een combinatie van deze categorieën goed kunnen worden beschreven.

Gebruik van de Eco-indicatoren

Er zijn twee toepassingen voor het gebruik van Eco-indicatoren [15]:

- het analyseren van producten of ideeën, met het doel de belangrijkste oorzaken van de milieu-effecten te beschouwen om daar vervolgens verbeteringen in aan te brengen.
- het vergelijken van producten, halffabrikaten of ontwerpideeën, om de minst milieubelastende componenten te kunnen kiezen.

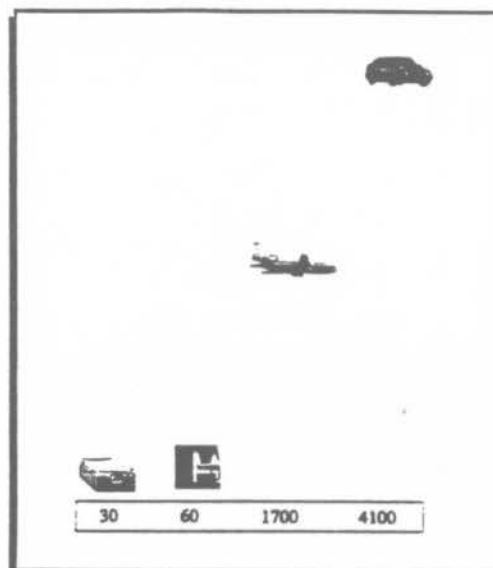
In afbeelding 23 zijn Eco-indicatoren van een aantal alledaagse bezigheden op jaarbasis weergegeven.

De functionele eenheden zijn:

- productie van 2000 A4-tjes (10 velletjes per dag à 200 werkdagen),
- koffiezetten (2 potten koffie per dag),
- vliegvakantie binnen Europa,
- 20000 km autorijden.

Afbeelding 23

Eco-indicatoren in mPt



BIJLAGE 3

UITGANGSPUNTEN LCA/ECO-INDICATOR BEREKENINGEN

In deze bijlage zijn de uitgangspunten weergegeven die zijn gehanteerd voor het bepalen van de Eco-punten. Alle stoffen die worden ge- of verbruikt zijn omgerekend naar de functie 'De productie van 25 m³ drinkwater of huishoudwater'. De uitgangspunten zijn per onderdeel van het processchema weergegeven.

Per gebruikte stof is de globale hoeveelheid die nodig is voor de productie vermeld. Voor de onderhavige studie gaat het te ver om alle benodigde materialen binnen procescomponenten binnen en de vervuiling naar de verschillende milieucomponenten weer te geven.

Tabel 8 Uitgangspunten LCA-berekening

Processtap	Toelichting materialen	Productie per 25 m ³
Winning	2 pompen. Per pomp 125 kg staal. Pompcapaciteit is circa 1000 m ³ /h. Energie	8,95E-04 kg staal 1,0 kWh
Filtomat	Gewicht 100 kg (80 % staal/20 % PVC/HDPE) Energie: circa 32 kWh	1,15E-03 kg staal 2,85E-03 kg PVC/HDPE 2,5 kWh
Ultrafiltratie	Fabricage van membraan plus energie 20 mWk	2,0 kWh
Hyperfiltratie	Fabricage van membraan plus energie 100 mWk	10,0 kWh
Marmerfiltratie	Betonnen bak (7*18*5.80) l*b*h: 0,0359kg/m ³ CaCO ₃ 0,06 kg/m ³	8,5E-02 kg beton 1,5 kg CaCO ₃
UV-desinfectie	6 'Mercury Vapour' lampen, cap. 240 m ³ /h Lamp: glas/kwikdamp Omkastingsmodule: Staal Energie	2,08E-05 kg glas 1,04E-06 kg Hg 4,03E-03 kg Staal 6,65E-02 kWh Energie
Reinwaterberging	Voor 7 mln m ³ /jaar inhoud 5000 m ³ Beton 0,2 kg/m ³ Staal 0,008 kg/m ³	0,1 kg beton 4,0E-03 kg staal
Lage druk pompstation	3 pompen. Cap. pomp circa 1500 m ³ /h Staal 125 kg/pomp Energie	2,68E-05 kg Staal 0,89 mWk
Transport	Leiding HDPE, diameter 600 mm.	2,11E-05 kg HDPE
Distributie	Hoge druk pompstation 4 Bar Energie Leidingen PE < 0/50	4,0 kWh 3,93 mWk 4,81E-08

Tabel 9 Berekening Eco-indicator

Processtap	Productie per 25 m ³	ECO-Indicator per kg of kWh	Berekend
Winning	8,95E-03 kg staal 1,0 kWh	8,77 E-05 6,70 E-04	7,85 E-08 6,70 E-04
Filtomat	1,15E-03 kg staal 2,85E-03 kg PVC/HDPE 2,5 kWh	8,77 E-05 4,30 E-03 6,70 E-04	1,01 E-07 1,28 E-05 1,68 E-03
Ultrafiltratie	2,0 kWh	6,70 E-04	1,34 E-04
Hyperfiltratie	10,0 kWh	6,70 E-04	6,70 E-03
Marmerfiltratie	8,5E-02 kg beton 1,5 kg CaCO ₃	7,55 E-05 1,01 E-04	6,41 E-06 1,51 E-04
UV-desinfectie	6,65E-02 kWh Energie 2,08E-05 kg glas 1,04E-06 kg Hg 4,03E-03 kg Staal	6,70 E-04 2,01 E-03 1,00 E-03 8,77 E-05	4,45 E-05 4,19 E-08 1,04 E-09 3,36 E-07
Reinwaterberging	1,0E-01 kg beton 4,0E-03 kg staal	7,55 E-05 8,77 E-05	7,55 E-06 3,57 E-07
Lage druk pompstation	2,68E-05 kg Staal 8,90E-01 kWh Energie	8,77 E-05 6,70 E-04	2,35 E-09 5,96 E-04
Transport	2,10E-05 kg HDPE	2,76 E-03	5,80 E-08
Hoge druk Pompstation	4,00 kWh Energie 2,66E-05 kg Staal	6,70 E-04 8,77 E-05	2,68 E-03 2,35 E-09
Distributie	4,813E-08 PE	1,75 E-03	8,42 E-11